

**NO SALE A
DOMICILIO**



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

**CONTENIDO DE CARBONO EN LOS FUSTES DE LAS ESPECIES
COMERCIALES DE UN BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE COLINA BAJA EN LA
LOCALIDAD DE ESPERANZA, RÍO YAVARI, LORETO, PERÚ.**

Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal

Autor

Edson keoma Ramírez López

DONADO POR:

EDSON K. RAMÍREZ LÓPEZ

Iquitos. 28 de 01 de 2014

Iquitos - Perú

2013



546



ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 485

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller **EDSON KEOMA RAMIREZ LOPEZ** titulado: **“CONTENIDO DE CARBONO EN LOS FUSTES DE LAS ESPECIES COMERCIALES DE UN BOSQUE HUMEDO TROPICAL DE COLINA BAJA EN LA LOCALIDAD DE ESPERANZA, RIO YAVARI, LORETO, PERU”**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos:

Con el calificativo de:

..... APROBADO

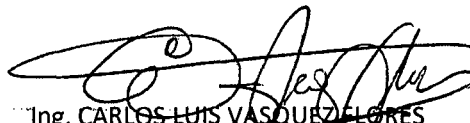
..... BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

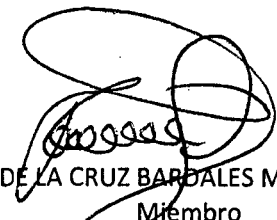
..... APTO

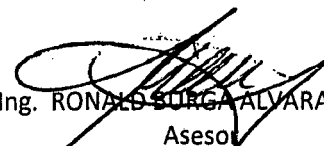
Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal.

Iquitos, 23 de julio del 2013


Ing. CARLOS LUIS VASQUEZ FLORES
Presidente


Ing. OLGUITA GRONERTH ESCUDERO, Mgr.
Miembro


Ing. JUAN DE LA CRUZ BARBALES MELENDEZ, M.Sc.
Miembro


Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Asesor

DEDICATORIA

**A mis padres Eduardo Ramírez Vargas y
María Jesús López Guimet.**

**A mis hermanas Karina Ramírez López
Claudina Ramírez López,
Janeth Ramírez López,
Susana Ramírez López y
Christina Ramírez López,
Por el apoyo incondicional
En mi carrera profesional.**

**Para mi Señora Milagro Tananta Melendez y
Para mi hija Merliah Syreika Ramírez Tananta.**

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida y la salud que me brinda durante mi vida profesional y social.

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), por acogerme y brindarme lo necesario para concluir con mi carrera profesional de Ciencias Forestales.

A mis padres, hermanos y familia directa por todo el apoyo brindado durante mi formación profesional y en el periodo de ejecución de mi trabajo de tesis.

INDICE

N°	Descripción	Pág.
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	ii
	LISTA DE CUADROS	vi
	LISTA DE FIGURAS	vii
	RESUMEN	viii
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	EL PROBLEMA	3
	2.1. Descripción del problema	3
	2.2. Definición del problema	5
III.	HIPOTESIS	6
	3.1. Hipótesis general	6
	3.2. Hipótesis alterna	6
	3.3. Hipótesis nula	6
IV.	OBJETIVOS	7
	4.1. Objetivo general	7
	4.2. Objetivos específicos	7
V.	VARIABLES	8
	5.1. Variables, indicadores e índices	8
	5.2. Operacionalidad de las variables	8
VI.	MARCO TEORICO	9
	6.1. La deforestación como daño ambiental puro	9
	6.2. Los bosques y el cambio climático global	9
	6.3. El efecto del incremento de la temperatura	10
	6.4. Cambio climático	10
	6.5. Biomasa	12
	6.6. Composición florística	13
	6.7. Distribución diamétrica	15
	6.8. Índice de valor de importancia (IVI)	18
	6.9. Volumen de madera	20
	6.10. Servicios ambientales	22

6.11. Biomasa	22
6.12. Ambiente	25
6.13. Bosque	26
6.14. Inventario forestal	27
6.15. Composición florística	29
6.16. Caracterización de la vegetación	30
6.17. Distribución diamétrica	31
6.18. Número de árboles	33
6.19. Distribución de frecuencias diamétricas	33
6.20. Estructura horizontal de la vegetación	34
a) Abundancia de las especies	35
b) Dominancia de las especies	35
c) Frecuencia de especies	36
d) Índice de valor de importancia	37
VII. MARCO CONCEPTUAL	38
VIII. MATERIALES Y METODO	41
8.1. Lugar de ejecución	41
8.2. Materiales y equipo	43
8.3. Método	43
8.3.1. Tipo y nivel de investigación	43
8.3.2. Población y muestra	43
8.3.3. Diseño estadístico	43
8.3.4. Análisis estadístico	43
8.3.5. Procedimiento	44
8.3.6. Registro de la composición florística	45
8.3.7. Determinación del número de árboles por clase diamétrica y especie	45
8.3.8. Determinación del índice de valor de importancia	45
8.3.9. Determinación del volumen comercial por hectárea y por clase diamétrica	47
8.3.10. Estimación del contenido de carbono	48
8.3.11. Mapa de dispersión de las especies comerciales	49
8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49

8.5. Procesamiento de la información cartográfica	49
IX. RESULTADOS	50
9.1. Bosque húmedo tropical de colina baja	50
9.2. Composición florística	50
9.3. Número de individuos por clase diamétricas	52
9.4. Índice de valor de importancia	53
9.5. Volumen de madera comercial por hectárea y por clase diamétrica	54
9.6. Contenido de carbono almacenado en los fustes de las especies comerciales	55
9.7. Mapa de dispersión de las especies comerciales del bosque en estudio	57
X. DISCUSIÓN	58
10.1. Índice de valor de importancia	58
10.2. Número de individuos por clase diamétrica del área de estudio	59
10.3. Índice de valor de importancia del área de estudio	61
10.4. Distribución del volumen de madera de las especies de valor comercial	63
10.5. Contenido de carbono almacenado en los fustes de las especies comerciales	64
XI. CONCLUSIONES	67
XII. RECOMENDACIONES	68
XIII. BIBLIOGRAFIA	69
ANEXO	80

LISTA DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
1.	Variables, indicadores e índices de estudio.....	8
2.	Operacionalidad de las variables.....	8
3.	Lista de las especies de valor comercial identificadas en el área de estudio para árboles con \geq a 40 cm de Dap	50
4.	Número de individuos por hectárea y por clase diamétrica para árboles con \geq a 40 cm de Dap.....	52
5.	Listado de las especies comerciales en orden de importancia ecológica del bosque evaluado.....	53
6.	Distribución del volumen de madera por especie comercial para árboles con \geq a 40 cm de Dap	54
7.	Contenido de carbono (ton) de madera por especie comercial para árboles con \geq a 40 cm de Dap.....	55
8.	Contenido de carbono (ton/ha) de madera por especie comercial para árboles con \geq a 40 cm de Dap	55

LISTA DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1.	Distribución del número de individuos/ha y por clase diamétrica	53
2.	Distribución del volumen/ha y por clase diamétrica	54
3.	Mapa de dispersión del bosque en estudio	57

RESUMEN

El estudio sobre contenido de carbono en los fustes de las especies comerciales de un bosque húmedo tropical de colina baja, se realizó en un área aproximada de 425 ha en la localidad de Esperanza, río Yavari, Loreto, Perú, con el objetivo de registrar la composición florística, determinar el número de individuos por clase diamétrica, índice de valor de importancia (IVI), volumen, estimar el contenido de carbono y elaborar un mapa de dispersión. El inventario forestal se realizó a través de fajas de 100 m de ancho por 1700 m de largo (unidad de muestreo), distribuidos sistemáticamente a nivel detallado sumando en total 25 unidades de muestreo.

Se identificaron 11 especies forestales maderables de valor comercial, las cuales se agruparon en 7 familias botánicas. Se encontró en total 1,59 ind/ha. Las especies *Virola calophylla* "cumala" (85,889%), *Cedrela odorata* "cedro" (34,605%), *Chorisia integrifolia* "lupuna" (28,314%) y *Virola albidiflora* "cumala aguanillo" (26,507), reportan el mayor peso ecológico con un IVI de 175,325%, (58,44%). Las 11 especies reportan en total 8,806 m³/ha; de las cuales las tres especies con mayor volumen son: *Virola calophylla* "cumala" (2,661 m³/ha), *Chorisia integrifolia* "lupuna" (1,691m³/ha) y *Cedrela odorata* "cedro" (1,122 m³/ha), que juntas alcanzan el 62,16% del total. El contenido de carbono para el área de estudio asciende a 910,627 tC, siendo las especies *Virola calophylla* "cumala" (277,102 tC) y *Chorisia integrifolia* "lupuna" (100,585 tC) las que reportan mayor cantidad de carbono almacenado; mientras que por hectárea alcanzó 2,143 tC/ha, siendo la especie "cumala" la que obtuvo el más alto valor con 0,652 tC/ha que representa el 30,42% del total.

Palabras claves: Carbono, fustes, volumen, IVI.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la destrucción del medio ambiente ha alcanzado niveles exorbitantes, que amenaza la existencia de la vida en el planeta Tierra, por ende, la existencia de la humanidad. Es nuestro propio sistema de vida altamente industrializada y globalizada que representa una amenaza creciente para el medio en que vivimos. Prueba de ello, es que las noticias de destrucción y contaminación medioambiental son el pan de cada día en los medios de comunicación en general (local, nacional e internacional) (Perez, y Nuñez. 2010).

Los ecosistemas terrestres, en general, y los ecosistemas forestales, en particular, juegan un rol primordial en el equilibrio del clima. A nivel mundial, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con el sector de uso de la tierra, cambio de uso y forestal representan el 17,4% de las emisiones globales. Si bien la deforestación tiene gran contribución en las emisiones antrópicas de GEI, los ecosistemas forestales también intervienen en la lucha contra el cambio climático a través de la absorción de grandes cantidades de carbono (CO₂) gracias a la fotosíntesis (Chenost, *et al.*; 2009).

Dada la gravedad del deterioro medioambiental en el mundo y su consecuencia más significativa, el cambio climático global. Se hace necesario proteger los bosques, pues son determinantes para la vida en nuestro planeta; sin embargo, están siendo arrasados, desaparecen como producto de la tala indiscriminada de árboles (Perez, y Nuñez. 2010). Los bosques permiten el aprovechamiento de productos maderables y no maderables Simula, (2001) citado por (Galarza y La Serna. 2005). A esto hay que sumar una amplia gama de bienes y servicios ambientales, tales como la belleza paisajista, los servicios turísticos y eco

turísticos, la diversidad genética que albergan los bosques, los servicios de absorción de carbono de la atmósfera (sumideros de carbono), entre otros (Galarza y La Serna. 2005).

La evaluación de los bosques es muy importante para definir los planes de manejo que tienen la finalidad de conservar la biodiversidad que conforman los diferentes ecosistemas del bosque húmedo tropical y mejorar la calidad de vida del poblador amazónico, así como también para conservar la calidad del medio ambiente que es una necesidad en el planeta (Pérez, 2010).

