



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSGRADO**

MAESTRÍA EN MANEJO Y APROVECHAMIENTO FORESTAL

Proyecto de investigación previa la obtención
del Grado Académico de Magíster en Manejo y
Aprovechamiento Forestal.

TEMA

**“DIVERSIDAD, ESTRUCTURA Y CONCENTRACIÓN DE CARBONO
EN UN BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE 800 A 900
MSNM, EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA”.**

AUTOR

ING. VÍCTOR ALFREDO TORRES NAVARRETE

DIRECTOR

ING. BOLIER TORRES NAVARRETE, M.Sc.

QUEVEDO – ECUADOR

2016



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSGRADO**

MAESTRÍA EN MANEJO Y APROVECHAMIENTO FORESTAL

Proyecto de investigación previa la obtención del
Grado Académico de Magíster en Manejo y
Aprovechamiento Forestal.

TEMA

**DIVERSIDAD, ESTRUCTURA Y CONCENTRACIÓN DE CARBONO EN
UN BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE 800 A 900 MSNM, EN
LA AMAZONÍA ECUATORIANA.**

AUTOR

ING. VÍCTOR ALFREDO TORRES NAVARRETE

DIRECTOR

ING. BOLIER TORRES NAVARRETE, M.Sc.

QUEVEDO – ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN

Yo, Bolier Torres Navarrete, M.Sc., en calidad Director del Proyecto de investigación, previa la obtención del Grado Académico de Magister en Manejo y Aprovechamiento Forestal.

CERTIFICO:

Que el Ing. **Víctor Alfredo Torres Navarrete** autor de la investigación titulada: “Diversidad, Estructura y concentración de carbono en un bosque siempreverde piemontano de 800 a 900 msnm, en la Amazonía ecuatoriana”, ha sido revisada en todos sus componentes, por lo que autoriza su presentación para ser sometido a evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Ing. Bolier Torres Navarrete, M.Sc.

AUTORÍA

La investigación, Análisis e interpretación de resultados, Conclusiones y Recomendaciones, presentadas en este Proyecto de investigación de Magister en Manejo y Aprovechamiento Forestal, son de exclusiva responsabilidad del Autor.

Ing. Víctor Alfredo Torres Navarrete

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi Esposa Beatriz Hurtado, mis hijos Vianca Victoria, Víctor Abreus y Bárbara Victoria quienes fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en que escribía esta tesis.

A mis padres y hermanos quienes incondicionalmente me apoyaron todo el tiempo.

A mi Director de Proyecto, quien se ha tomado el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, especialmente del campo y de los temas que corresponden a mi profesión. Pero además de eso, ha sido él quien ha sabido encaminarme por el camino correcto, y quien me ha ofrecido sabios conocimientos para lograr esta mi meta y todo aquello que me proponga.

Para ellos es esta dedicatoria de investigación, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Ing. Víctor Alfredo Torres Navarrete

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido esta experiencia en la Universidad, a la misma Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la Unidad de Posgrado por haberme permitido realizar esta especialización, a los catedráticos que fueron partícipes en este proceso, que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi tesis de Maestría.

Un sincero agradecimiento a mi Director de tesis, Ing. Bolier Torres M.Sc, por todo el tiempo que me ha dado, por sus sugerencias e ideas de las que tanto provecho he sacado, por el respaldo y la amistad.

Agradezco a los Ingenieros Aníbal Gómez, Félix Morales, Henry Navarrete, Cristhian Tipán y M.Sc. Javier Patiño, que me ayudaron en el establecimiento de las parcelas de investigación, al Botánico y su equipo técnico que me colaboraron en la toma de datos.

Todo esto nunca hubiera sido posible sin el respaldo incondicional de mi familia, mis padres y mis hermanos, sin el apoyo de Beatriz y sin la motivación de Vianca, Abreus y Bárbara, esto es también vuestro premio.

.

Ing. Víctor Alfredo Torres Navarrete

PRÓLOGO

El contenido de esta investigación, con el tema, “Diversidad, estructura y concentración de carbono en un bosque siempreverde piemontano de 800 a 900 msnm, en la Amazonía ecuatoriana”, expone de manera general el desarrollo del trabajo investigativo, en el cual su primer capítulo sintetiza el marco contextual de la investigación, ubicada en la provincia de Napo, abriendo una interrogante a entender sobre la cantidad de carbono que fijan los bosques de acuerdo a su diversidad y estructura en la concentración en un bosque siempreverde piemontano de 800 a 900 msnm.

El autor desarrolla el marco teórico de la investigación, seguido de la fundamentación conceptual enmarcada en los aspectos generales de la estructura, diversidad y concentración de carbono; y el apoyo teórico basado en la recopilación de las citas bibliográficas de autores que contribuyen evaluar el bosque su dinámica y la interrelación entre sus componentes

En base a este contexto, los resultados obtenidos de la investigación se interpretan como trabajo productivo, donde se identificó y cuantificó a las 10 familias más importantes en la concentración y fijación de carbono en un bosque siempre verde piemontano de 800 a 900 msnm, la estructura y su diversidad florística y sus efecto en la fijación de carbono en un determinado piso altitudinal de una cobertura vegetal.

Atentamente,

Dr. Juan Darwin Rivadeneira Rivadeneira

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la estructura, diversidad y concentración de carbono en un bosque siempreverde piemontano de 800 a 900 msnm, en la Amazonía ecuatoriana, para lo cual se implementaron cinco transectos permanentes de muestreo de (100 x 10 m). En el estudio se registraron 385 individuos de árboles con DAP \geq 10 cm., representados por 38 generos, 72 especies. Las Arecaceae, Moraceae, Myristicaceae, Lauraceae, Urticaceae, Annonaceae, Meliaceae, Rubiaceae y Clusiaceae fueron las familias con mayor número de especies. Los resultados de la diversidad florística según los Índices de Shannon (3,71) y el índice de Simpson (0,95) revelan que este bosque siempre verde del pie de monte de Napo, posee una composición florística diversa y existe dominancia de pocas especies. Las familias con el mayor índice de valor de importancia por familia (IVIF) fueron: Moraceae 11,66%, Myristicaceae 8,89 %, Arecaceae 7,11%, No Identificadas 6,71%, Lauraceae 5,36%; y las familias con menor IVIF: Piperaceae, Sapindaceae 0,47%, 0,59%, Malvaceae, Araliaceae 0,46% entre otras, las especies con el mayor IVI fueron: las No Identificadas 15,68 %, *Otoba glycyarpa* 6,42%, *Ficus* sp 6,08%, *Iriartea deltoidea* 5,91%, *Nectandra* sp., 3,92%, *Virola* sp. 3,92 % y las especies con menor IVI: *Eugenia* sp, *Quararibea* sp, *Mabea* sp. 0,37%. La familia Moraceae, tercera en abundancia de individuos con una presencia del 8,83% como total de individuos contribuye con el 23,82% del Carbono almacenado en el bosque de la zona de estudio. Se recomienda desarrollar investigaciones específicas en estructura, diversidad y concentración de carbono en los diferentes tipos de bosques que existen en el Ecuador continental, así como también en sus diferentes pisos altitudinales, con el objeto de tener mejores herramientas para la toma de decisiones en el manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques Andino-Amazónicos tropicales Ecuatoriana.

Palabras claves: *Estructura y diversidad florística, fijación de carbono, bosque siempre verde, Amazonia Ecuatoriana.*

ABSTRACT

The objective of the present research was to evaluate the structure, diversity and carbon storage in an evergreen old-growth piemontano forests at north-center of the Eastern Andes from 800 to 900 masl, in the Ecuadorian Amazon. For which five permanent 100 m x 10 m sampling transects were implemented. The study included 385 individuals' trees with DBH ≥ 10 cm, represented by 38 genera, 72 species. The Arecaceae, Moraceae, Myristicaceae, Lauraceae, Urticaceae, Annonaceae, Meliaceae, Rubiaceae and Clusiaceae were the families with the greatest number of species. The results of floristic diversity using Shannon Indexes (3.71) and the Simpson index (0.95) reveal that this evergreen forest of the Napo foothill has a diverse floristic composition and there is dominance of few species. The families with the highest index of importance by family (IVIF) were: Moraceae 11.66%, Myristicaceae 8.89%, Arecaceae 7.11%, Unidentified 6.71%, Lauraceae 5.36%; And families with lower IVIF: Piperaceae, Sapindaceae 0.47%, 0.59%, Malvaceae, Araliaceae 0.46% among others, the species with the highest IVI were: Unidentified 15.68%, *Otoba glycyarpa* 6, 42%, *Ficus* sp., 6.08%, *Iriartea deltoidea* 5.91%, *Nectandra* sp., 3.92%, *Virola* sp., 3.92% and the species with lower IVI: *Eugenia* sp., *Quararibea* sp., *Mabea* sp., 0.37%. The Moraceae family, third in abundance of individuals with a presence of 8.83% as a total of individuals contributes with 23.82% of the carbon stored in the forest of the study area. It is recommended to develop specific research on structure, diversity and carbon concentration in the different types of forests that exist in mainland Ecuador, as well as in its different altitudinal gradients, in order to have better information for decision making in the forest management utilization and conservation of the Andean-Amazon Ecuadorian tropical forests.

Key words: *Structure and floristic diversity, carbon sequestration, evergreen forest, Ecuadorian Amazon.*

Tabla de contenido

PORTADA	I
HOJA EN BLANCO	II
COPIA DE LA PORTADA	III
CERTIFICACIÓN	IV
AUTORÍA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
PRÓLOGO.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
TABLA DE CONTENIDO	XI
INDICE DE TABLAS	XIII
INDICE DE FIGURAS	XIV
INDICE DE ANEXOS	XV
I. INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	2
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	4
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.3.1 Problema General.....	5
1.3.2 Problemas Derivados.....	5
1.4 OBJETIVOS	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1 FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....	9
2.1.1 Definición de bosque.....	9
2.1.2 Tipos de bosques del Ecuador.....	9
2.1.3 Bosque nativo.....	10
2.1.4 Bosque siempreverde piemontano	10

2.1.5	Inventario forestal	11
2.1.6	Importancia de los inventarios forestales	12
2.1.7	Tipos de inventarios forestales	12
2.2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	13
2.2.1	Gases efecto invernadero	13
2.2.2	Almacenamiento de carbono.....	13
2.2.3	Captura de carbono.....	14
2.2.4	Fijación de carbono	15
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		17
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	18
3.2	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	18
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	23
3.4	FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN	24
3.5	INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.6	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	25
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.....		26
4.1	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA E ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA	27
4.1.1	Diversidad de familias	27
4.1.2	Índice de Diversidad de Shannon y Simpson	29
4.1.3	Abundancia, Frecuencia y Dominancia	32
4.2	ESTRUCTURA DIAMÉTRICA DEL BOSQUE	37
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		42
5.1	CONCLUSIONES	43
5.2	RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFIA		45
ANEXOS		51
FOTOGRAFÍAS.....		59

INDICE DE TABLAS

TABLA 1.- Familias a nivel de especies e individuos presentantes en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016. -----	27
TABLA 2.- Índice de diversidad de Shannon y Simpson por especies en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016. -----	30
TABLA 3.- Índice de Shannon resultantes de los cinco Transectos permanentes de monitoreo de 1.000 m2 en un bosque siempre verde pie montano en la provincia de Napo.-----	32
TABLA 4.- Índice de Simpson resultantes de los cinco Transectos permanentes de monitoreo de 1.000 m2 en un bosque siempre verde pie montano en la provincia de Napo.-----	32
TABLA 5.- Familias con mayor número de individuos de acuerdo a su abundancia del bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016. -----	33
TABLA 6.- Especies con mayor número de individuos del bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016. -	33
TABLA 7.- Familias más importantes de acuerdo al IVIF (índice de importancia de familia), en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016. -----	35
TABLA 8.- Especies significativas de acuerdo al IVI, en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016. -----	36
TABLA 9.- Distribución diamétrica de individuos por intervalos de DAP en las cinco parcelas (0.5 ha), del bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016. -----	38
TABLA 10.- Cálculo de los promedios de Biomasa, Carbono y número de individuos por hectárea, determinados con una muestra de 5 Transectos permanentes de muestreo de 1000 m2, extrapolados a 1 ha., Provincia de Napo.-----	39

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1.-** Ubicación de la zona de estudio y de los cinco transectos permanentes de monitoreo implementados entre los 800 y 900 msnm en el Bosque siempre verde pie montano del Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica “CIPCA”. 3
- FIGURA 2.-** Diseño de parcelas, realizadas en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016 ----- 24
- FIGURA 3.-** Índice de valor de Importancia de las familias más significativas, en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016 ----- 36
- FIGURA 4.-** Índice de valor de Importancia de las especies más significativas, en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016. ----- 37
- FIGURA 5.-** Número de individuos por clase diamétrica en el bosque amazónico (BSVPM) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016. ---- 38
- FIGURA 6.-** Relación abundancia y almacenamiento de carbono bosque amazónico (BSVPM) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016. ----- 40
- FIGURA 7.-** Relación abundancia y almacenamiento de carbono a nivel de especies en bosque amazónico (BSVPM) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016. ----- 41

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.- Certificado URKUND -----	52
ANEXO 2.- Hoja de campo para evaluar árboles ≥ 10 cm DAP-----	53
ANEXO 3.- Esquema de toma de datos en el transectos de individuos ≥ 10 cm de DAP ---	53
ANEXO 4.- Hoja de campo para los perfiles estructurales -----	53
ANEXO 5.- Representación gráfica de la estructura diamétrica del bosque -----	54
ANEXO 6.- Familias con mayor número de individuos de acuerdo a su abundancia del bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016. -----	54
ANEXO 7.- Especies con mayor número de individuos del bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016. -	55
ANEXO 8.- Diversidad e importancia ecológica de las familias más importantes de acuerdo al IVIF (índice de importancia de familia), en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016. -----	56
ANEXO 9.- Diversidad e importancia ecológica de las especies de acuerdo al IVI (índice de valor de importancia), en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016. -----	57

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales cubren únicamente un 10% de la superficie terrestre, pero a escala global tienen gran importancia ya que capturan y procesan grandes cantidades de carbono alrededor de seis veces más que el carbono liberado por la actividad humana a la atmósfera por consumo de combustibles fósiles (Wright 2010) y aloja entre la mitad y dos tercios del total de las especies del planeta (Malhi y Grace 2000; Groombridge y Jenkins 2003). Se ha realizado una estimación con ayuda de imágenes de satélite de alta resolución, donde nos indica que los bosques tropicales cubren alrededor de 11 millones de km² (Achard *et al.* 2007), lo que equivale aproximadamente a 42,6 veces la superficie de Ecuador. En el continente americano se encuentra la mayor superficie de bosque tropical con (55.0%), seguida de Asia (33.8%) y África (11.2%). Esto otorga a la región tropical del continente americano, conocida también como el Neotrópico, un gran interés para la conservación y estudio de la biodiversidad.

Según la Clasificación de Zonas de Vida y Formaciones Vegetales de Holdridge, el Ecuador continental, en sus 24,66 millones de hectáreas contiene 25 de las 32 Zonas de Vida. La diversidad de ecosistemas va desde glaciares volcánicos hasta bosques húmedos tropicales, por lo que se considera uno de los países de alta variación biogeográfica en el concierto mundial. La existencia de ecosistemas de espacios reducidos determina que el país mantenga el mayor número de plantas por unidad de área. En 1 Km² de bosque húmedo tropical se encontraron 1.250 especies de plantas pertenecientes a 136 familias diferentes (Buitrón 1.999).

Una descripción de la alta diversidad en el Ecuador menciona que en el país existe más de 16 mil especies agrupadas en 273 familias de plantas vasculares (Peter Moller – Susana León, 1.999), 1.200 especies de helechos y 3.251 de orquídeas. Además, se han registrado 369 especies de mamíferos, 1.616 de aves, 394 de reptiles y 415 de anfibios.

Esa amplia riqueza natural es la base en la que se ha sustentado el desarrollo social y económico del Ecuador. Por lo tanto, es evidente la necesidad de conservar esa riqueza y promover un uso sustentable de la misma, garantizando de esta forma la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones.

