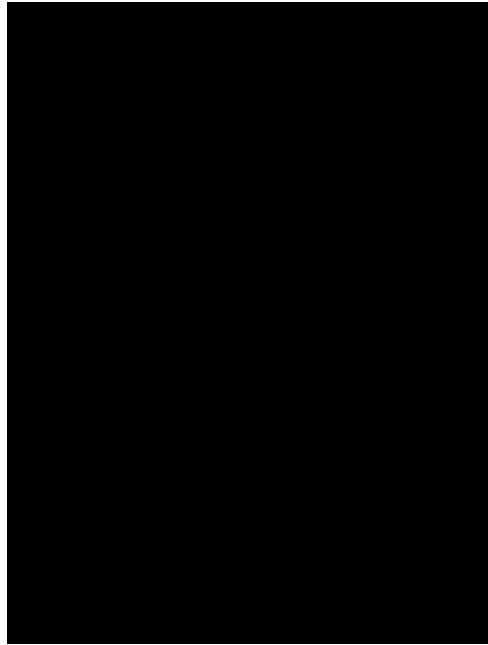


**UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE BIOLOGIA**



**COMPARACION DE LA BIOMASA DE DOS TIPOS DE
BOSQUES: COMUNIDADES, MOTACUSAL (BOSQUE DE
TIERRA FIRME) Y PALACIO (BOSQUE DE VÁRZEA) DEL
DEPARTAMENTO PANDO**

Tesis para optar el grado de:
Licenciatura en biología

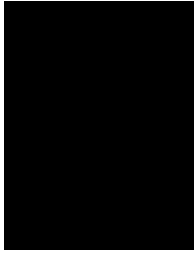
Presentado por:

Univ. Ruperto Parada Arias

Asesores:

MSc. ELIZABETH PONZ SEJAS
ING. MIGUEL VILLAVICENCIO

**COBIJA-PANDO-BOLIVIA
2017**



**UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE BIOLOGIA**

HOJA DE APROBACION

Tesis para optar el grado de
Licenciada en Biología

Título:

**COMPARAR LA BIOMASA DE DOS TIPOS DE BOSQUES: COMUNIDADES,
MOTACUSAL (BOSQUE DE TIERRA FIRME) Y PALACIO (BOSQUE DE
VÁRZEA) DEL DEPARTAMENTO PANDO**

Por:

RUPERTO PARADA ARIAS

ASESORES:

MSc. Elizabeth Ponz Sejas

.....

ING. Miguel Villavicencio

.....

TRIBUNALES:

Ing. Dunia Calderón Vaca

.....

Ing. Heráclides Reyes López

.....

Ing. Amador A. Apaza Cuéllar

.....

DIRECTORA DE AREA:

Dr. Benjamín Oliveira Carrillo

.....

*Dedicado con
mucho amor, cariño
y alegría a: mi familia*

Agradecimientos

En primer lugar a Dios, por la sabiduría y la gracia que me concedió durante todo este tiempo, para lograr un objetivo más de mi vida.

A mis padres, Ruperto y Olga, por el amor, la paciencia, el apoyo y la confianza depositada en mí, y por ser muy importantes en mi vida en todos los momentos. LOS AMO

A mi esposa, Sahiury Vargas, que fue un gran apoyo moral y espiritual en esta etapa tan importante de mi vida.

Al Proyecto “Investigación botánica para el futuro del bosque: los medios de vida y gestión sostenible de los bosques en la Amazonia boliviana” y a través del Ing. Alejandro Araujo y la Lic. Ana María Carrión un agradecimiento al Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, ya que me abrieron las puertas para realizar este trabajo de investigación en el departamento de Pando.

A mis asesores, MSc. Elizabeth Ponz y al Ing. Miguel Villavicencio, por su apoyo y observaciones, correcciones, paciencia, su tiempo y experiencia, en la realización de este trabajo.

A mis tribunales, Ing. Heráclides Reyes López, Ing. Dunia Calderon Vaca y al ing. Amador A. Apaza Cuéllar, por sus correcciones que fueron muy valiosas.

INDICE GENERAL

Índice general	i
Índice de figuras	ii
Índice de tablas	iii
Índice de gráficos	iv
Índice de anexos	v
Resumen	vi
Abstract	vii

Los bosques neo tropicales están considerados entre las formaciones vegetales más importantes por su diversidad biológica y endemismo; en especial la región amazónica donde se concentra el 80% de esta diversidad, la cual presenta una extensión aproximada de 7 millones de Km² y ocupa el 56% de la biomasa mundial, siendo su conservación una herramienta fundamental para el desarrollo sostenible de las poblaciones humanas. Los bosques tropicales son de gran importancia para el equilibrio mundial del carbono, ya que cumplen funciones vitales: la asimilación y fijación del dióxido de carbono por las plantas, la liberación del dióxido de carbono por la respiración de los organismos vivos y la oxidación (quema) de residuos orgánicos inflamables. Estudiar la biomasa es importante porque permite comprender el ecosistema forestal y valorar los efectos de una perturbación con respecto al equilibrio del ecosistema. Por lo que el objetivo de la presente investigación es Comparar la biomasa de dos tipos de bosques en las comunidades Motacusal (bosque de tierra firme) y Palacio (bosque de várzea) del departamento Pando y los objetivos específicos realizar un inventario de los árboles del área de estudio, determinar el diámetro y altura de los individuos estudio y estimar la biomasa de los árboles en estudio a partir de modelos definidos. La metodología aplicada ha sido a través de la inventario, identificación y medición los árboles y lianas presentes en cada parcela, con un DAP ≥ 10 cm a 1,30 cm de altura desde el suelo. Cada individuo registrado fue marcado y enumerado correlativamente y colocadas a una misma altura y dirección, Se han identificado en el bosque de várzea 664 individuos siendo 658 árboles y 6 lianas representados en 35 familias y 100 especies. Siendo 10 familias que presentan mayor diversidad de especies; en el bosque de tierra firme se han identificado 529 individuos de los cuales 511 árboles y 18 lianas, representadas en 39 familias y 102 especies. A través del método matemático de Brow la estimación de biomasa obtenida en el bosque de tierra firme es de 202,85 Tn/ha y 167f,97 Tn/ha del bosque de várzea haciendo un total de 370,82 Tn/ha, aplicando la prueba de T de Student para muestras independientes no existe una diferencia estadística significativa de biomasa en ambos bosques

.....5	5
Palabras claves: Bosque de tierra firme, bosque de várzea, biomasa.....5	5
ABSTRAC.....6	6

Neo-tropical forests are considered among the most important plant formations due to their biological diversity and endemism; Especially the Amazon region where 80% of this diversity is concentrated, which covers an approximate area of 7 million square kilometers and occupies 56% of the world's biomass, and its conservation is a

fundamental tool for the sustainable development of human populations . Tropical forests are of great importance for the global carbon balance, since they play vital roles: the assimilation and fixation of carbon dioxide by plants, the release of carbon dioxide by respiration of living organisms and oxidation (burning) Of flammable organic waste. Studying biomass is important because it allows understanding the forest ecosystem and assessing the effects of a disturbance with respect to ecosystem equilibrium. So the objective of the present research is to compare the biomass of two types of forests in the Motacusal (forest of the mainland) and Palacio (varzea forest) communities of the department Pando and the specific objectives to make an inventory of the trees of the area Of study, determine the diameter and height of the study individuals and estimate the biomass of the trees under study from defined models. The applied methodology has been through the identification, inventorying and measurement of the trees and lianas present in each plot, with a DBH ≥ 10 cm to 1.30 cm in height from the ground. Each registered individual was tagged and listed correlatively and placed at the same height and direction. In the várzea forest 664 individuals were identified, 658 trees and 6 lianas represented in 35 families and 100 species. Being 10 families that present / display greater diversity of species; 529 individuals of which 511 trees and 18 lianas, represented in 39 families and 102 species, have been identified in the mainland forest. Through Brown's mathematical method the biomass estimate obtained in the mainland forest is 202.85 Tn / ha and 167f, 97 Tn / ha of the lowland forest making a total of 370.82 Tn / ha, applying the Student T test for independent samples there is no significant statistical difference of biomass in both forests.....6

Key words: Dry land forest, lowland forest, biomass.....7

Los bosques neo tropicales están considerados entre las formaciones vegetales más importantes por su diversidad biológica y endemismo; en especial la región amazónica donde se concentra el 80% de esta diversidad, la cual presenta una extensión aproximada de 7 millones de Km² y ocupa el 56% de la biomasa mundial, siendo su conservación una herramienta fundamental para el desarrollo sostenible de las poblaciones humanas. Los bosques tropicales son de gran importancia para el equilibrio mundial del carbono, ya que cumplen funciones vitales: la asimilación y fijación del dióxido de carbono por las plantas, la liberación del dióxido de carbono por la respiración de los organismos vivos y la oxidación (quema) de residuos orgánicos inflamables. Estudiar la biomasa es importante porque permite comprender el ecosistema forestal y valorar los efectos de una perturbación con respecto al equilibrio del ecosistema. Por lo que el objetivo de la presente investigación es Comparar la biomasa de dos tipos de bosques en las comunidades Motacusal (bosque de tierra firme) y Palacio (bosque de várzea) del departamento Pando y los objetivos específicos realizar un inventario de los árboles del área de estudio, determinar el diámetro y altura de los individuos estudio y estimar la biomasa de los árboles en estudio a partir de modelos definidos. La metodología aplicada ha sido a través de la inventario, identificación y medición los árboles y lianas presentes en cada parcela, con un DAP ≥ 10 cm a 1,30 cm de altura desde el suelo. Cada individuo registrado fue marcado y enumerado correlativamente y colocadas a una misma altura y dirección, Se han identificado en el bosque de várzea 664 individuos

siendo 658 árboles y 6 lianas representados en 35 familias y 100 especies. Siendo 10 familias que presentan mayor diversidad de especies; en el bosque de tierra firme se han identificado 529 individuos de los cuales 511 árboles y 18 lianas, representadas en 39 familias y 102 especies. A través del método matemático de Brow la estimación de biomasa obtenida en el bosque de tierra firme es de 202,85 Tn/ha y 167f,97 Tn/ha del bosque de várzea haciendo un total de 370,82 Tn/ha, aplicando la prueba de T de Student para muestras independientes no existe una diferencia estadística significativa de biomasa en ambos bosques6

Palabras claves: Bosque de tierra firme, bosque de várzea, biomasa.....7

ABSTRAC.....7

Neo-tropical forests are considered among the most important plant formations due to their biological diversity and endemism; Especially the Amazon region where 80% of this diversity is concentrated, which covers an approximate area of 7 million square kilometers and occupies 56% of the world's biomass, and its conservation is a fundamental tool for the sustainable development of human populations . Tropical forests are of great importance for the global carbon balance, since they play vital roles: the assimilation and fixation of carbon dioxide by plants, the release of carbon dioxide by respiration of living organisms and oxidation (burning) Of flammable organic waste. Studying biomass is important because it allows understanding the forest ecosystem and assessing the effects of a disturbance with respect to ecosystem equilibrium. So the objective of the present research is to compare the biomass of two types of forests in the Motacusal (forest of the mainland) and Palacio (varzea forest) communities of the department Pando and the specific objectives to make an inventory of the trees of the area Of study, determine the diameter and height of the study individuals and estimate the biomass of the trees under study from defined models. The applied methodology has been through the identification, inventorying and measurement of the trees and lianas present in each plot, with a DBH ≥ 10 cm to 1.30 cm in height from the ground. Each registered individual was tagged and listed correlatively and placed at the same height and direction. In the várzea forest 664 individuals were identified, 658 trees and 6 lianas represented in 35 families and 100 species. Being 10 families that present / display greater diversity of species; 529 individuals of which 511 trees and 18 lianas, represented in 39 families and 102 species, have been identified in the mainland forest. Through Brown's mathematical method the biomass estimate obtained in the mainland forest is 202.85 Tn / ha and 167f, 97 Tn / ha of the lowland forest making a total of 370.82 Tn / ha, applying the Student T test for independent samples there is no significant statistical difference of biomass in both forests.....7

Key words: Dry land forest, lowland forest, biomass.....8

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Familias con mayor número de DAP en el bosque de várzea	26
Grafico 2. Familias con mayor sumatoria de alturas en el bosque de várzea.....	28
Grafico 3. Familias con mayor sumatoria de DAP en el bosque de tierra firme.....	29
Gráfico 4. Familias con mayor sumatoria de alturas en el bosque de tierra firme.....	30
Grafico 5. Biomasa aérea por familia en los dos tipos de bosque.....	31
Gráfico 6. Familias con mayor sumatoria de biomasa en el bosque de tierra firme.....	32
Grafico 7. Volumen de biomasa en ambos tipos de bosque.....	34

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Planilla de campo para la toma de datos

Anexo 2. Familias en Bosque de tierra firme y bosque de várzea en sumatoria de DAP para análisis de biomasa

Anexo 3. Familias en el bosque de Tierra Firme y bosque de várzea en las sumatorias de altura por individuos registrados

Anexo 4. Estimación de biomasa a nivel de familias.