Por tal situación con el inventario forestal del bosque natural de colina baja de la zona de estudio se tendrá información tanto cualitativa como cuantitativa, el mismo que nos permitirá cuantificar la cantidad de CO_2 que se almacena en los fustes y cuanto se emite a la atmósfera cuando se realiza la tala de los árboles, con la finalidad de conocer en promedio con cuanto se incrementa los gases de efecto invernadero a la atmósfera ya que dicha información es muy escasa en la amazonia. Con los resultados de la presente investigación se podrá recomendar el manejo de nuestros bosques con el propósito de mitigar el calentamiento global.

II. EL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

Los recursos forestales en el Perú constituyen una de las actividades de mayor importancia debido a las potencialidades y beneficios que nuestros bosques otorgan. Lamentablemente, el aprovechamiento de esta riqueza natural, con la tala y el comercio ilegal continúan a un paso acelerado razón por la cual disminuyen el potencial maderable de los bosques y en especial de las especies de alto valor comercial. (Liclan, 2011).

Los bosques en el Perú están en grave riesgo de desaparecer. Cada año se pierden aproximadamente 150 000 hectáreas de bosques. Esto se explica por la presión de la agricultura migratoria, el desarrollo desordenado aplicado sobre el territorio y las actividades ilegales. Además, esta situación puede vulnerar, por diversas razones, los derechos fundamentales de los peruanos (Defensoría del Pueblo, 2010).

Hoy la sociedad global enfrenta una grave crisis de carácter ambiental que de continuar bajo las mismas tendencias y de no resolverse con decisión política, las causas estructurales que la provocan amenaza con erosionar de forma definitiva la supervivencia, reproducción y desarrollo de los actuales ecosistemas naturales y con ello, la supervivencia misma del propio género humano (García, 2011).

Esta grave crisis ambiental se refiere al cambio climático global, fenómeno provocado por el calentamiento del planeta, producto de la acelerada emisión de los llamados "gases invernadero", generados principalmente por el modelo de desarrollo industrial y consumista "moderno", así como por la tala y quema de enormes superficies de bosques y sobre todo, de selvas tropicales, arrasadas de

forma directa o indirecta, por la expansión acelerada de dicho modelo civilizatorio (García, 2011).

Para ralentizar los impactos del cambio climático es necesario reducir inmediatamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Numerosas actividades agrícolas y forestales contribuyen a las emisiones de GEI. El cambio de estas prácticas y la adopción de otras nuevas y sostenibles de manejo de la tierra pueden apoyar la retención y reducción de GEI. El manejo forestal sostenible puede evitar la destrucción de los bosques y la emisión de CO₂, mientras que la plantación de nuevos árboles secuestra una mayor cantidad de CO₂ (Seeberg, 2010).

La mayor parte de la explotación maderera es ilegal, tanto dentro de las concesiones forestales porque en ellas el manejo es deficiente, como fuera de ellas, en las llamadas concesiones de reforestación que, en la Amazonía, son una excusa para extracción de madera y en las que no se planta nada. Otra parte de la extracción se hace a partir del desbosque con fines agropecuarios y en tierras indígenas, especialmente comunidades nativas, en las que tampoco se aplica un manejo forestal sostenible, y hasta en áreas protegidas descuidadas por el Estado. Los diversos permisos de extracción y hasta las concesiones de manejo forestal muchas veces son apenas un instrumento para legalizar (blanquear) madera extraída ilegalmente (Perez, y Nuñez. 2010).

El conocimiento de la cantidad de carbono (CO₂) que almacenan los fustes de los árboles, es de vital importancia para poder determinar el monto de emisión de este gas que se emite a la atmósfera, ya que en la amazonia dicha información es muy escasa.

2.2. Definición del problema

¿Cuál es la cantidad de carbono en los fustes de las especies comerciales de un bosque húmedo tropical de colina baja en la localidad de Esperanza, río Yavari, Loreto, Perú?

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis general

El contenido de carbono en los fustes de las especies comerciales es mayor a una tonelada por metro cúbico en el bosque húmedo tropical de colina baja en la localidad de Esperanza, río Yavari, Loreto, Perú.

3.2. Hipótesis alternativa

El conocimiento del contenido de carbono en los fustes de las especies comerciales ($> 1 \text{ t/m}^3$) será suficiente para la toma de decisión con respecto al plan de aprovechamiento sostenido y para la mitigación de los gases de efecto invernadero de madera del bosque de colina baja.

3.3. Hipótesis nula

El conocimiento del contenido de carbono en los fustes de las especies comerciales ($> 1 \text{ t/m}^3$) no será suficiente para la toma de decisión con respecto al plan de aprovechamiento sostenido y para la mitigación de los gases de efecto invernadero de madera del bosque de colina baja.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Estimar la cantidad de carbono almacenado en los fustes de las especies comerciales en el bosque húmedo tropical de colina baja en la localidad de Esperanza, río Yavari, Loreto, Perú.

4.2. Objetivos específicos

- Registrar la composición florística de las especies comerciales con diámetro ≥ 40 cm del bosque en estudio.
- Determinar el número de individuos por clase diamétrica de las especies comerciales del bosque en estudio.
- Determinar el índice de valor de importancia (IVI) para las especies comerciales del bosque en estudio.
- Determinar el volumen de madera comercial por hectárea y por clase diamétrica del bosque en estudio.
- Estimar el contenido de carbono almacenado en los fustes de las especies comerciales del bosque en estudio.
- Elaborar un mapa de dispersión de las especies comerciales del bosque en estudio.

V. VARIABLES

5.1. Variables, Indicadores e Índices

En el Cuadro 1, se señalan las variables de estudio con sus respectivos indicadores e índices:

Cuadro 1. Variables, indicadores e índices de estudio

Variable de estudio	Indicadores	Índices
Inventario Forestal	Composición florística	Número de especies comerciales Número de familias botánicas
	Índice de valor de importancia	Abundancia (%) Dominancia (%) Frecuencia (%)
	Número de individuos	Individuos/ha
	Volumen	m ³ /ha
Fustes	Rendimiento de carbono	t C/ha

5.2. Operacionalidad de las variables

En el Cuadro 2, se presenta la operacionalidad de las variables que se tuvo en cuenta en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Cuadro 2. Operacionalidad de las variables

Variable	Símbolos	Unidad	Operacionalización
Inventario Forestal	Taxonomía	Nº	Especies /familia
	IVI	%	Importancia
	Clase diamétrica	Cm	Nº esp./clase diamétrica
	Volumen	M ³	Volumen/especie
Fustes	Carbono	t	Carbono/ha

VI. MARCO TEORICO

6.1. La deforestación como daño ambiental puro

La deforestación es un daño ambiental puro en el sentido de que la tala de bosques es un daño ocasionado al medio ambiente, a la biodiversidad, bioprospección, los hábitats, la flora, el ecoturismo, el almacenamiento de agua, y que además resultan indirectamente afectados toda la sociedad porque los bosques capturan y secuestran el carbono CO_2 principal contaminante del planeta (Perez, y Nuñez. 2010).

6.2. Los bosques y el cambio climático global

Salati (1990), citado por Arroyo y Paredes (2006), menciona que nuestro planeta está rodeado por una delgada capa de gases denominada atmósfera. Esta atmósfera, se compone actualmente por nitrógeno (78,3 %), oxígeno (21,0 %), argón (0,3 %), dióxido de carbono (0,03 %) y otros gases en cantidades menores como helio, neón, xenón. Además de estos gases, la atmósfera contiene aerosoles en cantidades variables y vapor de agua en concentraciones fluctuantes. Este último es responsable de gran parte de los fenómenos meteorológicos. El efecto invernadero se debe a que ciertos gases en la atmósfera permiten que la mayor parte de la radiación solar incidente penetre hasta la superficie del planeta, mientras que absorben y reemiten parte de la radiación infrarroja que el planeta emite de regreso al espacio exterior. Cuanto mayor es la concentración de los gases invernadero, menor es la cantidad de radiación infrarroja que el planeta emite libremente al espacio exterior. De esta manera, al aumentar la concentración de gases invernadero, se incrementa la cantidad de calor atrapada en la atmósfera, dando origen a que se eleve la temperatura superficial del planeta.

6.3. El efecto del incremento de la temperatura

El aumento de la concentración de CO₂ atmosférico, conduce al efecto invernadero el cual a su vez motiva la elevación de la temperatura en el ambiente afectado con los consiguientes cambios en los ciclos hidrológicos y energéticos. Esta elevación de la temperatura que se pronostica más comúnmente de 1,5 a 4,2 °C pero que podría ser hasta 10 °C en un lapso entre 40 y 80 años (Peters *et al.* 1990 citado por Arroyo y Paredes, 2006).

Los estudios realizados indican que los ricos y extensos bosques boreales del norte sufrirán un calentamiento relativo mayor que los bosques que se encuentran más al sur. Según Peters (1990) citado por Arroyo y Paredes (2006), un calentamiento de 3 °C conducirá a la desaparición del 37 % de bosque boreal. En general los árboles por ser especies de largo periodo vegetativo pueden ser particularmente vulnerables a los cambios climáticos (Tangley, 1988 citado por Arroyo y Paredes, 2006).

Los problemas de adaptación a los cambios se complicaran aún más cuando además de los acelerados desplazamientos que deberían lograr las especies para enfrentar los rápidos cambios adicionales creados por el hombre, difíciles e imposibles de superar en algunos casos, tales como áreas agrícolas, urbanización extensa, suelos y aguas degradadas, desiertos, entre otros que las plantas y animales en su forzosa ruta de emigración (Peters, 1990; Perry y Borchers, 1990 citado por Arroyo y Paredes, 2006).

6.4. Cambio climático

En 1992, en Río de Janeiro, se llevó a cabo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Agenda 21 fue el documento que incluyó los

compromisos establecidos para garantizar el manejo sustentable de los recursos forestales y otros recursos naturales. En dicha convención, los países participantes adoptaron la creación de tres convenciones: a) la convención sobre el cambio climático, b) la convención sobre la biodiversidad y c) la convención sobre el combate a la desertificación (IPPC, 1996).

La Convención de Cambio Climático se estableció, teniendo como objetivo “la estabilización de la concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera a niveles que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático y en un plazo suficiente para que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible” (UNFCCC, 1992). En esta convención se reconoció a los países industrializados como los principales responsables del Cambio Climático, instándoles a establecer políticas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (Harrington *et al.*, 1991) citado por Hernández (2010).

También se acordó que las naciones industrializadas y naciones con economía en transición reducirían sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 5,2 % entre los años 2008 y 2012 respecto a los que emitían en 1990 (Brand, 1998). Es así como se abre la posibilidad para los países de vender y para otros de comprar bonos de emisiones de gases de efecto invernadero (Booth, 1991; Bruenig, 1991; Andrasko, 1990) citado por por Arroyo y Paredes (2006). Frente a este potencial y ya emergente mercado, en algunos países subdesarrollados ya están trabajando en proyectos de Captura de Carbono (Schroeder *et al.*, 1993).