El contenido de la tesis se ordena en cinco capítulos, el primero aborda al marco contextual del estudio, mediante el análisis de aspectos como la situación actual de la problemática; el problema de investigación y su delimitación; la justificación; el objetivo general y los específicos.

El segundo capítulo trata los aspectos relacionados con el marco teórico, donde, a partir de los objetivos específicos y las variables de la investigación, se analizan e interpretan tópicos como los antecedentes del problema; la fundamentación conceptual y teórica.

En el tercer capítulo se plantea la metodología del estudio, describiéndose los métodos y técnicas empleados en la medición de las variables. Se construye, metodológicamente el objeto de investigación y se explica la forma en que se construyó el marco teórico. También se describe la recolección, análisis e interpretación de los datos y, la elaboración del informe de investigación.

En el cuarto capítulo se desarrolla la exposición, el análisis y la interpretación de los resultados.

El quinto capítulo está dedicado a la elaboración de conclusiones y recomendaciones, tomando como fundamento los resultados obtenidos en el trabajo.

CAPÍTULO I.

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Ubicación y contextualización de la problemática

El área total de bosques existentes en el mundo asciende a algo más de 4000 millones de hectáreas que corresponden al 31 por ciento de la superficie total de la tierra del planeta, representados por cinco países con la mayor riqueza forestal, estos son, La Federación de Rusia, Brasil, Canadá, los Estados Unidos de América y China, constituyendo más de la mitad del total de área de bosque en el mundo (FAO, 2011).

El bosque húmedo tropical del CENTRO DE INVESTIGACION POSGRADO Y CONSERVACION AMAZONICA “CIPCA”, se halla ubicado en el Cantón Arosemena Tola de la Provincia de Napo en la Región Amazónica Ecuatoriana, situado a cuarenta y cinco minutos de la vía Puyo – Tena Km. 44 junto a la desembocadura del río Piatúa al río Anzu. Posee una extensión de 2848,20 hectáreas. Las cuales actualmente se están usando como zona de protección permanente 2023,24 ha con un porcentaje del 71%, como zona de manejo forestal 300,00 ha con un porcentaje del 10%, zona de pasto 300,00 ha con un porcentaje del 10%, otros usos 200,00 ha con un porcentaje del 8% y zona de infraestructura 24,24 ha con un porcentaje del 1%. (López, 2012).

El CIPCA posee una precipitación pluvial hasta los 4000 mm por año, humedad relativa del 80%, temperatura entre 19 a 22°C; Relieve ligeramente ondulado sin pendientes pronunciadas, distribuido en mesetas naturales de gran extensión; la altitud varía entre los 580 y 990 msnm; tiene vertientes naturales que cruzan la propiedad así como acceso directo a ríos; sus suelos muy heterogéneos pero casi todos de origen fluvial, es decir, provienen de sedimentos arrastrados desde los Andes a través de millones de años y que han sufrido procesos de transformación.

Bosque primario, en su mayor parte, y bosque secundario. Especies vegetales como epifitas (orquídeas, brómelias), lianas, Arecaceae, pteridofitas, entre otras. Pocas áreas con sucesión secundaria producto de un proceso de conservación y recuperación con muy poca

intervención antrópica esta localidad limita al norte con varios poseionarios de terrenos, al Sur con el río Piatúa, al Este el río Anzu y al Oeste el río Ayayaku.

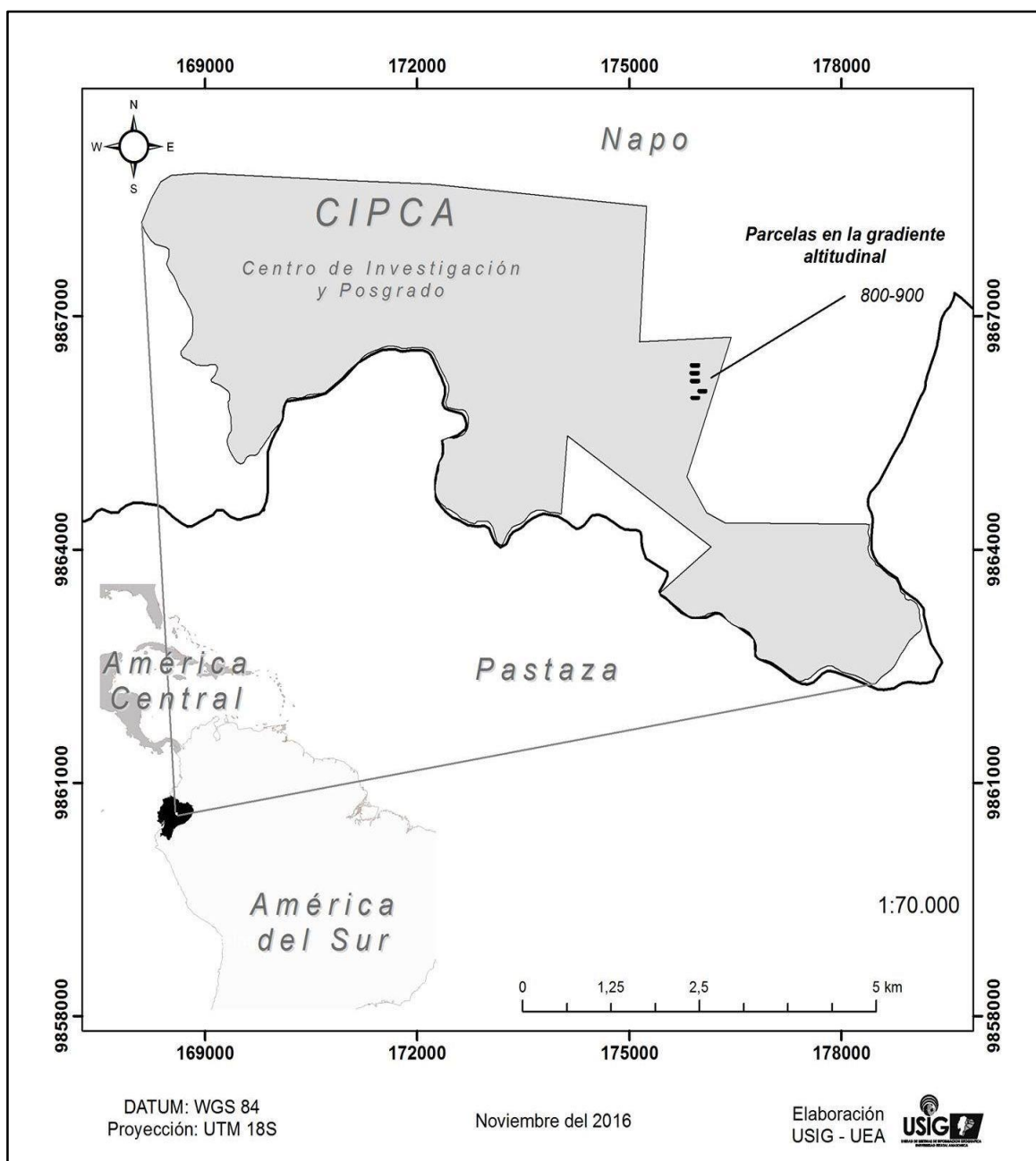


Figura 1.- Ubicación de la zona de estudio y de los cinco transectos permanentes de monitoreo implementados entre los 800 y 900 msnm en el Bosque siempre verde pie montano del Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica “CIPCA”.

1.2 Situación actual de la problemática

Son de gran importancia los bosques húmedos tropicales por la extensión que ocupan, por los beneficios y bienes que producen y por los valores ecológicos que encierran, motivo por el cual se ha convertido en prioridad mundial la conservación y manejo de estos bosques naturales (Palacios & Jaramillo, s/n).

A nivel mundial, existe, una gran preocupación por el futuro de los bosques húmedos tropicales. Están siendo arrasados en todo el planeta, víctimas de la tala, la quema, la ganadería, la agricultura, la industrialización y la urbanización generadas por los seres humanos, aunque estos albergan una gran proporción de la biodiversidad mundial.

Una de las principales preocupaciones del sector forestal ecuatoriano es el cambio de uso del suelo, por la presión que ejerce sobre los bosques nativos y, en cierta forma, explica el proceso de deforestación del país, por lo que su análisis reviste especial importancia en el desarrollo socio-económico del Ecuador. La ausencia de políticas de ordenamiento territorial orientadas al desarrollo de actividades productivas se ven reflejadas en su magnitud y extensión, tomando en consideración la capacidad de uso del suelo. Esta es una de las razones fundamentales por la que existen 3,29 millones hectáreas sin cobertura forestal en suelos de aptitud forestal, que ameritan ser consideradas para optimizar la oferta forestal.

La región amazónica del Ecuador corresponde a la provincia florística de la Amazonía noroccidental y gran parte de ella corresponde a uno de los mayores centros de diversidad biológica de los bosques húmedos tropicales definida como la región Napo (Gentry 1988; Valencia et al. 1994). La región florística del Napo ha sido un lugar de invasiones y recolonizaciones constantes de especies coincidentes con los patrones de oscilaciones en temperatura y humedad. Estas fluctuaciones climáticas probablemente resultaron en condiciones favorables para procesos de especiación. Esta diversidad resulta en más de 4.800 especies de plantas vasculares, equivalente al 32% de la riqueza total de especies descritas para el Ecuador (Jørgensen y León-Yáñez 1999).

Los datos de deforestación provienen de la estimación de la tasa de deforestación del Ecuador Continental, datos presentados por el Ministerio del Ambiente en el 2012, los cuales reportan que la tasa anual de cambio de cobertura boscosa en el Ecuador continental es de - 0.71 % para el período 1990 - 2000 y de - 0.66% para el período 2000 - 2008. Esto corresponde a una deforestación anual promedio de 89.944 ha/ año y 77.647 ha/año para ambos períodos, respectivamente.

Ante esta realidad la Universidad Estatal Amazónica ha iniciado un proceso para conservar y estudiar la composición florística de su bosque primario y a su vez identificar y geo referenciar árboles semilleros que generarán semillas de calidad de las especies más representativas y de mayor uso comercial en esta zona.

1.3 Problema de investigación

1.3.1 Problema General

La pregunta a responder con la investigación es ¿Cuál es la estructura, diversidad florística y el almacenamiento de carbono en un bosque siempre verde piemontano en los pisos altitudinales 800 a 900 msnm de la Amazonía ecuatoriana?

1.3.2 Problemas Derivados

¿Cuáles son las familias más representativas en el almacenamiento de carbono en un bosque siempre verde piemontano en los pisos altitudinales 800 a 900 msnm?

¿Cuál es el área basal en las diferentes clases diamétricas, del bosque siempre verde piemontano en los pisos altitudinales 800 a 900 msnm?

¿Cuáles son las especies más representativas en términos de área basal y de concentración de carbono en el bosque primario, en los pisos altitudinales 800 a 900 msnm?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la composición florística, estructura y concentración de carbono en un bosque siempre verde piemontano de 800 a 900 msnm., en el cantón Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la composición florística y el Índice de Valor de Importancia a nivel de familias y especies existentes en un bosque siempre verde piemontano de 800 a 900 msnm.
- Establecer la estructura a nivel de clases diamétricas en un bosque siempre verde piemontano de 800 a 900 msnm.
- Evaluar el potencial de biomasa y almacenamiento de carbono en Mg/hectárea en un bosque siempre verde piemontano de 800 a 900 msnm.
- Determinar la relación abundancia de individuos con el almacenamiento de Carbono en Mg/hectárea en las 10 Familias y 10 especies más representativas para el secuestro de carbono en un bosque siempre verde piemontano de 800 a 900 msnm.

1.5 Justificación

Este estudio propone una metodología rigurosa en el proceso de análisis de la composición florística y estructura del bosque, así como también la evaluación del stock de carbono almacenado en un bosque siempre verde piemontano en la Cuenca del Río Piatúa, en un área de bosque perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica con el objeto de conocer la realidad del bosque en esta zona.

El presente trabajo arrojará información que permitirá conocer la capacidad y cantidad de almacenamiento de carbono en el bosque siempre verde pie montano, así como la capacidad productiva del mismo a través del área basal y volumen del bosque.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Fundamentación conceptual

Con el propósito de dar a conocer los significados de algunos términos tratados en el presente estudio, se definen a continuación los siguientes términos:

2.1.1 Definición de bosque

Un bosque es un área con alta densidad de árboles, existen también otras definiciones en uso actualmente. La FAO considera que los bosques son tierras que se extienden por más de 0,5 ha dotadas de árboles de una altura mínima de 5 m y una cubierta de dosel superior a 10%, o con árboles que puedan alcanzar esta altura *in situ*. Pueden ser formaciones forestales cerradas, donde los árboles de diversos pisos y subpisos cubren gran parte del terreno; o en formaciones forestales abiertas, con una cubierta vegetal continua en las cuales la cubierta arbolada sobrepasa el 10%. Dentro de la categoría de bosque se incluyen todos los rodales naturales jóvenes y todas las plantaciones establecidas para fines forestales, que han alcanzado una densidad de copas del 10% o altura de 5m. También en ella se incluyen las áreas que normalmente forman parte del bosque, pero que están temporalmente desarboladas, por consecuencias antrópicas o desastres naturales, que luego vuelven a ser bosque (Bellefontaine *et al.* 2002).

2.1.2 Tipos de bosques del Ecuador

El Ecuador en toda su superficie cuenta con 14 tipos de bosques, los cuales son definidos por una combinación de criterios ambientales, hídricos, bióticos y topográficos. Estos son:

Bosque siempreverde de tierras bajas, bosque siempreverde inundable de tierras bajas, bosque siempreverde de tierras bajas inundable por aguas blancas, bosque siempreverde de tierras bajas inundable por aguas negras, bosque inundable de palmas de tierras bajas, bosque siempreverde piemontano, bosque siempreverde montano bajo, bosque siempreverde montano alto, bosque de neblina montano y montano bajo, bosque semidecíduo de tierras bajas, bosque semidecíduo piemontano y bosque semidecíduo montano bajo, bosque decíduo de tierras bajas. (Sierra *et al.* 1999).

2.1.3 Bosque nativo

Es un bosque que prácticamente no ha sido alterado por la actividad humana durante un largo período de tiempo (a excepción del uso por parte de las comunidades indígenas y autóctonas, que llevan un estilo de vida tradicional). La FAO define los bosques primarios como bosques de especies autóctonas que se regeneran naturalmente, donde no existe una huella evidente de las actividades humanas y los procesos ecológicos no se han visto alterados significativamente.

Es un ecosistema arbóreo, primario o secundario, regenerado por sucesión natural, que se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos (MAE, 2014).

2.1.4 Bosque siempreverde piemontano

Es un bosque denso y alto, que en algunos sitios se destaca por la abundancia de árboles grandes (diámetro >40 cm y/o altura >30 m), el sotobosque en este sistema incluye abundantes arbustos y arbolitos que alcanzan 2 a 5 m. El área basal por hectárea es de 33 a 38 m², mientras que en la Amazonía baja el área basal promedio es alrededor de 30 m².

Entre las principales especies arbóreas tenemos; *Alchornea latifolia*, *Colubrina arborescens*, *Croton tessmannii*, *Dacryodes cupularis*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Euplassa occidentalis*, *Grias neuberthii*, *G. peruviana*, *Guarea kunthiana*, *G. macrophylla*, *G. pterorhachis*, *Gustavia macarenensis*, *Gyranthera amphibiolepis*, *Hieronyma duquei*, *Inga multinervis*, *Matisia idroboi*, *M. obliquifolia*, *Metteniusa tessmanniana*, *Ocotea insularis*, *O. javitensis*, *Otoba glycyarpa*, *O. parvifolia*, *Persea nudigemma*, *Ruptiliocarpon caracolito*, *Sapium glandulosum*, *Tachigali inconspicua*, *Wettinia anomala*, *W. maynensis*. *Blakea subvaginata*, *Geonoma hollinensis*, *Henriettea odorata*, *Pholidostachys synanthera*, *Topobea induta*, *T. pittierii*.