Anexo 5. Densidad de la madera a nivel de familias

RESUMEN

Los bosques neo tropicales están considerados entre las formaciones vegetales más importantes por su diversidad biológica y endemismo; en especial la región amazónica donde se concentra el 80% de esta diversidad, la cual presenta una extensión aproximada de 7 millones de Km² y ocupa el 56% de la biomasa mundial, siendo su conservación una herramienta fundamental para el desarrollo sostenible de las poblaciones humanas. Los bosques tropicales son de gran importancia para el equilibrio mundial del carbono, ya que cumplen funciones vitales: la asimilación y fijación del dióxido de carbono por las plantas, la liberación del dióxido de carbono por la respiración de los organismos vivos y la oxidación (quema) de residuos orgánicos inflamables. Estudiar la biomasa es importante porque permite comprender el ecosistema forestal y valorar los efectos de una perturbación con respecto al equilibrio del ecosistema. Por lo que el objetivo de la presente investigación es Comparar la biomasa de dos tipos de bosques en las comunidades Motacusal (bosque de tierra firme) y Palacio (bosque de várzea) del departamento Pando y los objetivos específicos realizar un inventario de los árboles del área de estudio, determinar el diámetro y altura de los individuos estudio y estimar la biomasa de los árboles en estudio a partir de modelos definidos. La metodología aplicada ha sido a través de la inventario, identificación y medición los árboles y lianas presentes en cada parcela, con un DAP \geq 10 cm a 1,30 cm de altura desde el suelo. Cada individuo registrado fue marcado y enumerado correlativamente y colocadas a una misma altura y dirección, Se han identificado en el bosque de várzea 664 individuos siendo 658 árboles y 6 lianas representados en 35 familias y 100

especies. Siendo 10 familias que presentan mayor diversidad de especies; en el bosque de tierra firme se han identificado 529 individuos de los cuales 511 árboles y 18 lianas, representadas en 39 familias y 102 especies. A través del método matemático de Brow la estimación de biomasa obtenida en el bosque de tierra firme es de 202,85 Tn/ha y 167f,97 Tn/ha del bosque de várzea haciendo un total de 370,82 Tn/ha, aplicando la prueba de T de Student para muestras independientes no existe una diferencia estadística significativa de biomasa en ambos bosques .

Palabras claves: Bosque de tierra firme, bosque de várzea, biomasa.

ABSTRAC

Neo-tropical forests are considered among the most important plant formations due to their biological diversity and endemism; Especially the Amazon region where 80% of this diversity is concentrated, which covers an approximate area of 7 million square kilometers and occupies 56% of the world's biomass, and its conservation is a fundamental tool for the sustainable development of human populations . Tropical forests are of great importance for the global carbon balance, since they play vital roles: the assimilation and fixation of carbon dioxide by plants, the release of carbon dioxide by respiration of living organisms and oxidation (burning) Of flammable organic waste. Studying biomass is important because it allows understanding the forest ecosystem and assessing the effects of a disturbance with respect to ecosystem equilibrium. So the objective of the present research is to compare the biomass of two types of forests in the Motacusal (forest of the mainland) and Palacio (varzea forest) communities of the department Pando and the specific objectives to make an inventory of the trees of the area Of study, determine the diameter and height of the study individuals and estimate the biomass of the trees under study from defined models. The applied methodology has been through the identification,

inventorying and measurement of the trees and lianas present in each plot, with a DBH ≥ 10 cm to 1.30 cm in height from the ground. Each registered individual was tagged and listed correlatively and placed at the same height and direction. In the várzea forest 664 individuals were identified, 658 trees and 6 lianas represented in 35 families and 100 species. Being 10 families that present / display greater diversity of species; 529 individuals of which 511 trees and 18 lianas, represented in 39 families and 102 species, have been identified in the mainland forest. Through Brown's mathematical method the biomass estimate obtained in the mainland forest is 202.85 Tn / ha and 167f, 97 Tn / ha of the lowland forest making a total of 370.82 Tn / ha, applying the Student T test for independent samples there is no significant statistical difference of biomass in both forests.

Key words: Dry land forest, lowland forest, biomass

1. Introducción

Los bosques neo tropicales están considerados entre las formaciones vegetales más importantes por su diversidad biológica y endemismo; en especial la región amazónica donde se concentra el 80% de esta diversidad, la cual presenta una extensión aproximada de 7 millones de Km² y ocupa el 56% de la biomasa mundial (MDSP¹, 2001); siendo su conservación una herramienta fundamental para el desarrollo sostenible de las poblaciones humanas.

Dadas las múltiples evidencias de los efectos negativos que causan en los climas locales y mundiales la acumulación de gases de efectos invernadero (GEI) en la atmósfera, el control de emisiones y flujos de carbono, constituyen temas principales de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

Como fuentes principales de emisión de CO₂ se menciona la combustión de combustibles fósiles y la producción de cemento en los países industrializados, así como la deforestación y cambio de uso de la tierra en los países tropicales (Brown y Lugo, 1992).

De esta manera los bosques juegan un rol principal no solo como factor de desarrollo de un país y de sus modelos de sostenibilidad, sino que adquieren protagonismo mundial por su probable reconocimiento como sumideros en los sistemas contables de los ciclos de carbono. Sin embargo aparte de las incertidumbres sobre las tasas de cambio de la cobertura y masa forestal, es particularmente crítica la falta de formación cuantitativa de biomasa y carbono almacenado en estos

¹ Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación

ecosistemas y particularmente en las poblaciones de árboles.(Dauber *et al*, 2001)

Es necesario mejorar esta situación avanzando en la estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea forestal existente con la mayor exactitud posible, a efectos de modelar los flujos de carbono por cambio del uso de la tierra cuyos resultados dependerán en gran parte de las cuantificaciones de biomasa de los bosques.(Dauber *et al*,2001)

Estudiar la biomasa es importante puesto que permite comprender el ecosistema forestal y valorar los efectos de una perturbación con respecto al equilibrio del ecosistema.

En base a estudios realizados en la zona se considera que Pando tiene una estructura y composición florística significativa, por lo que estos bosques constituyen una fuente de almacenamiento importante de biomasa, que son medibles y comparables entre los diferentes tipos de bosques, a través de la presente investigación se está contribuyendo a generar información acerca de la biomasa presente en los bosques pandinos, ya que hasta la fecha existen muy pocas investigaciones y por ende poco conocimiento respecto a este tema en la región.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Comparar la biomasa de dos tipos de bosques en las comunidades Motacusal (bosque de tierra firme) y Palacio (bosque de várzea) del departamento Pando.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar un inventario de los árboles del área de estudio
- Determinar el diámetro y altura de los individuos en estudio.
- Estimar la biomasa de los árboles en estudio a partir de modelos definidos.

3. Revisión Bibliográfica

3.1. Papel y composición de los bosques tropicales

Los bosques tropicales son de gran importancia para el equilibrio mundial del carbono, ya que cumplen funciones vitales: la asimilación y fijación del dióxido de carbono por las plantas, la liberación del dióxido de carbono por la respiración de los organismos vivos y la oxidación (quema) de residuos orgánicos inflamables (Watsworth 2000).

Según Del Álamo (2007) los bosques desempeñan 4 funciones frente al cambio climático: a) Contribuyen a casi 1/6 de las emisiones de carbono (C) mundial por la respiración, explotación y las quemas, debido a que los árboles están compuestos de carbono en un 50 por ciento, y una vez talados, gran parte de ese carbono que almacenan regresa a la atmósfera. b) Los bosques reaccionan sensiblemente a los cambios del clima. c) Sosteniblemente ordenados, producen biomasa energética (dendrocombustibles); una alternativa más favorable que los combustibles fósiles, a efectos de emisiones de gases. d) Los bosques poseen el potencial de absorber 1/10 de las emisiones mundiales de carbono previstas para la primera mitad de este siglo en su biomasa, suelos y productos.

Los bosques tropicales no solamente son considerados como una fuente actual y futura de emisiones, sino que se consideran con un alto potencial de fijación de carbono (Watsworth, 2000). El aumento en el almacenamiento de carbono en los bosques tropicales es un factor clave en los cálculos de emisiones de gases de efecto invernadero. Este aumento se refiere a la remoción de carbono anual de la atmósfera por sus altas tasas de crecimiento, lo cual es el resultado del carbono fijado menos el carbono emitido a través de la respiración y la descomposición del

humus. Por tanto, las tasas de crecimiento de los bosques son un factor clave en este balance. Así mismo Watsworth (2000) menciona que el vapor de agua producido por los bosques húmedos contribuye considerablemente al equilibrio hidrológico mundial. El ciclo hidrológico es la eliminación de la precipitación a través de la vegetación hacia el suelo, los ríos y océanos y el retorno de la humedad a la atmósfera mediante la evaporación y transpiración.

3.2. Ciclo de carbono y su acumulación en los bosques

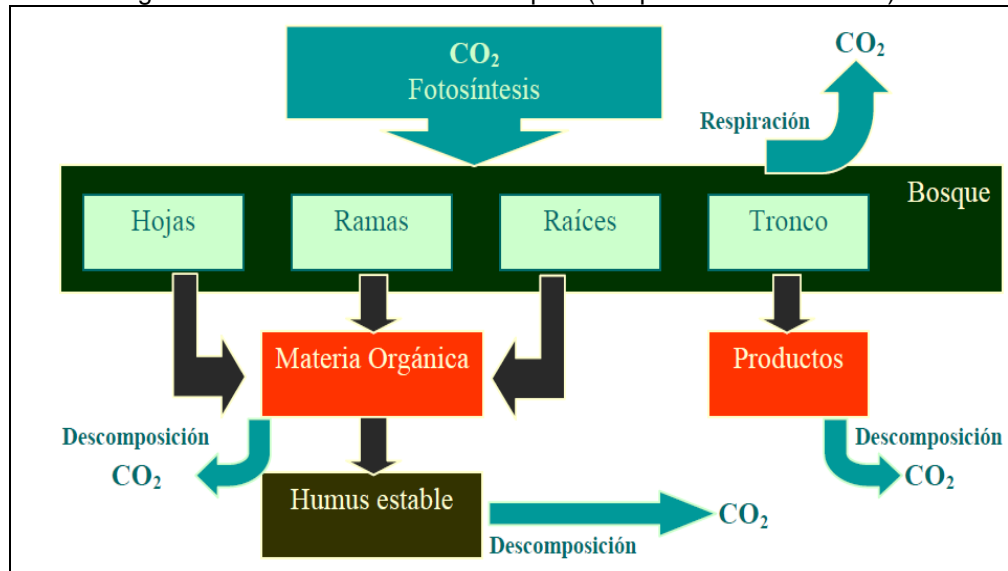
El carbono es el elemento químico fundamental de los compuestos orgánicos, que circula por los océanos, la atmósfera y el suelo. En los bosques este elemento se acumula en los árboles, en la vegetación arbustiva y herbácea, en la biomasa bajo el suelo (raíces), en el mantillo vegetal, en la necromasa y en el suelo (Schlegel *et al.* 2001) (Figura 1).

El intercambio de carbono entre los bosques y la atmósfera es el resultado de procesos naturales de la fotosíntesis y respiración, y de la emisión de gases causada por la acción humana (Rügnitz *et al.* 2009). La fotosíntesis es el proceso por el que se absorbe el dióxido de carbono y la energía luminosa que procede del sol, convirtiéndose en energía química, que asociada al agua y a los nitratos que las plantas absorben, reaccionan sintetizando las moléculas en carbohidratos (glucosa, almidón, celulosa, etc.), lípidos (aceites, vitaminas, etc.), proteínas y ácidos nucleicos (ADN y ARN), los cuales forman las estructuras vivas de la planta (biomasa vegetal), además de liberar oxígeno puro al ambiente (Margalef, 1982).

El proceso inverso ocurre con la emisión de carbono por medio de la respiración de las plantas, animales y por la descomposición orgánica (forma de respiración de las bacterias y hongos). A ésta se suman las

emisiones los Gases de Efecto Invernadero (GEI) como el CO₂ debido a la deforestación, incendios, gases industriales y quema de combustibles: acciones que contribuyen con el desequilibrio del ciclo de carbono (Rügnitz *et al.* 2009).

Figura 1. Ciclo del carbono en bosques (adaptado del IPCC 2007).



Fuente: Schlegel *et al.* 2001

3.3. Nociones de biomasa aérea

La biomasa aérea arbórea está definida por Brown (1997) como: “La cantidad total de materia orgánica (incluye follaje, ramas, troncos), expresada en toneladas de peso seco al horno, por unidad de área (árbol, hectárea, región)”. Esta biomasa es una parte de los depósitos de biomasa que posee el bosque (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de depósitos de biomasa en el bosque.