6.5. Biomasa

Loguercio *et al.*, (1998) estimaron funciones de biomasa aérea en bosques nativos Argentinos a fin de poder estimar carbono en árboles de Lengua (*Nothofagus pumilio*) en pie mediante un muestreo destructivo de 59 árboles en dos estructuras. Probaron 10 funciones de las más citadas en la literatura para la estimación de biomasa, realizando el análisis de selección en función de los estadísticos: índice de Furnival, R^2 , distribución de residuos, análisis de error y sesgo. Gayoso *et al.*, (2002), determinó funciones que permiten estimar la biomasa individual de 5 especies de árboles y 5 de arbustos del parque Chaqueño Seco, pesado sus componentes húmedos (troncos, ramas, ramillas, hojas y frutos). Los pesos secos se obtuvieron mediante el uso de las razones de peso seco/peso húmedo determinadas en base a muestras secadas en estufas de 105°C. Mediante técnicas de regresión se obtienen las ecuaciones que permiten estimar la biomasa aérea individual en función de otras variables como son el diámetro normal, diámetro a la base, diámetro de copa, volumen de copa, altura de fuste, altura de copa combinaciones o transformaciones de ellas.

Acosta *et al.*, (2002), realizaron un estudio donde se propusieron conocer la biomasa aérea de las especies leñosas más comunes, dado que el componente aéreo del estrato arbóreo constituye uno de los principales almacenes de biomasa, y por lo tanto de carbono, generalmente los modelos alométricos se generan por especies, sin embargo, es probable que varias especies que crecen en un mismo tipo de vegetación presenten similitud del patrón morfológico de crecimiento y, por lo tanto, en la asignación de biomasa aérea. Si esto ocurriera, podría utilizarse un mismo modelo alométrico para estimar la biomasa en varias especies.

Vidal *et al.*, (2002), estimaron la biomasa de copa para árboles en pies de *Pinus tropicalis morelet* de Pinar del Río, Cuba para lo cual consideraron un total de 191 árboles tomando el diámetro normal y la altura total. Mencionan que en todos los casos estudiados el peso foliar y el peso de las ramas aumentan de forma directamente proporcional al diámetro normal de los árboles, determinaron que la variable independiente más eficiente para la estimación en pie del peso de la biomasa de copa (foliar y ramas) de la especie estudiadas fue el diámetro normal.

Brown *et al.*, (1982), recomiendan estimar la biomasa en árboles menores de 3 m en función al peso y la altura total; para los arbustos entre el peso y el diámetro del tallo o peso y diámetro de la copa y altura mientras que para la vegetación herbácea recomiendan estimar el peso en una parcela.

6.6. Composición florística

Una de las características más saltantes del bosque tropical es su gran complejidad en cuanto a la composición florística. En promedio, en las regiones tropicales o subtropicales, existen más de 2000 especies forestales diferentes, las que a nivel de zonas o localidades llegan a presentar entre 200 a 300; estableciéndose a nivel de hectárea un promedio de 40 a 50 especies diferentes, aunque hay excepciones (Malleux, 1982). Por su parte Villacorta (2012), reporta para un estudio en la cuenca media del río Arabela 17 familias con mayor número de géneros y especies los cuales aportan el 73,93% del total. Las familias más diversas son las Fabaceae, Euphorbiaceae, Annonaceae y Rubiaceae, siendo la familia Fabaceae la más numerosa con 23 géneros y 37 especies. Baluarte (1995) citado por Balseca (2010), menciona que desde el punto de vista florístico, la cualidad más relevante de los bosques de la Amazonía peruana, es su alta

riqueza de especies. Así mismo, menciona que, a nivel global, la Amazonía peruana tiene más especies de plantas leñosas que cualquier otra región de los neotrópicos. El mismo autor refiere que los bosques de la amazonía peruana tienen una composición florística muy compleja o altamente heterogénea, que se ha estimado en más de 2500 especies diferentes. Esta gran diversidad de especies crea un serio problema para el manejo y aprovechamiento forestal, desde el punto de vista de identificación, silvicultura y uso.

Díaz (2010), evaluando un bosque de terraza baja, en el distrito del Napo, encontró 19 especies comerciales para árboles ≥ 40 cm de dap, distribuidas en 12 familias botánicas; la familia Fabaceae alberga cinco especies comerciales que representa el 26,32 % del total de especies registradas en el inventario forestal, seguida por Myristicaceae con 3 especies comerciales que representa el 15,79 % del total y la familia Lauraceae con 2 especies que representa el 10,53 % de especies registradas en el inventario forestal.

INADE (2002), en la cuenca del Pastaza determinó como familias representativas a las Fabaceae, Sapotaceae, Chrysobalanaceae, Lecythydaceae, Myristicaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae y Annonaceae y Martínez (2010), muestra los resultados del inventario forestal en un bosque de terraza baja en el distrito de Jenaro Herrera donde registró en total 2012 individuos, distribuidos en 46 familias, 185 especies y 121 géneros, de las cuales las familias más representativas fueron: Fabaceae (15), Rubiaceae (11), Sapotáceas, Moraceae y Apocynaceae (10), Chrysobalanaceae (9) y Lauraceae (9).

Vidurizaga (2003), reporta para un inventario con fines de manejo en la carretera Iquitos-Nauta un total de 202 especies maderables y 7 especies no maderables,

los cuales se encuentran agrupados en 41 familias botánicas, siendo los más importantes por su abundancia las Fabaceae, Lecythidaceae, Euphorbiaceae, Myristicaceae y Moraceae. Macedo (2012), ha registrado para un inventario forestal desarrollado en la comunidad campesina de Tres Unidos en total 10 familias de plantas con 18 géneros y 19 especies. Asimismo, las familias Lauraceae, Fabaceae, Myristicaceae y Vochysiaceae son las que presentaron mayor cantidad de especies con un total de 13, con predominio de los géneros Ocotea y Vochysia. Bermeo (2010), en la cuenca del Itaya registró 40 Familias botánicas y 119 especies para árboles ≥ 30 cm de dap; como familias botánicas de mayor presencia están la Fabaceae con 15 géneros, Moraceae con 11 géneros y Lauraceae con 10 géneros. Mientras que Paima (2010), para el distrito del Tigre en un bosque de terraza baja para árboles ≥ 40 cm de dap, registró como composición florística 15 especies comerciales distribuidas en 11 familias botánicas; las familias más importantes para este bosque fueron: Las Fabaceas con 27,27 % de especies, seguida de las Lauraceas y Lecythidaceas con el 18,18 % de especies registradas; este grupo de familias representan el 63,63 % de las especies inventariadas.

6.7. Distribución diamétrica

Balseca (2010), reporta para un bosque húmedo de colina baja un total de 12,40 ind/ha, además menciona que el mayor número de individuos se presenta en las tres primeras clases diamétricas con un total de 10,60 individuos/ha que constituyen el 85,48% de la población y para individuos con diámetro comercial \geq a 60 cm ascienden a un total de 1,80 individuos/ha, que representa el 14,52% de la población, dichos resultados son superiores al ser comparados con lo encontrado en el presente estudio.

Villacorta (2012), para un estudio sobre la relación de la abundancia y estructura diamétrica en tres tipos de bosque y especies más importantes en la cuenca media del río Arabela indica que la distribución del número de árboles por clase diamétrica para las 25 especies que reportan el mayor número de individuos para un bosque húmedo de colina baja asciende a 1118 árb/ha de un total de 1673 árboles, de las cuales las cinco especies con mayor número de individuos son: *Brosimum lactescens* "chimicua", *Inga* sp "shimbillo", *Couepia bracteosa* "parinari", *Eschweilera bracteosa* "machimango negro", *Pourouma guianensis* "sacha uvilla" y las tres especies con menor número de individuos son: *Mouriri* sp "lanza caspi", *Virola peruviana* "cumala blanca" y *Croton matourensis* "camaron caspi". De igual manera, la distribución del número de árboles por clase diamétrica muestra que la mayor concentración de individuos arbóreos se concentra en la clase diamétrica de 30 a 39,9 con 356 árb/ha y la menor se presenta en la clase > 80 con 16 árb/ha.

Liclan (2011), reporta para un estudio sobre potencial maderable de un bosque húmedo de colina baja en la cuenca del río Maniti 14 especies comerciales que asciende a un total de 2,189 árb/ha, de las cuales las especies con mayor número de árboles son: *Virola* sp "cumala" con 0,376 árb/ha, *Otoba glyxicarpa* (Ducke) Rodr. "aguanillo" con 0,355 árb/ha, *Ocotea* sp "moena" con 0,297 árb/ha, *Carapa guianensis* Aubl "andiroba" y *Brosimum rubescens* Taubert "palisangre" con 0,270 árb/ha respectivamente, mientras que las especies *Cedrela odorata* L. "cedro", *Ceiba pentandra* (L) Gaertner "lupuna", *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" y *Hymenaea palustris* Ducke "azúcar huayo" reportan el menor número de árboles del área de estudio. Asimismo, indica que la distribución del número de árboles por clase diamétrica muestra que la mayor concentración de individuos arbóreos

ocurre en la clase diamétrica de 60 a 69,9 cm con $\bar{0},710$ árb/ha que representa el 32,43% del total y 0,123 árb/ha de la clase diamétrica 80 a 89,9 cm indica el más bajo número de individuos del área de estudio. Por su parte Loja (2010), para el mismo tipo de bosque localizó un total de $\bar{3},365$ ind/ha, siendo las más importantes la *Virola* sp “cumala” con 0,683 ind/ha, *Vochysia* sp “quillosa” con 0,643 ind/ha, *Manilkara bidentata* “quinilla” con 0,321 ind/ha, *Brosimum rubescens* “palisangre” con $\bar{0},262$ ind/ha y *Diplotropis* sp “chontaquiro” con $\bar{0},222$ ind/ha.

Rengifo (2012), para un estudio sobre ajuste de modelos matemáticos para la estructura diamétrica en diferentes fisonomías en la zona de Contamana, indica que la distribución del número de árboles por clase diamétrica de 14 especies para un bosque húmedo de colina baja asciende a un total de 2,28 árb/ha, de las cuales las especies con mayor número de árboles son: *Virola* sp “cumala”, *Copaifera paupera* “copaiba” y *Coumarouma odorata* “shihuahuaco” con $\bar{0},57$ y 0,28 árb/ha respectivamente, mientras que las especies con menor número de árboles están representados por *Apuleia leiocarpa* “ana caspi”, *Sloanea guianensis* “huangana casha”, *Aspidosperma macrocarpon* “pumaquiro” y *Aspidosperma spruceanum* “quillobordon”. De igual manera la distribución del número de árboles por clase diamétrica presenta a la clase diamétrica de 80 a 89,9 cm con la más alta concentración de individuos arbóreos con 0,54 árb/ha que representa el 23,68% del total y la más baja ocurre en la clase diamétrica de 40 a 49,9 cm con 0,11 árb/ha.

En cuanto al número de árboles por clase diamétrica Vidurizaga, (2003), manifiesta haber encontrado en total 182 árboles/ha que representa aproximadamente el 89,66% de la población y para árboles con diámetro comercial mayor o igual a 40 cm de dap asciende a 48 árboles/ha (35,22%).

Villacorta (2012), indica que el mayor número de árboles por clase diamétrica se ha registrado en el bosque húmedo de colina baja con un total de 1673 árboles por hectárea, mientras que el menor le corresponde al bosque húmedo de terraza media con 588; mientras que Macedo (2012), ha registrado en total $53,2$ árb/ha de los cuales el mayor número de árboles se concentra en la cuarta clase diamétrica (60-70 cm) con 14,4 árboles/ha que representa el 27,08% del total.