Los árboles y plantas menores se enraízan directamente sobre rocas. El sotobosque en este ecosistema incluye arbustos típicos como: *Podandrogyne brevipedunculata*, *Erythrina schimpfii*, *Tabernaemontana sananho*, *Sanango racemosum* y numerosas especies de *Psychotria* y *Palicourea*. En el sotobosque de las vertientes de Galeras y la Cordillera del Cóndor hay un género arbustivo, aún no publicado de la familia Gesneriaceae. En el piso del bosque son frecuentes plantas herbáceas con bulbos subterráneos, particularmente *Eucharis Formosa*, (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

2.1.5 Inventario forestal

Es un procedimiento útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y aprovechamiento forestal. En el manejo de bosques naturales y plantaciones, normalmente se debe tener a mano información confiable que le permita manejar un bosque, para que este produzca en forma sostenible la máxima cantidad de productos, de la mejor calidad, en el menor tiempo y al costo más bajo posible. Todo proceso de administración consiste en tomar decisiones, implementar la alternativa seleccionada, controlar que esta alternativa se ejecute tal como se propuso y verificar si los resultados obtenidos son los esperados. Solo con información confiable y disponible en el momento oportuno se podrán tomar decisiones correctas y verificarlas (CATIE, 2002).

Área basal: Es el área calculada a base del diámetro a la altura del pecho (DAP) o sea el área que tiene el fuste en la sección transversal a 1.30 m del suelo. Se supone que esta área se aproxima al área del círculo, por eso se la calcula en función del DAP o circunferencia a la altura del pecho (CAP). Suma del área del círculo del tronco a una altura de 1.30 metros del suelo de los árboles en una determinada superficie (MAE, 2014).

Estructura diamétrica: La estructura diamétrica de un bosque hace referencia a la distribución de las principales características arbóreas en el espacio, teniendo especial importancia la distribución de las diferentes especies y la distribución de las mismas por clases de dimensión. Por tanto, habitualmente son las distribuciones de frecuencia de los

atributos de los árboles las herramientas empleadas para describir la estructura del bosque. Dicha estructura viene determinada no solo por la distribución más o menos regular de los árboles en el terreno, sino sobre todo, por la mezcla espacial de las distintas especies y el grado de mezcla de árboles con diferentes dimensiones (Donoso, 1981).

2.1.6 Importancia de los inventarios forestales

Los inventarios forestales se constituyen en la parte fundamental de la planificación de la ordenación forestal con fines de aprovechamiento y manejo sostenible, ya que permiten determinar de manera cualitativa y cuantitativa el potencial del recurso forestal (PROANCA, 2004).

En términos cualitativos, el inventario permite conocer la variación de la masa forestal en los diferentes estratos o ecosistemas, así como determinar la variación florística del bosque y las características intrínsecas de las especies registradas (forma del fuste y de la copa, por ejemplo).

En términos cuantitativos, el inventario determina el número de especies por unidad de área y las variables dasométricas, como dap, altura comercial y altura total de los individuos inventariados. Una vez procesada la información de campo, es posible determinar el área basal y el volumen comercial estimado por unidad de área.

2.1.7 Tipos de inventarios forestales

Los inventarios forestales se pueden clasificar en función de los objetivos y del procedimiento para obtener la información. Los tipos de inventarios sugeridos son:

Los inventarios forestales pueden ser clasificados según el método estadístico y según su objetivo. La clasificación de inventarios por método estadístico es la siguiente:

Inventario al 100% y muestreo al azar	Estratificado y sin estratificar
Muestreo sistemático	Estratificado y sin estratificar

La clasificación de inventarios según objetivo considera los siguientes tipos:

- ✓ Inventario exploratorio
- ✓ Inventario para manejo de bosques naturales
- ✓ Inventario para aprovechamiento forestal
- ✓ Inventario para manejo de plantaciones

No obstante de estar definidos como tipos, estos se constituyen en procedimientos para llegar a determinar los inventarios forestales de un área determinada. Considerando la temática de la investigación, a continuación se describe a los inventarios en función a la técnica de realización (muestreos).

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Gases efecto invernadero

Los gases efecto invernaderos más reconocidos son: dióxido de carbono (CO₂) y metano (NH₄), que tienen influencia sobre el clima global. Estos gases químicamente activos contribuyen al calentamiento global o cambio climático. En materia de cambio de uso del suelo y deforestación o degradación forestal, la quema de biomasa es una fuente de emisión de CO₂ global importante (Ordoñez J, 1999).

2.2.2 Almacenamiento de carbono

Los ecosistemas forestales son particularmente importantes en el almacenamiento de carbono, porque grandes cantidades de este elemento por unidad de área en comparación con otros tipos de vegetación son retenidos por los árboles (IPCC, 2004 y 2005; Houghton, 2007; Van Minnen *et al.*, 2009); los bosques tropicales en particular contienen, aproximadamente

40% del carbono existente en la biosfera terrestre (Dixon *et al.*, 1994; Malhi *et al.*, 1998; Walker *et al.*, 1999; Houghton, 2007; Malhi *et al.*, 2008).

El calentamiento global es un fenómeno que afecta la vida de todos los seres vivos. Una forma de mitigarlo es a través del almacenamiento de carbono por las masas forestales. Los cultivos de café con árboles de sombra tienen un importante potencial de almacenar carbono. Por medio de un esquema de pagos de servicios ambientales, se podría compensar a los propietarios de las fincas para que conserven o aumenten su cobertura arbórea. Para estimar la capacidad de almacenamiento de los árboles en estos cultivos, es necesario estimar la biomasa forestal existente. Esta se puede estimar mediante la densidad básica (masa por unidad de volumen) de la madera de árboles de sombra y del volumen total de la biomasa.

La capacidad de almacenamiento de carbono de las fincas es directamente proporcional a la biomasa leñosa presente. El tipo de cultivo que incorpora un mayor número de árboles y de capacidad potencial de almacenar carbono, es el “rústico” en la subcategorías “Medio” y “Bajo”, seguido por los “Policultivos” y finalmente los “Monocultivos”. Se comparan estos resultados con otros estudios con el fin de evaluar las posibilidades de que los cafeticultores del estado de Veracruz puedan participar en los mercados para este tipo de servicio ambiental (Manson *et al.*, 2008).

2.2.3 Captura de carbono

El carbono capturado por las plantas, se lo realiza mediante el proceso de la fotosíntesis en la etapa oscura, donde es asimilado el CO² por moléculas orgánicas que gracias a reacciones enzimáticas lo convierten en carbono disponible para la planta (Villego 1996), la glucosa hace parte de la composición de materias primas producto del CO² capturado y asimilado, que pasa a formar las estructuras de la planta el cual es almacenado en los tejidos en forma de biomasa aérea (hojas, ramas, tallos) y subterránea (raíces gruesas y finas), en el suelo (degradación de biomasa proveniente de la planta o órganos leñoso y no leñosos) en forma de humus estable que aporta CO² al entorno (Vallejo *et al.* 2005). Según (Ordóñez & Masera

2001), estiman que una tonelada de CO₂ atmosférico, corresponde a 0.27 toneladas de carbono en la biomasa.

No obstante la captura de CO₂ solo es efectuada durante el desarrollo de los árboles, en el momento que los árboles han llegado a su total madurez, con el paso de los años, únicamente capturan pequeñas cantidades de CO₂ que precisa para su respiración y la de los suelos, de esta manera, no es de relevancia cuanto carbono el árbol captura inmediatamente, sino la cantidad de carbono capturado durante toda su vida (Agudelo-Guinand 2009).

En el planeta para la captura y conservación de carbono los bosques templados y tropicales son los más aptos que cualquier otro ecosistema terrestre, contribuyendo con el 90% del flujo anual de carbono entre la atmósfera y el suelo, participando en la medición de carbono, parte de una valoración de biomasa del ecosistema forestal, investigaciones indican que en promedio la materia vegetal contiene un 50% de carbono, eliminando la proporción de agua de estos. En cualquier ecosistema terrestre forestal es posible de efectuar todos estos análisis mediante observación de los mismos, en relación con determinadas variables ambientales permite el establecer la capacidad de almacenamiento de carbono en los bosques. (Vallejo *et al.* 2005).

Lo que ha llevado a diferentes investigadores y científicos, a elaborar realizar incomparables estudios sobre la relación entre la captura de carbono y numerosas variables fisiológicas de los árboles, logrando expresar y dando a conocer la captura de carbono en diferentes ecosistemas, es la importancia de saber y entender el valor de los árboles en relación a la captura de carbono, como consecuencia de problemáticas ambientales como el aumento en los ecosistemas del planeta de las emisiones de gases de tipo invernadero, (Kanninen 2007).

2.2.4 Fijación de carbono

Han funcionado como sumideros de carbono los bosques primarios tropicales en América y África, presentando un aumento en la biomasa de una magnitud casi similar a las emisiones

por deforestación, ayudando a reducir el aumento de CO₂ las últimas décadas (Honorio & Baker 2010).

Son importantes acumuladores de carbono los bosques tropicales por la cantidad que logran captar y retener en su biomasa en términos temporales. Un átomo de carbono puede permanecer en la biomasa de una planta un promedio de 9 años; en los desiertos puede ser retenido aproximadamente 3 años, mientras que en los bosques suele exceder los 20 años (Schlesinger 2000). Logrando alcanzar altas tasas de productividad primaria y de retención de carbono por largos periodos de tiempo, las zonas tropicales, que tienen la mayor cobertura de bosques del mundo.

Se ve en detrimento, el valor de los ecosistemas tropicales como máximos captadores y acumuladores de carbono, debido a las múltiples presiones ambientales que enfrentan. Esto hace necesario un ordenamiento territorial cuya finalidad sea aumentar la cantidad de carbono en la vegetación y el suelo de los bosques, mediante el aumento de la superficie y la biomasa de los bosques naturales, esto es posible, (Brown 2003).

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

El presente trabajo es de carácter descriptivo (diagnóstico), debido a que su propósito fue determinar la composición florística que existe en el bosque siempre verde piemontano del CIPCA.

3.2 Metodología de la investigación

Parámetros Ecológicos:

- **Densidad Absoluta**

Se define como el número total de individuos por unidad de superficie pertenecientes a una determinada especie. Se calcula con la fórmula siguiente:

$$Densidad\ Absoluta = \frac{Numero\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{Area\ muestreada}$$

- **Densidad relativa**

Es la suma de todos los individuos de una especie divididos para el total de los individuos de la unidad muestral. Se calcula con la fórmula siguiente:

$$Densidad\ Relativa = \frac{Numero\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{Area\ muestreada} \times 100$$

- **Área Basal**

Es el área de cualquier sección transversal del fuste del árbol, área calculada a base del DAP o sea el área que tiene el fuste en la sección transversal a 1,30 m del suelo. Se supone que esta área se aproxima al área del círculo, por eso se la calcula en función del DAP. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$AB = \pi\left(\frac{DAP}{2}\right)^2 \quad \text{ó} \quad AB = \pi \frac{DAP^2}{4}$$

Donde:

AB = Área Basal (m²)

DAP = Diámetro del árbol a la altura del pecho (m)

Π = pi (constante matemática = 3,1416)

- **Volumen**

El volumen de un árbol en pie se obtiene multiplicando su área basal por su altura comercial o total dependiendo el requerimiento y por su factor de forma. Se lo calcula con la formula siguiente:

$$V = AB * H * ff$$

Dónde:

V = Volumen de la madera (m³)

AB = Diámetro del árbol a la altura del pecho (m)

H = Altura total o comercial del árbol (m)

FF: Factor de Forma – El factor utilizado para el cálculo corresponde a 0.7 para especies latifoliadas.

- **Frecuencia Absoluta**

Se determina por el número de subparcelas en que está presente una especie. El número total de subparcelas representa el 100 % es decir, que la frecuencia absoluta indica el porcentaje de ocurrencia de una especie en una determinada área. Se calcula con la formula siguiente:

$$\text{Frecuencia Absoluta} = \frac{\text{Nº de parcelas en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de parcelas muestreadas}}$$

Donde:

$$Fa = \text{Frecuencia absoluta}$$

- **Frecuencia Relativa**

Es la suma total de las frecuencias absolutas de una parcela, que se considera igual al 100 %, es decir, indica el porcentaje de ocurrencia de una especie en relación a las demás. Se calcula con la fórmula siguiente:

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{Frecuencia Absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia Absoluta de todas las especies}} \times 100$$

- **Dominancia Absoluta**

Es la proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo, otra forma de expresarla, es también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal.

$$(Da) = \text{área basal (Ab) de la especie}$$

Donde:

$$(Da) = \text{Dominancia absoluta}$$

- **Dominancia relativa**

Es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies. Se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Dominancia Relativa} = \frac{\text{Dominancia de una especie}}{\text{Dominancia total de las especies}} \times 100$$

- **Índice de Valor de Importancia**

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es un indicador de la importancia fitosociológica de una especie, dentro de una comunidad. Se lo determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice Valor Importancia} = \text{Densidad Relativa} + \text{Dominancia Relativa}$$

- **Índice de Valor de Familias IVIF**

Es la sumatoria de la diversidad relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa de todos los individuos de una familia en una muestra, para posicionar la importancia de las familias de árboles. Se lo calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice Valor Familia} = \text{Diversidad Relativa} + \text{Densidad Relativa} + \text{Dominancia Relativa}$$

Índices estructurales:

- **Índice de diversidad de Shannon**

Este índice considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población indefinidamente grande y que todas las especies que componen la comunidad o hábitat están representadas en la muestra (Bellis., 2012). El mismo se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$H = -(P_i \times \ln P_i)$$

Donde:

$P_i = n_i/N$ (valor de importancia)

$N =$ Total de todas las especies

$n_i =$ Abundancia para la especie i

$\ln P_i$ = Logaritmo natural de P_i .

El valor del índice de Shannon (H) suele hallarse entre 1,5 y 3,5 y sólo raramente sobrepasa 4,5.

- **Índice de diversidad de Simpson**

Mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo es indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes. Oscila entre los valores de 1.5 a 3.5 y solo de manera extraordinaria llega a un valor de 4.5, el cálculo de este índice se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$IDS = 1 - S (P_i)^2$$

Donde:

IDS = Índice de diversidad de Simpson corregido

S = Sumatoria de la proporción de individuos al cuadrado

(P_i)² = Proporción de individuos al cuadrado

- **Estimación de la biomasa seca viva sobre el suelo y cálculo de carbono (C).**

Se usó la ecuación alométrica de Chave *et al.* (2005), para especies de bosque tropical, la biomasa seca viva sobre el suelo (BSS en toneladas métricas) de un árbol individual se puede calcular como:

$$BSS_{\text{árbol}} = (p * \exp(-1.499 + (2.148 * \ln(D)) + (0.207 * \ln(D)^2) - (0.0281 * \ln(D)^3)) * 0.001$$

Donde:

D = es el diámetro a la altura del pecho (cm).

p = es la densidad de madera (g/cm^3).

Luego de calcular la biomasa seca viva se calculará el contenido de carbono (C).

3.3 Población y muestra

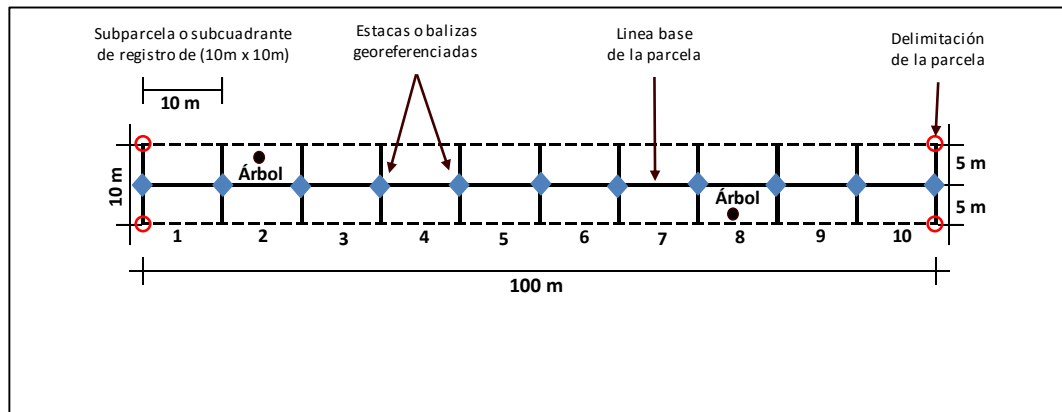
La información necesaria para la investigación se obtuvo de la zona de protección dentro del bosque siempre verde pie montano del CIPCA, ubicada en el cantón Arosemena Tola, parroquia Arosemena Tola, que tiene una superficie de 2023,24 Ha; teniendo como referente que los datos fueron tomados bajo la modalidad de inventarios mediante transectos permanentes.