Tipo de depósito		Descripción
Biomasa viva	Biomasa sobre el suelo	Toda la biomasa viva que se encuentra sobre el suelo, incluyendo troncos, tocones vivos, ramas, cáscaras, semillas y hojas
	Biomasa subterránea	Toda la biomasa de raíces vivas. Se excluyen raíces finas de menos de 2 mm de diámetro, porque difícilmente se distinguen de la materia orgánica del suelo
Materia orgánica muerta	Biomasa muerta	Toda biomasa forestal no viva: troncos caídos, árboles muertos en pie, y tocones mayores de 10 cm de diámetro.
	Hojarasca	Toda la biomasa no viva sobre el suelo (hojas, ramas, etc.) en descomposición. Comprende las capas de detritos y humus. Se puede establecer previamente un diámetro mínimo para diferenciar de “madera muerta” (por ejemplo, 10 cm).

Fuente: Rüginitz *et al.* (2009).

La información de biomasa aérea se ha usado para a) estimación del contenido de carbono en el bosque; b) descripción cuantitativa de ecosistemas y fuentes de biomasa disponibles; c) cuantificación de la cantidad de gases de efecto invernadero que no se libera evitando la deforestación y d) cuantificación del incremento y rendimiento de bosques y crecimiento – productividad (Mostacedo *et al.* 2008).

La biomasa se puede cuantificar de forma indirecta y directa. La forma indirecta implica recolectar datos de campo de inventarios, para su posterior utilización en modelos matemáticos calculados por medio de análisis de regresión. La forma directa consiste en el apeo y pesado del árbol para determinar el peso seco (Brown, 1997; Sans y Daniluk, 2006).

La cantidad de biomasa en un bosque, dividida en componentes, se expresa porcentualmente en aérea (75-80% del total), subterránea (13-34% del total) y necromasa (5 y 10 % del total) (Araujo-Murakami 2002).

En la biomasa aérea los porcentajes son para las ramas (grandes, medianas, ramillas) (53,4%), seguida del fuste (44,4%), y con muy bajo impacto las hojas con tan solo el 2,2% (Rügnitz *et al.* 2009).

3.4. Relación biomasa - carbono - CO₂

Según Rügnitz *et al.* (2009) las equivalencias entre biomasa - carbono - CO₂ son: Una tonelada de biomasa equivale aproximadamente a 0,5 toneladas de carbono Una tonelada de carbono equivale a 3,67 toneladas de dióxido de carbono (obtenida en función de los pesos moleculares del carbono y oxígeno) Por lo tanto, la biomasa representa la cantidad potencial de carbón, el cual puede retornar a la atmósfera como dióxido de carbono cuando el bosque es quemado (Brown, 1997).

3.5. Productividad de los bosques

Un componente importante para estudiar la función de un ecosistema es la producción primaria bruta, que se refiere a la energía total fijada por la fotosíntesis de las plantas (Watsworth, 2000, Soto, 2007). La producción primaria neta (PPN) es la energía fijada por fotosíntesis o producción primaria bruta menos la energía empleada en la respiración, tal como se observa en la siguiente ecuación:

Ecuación simplificada de la producción primaria neta (PPN).

$$\mathbf{PPN = PPB - RP}$$

Donde:

PPN = Producción primaria neta

PPB = Producción primaria bruta (fotosíntesis total)

RP = Respiración de las plantas

Para que una planta crezca, requiere de una actividad fotosintética que exceda la carga respiratoria. Sólo una parte de la energía almacenada por la fotosíntesis está dedicada a beneficiar el crecimiento del árbol. La carga respiratoria puede llegar a ser tan grande, que aún una planta cuya fotosíntesis es eficaz, quizás no llegue a crecer (Watsworth, 2000).

El crecimiento o productividad es la proporción en que los organismos fijan la energía, o acumulan biomasa (Araujo-Murakami, 2002), lo cual es equivalente a la producción primaria neta, dependiendo de factores ambientales como son el clima y el suelo, y de factores intrínsecos tales como la edad y el tipo de bosque (Santa Regina y Tarazona, 1991).

La periodicidad del crecimiento en los bosques tropicales por lo general depende de acontecimientos climáticos, y su variabilidad afecta la productividad, pero es difícil de caracterizar, evaluar, trazar o predecir. Algunas especies crecen continuamente, o al menos hasta cierto grado, mientras que otras exhiben distintos grados de periodicidad, por lo que es necesario medir el crecimiento en años completos. Aún si se midiera solo en la estación de sequía no es seguro para todas las especies, porque algunas que parecen estacionales pueden crecer también durante este periodo (Watsworth, 2000).

3.5.1. Factores que afectan la productividad: La edad

Uno de los factores que afecta a la productividad del bosque es la edad: cuando un bosque está en pleno proceso de maduración, la producción primaria neta disminuye debido a que la construcción de tejidos no fotosintéticos requiere mayor respiración. En bosques maduros hay un equilibrio entre producción primaria neta y pérdida de materia orgánica, y la energía capturada mediante la fotosíntesis se disipa por la respiración. A

medida que se desarrolla el bosque maduro, el crecimiento del área basal se torna más lento aunque algunos árboles favorecidos pueden continuar creciendo; sin embargo, la mortalidad compensa el incremento logrado. Si se considera que las tasas de respiración son similares a las tasas de productividad primaria bruta en los bosques primarios, entonces hay poco margen para la producción neta, ya que el incremento de estos bosques equivale aproximadamente a la mortalidad y la hojarasca (Watsworth, 2000).

Varios estudios realizados en parcelas permanentes de la Amazonia han documentado que los bosques sí están capturando carbono (C) atmosférico en forma significativa (Phillips, *et al.* 1998, Baker *et al.* 2004, Mahli, *et al.* 2004). Este comportamiento se debe posiblemente al aumento de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico, el cual probablemente ha estado funcionando como fertilizante natural en las últimas décadas (Phillips *et al.* 1998, Baker *et al.* 2004, Mosquera 2010), lo que abre un intenso debate acerca de la productividad de los bosques primarios.

3.5.2. Factores que afectan la productividad: El clima

Otro de los factores importantes que afectan la productividad es el clima, principalmente la temperatura y precipitación pluvial (Paruelo, *et al.*, 1999). La humedad obtenida por la precipitación pluvial, es un factor clave que determina la distribución, composición de especies y productividad de los bosques, ya que el agua forma parte en la construcción de la materia orgánica para la planta, así la altura del bosque disminuye de 50 a 10 m, o menos, al pasar de ambientes húmedos a secos, disminuyendo la cantidad de biomasa aérea (Kozlowski, 1982). La diferencia de disponibilidad de agua en las estaciones húmedas y secas es la principal responsable de la

periodicidad del crecimiento que se concentra en la estación lluviosa (Schulz, 1960).

Los cambios en el balance hídrico celular de las plantas constituyen una de las causas principales en las alteraciones de la fotosíntesis y el crecimiento. En condiciones de déficit hídrico las plantas pueden tener tasas de asimilación de dióxido de carbono (CO_2) cercanos a cero, provocando procesos de turgencia celular e inhibiendo el crecimiento de meristemas, además del cierre estomático que implica menos fotosíntesis y disminución del transporte de agua en el xilema. Como consecuencia la productividad de la planta disminuye (Luna, 2006).

Al variar la respiración y la fotosíntesis con la temperatura, la producción primaria neta de los ecosistemas es afectada en cierto grado por cambios en la temperatura media. Al mismo tiempo, a temperaturas extremas el crecimiento de las plantas en los trópicos se ve bastante afectado, especialmente a altas temperaturas donde los árboles se tornan raquíticos; mientras que a bajas temperaturas, grandes cantidades de nitrógeno (N) y fósforo (P) se encuentran inmovilizadas en la hojarasca no descompuesta y en el humus. De las dos sendas conocidas de la fotosíntesis, los árboles tropicales generalmente usan la llamada C_3 (carbono tres). Este tipo de fotosíntesis es eficiente a bajos niveles de luz, pero requiere una transpiración de casi el doble de la cantidad del agua que el tipo C_4 (carbono cuatro), y aún una deficiencia leve de humedad provoca serias limitaciones en el proceso (Watsworth, 2000).

FLUXNET (2010), un emprendimiento científico encargado de analizar el ciclo de carbono a nivel global, determinó que el dióxido de carbono (CO_2) fijado por la fotosíntesis está influenciada por diferentes factores climáticos en diferentes zonas de vegetación, pero en su mayoría

el agua es el factor con mayor efecto: más del 40% de las plantas de superficie vegetal de la Tierra tienen más fotosíntesis cuando el suministro de agua aumenta, y menos durante las sequías. Asimismo, la respiración de gran parte de los ecosistemas mundiales reacciona con un grado de sensibilidad parecida, ya que al aumentar la temperatura promedio del planeta, estos ecosistemas emiten mayor cantidad de dióxido de carbono (CO₂) lo cual a su vez hace que aumente más la temperatura de la Tierra.

3.5.3. Factores que afectan la productividad: El suelo

Los bosques tropicales han evolucionado para aprovechar al máximo los nutrientes de la superficie. Así, los suelos sinuosos pueden ser especialmente inhibidores del crecimiento por factores físicos desfavorables, tales como altos niveles de magnesio, níquel y cromo, por lo que los árboles adaptados a estas zonas son tolerantes a altos niveles de manganeso, cromo, cobalto y hierro, aunque con baja productividad. Al contrario, las condiciones favorables del suelo se reflejan en la calidad de los bosques primarios, principalmente donde se presentan niveles óptimos de nitrógeno y fósforo (Watsworth, 2000).

Además, el ciclo de nutrientes constituye el alma de los bosques tropicales, ya que el suministro de nutrimentos en los bosques establecidos proviene más que todo del reciclaje y no de la precipitación atmosférica o de la meteorización de los estratos subterráneos. Por lo tanto, los bosques primarios, en su mayoría, son autogenerados y requieren los nutrientes residuales provenientes de la mortalidad de organismos para su crecimiento (Mosquera, 2010).

3.5.4. Factores que afectan la productividad: El tipo de bosque

Dado que los factores ambientales (disponibilidad de agua, temperatura, duración de la estación de crecimiento, radiación total) que controlan la productividad primaria varían entre ambientes ésta mostrará variaciones espaciales que reflejan la distribución de esos factores. La productividad primaria anual de un bosque puede variar de 50 gr/m² en un semidesierto hasta 1000 gr/m² en una selva tropical (Paruelo, *et al.* 1999).

Se ha documentado que la productividad primaria neta y la biomasa aérea de los árboles son menores en bosques donde la temperatura promedio es baja, como los bosques boreales y templados, en comparación con los tropicales; lo que muestra la influencia marcada de la temperatura sobre los distintos ecosistemas boscosos (Mosquera, 2010). Estudios como el de Malhi *et. al.* (2004) encontraron una correlación significativa entre la temperatura y la productividad de madera en parcelas ubicadas en bosques tropicales.

3.6. Efecto invernadero y cambio climático

El efecto invernadero es un fenómeno natural que ha permitido el desarrollo de la vida en el planeta, al mantener la temperatura apta para la subsistencia. Este efecto es producido por ciertos gases presentes en la atmósfera: vapor de agua, el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), perfluorocarbonatos (PFCs), hidrofluorocarbonos (HFC), el hexafluoruro de azufre (SF₆) y el dióxido de carbono CO₂. Este último es el más abundante por la acción contaminadora del hombre (IPCC, 2007).

Los gases de efecto invernadero bloquean la radiación terrestre infrarroja, impidiendo que escape directamente de la tierra hacia el

espacio. La radiación infrarroja absorbida por la atmósfera es emitida de nuevo en parte hacia la tierra y en parte hacia el espacio, por lo tanto, mucha de la energía que la tierra emite es reflejada por la atmósfera y es devuelta hacia la tierra. La temperatura media de la tierra es de 15,5°C debido al efecto invernadero. Si este proceso no se llevara a cabo, la temperatura media global sería de -18°C, por lo que no existirían las condiciones aptas para la vida (Ramírez, 1997).

Altas concentraciones de estos gases en la atmósfera absorben más calor, aumentando así la temperatura media de la superficie terrestre, dando lugar a un desequilibrio en el patrón del clima y provocando el cambio climático de una forma acelerada. Las consecuencias del cambio climático varían de un lugar a otro y pueden ser negativos o positivos para la humanidad, pero en su gran mayoría son negativos. Las consecuencias más importantes son: aumento de la temperatura media mundial de la superficie, disminución de la extensión del hielo y de la capa de nieve, subida del nivel del mar, cambios en las precipitaciones pluviales y recursos hídricos, efectos negativos en la salud humana, cambios en el ecosistema, pérdida de biodiversidad, etc. (IPCC 2007). Para tratar de aminorar los efectos del cambio climático es necesario reducir los gases de invernadero de dos formas: reducción de emisiones antropogénicas de dióxido de carbono (CO₂) y preservación de los sumideros de carbono en la biósfera, como ser los bosques naturales, ya que éstos secuestran y almacenan grandes cantidades de carbono (Fonseca, 2009).