6.8. Índice de valor de importancia (IVI)

PROFONANPE (2007), reporta para un bosque de colina baja fuertemente disectada en la localidad de Huagramona (alto pastaza) un IVI de 94,86 % para las primeras cuatro especies más importantes del bosque, las cuales son: *Licania elata* "apacharama" (39,23%), *Ecclinusa lanceolata* "quinilla" (38,19 %), *Hevea brasiliensis* "shiringa" (20,27 %), *Cariniana decandra* "papelillo" (16,18 %) y *Virola* sp "cumala" (15,31 %); asimismo en un bosque húmedo de colina baja ligeramente disectada en áreas cercanas a la localidad de Bagazán, cuenca del Morona, reporta cuatro (4) especies más importantes que representan a este tipo de bosque con un IVI de $76,03$ % del total, las especies son *Inga striata* "shimbillo" ($22,33$ %), *Compsonera capitellata* "cumala" (20,45 %), *Ocotea oblonga* "moena" (19,46 %), *Pouteria cuspidata* "quinilla" (18,51 %) y *Ocotea cernua* "moena blanca" (12,79 %).

INADE, (2002), reporta para el estudio de la ZEE del sector Cabalcocha-Palo seco-Buen suceso, en la cuenca del Yavarí las cuatro especies más importantes presentan un IVI de 53,22% del total, entre ellas tenemos "parinari" *Couepia bernardii* (15,67%), "caimitillo" *Alibertia hispidula* (14,86%), *Eschweilera albiflora* "machimango blanco" (11,66%) y "aguanillo" *Otoba parvifolia* (11,03%). Mientras que en la cuenca del Amazonas las especies más importantes reportan un IVI de

71,62%, donde están representados por "castaña" *Sterculia frondosa* (22,12%), "parinari" *Couepia bernardii* (20,03%), "caimitillo" *Alibertia hispida* (18,3 1%) y "machimango blanco" *Eschweilera laevicarpa* (11,16%).

En el estudio de ZEE para la cuenca del río Nanay, se encontró que en los bosques de colinas bajas: el IVIs o importancia ecológica se registraron para las formas vegetales ≥ 10 cm de DAP, 76 especies, que incluye a 4 especies de palmeras, distribuidas en 510 individuos/ha y 23,2010 m²/ha de área basal, dando como resultado promedio por individuo un aproximado de 0,045 m²/ha de área basal. Las palmeras "ungurahui", "cashapona", "chambira" y "huasaí", suman un total de 36 individuos/ha, las que se distribuyen en 30; 2; 2 y 2 individuos/ha respectivamente. El resto de los individuos son especies con 474 arb/ha (IIAP, 2005).

Díaz (2010), registró para las especies comerciales en un bosque de colina baja un grupo de siete especies representativas con 147,77% de participación en la estructura del bosque evaluado, estas especies son "cumala", "marupa", "quinilla", "cumala colorada", "tornillo", "azúcar huayo" y "estoraque"; mientras que Bermeo (2010), indica haber encontrado para árboles ≥ 30 cm de dap 16 especies comerciales como especies representativas de un bosque de colina clase I con 149,3 de IVI %; entre las especies que destacan se tiene a la "tangarana" (14,41 %), "pashaco" (13,76 %), "machimango" (10,83 %), "machimango blanco" (10,59 %) y "quinilla" (9,36 %). Por su parte Villacorta (2012), manifiesta que las 25 especies más importantes que reportan el mayor IVI con 167,340% se presenta en el bosque húmedo de colina baja y el menor le corresponde al bosque húmedo de terraza alta con 149,184%.

Vidurizaga (2003), presenta en su trabajo de investigación que las familias con mayor índice de valor de importancia ecológica son: Fabaceae (60,2%), Lecythidaceae (43,6%), Euphorbiaceae (27,4%), Myristicaceae (20,1%), Moraceae (17,2%) y Sapotaceae (15,7%); mientras que Macedo (2012), indica que las 5 especies más importantes del área reportan un IVI de 218,83%, que representa el 72,94% del total; siendo la *Vochysia bracteolata* Standl “quillosa blanca” (44,54%), de la familia Vochysiaceae como la especie ecológicamente más importante del bosque, que sobresale por su abundancia y frecuencia.

6.9. Volumen de madera

PROFONANPE (2007), en un inventario realizado en la zona del Pastaza para un bosque húmedo tropical de colina baja ligeramente disectada presenta un volumen de 247,71 m³/ha; sin embargo, las 25 especies más importantes presentan 219,83 m³/ha siendo las especies representativas *Pouteria cuspidata* “quinilla” (22,79 m³/ha), *Cariniana decandra* “papelillo” (18,43 m³/ha), *Virola divergens* “cumala blanca” (15,28 m³/ha), *Parkia velutina* “pashaco” (14,73 m³/ha) y *Aniba perutilis* “moena amarilla” (10,56 m³/ha); mientras que para la zona de la cuenca del río Morona han registrado un volumen de 215,77 m³/ha; sin embargo, las 25 especies más importantes presentan 193,09 m³/ha, siendo las especies representativas *Mauritia flexuosa* “aguaje” (41,52 m³/ha), *Pouteria glomerata* “quinilla” (21,83 m³/ha), *Ocotea olivacea* “moena” (15,80 m³/ha), *Eschweilera coriacea* “machimango” (12,39 m³/ha) y *Pouteria multiflora* “caimitillo” (11,08 m³/ha). Según ONERN (1991), las especies forestales más representativas del bosque en cuanto al volumen son: *Iryanthera* sp “cumala”, *Eschweilera* sp “machimango”, *Schizolobium* sp “pashaco”, *Inga* sp. “shimbillo”, *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” y *Erythina* sp. “amasisa”.

Villanueva (1977), para el bosque de Santa Cruz, reporta un volumen de 90,58 m³/ha y para el bosque de San Juan de Ojeal-Río Amazonas 194,60 m³/ha; mientras que para Puerto Almendras divide el área total en dos blocks de estudio y encuentra un volumen promedio de 126 m³/ha para el primer block y 130 m³/ha para el segundo block. Por su parte Padilla *et al.*, (1989), encuentra los siguientes promedios de volumen en diferentes inventarios efectuados: 120,57 m³/ha para los bosques de Shishinahua en la zona de Yurimaguas y 189,32 m³/ha para el bosque del Centro Experimental de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Rengifo (2012), manifiesta que el volumen comercial del bosque húmedo de colina baja alcanzó 18,08 m³/ha, donde es posible notar la variabilidad que se presenta entre especies con valores que van desde 4,36 m³/ha a 0,10 m³/ha y los totales por clases diamétricas varían desde 0,22 m³/ha a 5,71 m³/ha. Al respecto Balseca (2010), reporta un volumen total de 20,142 m³/ha, siendo las tres especies con mayor volumen *Rinorea paniculada* "llama rosada" (3,251 m³/ha), *Poecilanthe efusa* "maria buena" (2,180 m³/ha) y *Zygia* sp "tigre caspi" (1,715 m³/ha).

Los volúmenes sean estos totales o comerciales, varían sustancialmente con relación al tipo de bosque o calidad de sitio; así determinó un volumen de 121,02 m³/ha en el bosque aluvial clase I, 79,30 m³/ha en el bosque aluvial clase II, 165,73 m³/ha en el bosque de colina baja clase I, 162,80 m³/ha en el bosque de colina baja clase II y 137,20 m³/ha en el bosque de colina baja clase III (Mailleux, 1982).

En un inventario realizado en la zona del Pastaza para un bosque húmedo tropical de colina baja fuertemente disectada PROFONANPE (2007), reporta un volumen

de 270,16 m³/ha; sin embargo, las 25 especies más importantes presentan 269,19 m³/ha siendo las especies representativas *Parkia velutina* "pashaco" (41,34 m³/ha), *Ecclinusa lanceolata* "quinilla" (37,83 m³/ha), *Licania elata* "apacharama" (34,05 m³/ha), *Cariniana decandra* "papelillo" (20,90 m³/ha) y *Endlicheria bracteata* "moena" (20,30 m³/ha).

6.10. Servicios ambientales

Se pueden definir como el conjunto de condiciones y procesos naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, la estabilidad climática, la contribución de ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Debido a la enorme cantidad de factores, la producción de servicios ambientales se ve día a día amenazada por el uso de prácticas no sustentables de manejo de recursos forestales (Torres, 2009).

PERÚ (2001), ley forestal No 27308, en el título I: Disposiciones generales. Art. 3°, inciso 31, define Servicios Ambientales o servicios forestales como: "Los servicios que brinda el bosque y las plantaciones forestales y que inciden directamente en la protección, la recuperación y el mejoramiento del medio ambiente".

6.11. Biomasa

La importancia de la estimación de biomasa en las especies vegetales es muy importante, principalmente para conocer el valor que como servicio ambiental representan. Los estudios de biomasa en los bosques de nuestra región son muy escasos debido a la complejidad, costos y tiempo que ello representa. Sin

embargo, estos estudios son cada vez más necesarios y no debemos omitir estas necesidades, sobre todo por la importancia que estos estudios tendrán en los próximos años. A esta necesidad debemos enfrentarla poco a poco con las técnicas adecuadas pero sobre todo buscar la mejor forma de minimizar costos, tiempo y trabajo (Snowdon *et al.*, 2001 citado por Arroyo y Paredes 2006).

Energías Renovables (2004), denomina biomasa a toda la materia orgánica que se encuentra en la tierra, como fuente de energía presenta una enorme versatilidad, permitiendo obtener tanto combustibles sólidos como líquidos o gaseosos de origen vegetal. Cualquier tipo de biomasa proviene de la reacción de la fotosíntesis vegetal, que sintetiza sustancias orgánicas a partir del bióxido de carbono del aire y de otras sustancias simples aprovechando la energía del sol. La energía que se puede obtener de la biomasa proviene de la luz solar, la cual gracias al proceso de fotosíntesis es aprovechada por las plantas verdes mediante reacciones químicas en las células, las que toman CO_2 del aire y lo transforman en sustancias orgánicas, según una reacción del tipo: de bióxido de carbono y oxígeno $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H-COH} + \text{O}_2$. En estos procesos de conversión la energía solar se transforma en energía química que se acumula en diferentes compuestos orgánicos (polisacáridos y grasas) y que es incorporada y transformada por el reino animal, incluyendo al ser humano, el cual invierte la transformación para obtener bienes de consumo.

La acumulación de la biomasa es influenciada por factores internos y externos: los factores externos son aquellos que afectan la fotosíntesis y la respiración, para estos autores los principales factores son; luz, temperatura, concentración de CO_2 , humedad, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, etc. y los factores internos

como son, la edad, estructura, disposición de la planta, acumulación de hidratos de carbono y la clorofila, (Kramer y Kozlowski, 1972).

Gayaso *et al.*, (2002), mencionan que la proporción y distribución de la biomasa en los componentes aparece asociada a las características de los árboles según las especies, el estado de desarrollo y el grado de intervenciones silvícolas a que son expuestos los individuos. Para Castellanos *et al.*, (1996) citado por Arroyo y Paredes (2006), la distribución de biomasa aérea y su distribución en los componentes del árbol son dos características importantes de estimar en las especies forestales, ya que mediante este conocimiento se puede clasificar los rodales por su capacidad para producir y proponer diferentes prácticas silvícolas para su manejo, esta información puede definir la cantidad de madera aprovechable por la industria, o como fuente de energía para el hombre, la acumulación de combustibles que podrían generar incendios y la cantidad de residuos producto de algún disturbio. Este último está relacionado con el ciclo de nutrimentos y con la acumulación o pérdida de materia orgánica y minerales del suelo.