Para determinar los parámetros ecológicos de la composición florística (densidad, dominancia, IVI, IVF), índices estructurales se trabajó sobre los datos registrados en los cinco transectos establecidos dentro del bosque siempre verde pie montano del CIPCA a objeto de comparar los resultados. Para obtener los datos se utilizó la hoja de campo que se presenta en el anexo 2.

Los perfiles estructurales (vertical y horizontal) se realizaron en referencia a los cinco transectos establecidos, considerando una longitud de 100 m y ancho de 10 m (figura 2). Se registraron los individuos mayores a 10 cm de DAP, la posición (distancia) y la altura total de los árboles. Para el perfil horizontal, se ubicó cada árbol en un eje de coordenadas (x, y) y se tomó en cuenta el diámetro y la forma de su copa. El diseño y toma de datos se realizó como se muestra en los anexos 3 y 4.

Para conocer la estructura diamétrica del bosque, el histograma de frecuencias de los individuos arbóreos se elaboró tomando en cuenta el número de árboles/ha y las clases diamétricas. La representación gráfica se presenta como se muestra en el anexo 5.

Figura 2.- Diseño de parcelas, realizadas en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016



3.4 Fuentes para la obtención de la información

La información necesaria para la investigación se obtuvo directamente a través de la medición y estimación de las variables evaluadas en las diferentes unidades de muestreo establecidas en el piso altitudinal entre los 800 a 900 msnm, en un bosque siempre verde pie montano perteneciente al CIPCA de la Universidad Estatal Amazónica, ubicado en el cantón Arosemena Tola, provincia de Napo.

El marco teórico se elaboró recurriendo a las diferentes fuentes bibliográficas disponibles en bibliotecas nacionales y extranjeras.

3.5 Instrumentos de la investigación

En la instalación de los transectos, se utilizaron instrumentos como brújula, GPS y cinta métrica. Para la toma de datos en el campo, se requirió de cinta diamétrica para medir los diámetros de los árboles e hipsómetro Sunnto para las alturas comerciales. Los árboles inventariados fueron marcados con spray de color rojo.

Para la correcta identificación de las especies se contó con el apoyo de un Botánico quien facilitó los nombres comunes. Para la clasificación taxonómica se colectaron muestras fértiles del material vegetal, se identificaron en el herbario de la Universidad Estatal Amazónica y sus nombres científicos se registraron en base al libro azul de plantas vasculares.

Para garantizar la confiabilidad y validez de los instrumentos, se constató que éstos se encontraban en óptimas condiciones, para el caso del GPS, se revisó la configuración del mismo, que estuviese acorde a las necesidades requeridas.

Para procesar la información de campo se procedió al uso del Software Excel, el cálculo de las diferentes variables se realizó con la aplicación de expresiones matemáticas (fórmulas) establecidas.

3.6 Procesamiento de la información

Una vez obtenida la información, se procedió a procesarla mediante el uso de los paquetes informáticos como son hoja electrónica Excel y se realizaron los cálculos estadísticos con el programa SPSS.

La información cuantitativa fue organizada en una base de datos mediante el programa Excel.

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

4.1 Composición florística e índices de valor de importancia

4.1.1 Diversidad de familias

Se registraron 385 individuos de árboles con DAP \geq 10cm, representados por 38 familias, 72 especies, de las cuales una especie no se pudo identificar a nivel de familia. Las familias con mayor número de especies son las *Arecaceae*, *Moraceae*, *Myristicaceae*, *Lauraceae*, *Urticaceae*, *Annonaceae*, *Meliaceae*, *Rubiaceae*, *Clusiaceae*, y una familia desconocida con 2 especies; seguida de *Euphorbiaceae*, *Mimosaceae* y *Vochysiaceae* con 7 especies; *Bombacaceae*, *Polygonaceae* y *Myrtaceae* con 3 especies. Las familias menos diversas fueron: *Anacardaceae*, *Boraginaceae*, *Nyctaginaceae*, *Piperaceae*, *Sapindaceae* y *Araliaceae* entre otras con una especie (Tabla 1).

Tabla 1.- Familias a nivel de especies e individuos presentantes en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016.

Familias	N. Científico	Parcelas					Σ	Σ Total
		1	2	3	4	5		
Anacardaceae	<i>Xylopia</i> sp.	1					1	1
Annonaceae	<i>Dugetia</i> sp.				1		1	18
	N/N	6	2	4	2	3	17	
Apocynaceae	<i>Lacmellea</i> sp.				1		1	1
Araliaceae	N/N			1			1	1
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>		1				1	64
	<i>Euterpes precatoria</i>	1					1	
	<i>Iriartea deltoidea</i>	6	19	15	10	8	58	
	<i>Iriartea</i> sp.		1				1	
	<i>Oenocarpus batagua</i>	2					2	
	<i>Socratea exzoriza</i>					1	1	
Bombacaceae	<i>Matisia grandifolia</i>			2		1	3	3
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>			1			1	1
Burceraceae	<i>Protium</i> sp.	4	1		2	1	8	8
Caricaceae	<i>jacaratia spinosa</i>		2				2	2
Clusiaceae	<i>Clussia</i> sp.	1	1	1	1	1	5	13
	<i>Garcinia</i> sp.	2			1	1	4	
	<i>Tovomita</i> sp.	1				2	3	

	<i>Vismia</i> sp.			1			1	
Elafocarpaceae	<i>Sloania</i> sp.		1				1	1
Euphorbiaceae	<i>Mabea</i> sp.	1					1	7
	<i>Sapium</i> sp.		1	2		2	5	
	N/N				1		1	
Fabaceae	<i>Eritryna amazonica</i>		2				2	10
	<i>Parkia</i> sp.					1	1	
	N/N	5		1	1		7	
Flacourtiaceae	<i>Tetrathylacium macrophyllum</i>	1	1				2	2
Lauraceae	<i>Endlicheria</i> sp.				1		1	23
	<i>Ocotea</i> sp.	1	3				4	
	<i>Nectandra</i> sp.		5	6	1	3	15	
	N/N			2	1		3	
Lecythidaceae	<i>Grias neuberthii</i>		1	4	2		7	8
	<i>Gustavia longifolia</i>	1					1	
Malpigiaceae	N/N				1		1	1
Malvaceae	<i>Apeiba aspera</i>	1	1		1	1	4	5
	<i>Quararibea</i> sp.	1					1	
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.		1	1	2	2	6	6
Meliaceae	<i>Cedrela</i> sp.			3	1		4	15
	<i>Guarea</i> sp.		3	2	4	1	10	
	N/N				1		1	
Mimosaceae	<i>Inga</i> sp.	1		3	3		7	7
Monimiaceae	<i>Siparuna</i> sp.		3	1			4	4
Moraceae	<i>Batocarpus orinocense</i>				1		1	34
	<i>Batocarpus</i> sp.	1					1	
	<i>Brosimum utile</i>				1	1	2	
	<i>Chrysophyllum</i> sp.		1				1	
	<i>Claricia racemosa</i>				1		1	
	<i>Ficus</i> sp.	2	5	2	1		10	
	<i>Tovomita</i> sp.		1				1	
	<i>Perebea</i> sp.		1		2		3	
	<i>Pseudolmedia</i> sp.	2					2	
	<i>Sorocea</i> sp.		1		1		2	
	<i>Sorocea</i> sp.				1		1	
	N/N	6	2			1	9	
Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i>	1	5	3	5	11	25	33
	<i>Virola</i> sp.	2	1	1	1	3	8	
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	1					1	3
	<i>Plinia</i> sp.	1					1	
	N/N					1	1	
N/N	<i>Spatulata</i> sp.					1	1	41
	N/N	12	10	1	8	9	40	

Nyctaginaceae	<i>Neea</i> sp.					1	1	1
Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i>			1	2		3	6
	<i>Minquartia</i> sp.					1	1	
	N/N	1		1			2	
Piperaceae	<i>Piper</i> sp	1					1	1
Polygonaceae	<i>Coccoloba desinfron</i>				1		1	3
	<i>Coccoloba</i> sp.	1				1	2	
Rubiaceae	<i>Randia</i> sp.			1			1	14
	<i>Pentagonia</i> sp.				2	1	3	
	<i>Posoqueria</i> sp.		1				1	
	<i>Psychotria</i> sp.		1				1	
	<i>Psychotria</i> sp.	4	1	1		1	7	
	N/N				1		1	
Salicaceae	<i>Hasseltia floribunda</i>		1	1			2	2
Sapindaceae	<i>Allophylus</i> sp			1			1	1
Sapotaceae	<i>Micropholis crysophyllum</i>	1	2				3	12
	<i>Pouteria</i> sp.	1				1	2	
	N/N	1	3		1	2	7	
Sterculiaceae	<i>Sterculia</i> sp.			1		1	2	2
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>		11	2	1	1	15	22
	<i>Pourouma bicolor</i>			4			4	
	<i>Pourouma minor</i>		1	1		1	3	
Violaceae	<i>Leonia glycyarpa</i>			1		1	2	2
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> sp.			5	1	1	7	7
Total general		74	97	77	69	68	385	385

4.1.2 Índice de Diversidad de Shannon y Simpson

El índice de Shannon- Wiener (H) tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies.

El índice de dominancia de Simpson (D) considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie.

Los cálculos de los índices de diversidad de Shannon y Simpson se presentan en las Tablas 2, 3 y 4 a continuación:

Tabla 2.- Índice de diversidad de Shannon y Simpson por especies en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016.

Nº.	Especies	Nº. Indv.	p(i)	ni(ni-1)	p(i)Ln p(i)	p(i)*(Ln p(i)) ²
1	<i>Iriarte deltoidea</i>	62	0,1834	0,0332	-0,311	0,5276
2	<i>Nectandra</i> sp	10	0,0296	0,0008	-0,104	0,3667
3	<i>Cecropia sciadophylla</i>	15	0,0444	0,0018	-0,138	0,4306
4	<i>Croton matourensis</i>	3	0,0089	0,0001	-0,042	0,1981
5	<i>Inga</i> sp	14	0,0414	0,0016	-0,132	0,4199
6	<i>Ficus</i> sp	4	0,0118	0,0001	-0,053	0,2330
7	<i>Apeiba membranacea</i>	5	0,0148	0,0002	-0,062	0,2626
8	<i>Pourouma minor</i>	4	0,0118	0,0001	-0,053	0,2330
9	<i>Virola</i> sp	14	0,0414	0,0016	-0,132	0,4199
10	<i>Cedrela odorata</i>	3	0,0089	0,0001	-0,042	0,1981
11	<i>Dussia</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
12	<i>Trichilia</i> sp	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
13	<i>Wettinia maynensis</i>	8	0,0237	0,0005	-0,089	0,3317
14	<i>Ocotea</i> sp	6	0,0178	0,0003	-0,072	0,2885
15	<i>Pterocarpus</i> sp	5	0,0148	0,0002	-0,062	0,2626
16	<i>Pollalesta discolor</i>	6	0,0178	0,0003	-0,072	0,2885
17	<i>Clusia</i> sp	6	0,0178	0,0003	-0,072	0,2885
18	<i>Naucleopsis</i> sp	7	0,0207	0,0004	-0,080	0,3113
19	<i>Rollinia</i> sp	4	0,0118	0,0001	-0,053	0,2330
20	<i>Guarea</i> sp	4	0,0118	0,0001	-0,053	0,2330
21	<i>Tovomita</i> sp	5	0,0148	0,0002	-0,062	0,2626
22	<i>Sapium glandulosum</i>	4	0,0118	0,0001	-0,053	0,2330
23	<i>Cecropia ficifolia</i>	3	0,0089	0,0001	-0,042	0,1981
24	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
25	<i>Jacaranda copaia</i>	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
26	<i>Brosimum utile</i>	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
27	<i>Miconia</i> sp	10	0,0296	0,0008	-0,104	0,3667
28	<i>Pseudopiptadenia</i> sp	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
29	<i>Dendropanax</i> sp	3	0,0089	0,0001	-0,042	0,1981
30	<i>Otoba</i> sp	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
31	<i>Cordia alliodora</i>	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
32	<i>Coussapoa</i> sp	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
33	<i>Sapium</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
34	<i>Vochysia bracedliniae</i>	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
35	<i>Nectandra oppositifolia</i>	3	0,0089	0,0001	-0,042	0,1981
36	<i>Perebea</i> sp	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
37	<i>Alchorneopsis</i>	3	0,0089	0,0001	-0,042	0,1981
38	<i>Pourouma bicolor</i>	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
39	<i>Casearia</i> sp	3	0,0089	0,0001	-0,042	0,1981
40	<i>Sterculia colombiana</i>	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
41	<i>Leonia glicicarpa</i>	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
42	<i>Neea</i> sp	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
43	<i>Prunus</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
44	<i>Pourouma guianensis</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
45	<i>Inga edulis</i>	3	0,0089	0,0001	-0,042	0,1981
46	<i>Guarea fistulosa</i>	3	0,0089	0,0001	-0,042	0,1981
47	<i>Tobomita</i> sp	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
48	<i>Eschweilera</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
49	<i>Psychotria</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003

50	<i>Viola obovata</i>	3	0,0089	0,0001	-0,042	0,1981
51	<i>Apariumun cordatum</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
52	<i>Eschweilera</i> sp	3	0,0089	0,0001	-0,042	0,1981
53	<i>Urera</i> sp	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
54	<i>Cacearia</i> sp.	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
55	<i>Viola duckei</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
56	<i>Machaerium</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
57	<i>Pentagonia</i> sp	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
58	<i>Schefflera morototoni</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
59	<i>Solanum</i> sp	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
60	<i>Lozania</i> sp	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
61	<i>Ochroma pyramidale</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
62	<i>Bauhinia</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
63	<i>Vismia baccifera</i>	2	0,0059	0,0000	-0,030	0,1557
64	<i>Cecropia</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
65	<i>Eugenia</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
66	<i>Simarouba amara</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
67	<i>Cecropia ficifolia</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
68	<i>Inga marginata</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
69	<i>Aegiphylia</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
70	<i>Batocarpus orinocensis</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
71	<i>Parkia</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
72	<i>Grias neuberthii</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
73	<i>Endlicheria</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
74	<i>Pentagonia</i> sp.	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
75	<i>Protium nodulosum</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
76	<i>Alchornea triplinervia</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
77	<i>Gustavia longuifolia</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
78	<i>Siparuna</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
79	<i>Cedrela</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
80	<i>Otoba glicicarpa</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
81	<i>Tapirira</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
82	<i>Cecropia litoralis</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
83	<i>Erythroxylum macrophyllum</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
84	<i>Mabea</i> sp	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
85	<i>Matisia obliquifolia</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
86	<i>Pleurothyrium insigne</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
87	<i>Sorocea</i> sp.	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
88	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
89	<i>Dendropanax arboreus</i>	1	0,0030	0,0000	-0,017	0,1003
90	<i>No Identificados</i>	34	0,1006	0,0099	-0,231	0,5306
TOTAL		385	1	0,05328	-3,7126	15,67367924

Utilizando la Tabla 2, se calcularon los índices de Shannon y Simpson. Los resultados muestran un valor de 3,712 para el Índice de Shannon (Tabla 3). Lo cual nos indica que este tipo de bosque tiene una diversidad alta, dado que valores inferiores a 2 es considerado de baja diversidad, mientras que superiores a 3 son considerados altos.