3.7. Sensibilidad de la Amazonía al cambio climático

Cerca del 40% del contenido total de carbono de la tierra y del 36% de la productividad primaria neta (PPN) corresponden a los bosques tropicales. Los cambios que se presentan actualmente en la concentración

de CO₂ atmosférico y en el clima podrían tener un efecto significativo en el ciclo del carbón; lo cual tiene importancia a escalas regionales y globales, puesto que cambios pequeños en la relación entre la fotosíntesis y la respiración pueden afectar el balance del carbono en la biósfera (Vallejo - Joyas *et al.* 2005).

El monitoreo de los bosques tropicales, a largo plazo, en parcelas permanentes indica que las poblaciones arbóreas experimentaron un incremento en sus tasas de mortalidad y reclutamiento en la última parte del siglo pasado (Phillips *et al.* 1998, Araujo 2002). Es así, que uno de los bosques tropicales más grandes del mundo, el Amazonas, pareciera ser sensible frente a los cambios climáticos, más precisamente a las largas sequías que conlleva este fenómeno, teniendo el potencial de modificar significativamente la carga atmosférica global de los gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄), la química atmosférica de la tierra y el clima, y la biodiversidad en general del planeta. Investigaciones tempranas han mostrado que estos bosques han almacenado carbono extra durante años, lo cuales podrían emitir grandes cantidades de carbono del suelo y vegetación del Amazonas, acelerando el cambio climático globalmente (RAINFOR, 2011).

Una consecuencia de las sequías extremas es la aceleración de las pérdidas de carbono y los balances de energía de superficie cambiada, afirmaciones basadas en un estudio realizado a lo largo de la Amazonía, para valorar las respuestas de los bosques a la intensa sequía del 2005, un posible análogo de futuros acontecimientos. Los bosques afectados perdieron biomasa y presentaron altos índices de mortalidad, invirtiendo un gran sumidero de carbono a largo plazo, con grandes impactos observados, donde la estación seca fue inusualmente intensa, sentando un precedente en donde se puntualiza que los bosques amazónicos se

muestran vulnerables al estrés por el déficit de la humedad, con potencial para grandes pérdidas de carbono que retroalimentan el cambio climático (Phillips *et al.* 2009).

3.8. Estimación de la biomasa aérea

Una de las mejores formas para estimar la biomasa aérea es por medio de una ecuación alométrica, una herramienta matemática que permite conocer la cantidad de biomasa de un árbol por medio de la medición de otras variables. Es importante considerar varios criterios (Tabla 2) para seleccionar la ecuación alométrica más acorde para la zona estudiada.

Tabla 2. Criterios de selección de ecuaciones alométricas.

Criterio	Descripción	¿Por qué es importante este criterio?
Condiciones edafoclimáticas	Elegir una ecuación que haya sido desarrollada en una región con las condiciones climáticas semejantes a la zona del proyecto, comparando la temperatura promedio, precipitación pluvial, zona ecológica y altura sobre el nivel del mar.	Las condiciones climáticas influyen en la diversidad de especies arbóreas y en su crecimiento, cuanto más semejante sean, más precisa será la estimación de biomasa para el área de estudio.
Especies utilizadas	Tratar que exista similitud entre las especies utilizadas para generar la ecuación y las del bosque el cual queremos estimar la biomasa.	Cuanto mayor sea el número de especies similares en nuestra área de estudio, mayor será la precisión de nuestra estimación
Comparar las distintas ecuaciones	Seleccionar la ecuación que tenga el valor r ² más alto, error estándar bajo, bastantes repeticiones y con mejor distribución de residuos.	Es muy recomendable ser conservador, ya que datos muy altos generarán implicaciones negativas, ocasionando el fracaso del proyecto.

Fuente: Rüginitz *et al.* (2009).

Se deben seleccionar cuidadosamente las ecuaciones que serán utilizadas para estimar la biomasa de los componentes forestales (Tabla 3).

Caso contrario, podrán ocurrir sub o sobrestimaciones de los valores de biomasa aérea (Chave *et al.* 2005). Para mayor confiabilidad de los datos, se sugiere tomar como variables dependientes la altura total, diámetro a la altura del pecho y la densidad de la madera, además de los criterios mencionados por Rüginitz *et al.* (2009).

Tabla 3. Ecuaciones preseleccionadas de la literatura científica, siguiendo los criterios de selección, donde BIO = biomasa aérea; DAP = diámetro a la altura del pecho; ht = altura total; p = densidad, LN = logaritmo natural, N = número de individuos; SE= error estándar

BOSQUE HÚMEDO	N	SE	r2	Autor	Ajustada en
$BIO = EXP (-2,994 + 2,135 * LN(DAP) + 0,824 * LN(ht) + 0,809 * LN(p))$	315	0,30	0,99	Chave et al. 2005	bosque húmedo amazónico de Manaus, Brasil
$BIO = EXP (-3,080 + 1,007 * LN(DAP^2 * ht * p))$	123		0,99	Chave et al. 2005	bosque húmedo amazónico de Pará, Brasil
$BIO = EXP (-2,904 + 0,993 * LN(ht * p * DAP^2))$	127	0,31	0,99	Araújo et al. 1999	bosque húmedo amazónico de Pará, Brasil
$BIO = EXP (-1,576 + 2,179 * LN(DAP) + 0,198(LN*(DAP))^2 - 0,0272(LN(DAP)^3) + 1,036 * LN(p))$	8		0,98	Chave et al. 2005	bosque húmedo amazónico en Rondonia, Brasil
$BIO = EXP (-2,088 + 1,837 * LN(DAP) + 0,939 * LN(ht))$	315	0,35	0,91	Higuchi et al. 1998	bosque húmedo amazónico de Belem, Brasil
BOSQUE SECO					
$BIO = EXP(-2,187 + 0,916 * LN(p * DAP^2 * ht))$	316	0,12	0,95	Chave et al. 2005	bosques secos tropicales
$BIO = EXP(-2,680 + 1,805 * LN(DAP) + 1,038 * LN(ht) + 0,377 * LN(p))$	248			Chave et al. 2005	bosque seco de Yucatán, México

Fuente: Rüginitz *et al.* (2009).

4. Materiales y Métodos

4.1. Materiales

4.1.1. Material de campo

• 2 Cintas métricas de 30 m	• Clavos de 2" de aluminio
• 1 brújula	• Pintura roja
• Planillas de campo	• Cartones para prensar
• Cintas plásticas de color naranja	• Bolsas nylon
• Estacas de pvc de ½"	• Tijeras podadoras
• Cintas diamétrica	• Pico de loro
• Receptor GPS	• prensas
• Placas de aluminio numeradas	• binoculares
• prensas	• alcohol
• cámara fotográfica	• papel periódico
• trepadores para arboles	• secadora portátil
• garrafa de gas	• cocina portátil

4.1.2. Materiales de gabinete

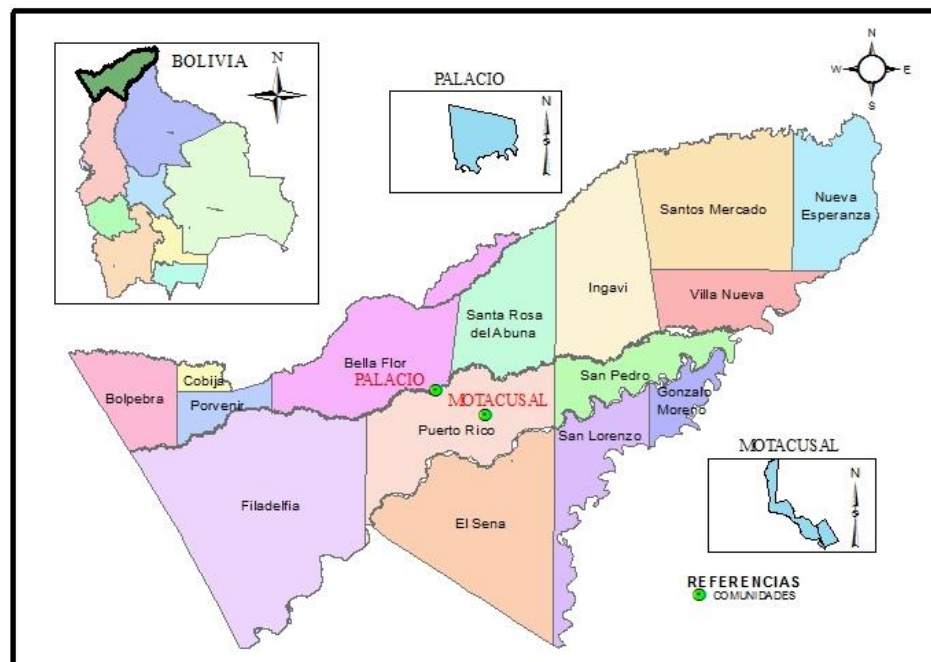
- Claves botánicas
- Colección botánica del Herbario.
- Lupa microscópica
- Folders
- Ordenador portátil

4.2. Métodos

4.2.1. Área de estudio

Se realizó el presente trabajo de investigación en la comunidad Palacio (bosque de várzea) que se encuentra ubicada en el Municipio de Bella Flor (11° 08'30".7 latitud sur, 67° 37'15".3 latitud oeste), provincia Nicolás Suárez, y en la comunidad Motacusal (bosque de tierra firme) ubicada en el Municipio de Puerto Rico, provincia Manuripi (11° 16' 01".2 latitud sur, 67°21'24".3 latitud oeste). Ver Figura 2

Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

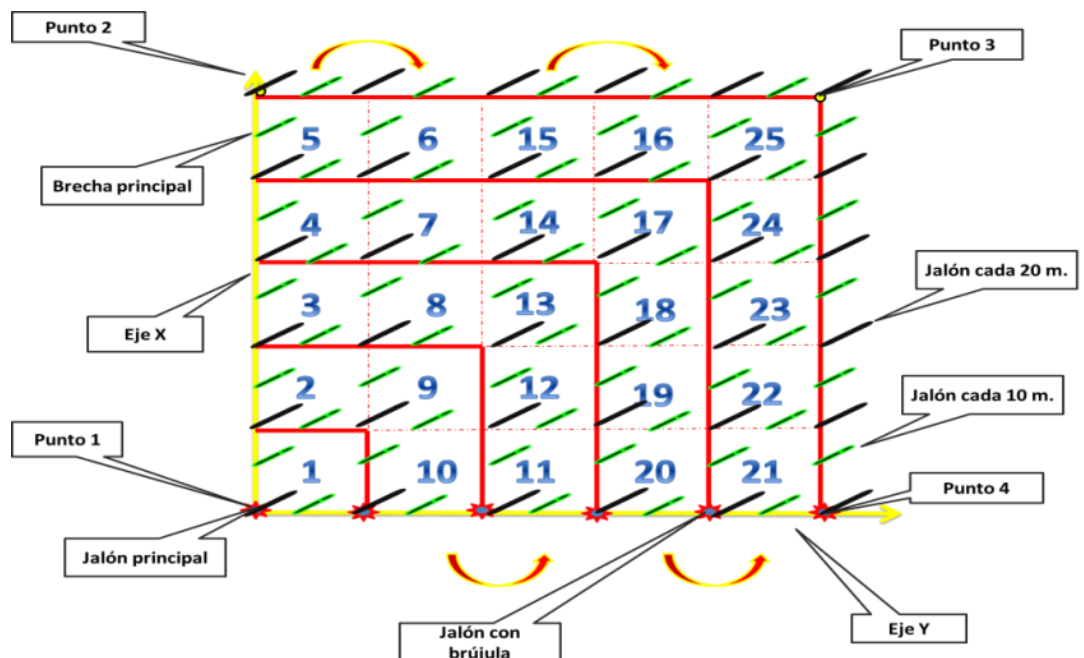
4.2.2. Diseño de estudio

Se realizó la selección del sitio de muestreo utilizando los Mapas de los BONI (bosque de niños, área destinada a la conservación de cada

comunidad en estudio) y a través de imágenes satelitales y mapas de las comunidades. Una vez en campo, se procedió a la instalación de las PPMs una en la comunidad Palacio y una en la comunidad Motacusal, para el levantamiento de la información del inventario de las especies que se encuentran mencionadas áreas de estudio.

En campo se procedió a identificar, inventariar y medir los árboles y lianas presentes en cada parcela, con un DAP ≥ 10 cm a 1,30 cm de altura desde el suelo en una planilla de campo (Anexo 1). Y siguiendo un orden correlativo de las subparcelas 1 a la 25 (figura 3). Para medir el DAP de cada individuo, se procedió primero a despejar la base del tronco para evitar errores posibles por la presencia de musgos y líquenes pegados al tallo del individuo medido. Cada individuo registrado fue marcado con una placa de aluminio. Estas placas fueron enumeradas correlativamente (figura 4) y se colocaron a una misma altura y dirección.