Ordóñez *et al.*, (2001), argumentan que la biomasa aérea comprende el tronco, hoja, ramas y follaje. El carbón contenido en la materia orgánica que se encuentra en descomposición se origina cuando las estructuras vegetales como hojas, ramas, troncos, son depositadas en el suelo. Valle (2003), menciona que la cantidad de hojarasca producida por una comunidad vegetal, es la sumatoria de los detritos vegetales aéreos finos aportados al suelo durante un periodo de tiempo expresado en peso seco. Lo cual están incluidos tantos, hojas, flores, frutos, ramas, entre otros. La cantidad de hojarasca se refiere al tenor de nutrientes contenidos en ellas y constituye la principal fuente de nutrientes

incorporado al suelo en los ecosistemas forestales, una vez la hojarasca se descompone.

6.12. Ambiente

El ambiente se entiende como un sistema; es decir como un conjunto de elementos que interactúan entre sí. Por ende, implica el compendio de elementos naturales- vivientes o inanimados- sociales y culturales existentes en un lugar y tiempo determinados, que influyen en la vida material y psicológica de los seres humanos. Por dicha razón, es objeto de protección jurídica y forma parte del bagaje de la tutela de los derechos humanos. Así, el ambiente es concebido como el medio en el cual se encuentran contenidos todos los factores que hacen posible la existencia humana y la de los demás seres vivos. Por consiguiente, alude a todas las condiciones e influencias del mundo exterior que rodean a los seres vivientes y que permiten de una manera directa o indirecta su sana existencia y coexistencia (Perez y Nuñez, 2010).

El medio ambiente llamado también biósfera donde se desenvuelve la vida en el planeta Tierra es un sistema que engloba a todos los organismos vivientes, así como el aire, el agua y los suelos. En tal sentido, se llama Medio Ambiente al conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del hombre y en las generaciones futuras. Es decir, el concepto de Medio Ambiente engloba no sólo el medio físico (suelo, agua, atmósfera), y los seres vivos que habitan en él, sino también las interrelaciones entre ambos que se producen a través de la cultura, la sociología y la economía (Caillaux, 1978).

El ambiente es el conjunto de elementos sociales, económicos, culturales, bióticos

y abióticos que interactúan en un espacio y tiempo determinado; lo cual podría graficarse como la sumatoria de la naturaleza y las manifestaciones humanas en un lugar y tiempo concretos (Westreicher, 2006).

6.13. Bosque

Por bosques se entiende a las tierras que se extienden por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano. Los bosques son formaciones forestales densas, donde los árboles de diversas alturas y el sotobosque cubren una proporción considerable del terreno, o bien en una masa boscosa clara. (FAO, 2010).

En general, los bosques jóvenes tienen una estructura más simple y son mucho más pobres en especies que los bosques primarios del mismo medio ambiente (Finegan, 1992). Un bosque no es simplemente una cantidad de madera si no una asociación de plantas vivas que puede y debe tratarse como una riqueza renovable (Rengifo, 2012). Mientras que los bosques primarios son bosques vírgenes o formaciones vegetales poco alteradas por disturbios naturales o antropogénicos. De acuerdo a la variedad ambiental existe una amplia gama de tipos de bosque con diferente estructura y vegetación. En zonas tropicales la riqueza en especies es alta y el mismo tipo de bosque puede tener cientos de especies arbóreas. La abundancia de la mayoría de especies es baja y la mezcla de especies es intensiva, no sólo en el área (horizontalmente) sino también en los estratos (verticalmente) (Budowski, 1985, citado por Rengifo, 2012).

6.14. Inventario forestal

Según CONAFOR (2004), los inventarios forestales se pueden definir como un procedimiento operativo, para recopilar información cuantitativa y cualitativa sobre los recursos forestales, analizar y resumir esa información en una serie de datos estadísticos y presentarlos por medio de publicaciones; así mismo es un instrumento de la política nacional en materia forestal, que tiene por objeto determinar el cambio de la cubierta forestal del país y la evaluación de las zonas que se deben considerar prioritarias.

Para Malleux (1982), el inventario forestal no solo es un registro cualitativo y cuantitativo de los árboles, sino que se amplía a todos los elementos que conforman el bosque, según el cual está compuesto por el capital vuelo, suelo y demás elementos o individuos que se desarrollan y viven en la masa forestal. Existen muchas definiciones de inventario forestal, algunas más complejas, pero con el fin de simplificar su comprensión recurriremos a una más simple, que lo define como el conjunto de procedimientos aplicados para determinar el estado actual de un bosque, la interpretación de la expresión "estado actual" varía de una situación a otra, conforme varía el objetivo perseguido por el inventario (Wabo , 2003). Bolfor (1997), comenta que el inventario forestal constituye una herramienta eficiente de planificación del aprovechamiento maderero; que consiste en medir todos los árboles sujetos de selección para el aprovechamiento y conservación, luego posicionarlos en un mapa para relacionarlo con la topografía e hidrografía del terreno. Padilla (1992), manifiesta que los principales parámetros que se consideran en un inventario forestal son: especies, diámetro, altura comercial, defectos del árbol, forma de copa, lianas trepadoras y calidad del árbol.

Para Orozco y Brumér (2002), el inventario forestal es un procedimiento útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y aprovechamiento forestal. El término "inventario forestal" ha sido utilizado en el pasado como sinónimo de "procedimiento para la estimación de recursos leñosos (principalmente maderables comerciales) contenidos en un bosque" Mientras que para Israel (2004), citado por Loja (2010), consiste en extraer información, es decir es para saber cómo aprovecharlo, es como una radiografía del bosque, un resumen de su situación en un tiempo dado. El propósito del inventario es la preparación de un plan de aprovechamiento forestal, poniendo énfasis en recolectar información exacta (con el mínimo error) y al más bajo costo posible sobre (CATIE, 2002, citado por Torres, 2010).

Para Israel (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) y en términos cuantitativos determina el número de especies por unidad de área y las variables dasométricas, como diámetro a la altura del pecho (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.

Husch (1971), manifiesta que un inventario forestal debe incluir una descripción general de la zona forestal y de las características legales para el aprovechamiento del área, así como cálculos de las existencias maderables según las especies forestales (número de árboles por categorías diamétricas, disponibilidad volumétrica, entre otras), y cálculos de los incrementos de las

mermas, principalmente debidas a perdidas por el estado fitosanitario y defectos físicos del árbol; además hay que tener en cuenta que los inventarios deben incluir ambas cosas, ya que cualquier estimación de las cantidades de madera de un bosque tiene poco significado si no se considera en relación con la zona donde los árboles están plantados.

CATIE (2002), resalta que si el propósito del inventario forestal es la preparación de un Plan de Aprovechamiento Forestal, se debe tener en cuenta que el registro de datos tenga el mínimo de error y al más bajo costo posible, en lo referente a la topografía detallada del terreno, área efectiva de aprovechamiento, zonas de protección, localización de rutas de transporte e información sobre ubicación, cantidad, tamaño y calidad de los productos que se desea aprovechar.

6.15. Composición florística

Hawley y Smith (1980), consideran que el crecimiento en diámetro de los árboles es más variable que la altura. Los bosques tropicales presentan una composición fuertemente mixta, con una gran cantidad de especies por unidad de superficie (hasta más de 1000 por hectárea), varía de un lugar a otro del bosque, lo cual está ligado a las diferencias del patrón o tipo de distribución de las especies arbóreas individuales, relacionadas a su vez a las condiciones del medio (principalmente el suelo) y a las características inherentes a las especies (Gómez, 1972).

En un plano general, la diversidad florística de la amazonía responde al tipo de substrato: suelos lateríticos, suelos aluviales relativamente ricos y suelos muy pobres de arena blanca. También manifiesta que en las zonas de baja altitud en la amazonía son dominadas por Fabaceae; en suelos ricos, la familia Moraceae es

la segunda más diversa; mientras que en los suelos pobres de arena blanca siguen las Sapotaceae, Burseraceae y Euphorbiaceae; asimismo, muchos de los patrones espaciales y temporales que caracterizan los tipos de vegetación se deben a procesos dinámicos vinculados a cambios en clima o a las perturbaciones. La inundación estacional o temporal, el gradiente de humedad, el tipo de aguas relacionado a los distintos biotopos y régimen de precipitación, juegan un rol importante en la composición de las diferentes formaciones vegetales. Así la composición florística, las tasas de crecimiento, mortalidad de las plantas, fenología, biomasa y la estructura de la vegetación, se modifican con cambios fuertes en factores climáticos o con perturbaciones que destruyen o alteran la vegetación (www.siamazonia.org.pe). Heinsdijk y Miranda (1963), indican que el bosque tropical es una mezcla de pequeños y grandes árboles con una gran variedad de diámetros (DAP) semejante a los que se observan en países templados de desigual edad, donde todavía la variación del diámetro es menor.

6.16. Caracterización de la vegetación

Desde el punto de vista florístico, la cualidad más relevante de los bosques de la amazonía peruana, específicamente del departamento de Loreto, es su alta riqueza de especies. Además, menciona que a nivel global, la Amazonía peruana tiene más especies de plantas leñosas que cualquier otra región de los neotrópicos. Balseca (2010), manifiesta que los bosques de la amazonía peruana tienen una composición florística muy compleja o altamente heterogénea, que se ha estimado en más de 2500 especies diferentes. Esta gran diversidad de especies crea un serio problema para el manejo y aprovechamiento forestal, desde el punto de vista de identificación, silvicultura y uso. Tello (1995), menciona

tres criterios para el estudio de la vegetación, los cuales están basados en las características o aspectos fisonómicos, florísticos y estructurales. La estructura y composición de los bosques se ve afectada por la ocurrencia de disturbios de origen natural o antropogénico. La ocurrencia de disturbios frecuentes determina el predominio de especies colonizadoras, mientras que en áreas más estables el dosel del bosque está dominado por especies tolerantes a la sombra (Whitmore, 1989 citado por Pinazo, *et al.* 2003).

El primer paso hacia el entendimiento de la estructura y dinámica de un bosque representa la caracterización local de la vegetación, lo que a su vez es fundamental para comprender los diferentes aspectos ecológicos y manejo de los bosques tropicales (Bawa y McDade, 1994 citado por Cascante, *et al.* 1991).

Con el conocimiento de la composición y estructura de los diferentes tipos de vegetación se puede proyectar y desarrollar los planes de manejo forestal (Malleux, 1982). Muchos de los patrones espaciales y temporales que caracterizan los tipos de vegetación se deben a procesos dinámicos vinculados a cambios en clima o a las perturbaciones. Así la composición florística, las tasas de crecimiento, mortalidad de las plantas, fenología, biomasa y la estructura de la vegetación, se modifican con cambios fuertes en factores climáticos o con perturbaciones que destruyen o alteran la vegetación.