Tabla 3.- Índice de Shannon resultantes de los cinco Transectos permanentes de monitoreo de 1.000 m² en un bosque siempre verde pie montano en la provincia de Napo.

Índice de Shannon	
H=	3,712

Mientras que el Índice de Simpson de 0,95 verifica la presencia de una composición florística media a alta propia de estos ecosistemas de pío de monte (Tabla 4).

Tabla 4.- Índice de Simpson resultantes de los cinco Transectos permanentes de monitoreo de 1.000 m² en un bosque siempre verde pie montano en la provincia de Napo.

Índice de Simpson	
D=	0,95

Las derivaciones de la diversidad florística utilizando los Índices de Shannon (3,71) y al índice de Simpson (0,95) revelan que este bosque siempre verde del pie de monte de Napo existe dominancia de pocas especies, por lo que posee una composición florística diversa (Tablas 8 y 9).

4.1.3 Abundancia, Frecuencia y Dominancia

Abundancia.- Las familias con mayor número de individuos de acuerdo a su abundancia son Arecaceae con 64 individuos que representan el 16,58%, Myristicaceae con 33 individuos que representan el 8,55%, Moraceae con 32 individuos (8,29%), Lauraceae con 23 individuos (5,96%), Urticaceae con 22 individuos (Tabla 5). Mientras que las familias con menor número de individuos fueron: Carprifoliaceae, Nyctaginaceae, Piperaceae, Sapindaceae, Araliaceae entre otras. La Tabla completa sobre la abundancia a nivel de familia se muestra en el Anexo 6.

Tabla 5.- Familias con mayor número de individuos de acuerdo a su abundancia del bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016.

Familia	No. Individuos	Porcentaje %	Área Basal
ARECACEAE	64	16,62	1,691
MYRISTICACEAE	33	8,55	2,304
MORACEAE	32	8,29	3,261
LAURACEAE	23	5,96	1,087
URTICACEAE	22	5,70	0,893
ANNONACEAE	19	4,92	1,051
MELIACEAE	15	3,89	0,672
RUBIACEAE	14	3,63	0,270
SAPOTACEAE	13	3,37	0,440
CLUSIACEAE	13	3,37	0,254
LEGUMINOSAE	10	2,59	0,192
MALVACEAE	9	2,33	0,746

A nivel de especies, 92 Individuos no fueron identificados y corresponden al (23,90%). De las especies identificadas, *Iriartea deltoidea* presentó mayor abundancia con 58 individuos que representan el 15,06%, *Otoba glycyarpa* con 25 individuos (6,49%), *Cecropia sciadophylla* y *Nectandra* sp. Cada una con 15 individuos (3,90%), *Ficus* sp., y *Guarea* sp., con 10 individuos (2,60%) y las especies con menor número de individuos fueron: *Sloanea* sp., *Socratea exorrhiza*, *Spatulata*, *Vismia* sp., *Xylopia* sp., entre otras con números menores de individuos que representan el (Tabla 6). La Tabla completa sobre la abundancia a nivel de especie se muestra en el Anexo 7.

Tabla 6.- Especies con mayor número de individuos del bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016.

Especie	No. Individuos	Porcentaje %	Área Basal
<i>Iriartea deltoidea</i>	58	15,06	1,44
<i>Otoba glycyarpa</i>	25	6,49	1,62
<i>Cecropia sciadophylla</i>	15	3,90	0,53
<i>Nectandra</i> sp.	15	3,90	0,87
<i>Ficus</i> sp.	10	2,60	1,62
<i>Guarea</i> sp.	10	2,60	0,43
<i>Protium</i> sp.	8	2,08	0,25
<i>Psychotria</i> sp.	8	2,08	0,11
<i>Virola</i> sp.	8	2,08	0,69
<i>Inga</i> sp.	7	1,82	0,15

<i>Vochysia</i> sp.	7	1,82	0,32
<i>Grias neuberthii</i>	6	1,56	0,07
<i>Miconia</i> sp.	6	1,56	0,08
<i>Clussia</i> sp.	5	1,30	0,07
<i>Sapium</i> sp.	5	1,30	0,25
<i>Apeiba Aspera</i>	4	1,04	0,66
<i>Cedrella</i> sp.	4	1,04	0,21
<i>Garcinia</i> sp.	4	1,04	0,10
<i>Ocotea</i> sp.	4	1,04	0,07
<i>Siparuna</i> sp.	4	1,04	0,09

Dominancia.- El resultado obtenido para el Área Basal o Dominancia total en este piso altitudinal es de 17,26 m². La familia con mayor dominancia fue la Moraceae con un total de 3,26 m² (18,89%), le siguen las familias Myristicaceae 2,30 m² (13,35%) y Arecaceae 1,69 m² (9,80%) y una familia no identificada con 1,55 m² (9,00%), además de la presencia de otras especies de las familias Lauraceae 1,09 m² (6,30%), Annonaceae 1,51 m² (6,09%); y por último las familias con menor dominancia fueron: Nyctaginaceae, Piperaceae, Sapindaceae, Malvaceae, Araliaceae 0,01 m² (0,05%).

La especie con mayor Área Basal o dominancia fueron las especies desconocidas con 4,82 m² (27,89%), el *Ficus* sp., y *Otoba glycyarpa* con un total de 1,62 m² (9,38%), le siguen *Iriartea deltoidea* 1,44 m² (8,35%), *Nectandra* sp., con 0,87 m² (5,06%); y las especies con menor dominancia fueron: *Neea* sp., *Piper* sp, *Spatulata*, *Eugenia* sp, *Quararibea* sp, *Mabea* sp. con 0,01 m² (0,05%).

Frecuencia.- En cuanto a la Frecuencia las familias con mayores valores fueron Moraceae, Myristicaceae, Arecaceae, Lauraceae, Annonaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Leguminosae su presencia fue en las cinco parcelas establecidas en este piso altitudinal (4,42%), le siguen Urticaceae, Meliaceae, Sapotaceae, Burceraceae, Lecythidaceae, Olacaceae, Melastomataceae con 4 apariciones cada una (3,54%). Las familias con menor frecuencia fueron: Nyctaginaceae, Piperaceae, Sapindaceae, Araliaceae entre otras con una aparición cada una (0,88%) (Tabla 4), la Tabla completa se encuentra en el Anexo 7.

En cuanto a la Frecuencia las especies con mayores valores fueron *Otoba glycyarpa*, *Iriartea deltoidea*, *Virola* sp., *Clussia* sp., cada una (3,47%), le siguen *Ficus* sp., *Nectandra* sp., *Apeiba aspera*, *Cecropia sciadophylla*, *Guarea* sp., *Protium* sp., *Psychotria* sp., *Miconia* sp., con cuatro apariciones cada una (2,78%). Luego *Vochysia* sp., *Sapium* sp., *Pourouma minor*, *Inga* sp., *Garcinia* sp., *Tovomita* sp., con tres apariciones cada una (2,08%). Las especies con menor frecuencia fueron: *Neea* sp., *Piper* sp., *Spatulata*, *Eugenia* sp., *Quararibea* sp., *Mabea* sp., entre otras con una aparición cada una (0,69%) (Tabla 5). La Tabla completa se encuentra en el Anexo 8.

4.1.4 Índices de valor de importancia de Familia (IVIF) y de especie IVI

Las familias con el mayor IVIF fueron: Moraceae 11,66%, Myristicaceae 8,89 %, Arecaceae 7,11%, No Identificadas 6,71%, Lauraceae 5,36%; y las familias con menor IVI: Piperaceae, Sapindaceae 0,47%, 0,59%, Malvaceae, Araliaceae 0,46% entre otras (Tabla 7). Las especies con el mayor IVI fueron: las No Identificadas 15,68 %, *Otoba glycyarpa* 6,42%, *Ficus* sp., 6,08%, *Iriartea deltoidea* 5,91%, *Nectandra* sp 3,92%, *Virola* sp. 3,92 % y las especies con menor IVI: *Eugenia* sp, *Quararibea* sp, *Mabea* sp. 0,37% (Tabla 8). La Tabla completa sobre el IVI a nivel de especie se muestra en el Anexo 9.

Tabla 7.- Familias más importantes de acuerdo al IVIF (índice de importancia de familia), en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016.

Familias	Abundancia		Frecuencia		Dominancia (Área Basal)		IVI Fam
	Abso.	Relat.	Abso.	Relat.	Abso	Relat.	
MORACEAE	32	8,29	5	4,425	3,261	18,89	11,656
MYRISTICACEAE	33	8,55	5	4,425	2,304	13,35	8,886
ARECACEAE	64	16,58	5	4,425	1,691	9,80	7,111
LAURACEAE	23	5,96	5	4,425	1,087	6,30	5,360
ANNONACEAE	19	4,92	5	4,425	1,051	6,09	5,257
MALVACEAE	9	2,33	5	4,425	0,746	4,32	4,372
EUPHORBIACEAE	7	1,81	5	4,425	0,273	1,58	3,004
RUBIACEAE	14	3,63	5	4,425	0,270	1,56	2,994

CLUSIACEAE	13	3,37	5	4,425	0,254	1,47	2,947
LEGUMINOSAE	10	2,59	5	4,425	0,192	1,11	2,769
URTICACEAE	22	5,70	4	3,540	0,893	5,18	4,357
MELIACEAE	15	3,89	4	3,540	0,672	3,89	3,717

La Tabla completa del IVIF se muestra en el Anexo 7.

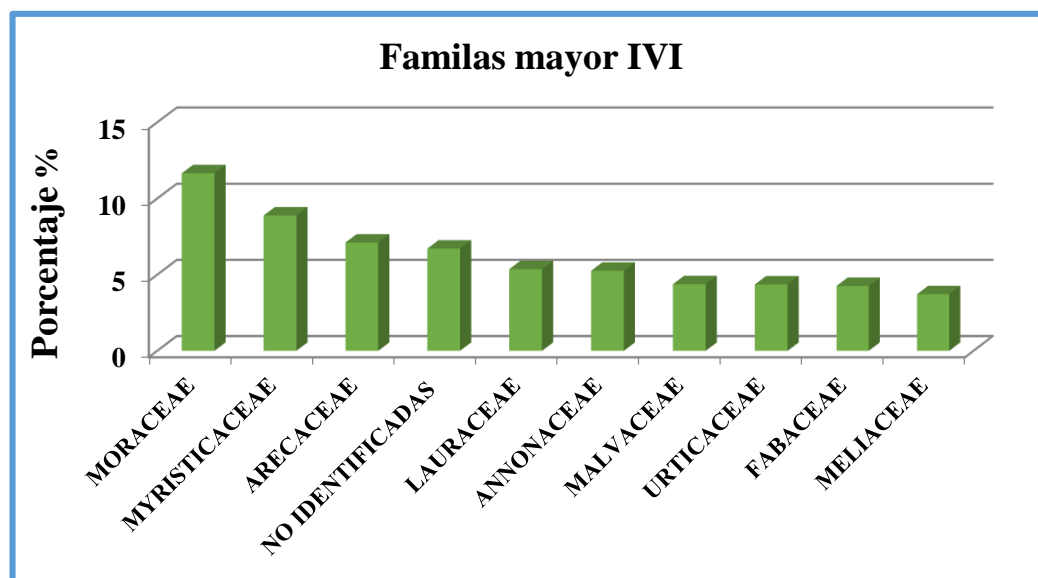


Figura 3.- Índice de valor de Importancia de las familias más significativas, en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016

Tabla 8.- Especies significativas de acuerdo al IVI, en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016.

Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia (Área Basal)		IVI Fam
	Abso.	Relat.	Abso.	Relat.	Abso	Relat.	
<i>Iriartea deltoidea</i>	58	15,06	5	3,47	1,44	8,35	5,91
<i>Otoba glycyarpa</i>	25	6,49	5	3,47	1,62	9,36	6,42
<i>Nectandra</i> sp.	15	3,90	4	2,78	0,87	5,06	3,92
<i>Cecropia sciadophylla</i>	15	3,90	4	2,78	0,53	3,10	2,94
<i>Ficus</i> sp.	10	2,60	4	2,78	1,62	9,38	6,08
<i>Guarea</i> sp.	10	2,60	4	2,78	0,43	2,47	2,62
<i>Virola</i> sp.	8	2,08	5	3,47	0,69	3,98	3,73
<i>Protium</i> sp.	8	2,08	4	2,78	0,25	1,45	2,11
<i>Psychotria</i> sp.	8	2,08	4	2,78	0,11	0,64	1,71
<i>Vochysia</i> sp.	7	1,82	3	2,08	0,32	1,83	1,96
<i>Inga</i> sp.	7	1,82	3	2,08	0,15	0,84	1,46
<i>Miconia</i> sp.	6	1,56	4	2,78	0,08	0,47	1,62

<i>Clussia</i> sp.	5	1,30	5	3,47	0,07	0,38	1,93
<i>Sapium</i> sp.	5	1,30	3	2,08	0,25	1,46	1,77
<i>Apeiba aspera</i>	4	1,04	4	2,78	0,66	3,81	3,29
<i>Garcinia</i> sp.	4	1,04	3	2,08	0,10	0,58	1,33
<i>Cedrella</i> sp.	4	1,04	2	1,39	0,21	1,20	1,30
<i>Tovomita</i> sp.	4	1,04	3	2,08	0,09	0,50	1,29
<i>Siparuna</i> sp.	4	1,04	2	1,39	0,09	0,49	0,94
<i>Grias neubertii</i>	6	1,56	2	1,39	0,07	0,41	0,90

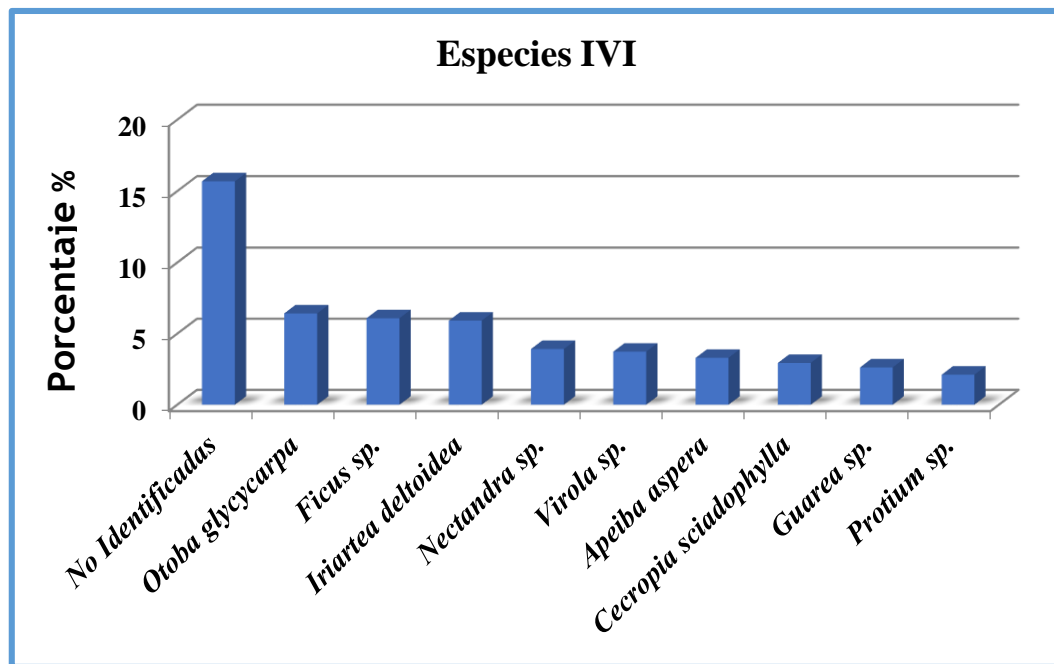


Figura 4.- Índice de valor de Importancia de las especies más significativas, en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016.