Figura 3. Croquis de la instalación de una parcela permanente de muestreo



Fuente: Elaboración propia

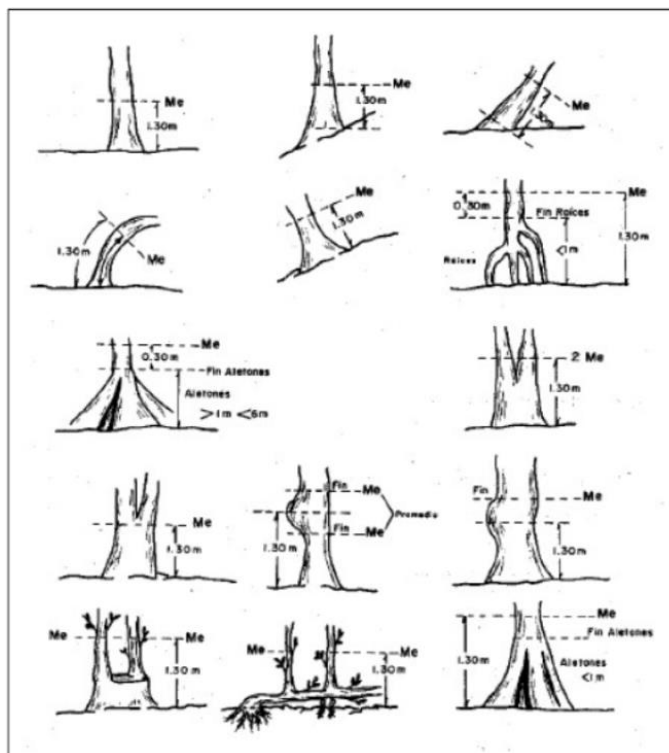
Figura 4. Placas enumeradas correlativamente y paqueteo 20 cm por encima del punto de medición del DAP., medición del DAP ≥ 10 cm a 1.30 cm del suelo.



Fuente: Elaboración propia

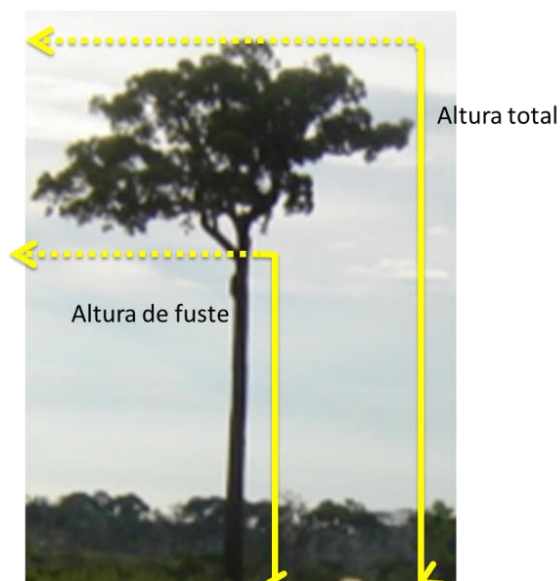
Se tuvo el cuidado de mantener la cinta diamétrica perpendicular al tallo, considerando que existen casos especiales en que los individuos muestreados no presentaron una relativa horizontalidad del tallo, para ello se tomó el DAP según casos especiales propuesto por BOLFOR, 1999 (Figura 5). Al mismo tiempo, se realizó la recolección de datos taxonómicos (familia, nombre científico y común) y fenológicos (Anexo 1) de cada individuo y se estimó la altura total y altura de fuste (figura 9) a través del método de sobre posición de ángulos.

Figura 5. Medición de diámetro en casos normales y casos especiales.



Fuente: (BOLFOR, 1999)

Figura 6. Toma de datos de altura total y altura de fuste de cada individuo inventariado.



Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Recolección, procesamiento e identificación de especies

En campo se realizó la colecta de muestras botánicas de cada especie registrada, en caso de estar éstas en estado fértil cinco muestras; en estado estéril solo tres muestras por colecta. Las muestras fueron prensadas en papel periódico con ayuda de las tijeras podadoras para darle una posición estética al prensado, luego se procedió al secado de las muestras en campo, con la ayuda de una secadora portátil, la misma que funcionaba con la ayuda de una cocina a gas. Esta se mantenía prendida durante las 24 horas.

Una vez secas, las muestras fueron embaladas y trasladadas a instalaciones del Herbario del Oriente Boliviano, dependiente del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado en la ciudad de Santa Cruz, para la debida confirmación de los datos taxonómicos registrados en campo (figura 7).

Figura 7. Recolección, Montaje y secado de las especies en campo



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Montaje y secado de las especies colectadas en campo



Fuente: Elaboración propia

En gabinete se realizó la identificación de los especímenes colectados con ayuda de las colecciones botánicas, claves botánicas, y el apoyo de especialistas.

La información de cada espécimen fue ingresada a la base de datos del Herbario del Oriente Boliviano y Royal Botanic Gardens Kew, con ayuda del programa informático Excel.

Los especímenes fueron almacenados en fólderes acompañados de una etiqueta con la información correspondiente (especie, familia, lugar de recolección, características de la localidad en donde se la recolecto y fecha). Duplicados fueron enviados al Museo de Historia Natural Noel

Kempff Mercado (Herbario del Oriente Boliviano), Herbario de referencia Amazónica (CIPA - UAP) y Royal Botanic Gardens Kew.

4.2.4. Toma de datos

La estimación de biomasa se realizó utilizando el inventario florístico con la debida identificación taxonómica a nivel de familias, Para obtener una buena estimación en ambas parcelas permanentes, se utilizó el método matemático en el cual se aplicaron los datos de diámetro y altura de todos los árboles, y la densidad de la madera de cada especie. Es la ecuación de estimación de biomasa más exacta descrita por Brown *et.al* (1989).de tipo exponencial y derivada para el bosque húmedo, de tal manera, esta es la que más se adecua a la presente investigación, porque revisada la bibliografía los demás modelos y ecuaciones se aplican a otras regiones.

$$B_t e = (-2.4090 + 0.9522 \ln (d^2 h \delta))$$

B_t = Biomasa aérea total (kg)

e = base de logaritmo natural (2,718271)

d = diámetro a la altura de pecho DAP (cm)

h = altura total del árbol (m)

δ = densidad básica de la madera (g/cm³ o t/m³)

Es importante anotar que la ecuación de regresión fue modelada con las unidades anotadas (kg, cm, m y t/m³) y por lo tanto éstas son las unidades de entrada para las variables de la ecuación. Si tomamos el DAP en metros se convirtió a centímetros. Igualmente, con el valor de biomasa en toneladas (tn), convertiremos kilogramos (kg) a toneladas.

5. Resultados

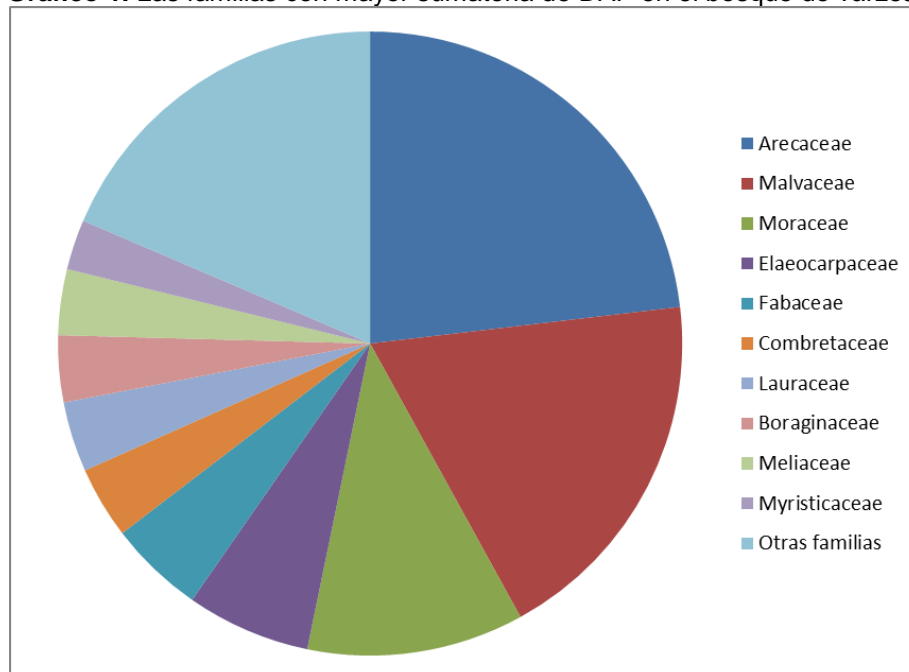
5.1. Inventario florístico

El inventario florístico realizado en 2 ha en los tipos de bosque amazónico de tierra firme y de várzea, registró un total de 39 familias mayores con DAP mayor a 10 cm; entre las que representan un área más extensa en la sumatoria de diámetros por familias es la Arecaceae en el bosque de várzea y Burseráceae en el bosque de tierra firme por tener un mayor número de individuos registrados. (Anexo 2).

5.2. inventario florístico a nivel familias del bosque de várzea (BV)

En el bosque de várzea se registró un total de 100 especies representadas en 32 familias. Las que presentaron mayor sumatoria de DAP fueron: Arecaceae con 28.75 m², Malvaceae 23.47 m², Moraceae 13.97 m² y Elaeocarpaceae 7.99 m²; las restantes familias suman.50.16 m² (Grafico 1 y tabla 4)

Grafico 1. Las familias con mayor sumatoria de DAP en el bosque de várzea.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Familias con mayor sumatoria de DAP en el bosque de várzea.

FAMILIAS	ΣDAP
Arecaceae	28,75
Malvaceae	23,47
Moraceae	13,97
Elaeocarpaceae	7,99
Fabácea	6,15
Combretaceae	4,64
Lauraceae	4,52
Boraginaceae	4,30
Meliaceae	4,24
Myristicaceae	3,23
Otras familias	23,08
Total Σ DAP/ familias	124,34

Fuente: Elaboración propia

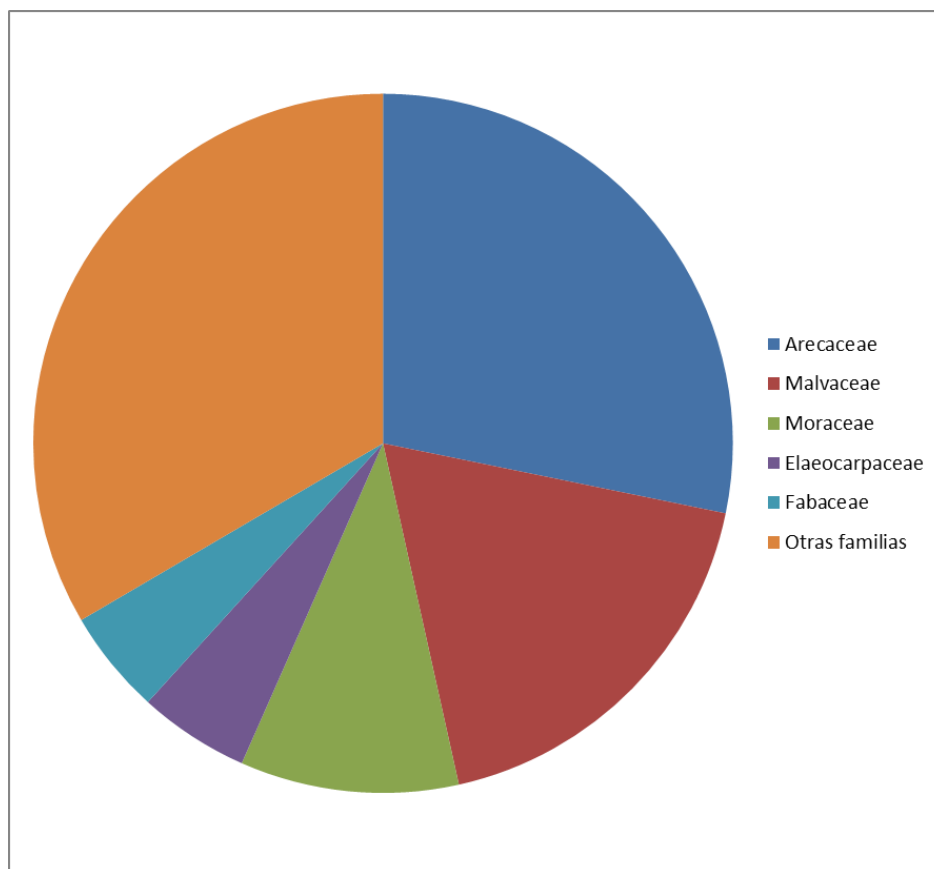
La sumatoria de las alturas de los individuos registrados en el inventario florístico correspondientes a las 32 familias presentes en este tipo de bosque son de: Arecaceae con 2458 m, Malvaceae 1595.2 m, Moraceae 880 m, Elaeocarpaceae 446 m, Fabácea 421 m y las familias restantes suman 2913 metros. Grafico 2 y Tabla 5.