6.17. Distribución diamétrica

Para UNESCO (1980), la estructura del bosque son cambios fenológicos incluidos en función del microclima y de las modificaciones que en tal microclima inducen las condiciones fisiográficas y edáficas; a su vez, la estructura forestal determina las condiciones microclimáticas. Para Barkman, 1979, citado por Quirós *et al.*,

(2003), la estructura de la vegetación es el patrón espacial de distribución de las plantas. Se entiende la estructura de la vegetación como el patrón espacial de distribución de las plantas (Barkman, 1979), y la caracterización de una agrupación vegetal de especies leñosas se llega a través de la definición de su ordenamiento vertical y horizontal (Rangel y Velásquez, 1997).

Una distribución diamétrica regular, es decir mayor número de individuos en las clases inferiores, es la mayor garantía para la existencia y sobrevivencia de las especies; por el contrario, cuando ocurre una distribución diamétrica irregular, las especies tenderán a desaparecer con el tiempo Lamprecht (1964); mientras que Finol (1974), afirma que la distribución diamétrica regular garantiza la sobrevivencia de una especie forestal, así como su aprovechamiento racional según las normas del rendimiento sostenido. Por su parte Marmillod (1982), asegura que la distribución diamétrica depende marcadamente de la superficie de levantamiento. Para el análisis de la vegetación es importante encontrar un valor que permita dar una mejor visión de la estructura de las especies o que caracterice la importancia de cada especie en el conglomerado total de la población (Lamprecht, 1964).

La distribución diamétrica del bosque ofrece una idea de cómo están representados en el bosque las diferentes especies según clases diamétricas (Lamprecht, 1964); el mismo autor indica que los datos estructurales (abundancia, dominancia y frecuencia) revelan aspectos esenciales en la composición florística del bosque, pero siempre son solamente enfoques parciales que en forma aislada, no suministran la información requerida sobre la estructura de la vegetación en conjunto, agrega que, para el análisis de la vegetación, es

importante encontrar un valor que permita una visión más amplia de la estructura de las especies, lo que caracteriza la importancia de cada especie en el conglomerado total del suelo. Además de considerar la estructura horizontal y vertical del bosque, también es importante analizar la estructura diamétrica (Hidalgo, 1982).

6.18. Número de árboles

Hawley y Smith (1972), manifiestan que en las masas irregulares al envejecer en cada uno de los pequeños grupos uniformes disminuye el número de árboles, al principio rápidamente y luego más despacio, puede llegar el momento en que, de un grupo inicial de un centenar de individuos, no sobrevivirá más que uno. Bruce y Schumacher (1965), citado por Burga (1993), señala que si un bosque no es absolutamente de la misma edad, en su fase de plantitas hay miles de aquellos por ha, a medida que los arbolitos van aumentando de tamaño compiten unas con otras cada vez con mayor intensidad para conseguir luz y humedad hasta que llega el momento en que los individuos más débiles mueren suprimidos por sus vecinos más robustos. De la lucha continúa durante toda la vida; el resultado es que el número de árboles por ha disminuye muchísimo hasta que en la madurez queda a menudo menos del 1% de los árboles que había al comienzo. FAO (1974), explica que una floresta irregular equilibrada tendría tantos árboles en cada clase de diámetro como una floresta regular (o normal) equilibrada, compuesto por rodales uniformes, cubriendo un área igual y que contuviera las mismas clases de edad.

6.19. Distribución de frecuencias diamétricas

Una distribución diamétrica regular, es decir, mayor número de individuos en las clases inferiores, es la mayor garantía para la existencia y sobrevivencia de las

especies; en caso contrario las especies desaparecerán con el tiempo Lamprecht (1990). Además, garantiza su aprovechamiento racional según las normas de rendimiento sostenido (Freitas, 1986).

Malleux y Montenegro (1971), explican que en rodales disetáneos la típica distribución de árboles y sus clases diamétricas se encuentra un alto número de árboles pequeños, con decrecimiento de la frecuencia a medida que el tamaño aumenta. Mientras que Hawley y Smith (1972), expresan que en una masa irregular, la curva resultante de la distribución de diámetros en una masa completa tendrá forma de "J". Husch (1963), indica que en bosques disetáneos la distribución diamétrica típica es un gran número de árboles de diámetros pequeños, decreciendo el número de árboles conforme aumenta la clase diamétrica.

Bruce y Schumacher (1965), citado por Burga (1993), indica que la distribución de frecuencia, es una distribución tabular que muestra la frecuencia con que ocurre cualquier evento por clase de tamaño. Para Vega (1968), citado por Burga (1993), manifiesta que la normalidad de la distribución diamétrica en un bosque mixto primario (incoetáneo) indica la existencia de una relación constante entre el número de árboles y las clases diamétricas arregladas sucesivamente, es decir, el número de individuos de las clases diamétricas inferiores decrece en una progresión geométrica conforme aumentan las clases de tamaño.

6.20. Estructura horizontal de la vegetación

Schulz (1970) citado por Wasdworth (2000), define la estructura horizontal como el arreglo espacial de los árboles en una superficie boscosa relacionado con los tamaños, ubicación relativa y tipos de forma de vida; de esta manera se mide la

densidad del bosque por la cantidad y tamaño de los árboles y el área basal; mientras que Lamprecht (1990), sugiere técnicas que permiten el análisis de la estructura horizontal del bosque tropical, las mismas que se presentan a continuación:

a) Abundancia de especies

Font-Quer (1975), define la abundancia como el número de individuos de cada especie dentro de una asociación vegetal. Además, permite definir y asegurar con exactitud, que especie (s) tienen mayor presencia o participación en el bosque (Lamprecht (1962), Finol (1976) citado por Freitas (1986). Mientras que Lamprecht (1990), define a la abundancia absoluta como el número total de individuos pertenecientes a una especie y la abundancia relativa como la proporción de cada especie en porcentaje del número total de árboles registrados en la parcela de estudio.

b) Dominancia de especies

Finegan (1997) citado por Louman (2001), manifiesta que desde el punto de vista silvicultural la medida más importante de la organización horizontal es el área basal (m^2/ha). Por su parte Snook (1993) citado por Louman y Stanley (2002), indican que al usar el parámetro del área basal y si una especie posee altos valores, significa que tiene mejor calidad de sitio; es decir este es un indicador del nivel de competencia en el dosel y grado de desarrollo del bosque.

Lamprecht (1990), define la dominancia absoluta de una especie como la suma de las áreas basales individuales expresadas en m^2 ; la dominancia relativa se calcula como la proporción del área basal de una especie en relación al área basal total en porcentaje.

Louman y Stanley (2002) e Hidalgo (1982), afirman que el empleo de las áreas basales es justificable; ya que las investigaciones al respecto han demostrado que por regla general existe una correlación lineal relativamente alta, parabólica y cuadrática entre el diámetro de la copa y el fuste. Lamprecht (1990), menciona que a causa de la existencia de varios doseles, la estructura vertical y horizontal del bosque se vuelve compleja, la determinación de la proyección de la copa resulta en extremo complicada, trabajosa y en algún caso imposible de realizar, usualmente ésta se determina en forma visual, resultado demasiado costoso y estaría sujeto a muchos errores de medición; es por ello que la proyección de la copa ya no es evaluada, actualmente se emplean las áreas basales consideradas como sustitutos de los verdaderos valores de la dominancia de las especies.

c) Frecuencia de especies

La frecuencia expresa la presencia o ausencia de una especie en áreas de igual tamaño dentro de una comunidad (Lamprecht (1962), Forster (1973) y Finol (1974) citado por Hidalgo (1982). Este parámetro resulta ser un indicador de la diversidad o de la complejidad florística de la asociación dentro de la comunidad forestal Sabogal (1980) y Vega (1968), citado por Freitas (1986).

Para Lamprecht (1990), de acuerdo a las frecuencias absolutas, se acostumbra a reunir las especies en cinco (5) clases siguientes: I = 1- 20 %; II = 21- 40 %; III= 41- 60 %; IV= 61-80 %; V= 81-100 %. Además, la relación de frecuencia se puede representar gráficamente en un diagrama, determinando una idea aproximada de la homogeneidad del bosque. Diagramas con valores altos en las clases de frecuencia IV-V indican la existencia de una composición florística homogénea. Altos valores en las clases I-II representan una heterogeneidad florística establecida. Debe observarse que los valores de frecuencia también dependen

del tamaño de las sub parcelas; cuanto más grandes sean éstas, mayor cantidad de especies tendrán acceso a las clases altas de frecuencia. Por lo tanto, solo son comparables los diagramas de frecuencia obtenidos a partir de parcelas de muestreo con igual tamaño de sub parcelas. La frecuencia relativa de una especie se calcula como la proyección expresada en porcentajes de la frecuencia absoluta de una especie en relación a la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

d) Índice de valor de importancia

El índice de valor de importancia (IVI) formulado por Curtis y McIntosh (1951) citado por Lamprecht (1990), es calculado para cada especie a partir de la suma de valores relativos de abundancia, frecuencia y dominancia. Con éste índice es posible calcular el "peso ecológico" de cada especie. La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugiere la igualdad o por lo menos la semejanza del bosque en su composición, en su estructura, en lo referente al sitio y a la dinámica. El valor máximo relativo del IVI es de 300 %, cuando más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes; este parámetro está influenciado por la forma y tamaño de la unidad muestral Sabogal (1980) y Finol (1976) citado por Freitas (1986).

VII. MARCO CONCEPTUAL

Medio ambiente: Es el conjunto de todas las cosas vivas que nos rodean. De éste obtenemos agua comida, combustibles y materias primas que sirven para fabricar las cosas que utilizamos diariamente

http://www.cinu.org.mx/ninos/html/onu_n5.htm.

Captura de carbono: Es el proceso de fijación del carbono en forma continua en cualquier sistema de uso de la tierra (Brown, 2000).

Carbono fijado: Se refiere al carbono que una unidad de área cubierta por vegetación tiene la capacidad de fijar en un periodo determinado (Saenz, 1996).

Carbono real o almacenado: Todo carbono que está almacenado en determinado ecosistema vegetal (Saenz, 1996).

Ciclo del carbono: Secuencia de transformaciones, mediante las cuales el CO₂ atmosférico pasa a formas orgánicas por fotosíntesis y devuelto a su estado original a través de la respiración o combustión (Diccionario Forestal, 2005).

Densidad: Relación entre masa y volumen de un cuerpo (Diccionario Forestal, 2005).

Fuste: Se refiere a un índice de la calidad y cantidad de trozas aserrables que se pueden obtener de un árbol. Madera del árbol sin considerar la corteza (Diccionario Forestal, 2005).

Deforestación: Acción de eliminar el bosque de forma permanente para un uso no forestal (Freitas, 2006).

Bosque: Superficie mínima de tierras de entre 0,05 y 1,0 hectáreas (ha) con una cubierta de copas (o una densidad de población equivalente) que excede del 10 al 30% y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de entre 2 y 5 metros (m) a su madurez in situ (Perez y Nuñez, 2010).

Árboles: Son plantas leñosas perennes que tienen un fuste y una copa bien diferenciada (Lindorf, *et al.* 1991).

Composición florística: Es la relación de especies forestales comerciales que se registrarán en el área de estudio (Lamprecht, 1990).

Estructura de la vegetación: Debe entenderse el agregado cuantitativo de unidades funcionales; es decir, la ocupación espacial de los componentes de una masa vegetal Dancereau (1961), citado por Burga (1993).

Estructura horizontal: Es el análisis del perfil del bosque a partir del área basal de los árboles registrados en el inventario forestal para el área en estudio (Lamprecht, 1990).