4.2 Estructura diamétrica del bosque

En lo que respecta a la distribución de todos los individuos de acuerdo a las clases diamétricas, la distribución se asemeja a una “J” invertida (Figura 5), tipo de distribución que corresponde a una estructura de bosques disetáneos (compuestos por árboles de distintas edades), Louman, *et al.* (2001), posiblemente por disturbios naturales. Para el caso estudiado, la distribución menor de 10 a 20 cm de DAP es donde se agrupan la mayor cantidad de individuos 261, con un área basal de 4,61 m² y un volumen de 28,28 m³; no obstante es en las clases mayores a 50 cm de DAP donde con solo 12 individuos se representa su área basal de 4,40 m² y volumen 58,32 m³, ubicando con ello la presencia de grandes árboles y poco

representados, no obstante la estructura es bastante diversa como se puede ver la presencia de varios individuos en las diferentes clases diamétricas (Tabla 9).

Tabla 9.- Distribución diamétrica de individuos por intervalos de DAP en las cinco parcelas (0.5 ha), del bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016.

Intervalos (DAP)	No. Individuos	Área basal (m ²)	Volumen (m ³)
10,0-20,0	261	4,61	28,28
20,1-30,0	68	3,02	23,56
30,1-40,0	27	2,66	25,73
40,1-50,0	17	2,58	25,58
> 50,1	12	4,40	58,32
TOTAL	385	17,27	161,47

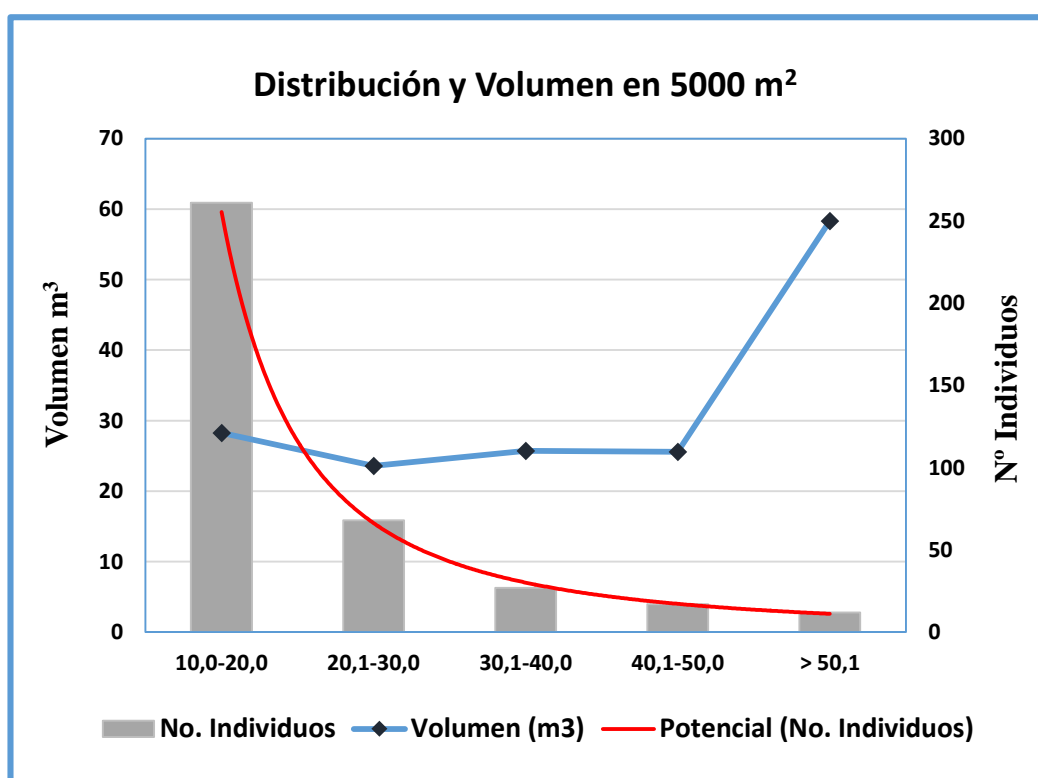


Figura 5.- Número de individuos por clase diamétrica en el bosque amazónico (BSVPM) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, 2016.

4.3 Biomasa aérea y almacenamiento de carbono (C)

4.3.1 Cálculo de la biomasa aérea y carbono

La biomasa aérea fue calculada analizando todos los árboles con DAP mayor o igual a 10 cm, los cálculos fueron realizados utilizando la ecuación alométrica sugerida por Chave *et al.* (2005). Para el cálculo de carbono se consideró el resultado del cálculo de biomasa aérea calculado multiplicado por el factor de 0,5 de acuerdo a lo recomendado por Penman *et al.* (2003). La Tabla 10 muestra los resultados de la biomasa y carbono calculados por hectáreas, así como también el número de árboles computados por parcelas y por hectáreas.

Tabla 10.- Cálculo de los promedios de Biomasa, Carbono y número de individuos por hectárea, determinados con una muestra de 5 Transectos permanentes de muestreo de 1000 m², extrapolados a 1 ha., Provincia de Napo.

Parcelas	No arboles/1000 m ²	No. arboles/ha	Biomasa Mg/ha	Carbono Mg/ha
1	74	740	319,69	159,84
2	97	970	426,84	213,42
3	77	770	215,29	107,65
4	69	690	297,41	148,71
5	68	680	276,11	138,05
Promedio	77	770	307,07	153,53

4.3.2 Relación abundancia - almacenamiento de carbono a nivel de Familias

La relación abundancia de individuos por familia y la concentración de carbono se muestra en la Figura 7, estos resultados muestran que la familia Arecaceae (palmas) con una abundancia de individuos de 16,62% del total de individuos solo contribuye con el 4,48% del total de Carbono aéreo concentrado en Toneladas por hectáreas. Esta relación es importante analizar especialmente porque la familia Arecaceae es una de la más abundante en toda la Amazonía, e importante en términos de biodiversidad por su contribución a otras especies, sin embargo en términos de concentración de carbono no es precisamente la familia que más aporta, la baja

concentración de carbono de esta especie se debe a su composición leñosa y su crecimiento en diámetro típicamente bajo.

Al contrario, en este tipo de bosque vemos que la familia Moraceae, tercera en abundancia de individuos con una presencia del 8,83% como total de individuos contribuye con el 23,82% del Carbono almacenado en el bosque de la zona de estudio. La familia Myristicaceae ocupa el tercer lugar en la lista de abundancia de individuos con un 8,57% contribuye con el 11,06% del almacenamiento de carbono. Mientras que la familia Lauraceae que encierra a importantes especies forestales maderables muy apetecidas por el mercado como los géneros *Ocotea* spp., y *Nectandra* spp., conocidos comúnmente como canelos son arboles maderables muy apetecidos por el mercado, con alrededor del 6% de todos los individuos contribuye con el 7,32% del carbono total.

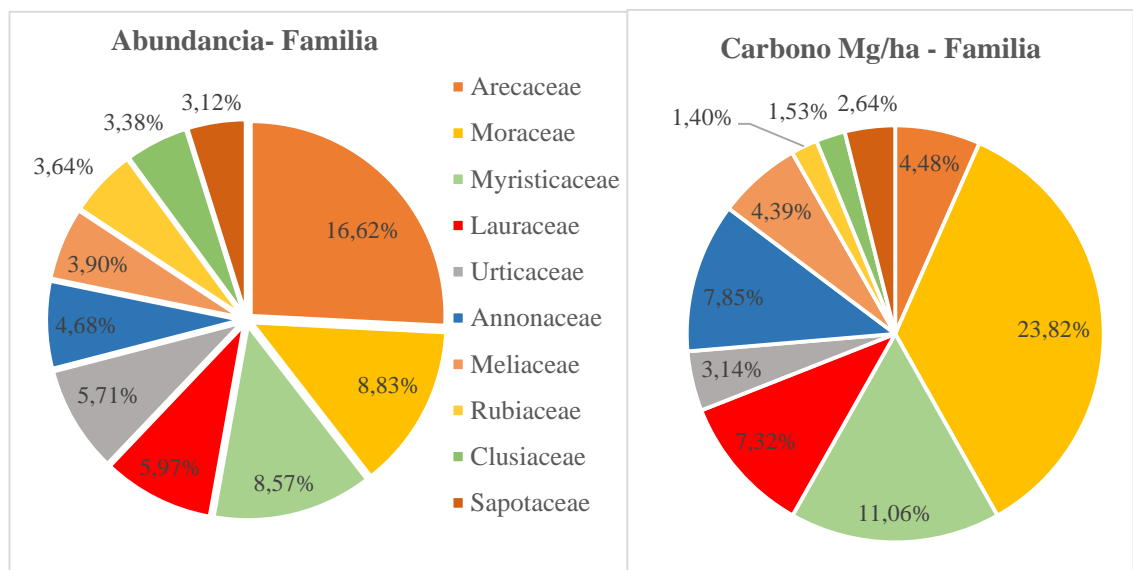


Figura 6.- Relación abundancia y almacenamiento de carbono bosque amazónico (BSVPM) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016.

4.3.3 Relación abundancia - almacenamiento de carbono a nivel de especies

Las diez especies arbóreas más representativas en términos porcentuales para el almacenamiento de carbono en este sitio de estudio resultaron en su orden de

importancia: *Ficus* sp., *Otoba glyxicarpa*, *Nectandra* sp., *Virola* sp., *Iriartea deltoidea*, *Guarea* sp., *Apeiba aspera*, *Brosimum utile*, *Sapium* sp., y *Cecropia sciadophylla* (Figura 7).

Analizando la relación abundancia – almacenamiento de carbono a nivel de las 10 principales especies, se demuestra que aunque la especie *Iriartea deltoidea* tiene una abundancia del 15% del total de individuos, solo contribuye con cerca del 4% del almacenamiento de Carbono, mientras que las especies de *Ficus* sp., con el 2% de presencia a nivel de individuos contribuyen con el 12% al almacenamiento de carbono (Figura 7).

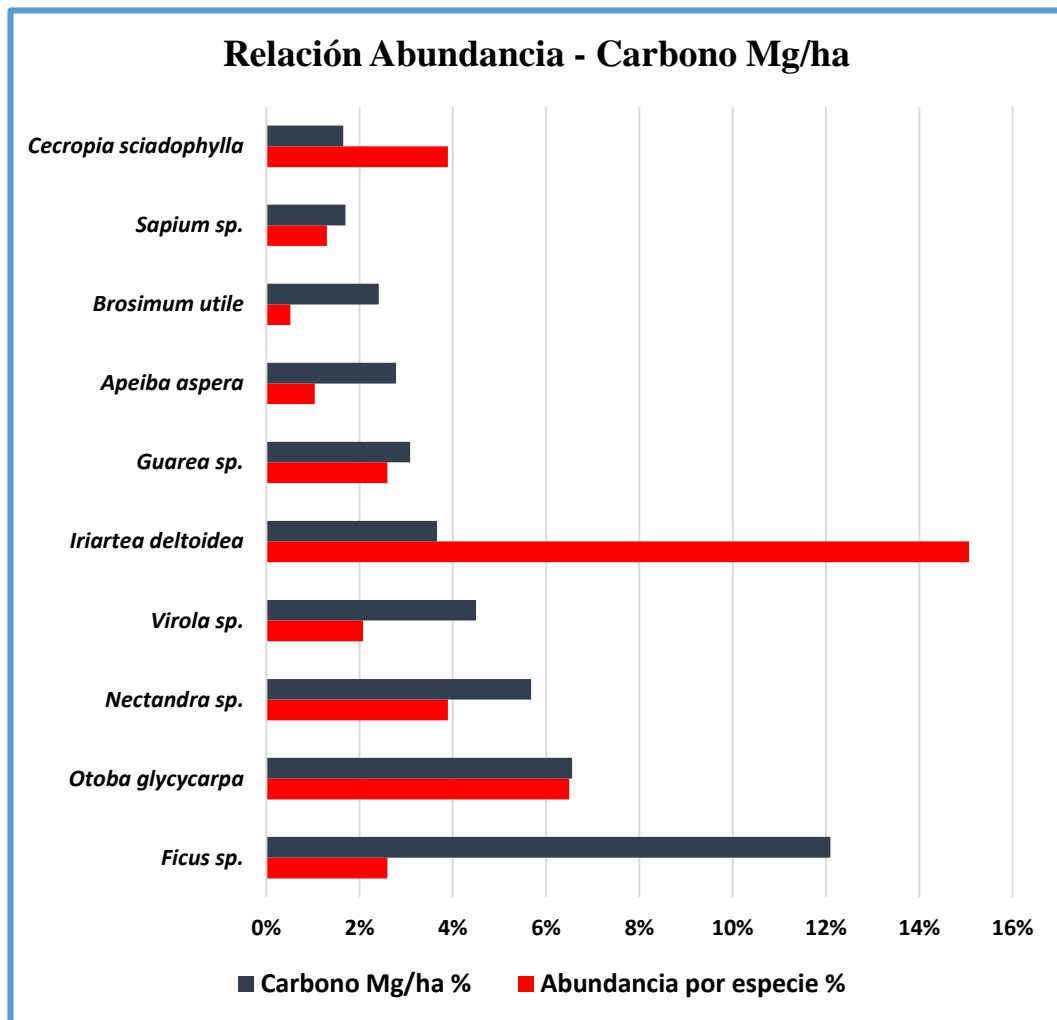


Figura 7.- Relación abundancia y almacenamiento de carbono a nivel de especies en bosque amazónico (BSVPM) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La familia Arecaceae fue la más representativa a nivel de individuos presentes en las cinco parcelas permanentes, representada por seis especies.
- De acuerdo a los resultados de los índices de diversidad de Shannon y Simpson el bosque pie montano de 800 a 900 msnm zona de estudio tiene una alta diversidad florística y pocas especies dominantes.
- La familia con mayor número de individuos de acuerdo a su abundancia es la Arecaceae con 64 individuos que representan el (16.62%). Las familias con valores mayores en cuanto a frecuencia fueron Moraceae, Myristicaceae, Arecaceae, Lauraceae, Annonaceae, Malvaceae con presencia en las cinco parcelas (4.42%). Para el área basal o Dominancia se destaca la familia Moraceae con un total de 3.26 m² y (18.89%), fue la familia con mayor dominancia.
- La familia con mayor IVIF fue Moraceae con 11.66%, siendo *Otoba glycyarpa* con 6.42% la especie con mayor IVI.
- Con respecto a la estructura diamétrica en el piso altitudinal de 800 a 900 msnm, la mayor cantidad de individuos se encuentran agrupados en la clase de 10-20 cm de DAP, con 261 individuos, con un área basal de 4.61 m² y un volumen de 28.28 m³.
- En la relación abundancia – almacenamiento de carbono la familia con mayor abundancia fue la Arecaceae con 16.62% del total de individuos y contribuye con el 4.48% del total de carbono aéreo concentrado en toneladas por hectárea. En tanto que la familia Moraceae que es tercera en abundancia con presencia del 8.83% del total de individuos, contribuye con el 23.82% del carbono almacenado en el bosque de la zona de estudio.

5.2 Recomendaciones

- Considerar estos resultados en la planificación de los diferentes proyectos forestales, sean estos inventarios forestales, planes de ordenación de los recursos forestales, programas de reforestación para conservación o con fines comerciales, programas de conservación de especies y fijación de carbono.
- Profundizar en el estudio de manejo de bosques y las especies forestales que contribuyen con la fijación carbono, por cuanto se necesita tener más información disponible, con énfasis a especies que son requeridas por los mercados de madera a nivel local como nacional.
- Desarrollar investigaciones específicas en estructura, diversidad y concentración de carbono en los diferentes tipos de bosques que existen en el Ecuador continental, así como también en sus diferentes pisos altitudinales, con el objeto de tener mejores herramientas para la toma de decisiones en el manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques húmedos tropicales de la Amazonia Ecuatoriana.