Tabla 5. Sumatoria de alturas de individuos por familias en el bosque de várzea.

FAMILIAS	ΣH (m)
Arecaceae	2458
Malvaceae	1595,2
Moraceae	880
Elaeocarpaceae	446
Fabácea	421
Otras familias	2913
Total Σ alturas	8713,2

Fuente: Elaboración propia

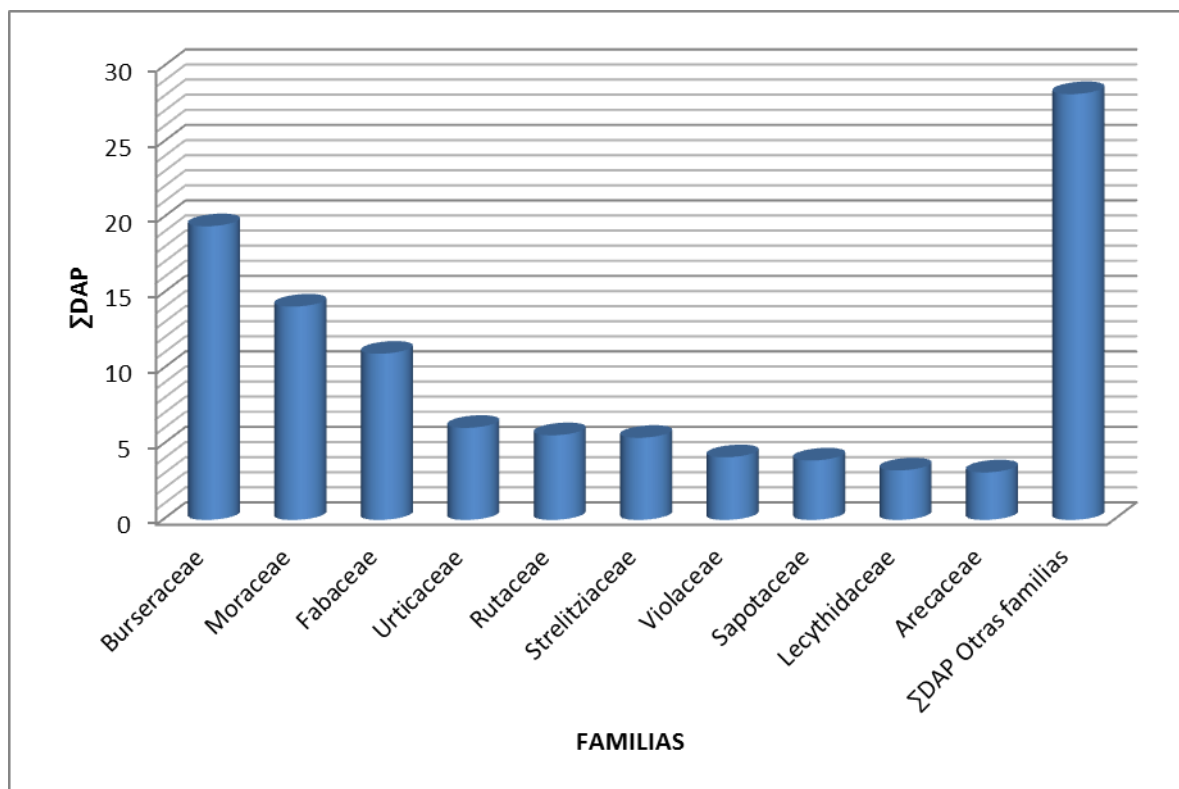
Grafico 2. Familias con mayor sumatoria de alturas en el bosque de várzea.



Fuente: Elaboración propia

5.3. inventario florístico a nivel familias del bosque de tierra firme (BTF)

En el bosque de tierra firme se registró un total de 102 especies representadas en 35 familias. Las que presentaron mayor sumatoria de DAP fueron: Burseraceae 19,45 m², Moraceae 14,13 m², Fabácea 11,01 m², Urticaceae 6,1 m², Rutaceae 5,61 m², Strelitziaceae 5,44 m², Violaceae 4,15 m², Sapotaceae 3,94 m², Lecythydaceae 3,28 m², Arcaceae 3,15 m²; las restantes familias suman 28,2 m² (Grafico 3 y tabla 6)

Grafico 3. Las familias con mayor sumatoria de DAP en el bosque de tierra firme.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Familias con mayor sumatoria de DAP en el bosque de tierra firme.

FAMILIAS	ΣDAP
Burseraceae	19,45
Moraceae	14,13
Fabaceae	11,01
Urticaceae	6,1
Rutaceae	5,61
Strelitziaceae	5,44
Violaceae	4,15
Sapotaceae	3,94
Lecythidaceae	3,28
Arecaceae	3,15
ΣDAP Otras familias	28,2
Total familias	104,46

Fuente: Elaboración propia

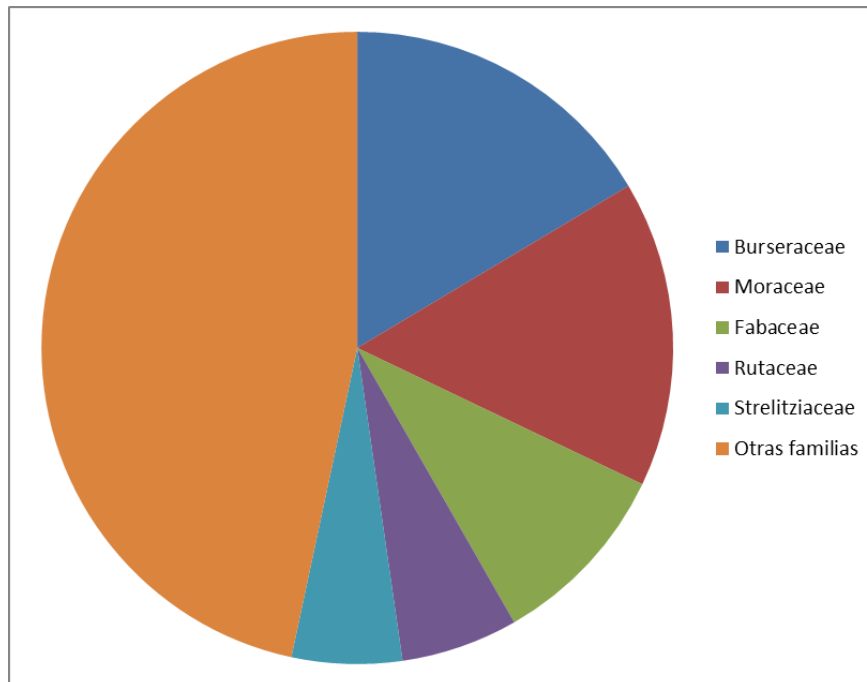
La sumatoria de las alturas de los individuos registrados en el inventario florístico correspondientes a las 35 familias presentes en este tipo de bosque son de: Burseraceae 1249 m, Moraceae 1190 m, Fabaceae 732 m, Rutaceae 455 m, Strelitziaceae 429 m, Otras familias 7.600,5 m como se muestra en el Grafico 4 y Tabla 7.

Tabla 7. Sumatoria de alturas de individuos por familias en el bosque de tierra firme.

FAMILIAS	ΣH
Burseraceae	1249
Moraceae	1190
Fabaceae	732
Rutaceae	455
Strelitziaceae	429
Otras familias	3545,5
Total Σ alturas	7600,5

Fuente: Elaboración propia

Grafico 4. Familias con mayor sumatoria de alturas en el bosque de tierra firme.

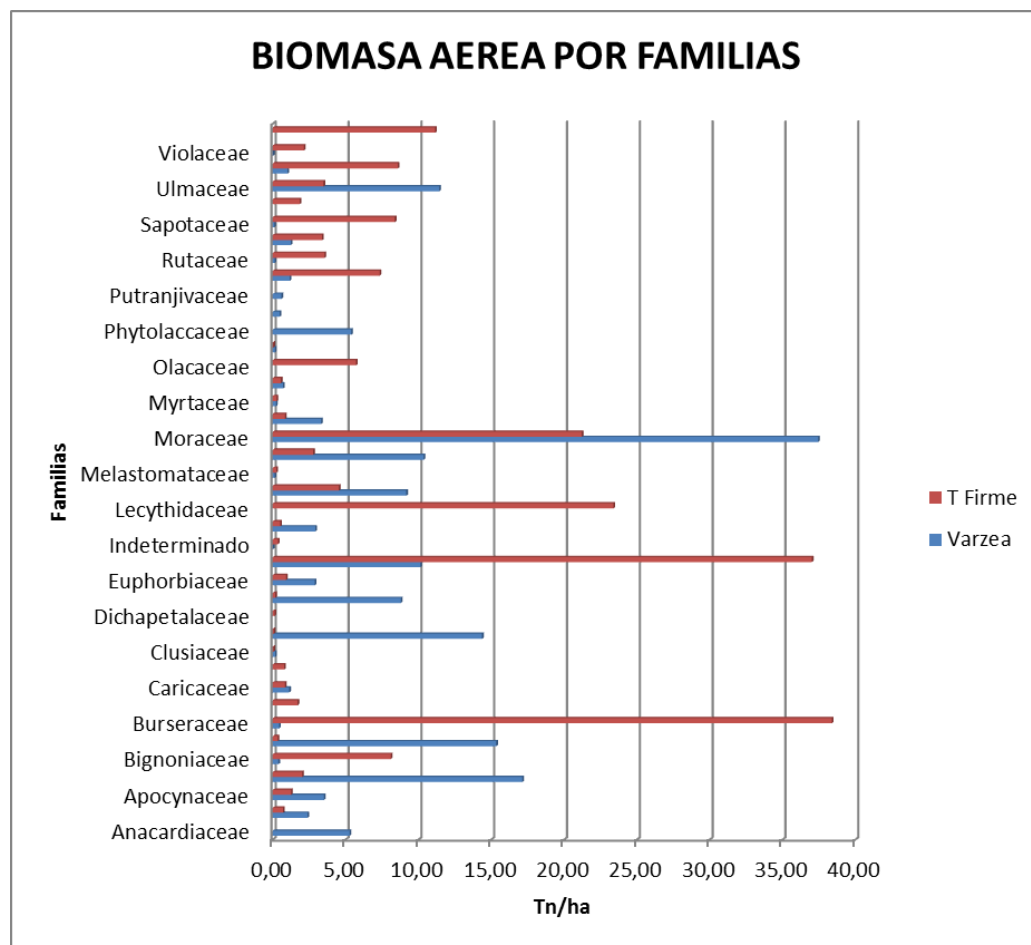


Fuente: Elaboración propia

5.4. Biomasa

Según los cálculos realizados, se tiene un total de 370,82 Tn/ha de biomasa aérea, que se distribuye en 167,97 Tn/ha para el bosque de várzea y 202,85 Tn/ha para el bosque de tierra firme, como se muestra en el gráfico 5. Siendo las familias más importantes en el bosque de várzea, la Moraceae, Arecaceae, Boraginaceae, Combretaceae, Ulmaceae, Meliaceae, Fabaceae, Malvaceae, Elaeocarpaceae, y Phytolaccaceae respectivamente como se muestra en la tabla 8.

Gráfico 5. Biomasa aérea por familias en los dos tipos de bosque



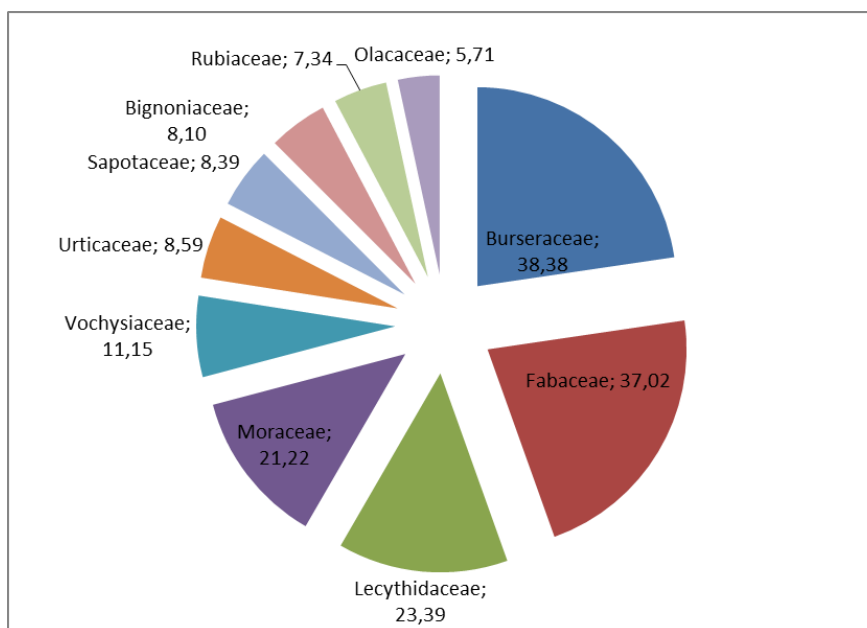
Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Familias con mayor sumatoria de biomasa en el bosque de várzea

FAMILIAS	BIOMASA
Moraceae	37,45
Arecaceae	17,13
Boraginaceae	15,35
Combretaceae	14,37
Ulmaceae	11,43
Meliaceae	10,37
Fabaceae	10,14
Malvaceae	9,17
Elaeocarpaceae	8,79
Phytolaccaceae	5,39
Otras familias	28,39
Total	167,97

Fuente: Elaboración propia

El bosque de tierra firme presenta un mayor aporte de biomasa aérea, con un total de 202, 85 tn/ha, que están representados principalmente por las familias, Burserácea, Fabácea, Lecythydaceae y Moraceae, como se detalla en el gráfico 4.