Abundancia: Es la cantidad de individuos que se identifican para cada especie en el área de estudio (Lamprecht, 1990).

Dominancia: Es la cantidad de área basal que corresponde a todos los individuos del área en estudio (Lamprecht, 1990).

Frecuencia: Es la distribución de las especies en el área de estudio (Lamprecht, 1990).

Volumen de madera comercial: Se determina para obtener el potencial maderable del bosque y la valoración económica correspondiente (Malleux, 1982).

Índice de valor de importancia: Es la relación de especies que definirán la estructura del bosque evaluada Lamprecht (1990); mientras que para Malleux, (1982) muestra la importancia ecológica relativa de cada especie.

Inventario forestal: Se define como el conjunto de procedimientos destinado a proveer información cualitativa y cuantitativa de un bosque, (Wabo, 2003). Mientras que Husch (1963), indica que es un método de descripción cualitativa de los árboles forestales de una determinada área.

Clase diamétrica. Son intervalos establecidos para la medida de diámetros normales. También se refiere a árboles, rollos entre otros, incluidos en dichos intervalos (Tovar, 2000).



546

VIII. MATERIALES Y MÉTODO

8.1. Lugar de Ejecución

El área de estudio se localiza en la margen derecha de la cuenca Yavari – Miri y quebrada Esperanza. Geográficamente se localiza entre las coordenadas UTM (V1 = 9535613 N y 835057 E; V2= 9533112 N y 835057 E; V3= 9533112 N y 833357 E y V4= 9535613 N y 833357 E). Políticamente se encuentra en el distrito del Yavari, Provincia de Maynas, Región Loreto (Figura 1 del anexo).

Clima

La temperatura promedio es de 26,95 °C, con un rango entre 20,96°C y 32,33°C con una variación de más o menos 9,2 °C entre la máxima y mínima diaria; el mes más caliente es noviembre con una media de 27,33 °C; la precipitación alcanza los 2827 mm/año, la época lluviosa comprende los meses de diciembre a mayo, el mes de mayor precipitación pluvial es el mes de abril con 326 mm y el menor es julio con 169 mm; la humedad relativa promedio mensual fluctúa entre 81,94 % en octubre y 89,72% en mayo (CONAM, 2005).

Zona de Vida

El área de estudio pertenece a la zona de vida denominada "Bosque Húmedo Tropical" cuyas características fisonómicas, estructurales y de composición florística, corresponden a precipitaciones mayores a 200 mm mensuales y menor a 4 000 mm anuales (Holdridge, 1987).

Accesibilidad

Al área de estudio se llega por vía fluvial bajando el río Amazonas desde la ciudad de Iquitos hasta la localidad de Islandia durante 72 horas de viaje en M/F. De la

localidad de Islandia se navega por el río Yavari hasta la comunidad de Nueva Esperanza en bote motor pequeño de 9 HP en un tiempo aproximado de 5 días, a un promedio de 14 horas de viaje por día. Desde la Comunidad de Nueva Esperanza se continúa el viaje durante 6 horas a través del río Esperanza y luego se camina dos horas hasta llegar a la PCA 07.

Características del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en un bosque húmedo de colina baja que corresponde a los sistemas colinosos, sus elevaciones desde el nivel local son menores a 80 m; presenta geformas de cimas aplanadas u onduladas, con pendientes que varían desde 30 a 45%. Generalmente se distribuyen en zonas de difícil acceso y cubierta por densa vegetación. Las cimas de estas colinas sobrepasan el nivel superior de las terrazas altas; constituyen zonas de moderada estabilidad, hallándose en condiciones naturales afectados sólo por procesos de escurrimiento difuso y reptación (IIAP, 2009).

Lozano, (1996), manifiesta que la vegetación que presenta este bosque es muy heterogéneo que aumenta de vigor en las laderas de las colinas y van disminuyendo en las cumbres. En las partes altas del relieve, los estratos medio y bajo se presentan en forma abierta o menos densos, contrariamente a las partes bajas y anegadas donde se presentan en mayor densidad asociados con lianas y epífitas. Este tipo de bosque presenta las mejores condiciones para el aprovechamiento forestal, porque permite una acción de trabajo fácil y también por que presentan un buen sistema hidrográfico de quebradas y afluentes de buen caudal de agua para el transporte de la madera en trozas por flotación y bajo costo.

8.2. Materiales y equipos

Los materiales que se utilizaron son: libreta de campo, lápices, forcímulas, GPS MAP 76, calculadora de bolsillo, computadora, cintas de agua, pintura, marcadores indelebles, martillos, clavos y útiles de escritorio en entre oros.

8.3. Método

8.3.1. Tipo y nivel de investigación

Por el diseño es descriptivo. El inventario forestal se realizó a través de fajas de 100 m de ancho por 1700 m de largo (unidad de muestreo), distribuidos sistemáticamente a nivel detallado sumando en total 25 unidades de muestreo.

8.3.2. Población y muestra

Población: Es el conjunto de parcelas de 1 ha, con vegetación natural constituida por 425 unidades de muestreo.

Muestra: Estuvo compuesta por 25 unidades de muestreo. Las unidades de muestreo fueron transectos de 100 m de ancho x 1700 m de largo, distribuidas en forma sistemática.

8.3.3. Diseño estadístico

El inventario forestal se realizó teniendo en cuenta el muestreo estratificado al nivel detallado. El diseño que se utilizó en el presente trabajo fue del tipo descriptivo.

8.3.4. Análisis estadístico

Para el estudio se realizó un inventario forestal de las especies comerciales, en la cual se registró la composición florística y se tomó información biométrica que sirvió para estimar el contenido de carbono, número de individuos, volumen, índice de valor de importancia y la distribución espacial de las especies.

8.3.5. Procedimiento

Consiste en la recopilación, revisión, análisis y selección de la información existente. Para tal fin, se acopió toda la documentación disponible referida al área de estudio en el aspecto forestal.

Toma de datos

Para la toma de datos de campo en el inventario forestal se tendrá en cuenta a los árboles ≥ 40 cm de DAP en cada unidad de muestreo (Formato 1):

Formato 1: Para árboles ≥ 40 cm de dap.

Conc: Cuenca:
 Región: U.M. N° Brigada:
 Jefe Br: Matero: Tipo de Bosque:
 Lat.: Log.: Azimut: Fecha:

Nº.	Especie	Dap (cm)	Altura com. (m)	Coordenada UTM	Observaciones
01					

Inventario forestal

El registro de datos se efectuó de la siguiente manera:

Brigada o grupo: Nombre de los componentes del grupo de trabajo.

Azimut: Dirección de la trocha, según la posición donde se inicia el trabajo en cada unidad de muestreo.

Código de la unidad de muestreo: Se empleó los números del 1 al 25.

Nombre de la especie: Inicialmente se identificó a los árboles por el nombre vulgar y/o taxonómico, posteriormente se efectuó la verificación en el herbario de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Medición del diámetro: El diámetro de los árboles se midió a la altura del pecho (dap) aproximadamente a 1,30 m de altura del nivel del suelo, para clasificar a los árboles ≥ 40 cm, se utilizó como material a la forcípula de metal y/o cinta diamétrica si fuera el caso, graduadas con aproximación al cm, colocada siempre en dirección opuesta a la pendiente.

Medición de la altura comercial: La altura comercial de los árboles comprendió desde el nivel del suelo (sin aleta) o el final de la aleta si tuviera y el punto de ramificación del tronco principal o la presencia de algún defecto en el fuste, esta medición se efectuó con estimación visual. A cada 100 m se realizó comprobaciones con el clinómetro suunto.

8.3.6. Registro de la composición florística

La composición florística se determinó teniendo en cuenta el inventario forestal; la identificación de las especies se realizó con la ayuda de un matero con experiencia, quien proporcionó el nombre vulgar de las especies. Para la cita de las familias, géneros y especies se usó la nomenclatura de Brako y Zarucchi (1993) y Vásquez (1997) quien incluye una relación de las especies con nombres vulgares.

8.3.7. Determinación del número de individuos por clase diamétrica y especie

La distribución del número de árboles por clase diamétrica se efectuó tomando como base el diámetro a la altura del pecho (Dap) en clases diamétricas de 10 cm por categorías. De acuerdo a recomendaciones internacionales sobre normalización Rollet (1974), citado por Cardenas (1986), para permitir comparaciones con resultados de otros levantamientos, se fijó en el presente trabajo un intervalo de clase igual a 10 cm.

8.3.8. Determinación del índice de valor de importancia (IVI)

La abundancia se define como el número de individuos de una especie. Cuando este valor está relacionado a la unidad de muestreo, también proporciona una estimación de la densidad. El valor relativo de la abundancia se calcula de la siguiente manera:

$$Ar = (Ai/\bar{\Sigma}A) \times 100$$

Donde:

$\bar{A}r$ = Abundancia relativa de la especie

A_i = Número de individuos por hectárea de la especie

$\bar{\Sigma}A$ = Sumatoria total de individuos de todas las especies en la parcela

La frecuencia de las especies mide su dispersión dentro la comunidad vegetal. El cálculo se basa en el número de subdivisiones del área en que presentan individuos de una especie. Para calcularla se registra la presencia o ausencia (ocurrencia) de cada especie en cada subparcela y la frecuencia absoluta de una especie se expresa como el número de subparcelas en los cuales ocurre. La frecuencia relativa se refiere al porcentaje de la suma de todas las ocurrencias de una especie respecto a la sumatoria de las ocurrencias de todas las especies de la misma comunidad o parcela. Se calcula de la siguiente manera:

$$Fr = (Fi/\bar{\Sigma}F) \times 100$$

Donde:

$\bar{F}r$ = Frecuencia relativa de la especie

F_i = Número de ocurrencias de la especie por ha

$\bar{\Sigma}F$ = Sumatoria total de ocurrencias en la parcela

La dominancia es la sección determinada en la superficie del suelo por el haz de proyección horizontal del cuerpo de la planta, lo que equivale al análisis de la proyección horizontal de las copas de los árboles. Sin embargo, en el bosque tropical resulta difícil determinar dichos valores por la complejidad de la estructura, especialmente los distintos doseles dispuestos uno encima de otro y la entremezcla de las copas unas con otras. Por tanto, se utiliza el área basal de los fustes de los árboles en sustitución de la proyección de las copas, calculado en base a las mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) de los fustes. La

dominancia se expresa como valor relativo de la sumatoria de las áreas basales y se expresa de la siguiente manera:

$$Dr = (AB_i / \Sigma AB) \times 100$$

Donde:

Dr = Dominancia relativa de la especie

$\bar{A}B_i$ = Sumatoria de las áreas basales de la especie

ΣAB = Sumatoria de las áreas basales de todas las especies en la parcela

El índice de valor de importancia (IVI), muestra la importancia ecológica relativa de cada especie en el área muestreada. Interpreta a las especies que están mejor adaptadas, ya sea porque son dominantes, muy abundantes o están mejor distribuidas. El máximo valor del IVI es de 300. Se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = Ar + Dr + Fr$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa de la especie i

Dr = Dominancia relativa de la especie i

Fr = Frecuencia relativa de la especie i

8.3.9. Determinación del volumen de madera comercial por hectárea y por clase diamétrica

El volumen será calculado teniendo en cuenta el diámetro (\bar{DAP}), altura comercial y un coeficiente de forma de 0,65 por especie.

$$V_c = AB \times H_c \times F_f$$

Donde:

V_c = Volumen (m^3 /ha)

AB = Área Basal (m^2 /ha)

F_f = Factor de forma por especie

Calculo del área basal

$$AB = \pi/4 \times (Dap)^2 \quad \text{y/o} \quad 0,7854 \times (Dap)^2$$

8.3.10. Estimación del contenido de carbono

Para estimar el contenido de carbono, se empleó la recomendación propuesta por el IPCC (1996), donde primero se efectuó el cálculo del volumen de cada una de las especies comerciales inventariadas en el área de estudio; después se multiplicó a cada una de ellas (especies) con su respectivo valor de densidad básica o peso específico, cuyo resultado fue la biomasa. Seguidamente se multiplicó la biomasa calculada para cada especie por la fracción de carbono que es igual a 0,5 obteniéndose finalmente el contenido de carbono almacenado en los fustes de los árboles.