BIBLIOGRAFIA

- Achard, F., DeFries, R., Eva, H., Hansen, M., Mayaux, P., Stibig, H.-J. 2007. Pan-tropical monitoring of deforestation. *Environmental Research Letters* 2:045022.
- Agudelo-Guinand, M. (2009). Biomasa aérea y contenido de carbono en bosques de *Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa*: Corredor de conservación de robles Guantiva – La Rusia – Iguaque (Santander – Boyaca). Santiago de Cali. Colombia.
- Aguirre, Z. 2001. Diversidad y composición florística de un área de vegetación disturbada por un incendio forestal. Tesis previa a la obtención del Grado de Master en Ciencias. Manejo Sustentable de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ec. 108 p.
- Baca, M. 2010. Caracterización de la estructura vertical y horizontal en bosque de pino-encino. Tesis como requisito parcial para obtener el grado de Master en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León, Mx. 117 p.
- Bellefontaine, R., Petit, A., Pain-Orcet, M., Deleporte., P y Bertault. (2002). Los árboles fuera del bosque. Centro de cooperación internacional en investigación Agrícola para el desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2002. Pág. 220.
- Bellis., M. B. (2012). Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad. Reduca (Biología). Serie Ecología. 5 (1): 71-115, 2012., 45.
- Betancourt, A. 1975. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Medellín – CO. Ministerio de Cultura, Edit. Científico – Técnica. 427 p.

- Brown, S. 2003. Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono en: XII CONGRESO MUNDIAL FORESTAL. 21 al 28 de septiembre de 2003. Quebec, Canadá. 107-121 p.
- Buitrón c. Ximena. 1999. Uso y comercio de plantas medicinales, situación actual y aspectos importantes para su conservación. Publicado por TRAFFIC International. Julio 1999.
- CATIE. (2002). INVENTARIOS FORESTALES PARA BOSQUES LATIFOLIADOS EN AMERICA CENTRAL. *Serie tecnica, Manual tecnico*, 278.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. a., Chambers, J. Q., Eamus, D., Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87–99. <http://doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>
- Cerón, M. C. 1993. Manual de botánica ecuatoriana, sistemática y métodos de estudio. Ediciones Abya – Ayala. Quito, Ecuador. 315 p.
- Corredor JR 2001. Silvicultura Tropical. Consejo de Publicaciones, Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela, 373 pp.
- Charles, B. et al. 1999. Construyendo cambios. Desarrollo forestal comunitario de los Andes. Quito-Ecuador. Cap. V. 28-35 p.
- Chave J., C Andalo., S Brown., M Cairns., J Chambers., D Eamus., H Fölster., F Fromard., N Higuchi y T Kira. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145(1):87-99.
- DEFINICION DE BOSQUE NATIVO (en línea). Consultado 23/Oct/2013. Disponible en <http://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bosque-forestal/bosque-nativo/>

- Dixon R. K., Brown S., Houghton R. A., Solomon A. M., Trexler M. C. & Wisniewski J. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* 263: 185 – 190. (1994).
- Donoso, C. 1981 a. Tipos Forestales de los bosques nativos de Chile. Doc. De trabajo Trabajo N° 38. Proyecto FAO.FO:DP/CHI/76/003.
- FAO. (2014). *Situación de los Bosques del Mundo*. Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA.
- FAO. (2011). *Situación de los Bosques del Mundo*. 193.
- Gentry, J. (1998). Transectos de 0.1 ha realizado en varios lugares del Ecuador, copia de datos originales de algunos inéditos. Napo: EcoCiencia.
- Groombridge, B., Jenkins, M.D. 2003. *World atlas of biodiversity*. University of California Press, Berkeley, California.
- Honorio, E. N. & T. R. Baker. 2010. *Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos*. Lima, Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Universidad de Leeds. 54p.
- Houghton, R. A., *Balancing the Global Carbon Budget*. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. *Climate Change: State of the Art (2001 - 2007)* Vol. 35: 313-347. May 2007.
- Huellas del Sumaco – *Revista Ambiental del Grupo Sumaco*, Volumen 8, 2012. Tena, Napo
- IPCC. *La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono*. Informe aceptado por el Grupo de trabajo III del IPCC. Bert Metz, Ogunlade Davison, Heleen de Coninck,

- Manuela Loos, Leo Meyer. 2005, Grupo Intergunamental de Expertos sobre el Cambio Climático. ISBN 92-9169-319-7. 2005.
- IPCC Good Practice Guidance for LULUCF. Directrices para la Elaboración de los Informes Nacionales destinados al FRA 2005. Anexo 5, tabla 3A.1.8, 3.2.2, 3.2.1 y 3.2.4. 2004.
- Jorgesen, P. León-Yáñez. 1999. Catalogue of vascular Plants of Ecuador. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. pp 75, 93.
- Kanninen, M. (2007). Secuestro de Carbono en Bosques El Papel de los Bosques en el Ciclo Global de Carbono.
- León, J. y. (1999). Estudios botánicos en el sur del Ecuador. En D. d. Universidad Nacional de Loja, Estudios botánicos en el sur del Ecuador (pág. 49). Loja.
- Louman, B.; Quiroz D. & Nilsson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica. Manual técnico No. 46.
- MAE. 2014. Normas para el Manejo Forestal Sustentable de los Bosques nativos húmedos del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Malhi, Y., J. Timmons Roberts, Richard, A., Betts, Timothy J. Killeen, Wenhong Li, C. A. Nobre. Climate Change, Deforestation, and the Fate of the Amazon. SCIENCE vol. 319 11 January 2008.
- Malhi, Y., Grace, J. 2000. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. Trends in Ecology and Evolution 15:332-337.

- Malhi, Y., Nobre, A. D., Grace, J., Kruijt, B., Pereira, M.G.P., Culf, A., Scott, S. Carbon dioxide transfer over a central Amazonian rain forests. *Journal of Geophysical Research*, 103, 31593-31612. 1998.
- Manual de botánica ecuatoriana, sistemática y métodos de estudio. Ediciones Abya – Ayala. Quito, Ecuador. 315 p.
- Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S. y Mehlreter K. (editores). 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INESEMARNAT), México, 348 p.
- Melendez, M., Gatica, B., & Motta, E. (s.f.). GUÍA PRÁCTICA DE INVENTARIOS FORESTALES AL 100% PARA CONSESIONES MADERABLES. 31.
- Neill, D. 2012. ¿Cuántas especies nativas de plantas vasculares hay en Ecuador? *REVISTA AMAZÓNICA Ciencia y Tecnología*. Universidad Estatal Amazónica UEA, Puyo, Pastaza, Ec. Volumen N° 1, pp. 70, 83.
- Ordóñez, J. y Masera, O. (2001). La captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques* 7(1):3-12. Xalapa. México.
- Ordoñez, J. 1999 Captura de carbono en un bosque templado. *Desarrollo Exótico Editorial S.A.* México DF.
- Palacios, W., & Jaramillo, N. (s.f.). Riqueza Florística y Forestal de los Bosques Tropicales Húmedos del Ecuador e implicaciones para su manejo. 50.
- Penman J., M Gytarsky., T Hiraishi., T Krug., D Kruger., R Pipatti., L Buendia., K Miwa., T Ngara y K Tanabe. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. *Institute for Global Environmental Strategies*. p.

- PROANCA. (2004). Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo. *Serie Técnica*, 49.
- Schlesinger, W. H. 2000. Biogeoquímica: un análisis del cambio global. España, Editorial Ariel. 577p.
- Sierra R., Cerón C.E., Palacios W., Valencia R. 1999. Criterios para la clasificación de la vegetación del Ecuador. En Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental.
- Vallejo, Joyas; M.I; Londoño, A.C; López, R.; Galeano, G; Alvarez, E Y Devia, W. (2005). Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá – Colombia. 310 p y 277 p.
- Villee, C. (1996). Biología. MCgraw Hill. 8ed.méxico D.F. México 142 -143.
- Van Minnen J.G., Klein K., Stehfest E., Eickhourt B., Van Drecht G., Leemans R.,. The importance of three centuries of land-use change for global and regional terrestrial carbon cycle. *Climate Change* 97: 123-144. 2009.
- Walker B., Steffen W., Canadell J. & Ingram J. The Terrestrial Biosphere and Global Change: Implications For Natural and Managed Ecosystems. Cambridge University Press, Cambridge. (1999).
- Wright, S.J. 2010. The future of tropical forests. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1195:1-27.

ANEXOS

Anexo 1.- Certificado Urkund

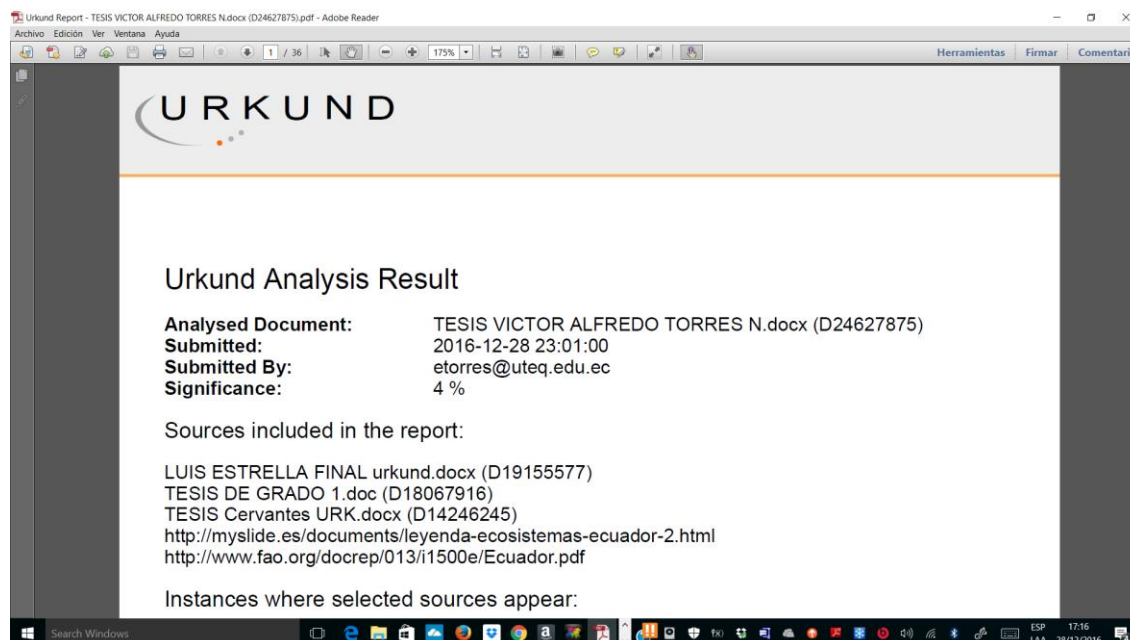
Quevedo, 28 de diciembre del 2016

Señor Ingeniero
Roque Vivas Moreira, M.Sc.
DIRECTOR DE POSTGRADO UTEQ
Presente.-

De mis consideraciones:

En calidad de Tutor del proyecto de investigación **ESTRUCTURA, DIVERSIDAD Y CONCENTRACIÓN DE CARBONO EN UN BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE 800 A 900 MSNM, EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA** me permito manifestar a usted y por su intermedio a los miembros del tribunal:

Que, el ING. VICTOR ALFREDO TORRES NAVARRETE, egresado de la Maestría en MANEJO Y APROVECHAMIENTO FORESTAL, ha cumplido con las correcciones de su proyecto de investigación de acuerdo al reglamento de Graduación de Postgrado de la UTEQ, y se ha subido su proyecto de grado al sistema URKUND. En este sentido, tengo a bien certificar la información reflejada en el sistema, con un porcentaje del 4%.



The screenshot shows a web browser window displaying the Urkund system interface. The page title is "Urkund Report - TESIS VICTOR ALFREDO TORRES N.docx (D24627875).pdf - Adobe Reader". The main content area features the Urkund logo at the top, followed by the heading "Urkund Analysis Result". Below this, a table-like structure provides the following information:

Analysed Document:	TESIS VICTOR ALFREDO TORRES N.docx (D24627875)
Submitted:	2016-12-28 23:01:00
Submitted By:	etorres@uteq.edu.ec
Significance:	4 %

Below the table, it states "Sources included in the report:" and lists the following sources:

- LUIS ESTRELLA FINAL urkund.docx (D19155577)
- TESIS DE GRADO 1.doc (D18067916)
- TESIS Cervantes URK.docx (D14246245)
- <http://myslide.es/documents/leyenda-ecosistemas-ecuador-2.html>
- <http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/Ecuador.pdf>

At the bottom, it says "Instances where selected sources appear:".

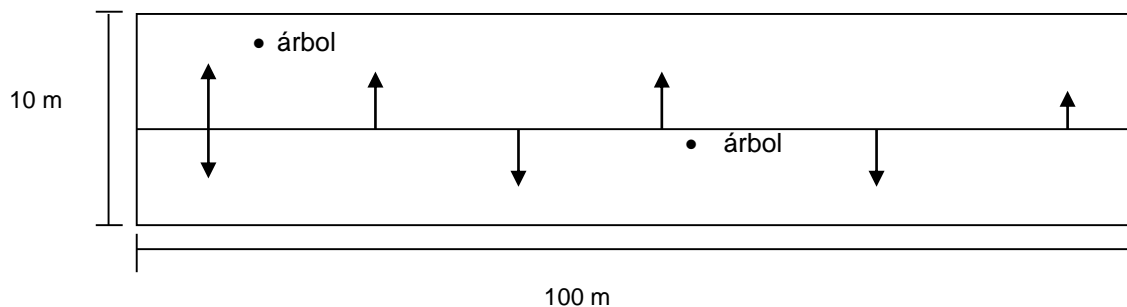
Ing. Bolier Torres Navarrete, MSc.
Tutor de Proyecto de Investigación

Anexo 2.- Hoja de campo para evaluar árboles ≥ 10 cm DAP

PARCELA: 100 x 10 m	SECTOR:
EVALUACIÓN: Individuos ≥ 10 cm \emptyset	FECHA:

Nro. Árbol	Nombre Común	DAP (cm)	Hc (m)	Observaciones
1				
2				
3				

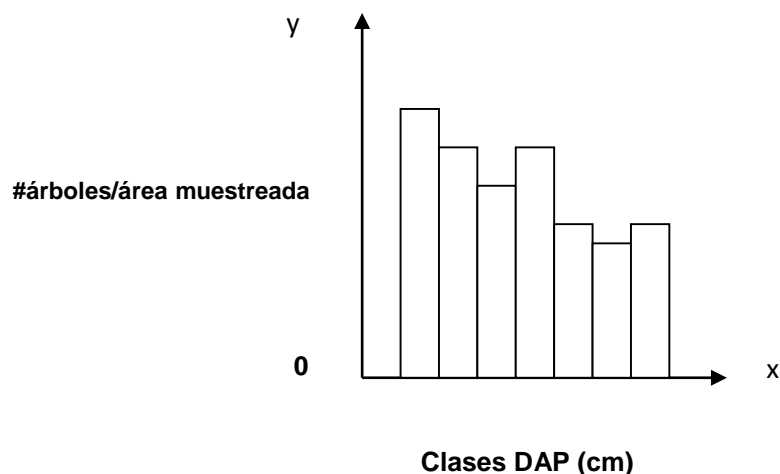
Anexo 3.- Esquema de toma de datos en el transectos de individuos ≥ 10 cm de DAP



Anexo 4.- Hoja de campo para los perfiles estructurales

No. Árbol	Nombre Común	DAP (cm)	HT (m)	Distancia de árboles (m)		Diámetro de Copa (m)		Observaciones
				Orientación				
				x	y	x	y	

Anexo 5.- Representación gráfica de la estructura diamétrica del bosque



Anexo 6.- Familias con mayor número de individuos de acuerdo a su abundancia del bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016.