Gráfico 6. Familias con mayor sumatoria biomasa en el bosque de tierra firme

Fuente: Elaboración propia

5.4.1. Prueba T

Tabla 9. Estadísticos de grupo

Tipo de Bosque		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Volumen	dimensio Várzea	25	6089,6756	5117,30667	1023,46133
Biomasa	n1 T firme	25	8044,1724	4475,89621	895,17924

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias	
		F	Sig.	t	gl
Volumen Biomasa	Se han asumido varianzas iguales	0,106	0,746	-1,437	48
	No se han asumido varianzas iguales			-1,437	47,164

Fuente: Elaboración propia

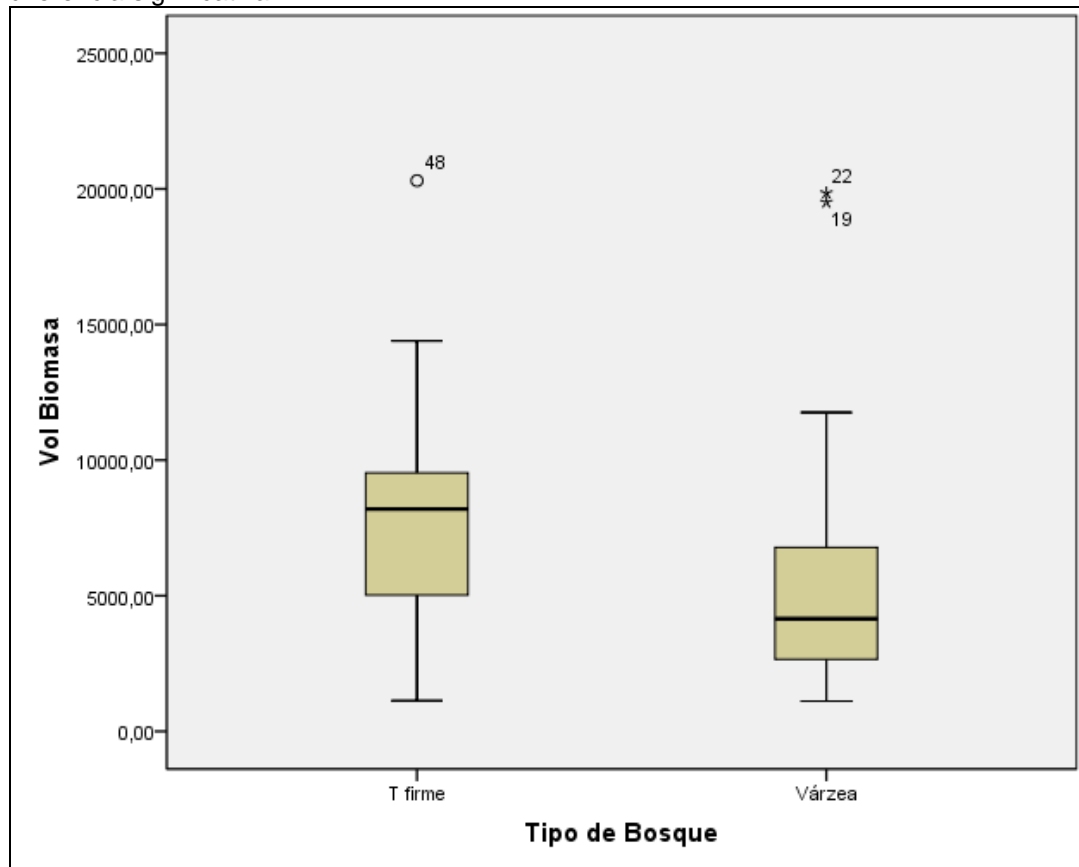
Tabla 11. Prueba de muestras independientes

		Prueba T para la igualdad de medias		
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia
Volumen Biomasa	Se han asumido varianzas iguales	0,157	-1954,49680	1359,71283
	No se han asumido varianzas iguales	0,157	-1954,49680	1359,71283

Fuente: Elaboración propia

La prueba de T para muestras independientes indica que:
 $0,157 > 0,05$ Entonces no existe diferencia estadística significativa al 5% de significancia del error como se muestra en grafico 5.

Grafico 7. Volumen de Biomasa en ambos tipos de bosque que demuestra que no existe diferencia significativa



Fuente: Elaboración propia

6. Discusión

Con fines comparativos se puede mencionar que para los bosques bolivianos se indica una biomasa de 171 tn/ha en la Amazonia boliviana y 97 tn/ha para los bosques de transición entre la Amazonia y Chiquitania (Dauber *et al* 2001). El valor promedio calculado para la Amazonía brasilera es de 298 tn/ha, los resultados no son tan diferentes a los obtenidos en la presente investigación, con 202,85 tn/ha para el bosque de tierra firme y 167,97 tn/ha para el bosque de várzea, sin embargo, existen vacíos de conocimiento debido a los pocos estudios realizados respecto a bosques de várzea y de tierra firme en el departamento de Pando.

Ventura (2007) registró 228.45 tn/ha de biomasa para bosque tropical húmedo en la localidad de Rurrenabaque. Otros autores como Fehse, *et al.* (1999 cit en Ventura, 2007) realizaron evaluaciones, registrando 255 tn/ha de biomasa almacenada, mientras que el MDSP (2001) evaluó 228.45 tn/ha.

Resultados obtenidos por Brown (1997) para bosques húmedos de la Amazonia, son afines con 290 tn/ha; semejante a lo expresado por Murphy & Lugo (1986) en trópicos sudamericanos (bosques húmedos) de 269 a 1.186 tn/ha de biomasa almacenada.

7. Conclusiones

En base a los objetivos de la investigación se concluye que en el inventario florístico realizado en el bosque de várzea presenta un total de 664 individuos de los cuales 658 son árboles y 6 lianas representados en 32 familias y 100 especies. Con respecto a la riqueza florística del bosque de tierra firme se tiene un total de 529 individuos, siendo 511 árboles y 18 lianas, representadas en 35 familias y 102 especies determinadas taxonómicamente.

Por lo que las sumatorias de DAP es de 124,34 m² para el bosque de várzea y 104,46 m² para el bosque de tierra firme; y la altura en los dos tipos de bosque es de 8713,2 m y 7600,5 m respectivamente, correspondiente a 1193 individuos calculados a nivel de familias.

La estimación de biomasa aérea para el bosque de tierra firme es de 202,85 tn/ha y para el bosque de várzea es de 167,97 tn/ha, aplicando la prueba de T, se demuestra que no existe diferencia significativa en la biomasa aérea de ambos tipos de bosque.

8. Recomendaciones

Se recomienda continuar con el monitoreo de ambas parcelas, a largo plazo, para conocer con mayor persuasión la dinámica de la biomasa aérea en ambos tipos de bosque y tratar de abarcar un mayor número de parcelas por tipos de bosque, esto con el fin de saber con mayor exactitud el potencial mitigador de carbono atmosférico que tienen estos bosques.

Realizar estudios y monitoreo a nivel de especies botánicas, para analizar y predecir en función a los nuevos escenarios climáticos cuáles especies pueden ser resistentes y cuáles pueden correr el riesgo de la extinción, además de pronosticar los cambios a nivel de paisaje que pueden experimentar los bosques.

Poner mayor énfasis durante los años y periodos secos al riesgo de incendios forestales, debido al aumento de temperaturas y descenso de la humedad.

9. Bibliografía consultada

- Araujo-Murakami A. 2002.** Dinámica, Incorporación y almacenamiento de biomasa y carbono en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado. Tesis de Grado, UAGRM, Santa Cruz, Bolivia.
- Baker T., Phillips O., Malhi Y., Almeida S., Arroyo L., Fiore A., Erwin T., Higuchi N., Killeen T., Laurance S., Laurance W., Lewis S., Monteagudo A., Neill D., Núñez P., Pitman N., Silva N., & Vásquez R. 2004.** Increasing biomass in Amazonian forest plots. The Royal Society. 353-365. London, UK.
- BOLFOR (1999).** Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo; Editorial El País. Santa Cruz, Bolivia.
- Brown S. y Lugo A. E. 1992.** Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. *Interciencia*, Vol. 17, No. 1.
- Brown, S. 1997.** Estimating biomass and biomass change of tropical forests. FAO Forestry Paper. Roma, Italia.
- Chave, J.; Andalo, C.; Brown, S.; Cairns, M. A.; Chambers, J. Q.; Eamus D.; Foster H.; Fromard, F.; Higuchi N.; Kira, T.; Lescure, J.-P.; Nelson, B. W.; Ogawa H.; Puig H.; Rie´ Ra, B.; & Yamakura T. 2005.** Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Ecosystem Ecology*. No. 145: 87–99.
- Dauber, E., Terán, J., & Guzmán, R. 2001.** Estimaciones de Biomasa y Carbono en Bosques Naturales de Bolivia. Superintendencia Forestal. Santa Cruz, Bolivia.
- Del Álamo, J. 2007.** Bosques y Cambio Climático: La función de los bosques como sumideros de carbono y su contribución al cumplimiento del protocolo de Kioto por parte de España. Ponencia. Zaragoza, España.

- FLUXNET, 2010.** Las predicciones del clima serán más confiables y precisas: iniciativa FLUXNET. Consultado el 20 de octubre de 2010. En prensa Universitam. Disponible en:
www.universitam.com/academicos
- Fonseca W., Alice F. 2009.** Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. *Revista Bosque*. V.30. N ° 1.
- IPCC 2007.** Cuarto informe de evaluación del grupo II del IPCC: "Climate Change 2007, Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability". Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino de España. Madrid, España.
- Luna, G 2006.** Evaluación de parámetros fisiológicos y de crecimiento en plantas de *Quillaja Saponaria Mol.* Bajo condiciones de déficit hídrico. Tesis de Grado. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Kozlowski, T.T. 1982.** Some problems in use of herbicides in forestry. Proceedings, 17th annual north central weed control conference: 1980. Milwaukee, WI.
- Malhi Y., Baker T.R., Phillips O.L., Almeida S., Alvarez E., Arroyo L., Chave J., Czimczik C, Difiore A., Higuchi N., Killeen T.J., Laurance S. G, Laurance W.F., L.Lewis S., Mercado L. M. , Monteagudo A. , Neill D. A., Nuñez V., Patiño S., Pitman N. A., Quesada C. A., Salomao R. Silva, J., Lezama A. T., Martinez R. V. , Terborgh J., Vinceti B., & Lloyd J. 2004.** The Above-Ground Coarse Wood Productivity Of 104 Neotropical Forest Plots. *Global Change Biology* 2004. 10, 563–591.
- Margalef, R. 1982.** Producción Primaria. En: *Ecología*. Ediciones Omega, pp. 435-472.
- MDSP. 2001.** El proceso de la participación en el diseño y formulación de la estrategia nacional de conservación y uso sostenible de la

biodiversidad en Bolivia. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. La Paz, Bolivia.