Familia	No. Individuos	Porcentaje %	Área Basal
ARECACEAE	64	16,58	1,691
NO IDENTIFICADO	42	10,88	1,553
MYRISTICACEAE	33	8,55	2,304
MORACEAE	32	8,29	3,261
LAURACEAE	23	5,96	1,087
URTICACEAE	22	5,70	0,893
ANNONACEAE	19	4,92	1,051
MELIACEAE	15	3,89	0,672
RUBIACEAE	14	3,63	0,270
SAPOTACEAE	13	3,37	0,440
CLUSIACEAE	13	3,37	0,254
LEGUMINOSAE	10	2,59	0,192
MALVACEAE	9	2,33	0,746
BURCERACEAE	8	2,07	0,250
LECYTHIDACEAE	8	2,07	0,096
FABACEAE	7	1,81	1,012
EUPHORBIACEAE	7	1,81	0,273
VOCHYSIACEAE	7	1,81	0,316
OLACACEAE	6	1,55	0,096
MELASTOMATACEAE	6	1,55	0,081
SIPARUNACEAE	4	1,04	0,085
POLYGONACEAE	3	0,78	0,055
MYRTACEAE	3	0,78	0,057
SALICACAAE	2	0,52	0,024
VIOLACEAE	2	0,52	0,021
CARICACEAE	2	0,52	0,079
LAURACEAE	1	0,26	0,093
MALPIGIACEAE	1	0,26	0,077
ELAEOCARPACEAE	1	0,26	0,067

HYPERICACEAE	1	0,26	0,045
SALICACEAE	1	0,26	0,033
BORAGINACEAE	1	0,26	0,022
CARPRIFOLIACEAE	1	0,26	0,019
NYCTAGINACEAE	1	0,26	0,011
PIPERACEAE	1	0,26	0,011
SAPINDACEAE	1	0,26	0,010
MALVACEAE	1	0,26	0,009
ARALIACEAE	1	0,26	0,008

Anexo 7.- Especies con mayor número de individuos del bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016.

Espece	No. Individuos	Porcentaje %	Área Basal
<i>Iriartea deltoidea</i>	58	15,06	1,44
<i>Otoba glycyarpa</i>	25	6,49	1,62
<i>Cecropia sciadophylla</i>	15	3,90	0,53
<i>Nectandra</i> sp.	15	3,90	0,87
<i>Ficus</i> sp.	10	2,60	1,62
<i>Guarea</i> sp.	10	2,60	0,43
<i>Protium</i> sp.	8	2,08	0,25
<i>Psychotria</i> sp.	8	2,08	0,11
<i>Virola</i> sp.	8	2,08	0,69
<i>Inga</i> sp.	7	1,82	0,15
<i>Vochysia</i> sp.	7	1,82	0,32
<i>Grias neuberthii</i>	6	1,56	0,07
<i>Miconia</i> sp.	6	1,56	0,08
<i>Clussia</i> sp.	5	1,30	0,07
<i>Sapium</i> sp.	5	1,30	0,25
<i>Apeiba aspera</i>	4	1,04	0,66
<i>Cedrella</i> sp.	4	1,04	0,21
<i>Garcinia</i> sp.	4	1,04	0,10
<i>Ocotea</i> sp.	4	1,04	0,07
<i>Siparuna</i> sp.	4	1,04	0,09
<i>Tovomita</i> sp.	4	1,04	0,09
<i>Matisia grandifolia</i>	3	0,78	0,04
<i>Micropholis chrysophyllum</i>	3	0,78	0,07
<i>Minuartia guianensis</i>	3	0,78	0,04
<i>Pentagonia</i> sp.	3	0,78	0,04
<i>Perebea</i> sp.	3	0,78	0,21
<i>Pouroma bicolor</i>	3	0,78	0,13
<i>Pourouma minor</i>	3	0,78	0,17
<i>Sorocea</i> sp.	3	0,78	0,19
<i>Brosimum utile</i>	2	0,52	0,40
<i>Coccoloba</i> sp.	2	0,52	0,03
<i>Erythrina amazonica</i>	2	0,52	0,02
<i>Euterpe precatória</i>	2	0,52	0,03
<i>Jacaratia spinosa</i>	2	0,52	0,08
<i>Leonia glycyarpa</i>	2	0,52	0,02
<i>Oenocarpus bataua</i>	2	0,52	0,16
<i>Pouteria</i> sp.	2	0,52	0,03
<i>Pseudolmedia</i> sp.	2	0,52	0,03
<i>Sterculia</i> sp.	2	0,52	0,05
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i>	2	0,52	0,02

<i>Abelia floribunda</i>	1	0,26	0,02
<i>Aciphylla</i> sp.	1	0,26	0,02
<i>Batocarpus orinocensis</i>	1	0,26	0,07
<i>Batocarpus</i> sp.	1	0,26	0,04
<i>Clarisia racemosa</i>	1	0,26	0,08
<i>Coccoloba densifrons</i>	1	0,26	0,02
<i>Cordia alliodora</i>	1	0,26	0,02
<i>Crysohyllum</i> sp.	1	0,26	0,04
<i>Duguetia</i> sp.	1	0,26	0,02
<i>Endlicheria</i> sp.	1	0,26	0,09
<i>Eugenia</i> sp.	1	0,26	0,01
<i>Grias leuberthii</i>	1	0,26	0,01
<i>Gustavia longifolia</i>	1	0,26	0,01
<i>Hasseltia floribunda</i>	1	0,26	0,03
<i>Iriarteia</i> sp.	1	0,26	0,03
<i>Mabea</i> sp.	1	0,26	0,01
<i>Mincuartia</i> sp.	1	0,26	0,03
<i>Neea</i> sp.	1	0,26	0,01
<i>Parkia</i> sp.	1	0,26	0,03
<i>Piper</i> sp.	1	0,26	0,01
<i>Plinia</i> sp.	1	0,26	0,03
<i>Posoqueria</i> sp.	1	0,26	0,09
<i>Pouruma bicolor</i>	1	0,26	0,06
<i>Quararibea</i> sp.	1	0,26	0,01
<i>Randia</i> sp.	1	0,26	0,01
<i>Sloanea</i> sp.	1	0,26	0,07
<i>Socratea exorrhiza</i>	1	0,26	0,03
<i>Spatulata</i> sp.	1	0,26	0,01
<i>Vismia</i> sp.	1	0,26	0,04
<i>Xylopia</i> sp.	1	0,26	0,01
No Identificado	92	23,90	4,82

Anexo 8.- Diversidad e importancia ecológica de las familias más importantes de acuerdo al IVIF (índice de importancia de familia), en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016.

Familias	Abundancia		Frecuencia		Dominancia (Área Basal)		IVI Fam
	Abso.	Relat.	Abso.	Relat.	Abso.	Relat.	
MORACEAE	32	8,29	5	4,425	3,261	18,89	11,656
MYRISTICACEAE	33	8,55	5	4,425	2,304	13,35	8,886
ARECACEAE	64	16,58	5	4,425	1,691	9,80	7,111
NO IDENTIFICADA	42	10,88	5	4,425	1,553	9,00	6,711
LAURACEAE	23	5,96	5	4,425	1,087	6,30	5,360
ANNONACEAE	19	4,92	5	4,425	1,051	6,09	5,257
MALVACEAE	9	2,33	5	4,425	0,746	4,32	4,372
EUPHORBIACEAE	7	1,81	5	4,425	0,273	1,58	3,004
RUBIACEAE	14	3,63	5	4,425	0,270	1,56	2,994
CLUSIACEAE	13	3,37	5	4,425	0,254	1,47	2,947
LEGUMINOSAE	10	2,59	5	4,425	0,192	1,11	2,769
URTICACEAE	22	5,70	4	3,540	0,893	5,18	4,357
MELIACEAE	15	3,89	4	3,540	0,672	3,89	3,717
SAPOTACEAE	13	3,37	4	3,540	0,440	2,55	3,044
BURCERACEAE	8	2,07	4	3,540	0,250	1,45	2,493

LECYTHIDACEAE	8	2,07	4	3,540	0,096	0,56	2,049
OLACACEAE	6	1,55	4	3,540	0,096	0,56	2,048
MELASTOMATAACEAE	6	1,55	4	3,540	0,081	0,47	2,006
FABACEAE	7	1,81	3	2,655	1,012	5,86	4,259
VOCHYSIACEAE	7	1,81	3	2,655	0,316	1,83	2,243
POLYGONACEAE	3	0,78	3	2,655	0,055	0,32	1,486
SIPARUNACEAE	4	1,04	2	1,770	0,085	0,49	1,132
MYRTACEAE	3	0,78	2	1,770	0,057	0,33	1,049
SALICACEAE	2	0,52	2	1,770	0,024	0,14	0,955
VIOLACEAE	2	0,52	2	1,770	0,021	0,12	0,946
LAURACEAE	1	0,26	1	0,885	0,093	0,54	0,711
CARICACEAE	2	0,52	1	0,885	0,079	0,46	0,672
MALPIGIACEAE	1	0,26	1	0,885	0,077	0,45	0,666
ELAEOCARPACEAE	1	0,26	1	0,885	0,067	0,39	0,637
HYPERICACEAE	1	0,26	1	0,885	0,045	0,26	0,572
SALICACEAE	1	0,26	1	0,885	0,033	0,19	0,537
BORAGINACEAE	1	0,26	1	0,885	0,022	0,13	0,506
CARPRIFOLIACEAE	1	0,26	1	0,885	0,019	0,11	0,498
NYCTAGINACEAE	1	0,26	1	0,885	0,011	0,06	0,474
PIPERACEAE	1	0,26	1	0,885	0,011	0,06	0,474
SAPINDACEAE	1	0,26	1	0,885	0,010	0,06	0,471
MALVACEAE	1	0,26	1	0,885	0,009	0,05	0,467
ARALIACEAE	1	0,26	1	0,885	0,008	0,05	0,467
TOTAL	386	100	113	100	17,26	100	100

Anexo 9.- Diversidad e importancia ecológica de las especies de acuerdo al IVI (índice de valor de importancia), en el bosque amazónico (Bsvpm) de 800 a 900 m.s.n.m., en la cuenca del río Piatúa, Arosemena Tola, Napo, Ecuador, 2016.

Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia (Área Basal)		IVI Fam
	Abso.	Relat.	Abso.	Relat.	Abso	Relat.	
<i>No Identificadas</i>	92	23,90	5	3,47	4,82	27,89	15,68
<i>Iriartea deltoidea</i>	58	15,06	5	3,47	1,44	8,35	5,91
<i>Otoba glycyarpa</i>	25	6,49	5	3,47	1,62	9,36	6,42
<i>Nectandra sp.</i>	15	3,90	4	2,78	0,87	5,06	3,92
<i>Cecropia sciadophylla</i>	15	3,90	4	2,78	0,53	3,10	2,94
<i>Ficus sp.</i>	10	2,60	4	2,78	1,62	9,38	6,08
<i>Guarea sp.</i>	10	2,60	4	2,78	0,43	2,47	2,62
<i>Virola sp.</i>	8	2,08	5	3,47	0,69	3,98	3,73
<i>Protium sp.</i>	8	2,08	4	2,78	0,25	1,45	2,11
<i>Psychotria sp.</i>	8	2,08	4	2,78	0,11	0,64	1,71
<i>Vochysia sp.</i>	7	1,82	3	2,08	0,32	1,83	1,96
<i>Inga sp.</i>	7	1,82	3	2,08	0,15	0,84	1,46
<i>Miconia sp.</i>	6	1,56	4	2,78	0,08	0,47	1,62
<i>Grias neuberthii</i>	6	1,56	2	1,39	0,07	0,41	0,90
<i>Clussia sp.</i>	5	1,30	5	3,47	0,07	0,38	1,93
<i>Sapium sp.</i>	5	1,30	3	2,08	0,25	1,46	1,77
<i>Apeiba aspera</i>	4	1,04	4	2,78	0,66	3,81	3,29
<i>Garcinia sp.</i>	4	1,04	3	2,08	0,10	0,58	1,33
<i>Cedrella sp.</i>	4	1,04	2	1,39	0,21	1,20	1,30
<i>Tovomita sp.</i>	4	1,04	3	2,08	0,09	0,50	1,29
<i>Siparuna sp.</i>	4	1,04	2	1,39	0,09	0,49	0,94
<i>Ocotea sp.</i>	4	1,04	2	1,39	0,07	0,42	0,90
<i>Pourouma minor</i>	3	0,78	3	2,08	0,17	1,01	1,55

<i>Perebea sp.</i>	3	0,78	2	1,39	0,21	1,22	1,30
<i>Sorocea sp.</i>	3	0,78	2	1,39	0,19	1,10	1,24
<i>Micropholis chrysophyllum</i>	3	0,78	2	1,39	0,07	0,40	0,89
<i>Pentagonia sp.</i>	3	0,78	2	1,39	0,04	0,24	0,81
<i>Minuartia guianensis</i>	3	0,78	2	1,39	0,04	0,23	0,81
<i>Matisia grandifolia</i>	3	0,78	2	1,39	0,04	0,23	0,81
<i>Pouroma bicolor</i>	3	0,78	1	0,69	0,13	0,73	0,71
<i>Brosimum utile</i>	2	0,52	2	1,39	0,40	2,34	1,87
<i>Sterculia sp.</i>	2	0,52	2	1,39	0,05	0,28	0,84
<i>Oenocarpus bataua</i>	2	0,52	1	0,69	0,16	0,94	0,82
<i>Euterpe precatória</i>	2	0,52	2	1,39	0,03	0,18	0,78
<i>Coccoloba sp.</i>	2	0,52	2	1,39	0,03	0,18	0,78
<i>Pouteria sp.</i>	2	0,52	2	1,39	0,03	0,17	0,78
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i>	2	0,52	2	1,39	0,02	0,14	0,76
<i>Leonia glycyarpa</i>	2	0,52	2	1,39	0,02	0,12	0,76
<i>Jacaratia spinosa</i>	2	0,52	1	0,69	0,08	0,46	0,58
<i>Pseudolmedia sp.</i>	2	0,52	1	0,69	0,03	0,17	0,43
<i>Erythrina amazonica</i>	2	0,52	1	0,69	0,02	0,11	0,40
<i>Endlicheria sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,09	0,54	0,62
<i>Posoqueria sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,09	0,50	0,60
<i>Clarisia racemosa</i>	1	0,26	1	0,69	0,08	0,48	0,59
<i>Batocarpus orinocensis</i>	1	0,26	1	0,69	0,07	0,43	0,56
<i>Sloanea sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,07	0,39	0,54
<i>Pouruma bicolor</i>	1	0,26	1	0,69	0,06	0,33	0,51
<i>Vismia sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,04	0,26	0,48
<i>Crysophyllum sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,04	0,26	0,48
<i>Batocarpus sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,04	0,22	0,46
<i>Mincuartia sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,03	0,19	0,44
<i>Hasseltia floribunda</i>	1	0,26	1	0,69	0,03	0,19	0,44
<i>Plinia sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,03	0,17	0,43
<i>Iriartea sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,03	0,17	0,43
<i>Parkia sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,03	0,17	0,43
<i>Socratea exorrhiza</i>	1	0,26	1	0,69	0,03	0,17	0,43
<i>Coccoloba densifrons</i>	1	0,26	1	0,69	0,02	0,14	0,42
<i>Cordia alliodora</i>	1	0,26	1	0,69	0,02	0,13	0,41
<i>Duguetia sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,02	0,11	0,40
<i>Abelia floribunda</i>	1	0,26	1	0,69	0,02	0,11	0,40
<i>Aciphylla sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,02	0,09	0,39
<i>Grias leuberthii</i>	1	0,26	1	0,69	0,01	0,08	0,39
<i>Xylopia sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,01	0,08	0,39
<i>Randia sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,01	0,08	0,39
<i>Gustavia longifolia</i>	1	0,26	1	0,69	0,01	0,07	0,38
<i>Neea sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,01	0,06	0,38
<i>Piper sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,01	0,06	0,38
<i>Spatulata</i>	1	0,26	1	0,69	0,01	0,06	0,38
<i>Eugenia sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,01	0,05	0,37
<i>Quararibea sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,01	0,05	0,37
<i>Mabea sp.</i>	1	0,26	1	0,69	0,01	0,05	0,37
TOTAL	385	100	144	100	17,26	100	100

FOTOGRAFIAS



Ubicación de las parcelas en campo de acuerdo a lo planificado en oficina



Instalación de las parcelas permanentes, con la colaboración de un gran equipo de investigadores



Árbol de chuncho (*Cedrelinga cateniformis*), escogido como árbol semillero



Árbol de sapote (*Sterculia* sp.), escogido como árbol semillero