- Mosquera, H.Q. 2010.** Dinámica de la biomasa aérea en bosques primarios de Colombia y su relación con la precipitación y la altitud. Tesis de postgrado. Universidad Nacional de Colombia. Medellin, Colombia.
- Mostacedo, B., Villegas, Z., Licona, J.C., Alarcón, A., Leño C., Peña M., y Poorter L. 2008.** Dinámica de la biomasa en áreas de manejo forestal sujetas a diferentes intensidades de aprovechamiento. Documento Técnico N° 3. Instituto Boliviano de Investigación forestal (IBIF). Santa Cruz, Bolivia.
- Murphy, P.G. y A.E. Lugo. 1986.** Structure and biomass of a subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica*. 18(2):89 - 96.
- Paruelo, J.M., Lauenroth, W.K., Burke, I.C. And Sala O.E. 1999.** Grassland Precipitation Use efficiency across a resource gradient. *Ecosystems* 2:64-69.
- Phillips, O. L., Malhi , Y., Higuchi , N., Laurance, W. F., Nuñez, P. V., Vásquez R. M., Laurance, S. G., Ferreira, L. V., Stern, M., Brown, S., & Grace, J. 1998.** Changes in the carbon balance of tropical forest: evidence from log-term plots. *Science* 282: 439-442.
- Phillips, O. L., Luiz Aragao, E., Lewis, S., Fisher J., Lloyd J., López-González, G., Malhi, Y., Monteagudo, A., Peacock, J., Quesada, C., Van Der Heiden, G., Almeida, S., Arroyo, L., Aymard, G., Baker, T., Banki, O., Blanc, L., Bonal, D., Brando, P., Chave, J., Alves De Oliveira, A., Dávila, N., Czimczik, C., Feldpausch, T., Higuchi, N., Meir, P., Mendoza, C., Prieto, A., Ramirez, F., Schwars, M., Silva J., Silveira, M., Stropp, J., Vázquez, R., 49 Zelazowski, P., Andelman, S., Andrade, A., Chao, K., Honorio, E., Killen, T., Laurance, W.,**

- Peña, A., Pitman, N., Vargas, P., Rudas, A., Salamao, R., Silva N., Terborgh, J., & Torres-Lezama, A.** 2009. Sensibilidad a la sequía del bosque Amazonico. *Rev. Science Magazine*. 323: 1344-1347 p.
- RAINFOR, 2011**, Red Amazónica de Inventarios Forestales (en línea). United Kingdom. Consultado el 8 de marzo de 2011. Disponible en www.geog.leeds.ac.uk
- Ramírez, P.** 1997. Efecto invernadero guerra declarada. *Revista Forestal Centro Americana*. CATIE, Costa Rica 19: 41-42 p.
- Rügnitz, M. T., Chacón, M. L., Porro, R.** 2009. Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales. 1. ed. Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Consórcio Iniciativa Amazônica (IA). 79 p. Lima, Perú.
- Sans C., Daniluk G.** 2006. Determinación de parámetros y ecuaciones para estimar biomasa en plantaciones forestales. Informe final Gubernamental. Montevideo, Uruguay.
- Santa Regina, T., Tarazona, T.** 1991. Organic matter and nitrogen dynamics in a mature forest.
- Schlegel, B., Gayoso, J., Guerra, J.** 2001. Carbono en ecosistemas forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Schulz, J.P.** 1960. Ecological studies on rain forest in northern Surinam. 2. The vegetation of Surinam. Amsterdam, Netherlands: Van Eedenfonds. 267 p.
- Soto, D.** 2007. Evaluación de la productividad de la Biomasa aérea arbórea en tres tipos de bosques en la reserva privada "Los Volcanes". Tesis de Grado, UAGRM. Santa Cruz, Bolivia.
- Vallejo-Joyas M.I., Londoño-Vega A.C, López-Camacho R., Galeano G., Alvarez-Davila E. & Devia-Álvarez W.** 2005. Establecimiento de parcelas permanentes en los bosques de

Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 310 p. Bogotá, Colombia. 50

Ventura, R. C., 2007. Determinación del Índice de Oxidación de la Biomasa Chaqueada en la Región Amazónica de Bolivia. Tesis de 138 Grado para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. pp 98.

Watswothrh, F. (2000). Los Bosques Primarios y su Productividad. En Producción Forestal para América Tropical Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA) Servicio Forestal Manual de Agricultura. Pp 70-76,102.

ANEXOS

Anexo 3. Familias en el bosque de Tierra Firme y bosque de várzea, y las sumatorias de alturas de acuerdo al número de individuos que se registró para cada una de ellas.

FAMILIAS	ΣH
	BTF
Burseraceae	1249
Moraceae	1190
Fabaceae	732
Rutaceae	455
Strelitziaceae	429
Urticaceae	428
Violaceae	386
Arecaceae	334
Sapotaceae	264,5
Vochysiaceae	261
Olacaceae	223
Lecythidaceae	207
Sapindaceae	178
Rubiaceae	171
Meliaceae	136
Myristicaceae	106
Cannabaceae	96
Apocynaceae	88
Lauraceae	86
Malvaceae	84
Annonaceae	71
Chrysobalanaceae	62
Boraginaceae	58
Euphorbiaceae	56
Myrtaceae	47
Bignoniaceae	35
Elaeocarpaceae	33
Ulmaceae	25
Caricaceae	20
Combretaceae	19
Nyctaginaceae	17
Dichapetalaceae	15
Melastomataceae	15
Peraceae	13
Clusiaceae	11
TOTAL	7600,5

FAMILIAS	ΣH
	B V
Arecaceae	2458
Malvaceae	1595,2
Moraceae	880
Elaeocarpaceae	446
Fabaceae	421
Combretaceae	350
Lauraceae	339
Boraginaceae	263
Myristicaceae	246
Meliaceae	208
Urticaceae	178
Euphorbiaceae	174
Ulmaceae	173
Phytolaccaceae	128
Annonaceae	109
Nyctaginaceae	93
Sapindaceae	87
Rubiaceae	86
Polygonaceae	84
Burseraceae	72
Anacardiaceae	61
Apocynaceae	48
Putranjivaceae	38
Clusiaceae	34
Peraceae	27
Bignoniaceae	24
Melastomataceae	23
Rutaceae	18
Myrtaceae	16
Sapotaceae	14
Caricaceae	13
Violaceae	7
TOTAL	8713,2

Anexo 2. Familias en el bosque de Tierra Firme y bosque de várzea en la sumatoria de DAP, para el análisis de estimación de biomasa.

FAMILIAS	Σ DAP
	BTF
Burseraceae	19,45
Moraceae	14,13
Fabaceae	11,01
Urticaceae	6,1
Rutaceae	5,61
Strelitziaceae	5,44
Violaceae	4,15
Sapotaceae	3,94
Lecythidaceae	3,28
Arecaceae	3,15
Vochysiaceae	3,1
Rubiaceae	3,08
Olaceae	2,79
Bignoniaceae	2,31
Nyctaginaceae	2,28
Meliaceae	1,8
Sapindaceae	1,66
Malvaceae	1,45
Cannabaceae	1,24
Myristicaceae	1,1
Lauraceae	1,03
Apocynaceae	0,85
Euphorbiaceae	0,77
Annonaceae	0,71
Chrysobalanaceae	0,71
Boraginaceae	0,63
Ulmaceae	0,63
Myrtaceae	0,48
Caricaceae	0,44
Elaeocarpaceae	0,36
Combretaceae	0,21
Melastomataceae	0,19
Dichapetalaceae	0,17
Clusiaceae	0,11
Peraceae	0,1
	104,46

FAMILIAS	Σ DAP
	BV
Arecaceae	28,75
Malvaceae	23,47
Moraceae	13,97
Elaeocarpaceae	7,99
Fabaceae	6,15
Combretaceae	4,64
Lauraceae	4,52
Boraginaceae	4,30
Meliaceae	4,24
Myristicaceae	3,23
Ulmaceae	2,81
Urticaceae	2,56
Euphorbiaceae	2,43
Phytolaccaceae	2,19
Annonaceae	1,57
Sapindaceae	1,39
Nyctaginaceae	1,37
Rubiaceae	1,17
Anacardiaceae	1,15
Polygonaceae	0,87
Bignoniaceae	0,82
Burseraceae	0,82
Apocynaceae	0,68
Caricaceae	0,64
Putranjivaceae	0,60
Clusiaceae	0,48
Peraceae	0,38
Melastomataceae	0,34
Sapotaceae	0,30
Myrtaceae	0,23
Rutaceae	0,17
Violaceae	0,11
TOTAL	124,34

Anexo 4. Estimación de biomasa a nivel de familias.

FORMULA APLICADA: 4. Biomasa: ρ , DAP, H_085			
FAMILIAS	AREAS DE ESTUDIO		
	Várzea	Tierra Firme	TOTAL
Anacardiaceae	5,28		5,28
Annonaceae	2,38	0,70	3,08
Apocynaceae	3,51	1,25	4,76
Arecaceae	17,13	2,03	19,16
Bignoniaceae	0,39	8,10	8,49
Boraginaceae	15,35	0,34	15,69
Bursaceae	0,44	38,38	38,82
Cannabaceae		1,71	1,71
Caricaceae	1,13	0,84	1,97
Chrysobalanaceae		0,78	0,78
Clusiaceae	0,17	0,05	0,22
Combretaceae	14,37	0,08	14,45
Dichapetalaceae		0,13	0,13
Elaeocarpaceae	8,79	0,18	8,97
Euphorbiaceae	2,88	0,91	3,79
Fabaceae	10,14	37,02	47,16
Indeterminado	0,01	0,36	0,37
Lauraceae	2,92	0,52	3,43
Lecythidaceae		23,39	23,39
Malvaceae	9,17	4,54	13,71
Melastomataceae	0,13	0,25	0,38
Meliaceae	10,37	2,78	13,14
Moraceae	37,45	21,22	58,67
Myristicaceae	3,32	0,84	4,16
Myrtaceae	0,23	0,27	0,50
Nyctaginaceae	0,71	0,56	1,27
Olacaceae		5,71	5,71
Peraceae	0,14	0,04	0,19
Phytolaccaceae	5,39		5,39
Polygonaceae	0,47		0,47
Putranjivaceae	0,60		0,60
Rubiaceae	1,16	7,34	8,49
Rutaceae	0,13	3,55	3,68
Sapindaceae	1,24	3,39	4,62
Sapotaceae	0,11	8,39	8,50
Strelitziaceae		1,85	1,85
Ulmaceae	11,43	3,49	14,92
Urticaceae	1,01	8,59	9,60
Violaceae	0,02	2,13	2,16
Vochysiaceae		11,15	11,15
TOTAL	167,97	202,85	370,82

Anexo 5. Densidad de la madera a nivel de familias.

Familia	§ de maderá		Familia	§ de maderá		Familia	§ de maderá
Acanthaceae	0,45		Flacourtiaceae	0,64		Salicaceae	0,41
Anacardiaceae	0,60		Hernandiaceae	0,28		Santalaceae	0,62
Anisophylleaceae	0,86		Hippocastanaceae	0,52		Sapindaceae	0,73
Annonaceae	0,59		Hippocrateaceae	0,76		Sapotaceae	0,78
Apocynaceae	0,65		Humiriaceae	0,77		Saxifragaceae	0,56
Aquifoliaceae	0,55		Icacinaceae	0,68		Simaroubaceae	0,43
Araliaceae	0,45		Juglandaceae	0,51		Solanaceae	0,51
Araucariaceae	0,48		Lacistemataceae	0,51		Staphyleaceae	0,39
Arecaceae	0,41		Lamiaceae	0,43		Sterculiaceae	0,49
Asteraceae	0,52		Lauraceae	0,59		Styracaceae	0,38
Berberidaceae	0,59		Lecythidaceae	0,73		Symplocaceae	0,65
Betulaceae	0,40		Linaceae	0,85		Theaceae	0,60
Bignoniaceae	0,65		Loganiaceae	0,51		Theophrastaceae	0,77
Bixaceae	0,35		Lythraceae	0,80		Thymelaeaceae	0,52
Bombacaceae	0,40		Magnoliaceae	0,51		Tiliaceae	0,40
Boraginaceae	0,56		Malpighiaceae	0,65		Ulmaceae	0,61
Brunelliaceae	0,32		Malvaceae	0,53		Urticaceae	0,27
Burseraceae	0,55		Melastomataceae	0,69		Verbenaceae	0,59
Canellaceae	0,79		Meliaceae	0,56		Violaceae	0,64
Capparaceae	0,64		Menispermaceae	0,55		Vochysiaceae	0,54
Caprifoliaceae	0,48		Monimiaceae	0,61		Winteraceae	0,40
Caricaceae	0,27		Moraceae	0,61		Zygophyllaceae	1,02
Caryocaraceae	0,70		Myoporaceae	0,78			
Cecropiaceae	0,38		Myricaceae	0,48			
Celastraceae	0,72		Myristicaceae	0,52			
Chloranthaceae	0,45		Myrsinaceae	0,62			
Chrysobalanaceae	0,80		Myrtaceae	0,79			
Clethraceae	0,49		Nyctaginaceae	0,58			
Clusiaceae	0,63		Ochnaceae	0,72			

Cochlospermaceae	0,22		Olacaceae	0,71		
Combretaceae	0,70		Oleaceae	0,77		
Connaraceae	0,45		Opiliaceae	0,82		
Convolvulaceae	0,44		Phytolaccaceae	0,51		
Cornaceae	0,54		Pinaceae	0,52		
Cunoniaceae	0,53		Piperaceae	0,41		
Cyrtaceae	0,57		Podocarpaceae	0,48		
Dichapetalaceae	0,65		Polygonaceae	0,61		
Dilleniaceae	0,65		Proteaceae	0,68		
Ebenaceae	0,65		Quiinaceae	0,83		
Elaeocarpaceae	0,77		Rhamnaceae	0,83		
Erythroxylaceae	0,76		Rhizophoraceae	0,88		
Eucryphiaceae	0,51		Rosaceae	0,76		
Euphorbiaceae	0,57		Rubiaceae	0,67		
Fabaceae	0,69		Rutaceae	0,71		
Fagaceae	0,60		Sabiaceae	0,48		

Anexo 1. Planilla de campo para la toma de datos