- Para el cálculo de la biomasa se determinó con la siguiente fórmula:

$$BLAS = Vol * Dm$$

Donde:

BLAS = Biomasa leñosa arriba del suelo (fuste)

V = Volumen (m³)

Dm = Densidad de la madera (K/m³).

La densidad de la madera (Dm) se utiliza para convertir el volumen del fuste de un árbol expresado en m³ a toneladas de materia seca. Los valores de densidad de la madera de las diferentes especies fueron obtenidas del taller taller de análisis estadístico para apoyar el diseño de los inventarios de carbono (Honorio y Baker, 2009).

- Finalmente para estimar el contenido de carbono se determinó con la siguiente fórmula:

$$CA = B * Fc$$

Donde:

CA = carbono almacenado

B = biomasa total del componente

Fc = fracción de carbono (0,5)

8.3.11. Mapa de dispersión de las especies comerciales

Para tal fin se realizó el inventario individual de cada faja donde se contabilizó y se registró todas las especies forestales aprovechables. En un formulario se registró la posición de cada árbol en un sistema de coordenadas "X" e "Y" con la ayuda de un GPS. El eje "X" indica la distancia del árbol a la trocha de orientación, pudiendo estar a la derecha o izquierda de la misma; mientras que el eje "Y" corresponde a la distancia de la trocha desde su inicio. Finalmente dichos datos fueron digitalizados en una hoja de cálculo (Excel), las mismas que se insertaron en el software Arc/vieu 3,2 para su edición final.

8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para determinar la composición florística, el número de árboles por clase diamétrica y especie, el Índice de valor de importancia (IVI), el volumen y la estimación del carbono, se registró el diámetro del fuste a la altura del pecho (DAP) de todos los árboles comerciales a partir de 40 cm de DAP que fue medido con el calibrador forestal (forcípula). La altura comercial (HC) se estimó visualmente y cada individuo muestreado fue determinado a nivel de nombre común, la identificación dendrológica se realizó con la ayuda de un matero con experiencia quien proporcionó el nombre vulgar de las especies forestales. Los datos obtenidos fueron procesados en el software Excel a través del informe de tablas y gráficos dinámicos, mediante el cual se determinó información sobre índice de valor de importancia (IVI), número de individuos, área basal, volumen y cuantificación del carbono.

8.5. Procesamiento de la información

La presentación de los resultados finales se plasma en cuadros y figuras. En los cuadros se exponen la composición florística, las especies de mayor importancia

ecológica, número de árboles por hectárea y por clase diamétrica, volumen y cuantificación del carbono y en las figuras se presenta la dispersión de las especies, número de árboles por clase diamétrica y volumen.

IX. RESULTADOS

9.1. Bosque húmedo tropical de colina baja

Ocupa aproximadamente 425 ha, (Figura 1-anexo). Se desarrolla en el paisaje colinoso presentando ondulaciones en su configuración, su relieve topográfico presenta pendientes pronunciadas y complejas que varían entre 15% a 35%, la misma que permite un buen acceso para el aprovechamiento forestal y trazado de vías de extracción. En esta unidad el drenaje es bueno y los suelos son de regular calidad.

9.2. Composición florística

En el Cuadro 3, se muestra la composición florística del área de estudio, donde es posible apreciar que en el bosque evaluado se han registrado en total 11 especies de valor comercial, las cuales se distribuyen en 7 familias botánicas; además la familia Fabaceae es la que reporta el mayor número de especies con un total de 4, las mismas que están representadas por *Hymenaea oblongifolia* "azúcar huayo", *Myroxilon balsamun* "estoraque", *Coumarouma odorata* "shihuahuaco" y *Cedrelinga cateniformis* "tornillo"

Cuadro 3. Lista de las especies de valor comercial identificadas en el área de estudio para árboles con \geq a 40 cm de Dap

Nº	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Azucar huayo	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	Fabaceae
2	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
3	Cumala	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae
4	Cumala aguanillo	<i>Virola albidiflora</i>	Myristicaceae
5	Estoraque	<i>Myroxilon balsamun</i>	Fabaceae
6	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	Bombacaceae
7	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae
8	Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i>	Moraceae
9	Shihuahuaco	<i>Coumarouma odorata</i>	Fabaceae
10	Tahuari	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae
11	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae

9.3. Número de individuos por clase diamétrica

En el Cuadro 4, se presenta el número de individuos de las especies comerciales por hectárea y por clase diamétrica que se encontró en el área de estudio, el mismo que asciende a un total de 1,593 individuos/ha, siendo las más importantes la *Virola calophylla* "cumala" con 0,685 individuos/ha, *Cedrela odorata* "cedro" con 0,141 individuos/ha, *Virola albidiflora* "cumala aguanillo" con 0,169 individuos/ha y *Simarouba amara* "marupa" con 0,132 individuos/ha.

Cuadro 4. Número de individuos por hectárea y por clase diamétrica para árboles con \geq a 40 cm de Dap

N°	Especie	40 A 50	50 A 60	60 A 70	70 A 80	80 A 90	90 A 100	100 A 110	110 A 120	> 120	Total general
1	Azucar huaye			0,002	0,005	0,016			0,007	0,002	0,033
2	Cedro			0,038	0,038	0,014	0,002	0,019	0,016	0,014	0,141
3	Cumala	0,005	0,202	0,280	0,158	0,028	0,005	0,007			0,685
4	Cumala aguanillo	0,002	0,012	0,075	0,061	0,005		0,012	0,002		0,169
5	Estoraque		0,007	0,035	0,024	0,002					0,068
6	Lupuna			0,002				0,005	0,009	0,047	0,064
7	Marupa	0,007	0,026	0,052	0,033	0,009	0,002	0,002			0,132
8	Palisangre		0,009	0,028	0,031		0,002	0,005			0,075
9	Shihuahuaco		0,014	0,005	0,033	0,009	0,005		0,007		0,073
10	Tahuari		0,016	0,028	0,035	0,009			0,005		0,094
11	Tomillo			0,007	0,021	0,007		0,014	0,007	0,002	0,059
	Total general	0,014	0,287	0,553	0,438	0,101	0,016	0,064	0,054	0,066	1,593

Conforme se aprecia en la Figura 1, la mayoría de árboles se encuentran agrupados en las clases diamétricas inferiores (50 a 60 cm hasta 80 a 90 cm) excepto en la primera clase diamétrica (40 a 50 cm), mientras que en las clases diamétricas superiores ($>$ a 90 cm) contienen pocos individuos, pero con árboles de gran tamaño, situación que define una elevada densidad (estrechez) de individuos delgados y, escasos árboles de gran tamaño creciendo en forma dispersa; esta característica estructural es típica en bosques húmedos tropicales.

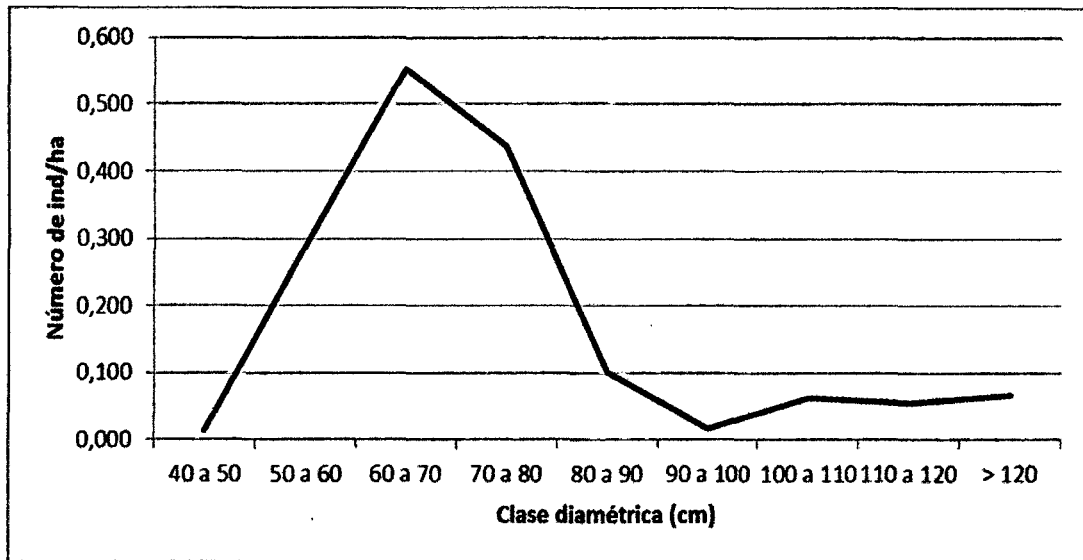


Figura 1. Distribución del número de individuos/ha y por clase diamétrica

9.4. Índice de valor de importancia (IVI)

Cuadro 5. Listado de las especies comerciales en orden de importancia ecológica del bosque evaluado

N°	Especie	Abundancia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	IVI %
1	Cumala	42,984	30,625	12,291	85,899
2	Cedro	8,863	12,335	13,408	34,605
3	Lupuna	3,988	17,064	7,263	28,314
4	Cumala aguanillo	10,635	9,167	6,704	26,507
5	Marupa	8,272	6,214	11,732	26,217
6	Tahuari	5,908	4,883	10,056	20,847
7	Palisangre	4,727	4,007	11,173	19,907
8	Tornillo	3,693	5,053	7,821	16,567
9	Shiñuãhuaco	4,579	4,423	7,263	16,265
10	Estoraque	4,284	3,401	6,145	13,829
11	Azucar huayo	2,068	2,829	6,145	11,043
	Total general	100	100	100	300

En el Cuadro 5, del presente estudio se presenta los resultados obtenidos de los parámetros abundancia relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa, que hacen posible obtener el índice de valor de importancia para cada una de las especies comerciales registradas en el inventario forestal.

9.5. Volumen de madera comercial por hectárea y por clase diamétrica

En el Cuadro 6, se presenta el volumen de madera de los árboles de las especies comerciales que se registraron en el área de estudio con diámetro mínimo de corta ≥ 40 centímetros; cabe indicar que la lista de especies esta ordenada de mayor a menor volumen de madera. Las 11 especies comerciales registradas reportan en total $8,806 \text{ m}^3/\text{ha}$ de madera rolliza.

Cuadro 6. Distribución del volumen de madera por especie comercial para árboles con ≥ 40 cm de Dap

N°	Especie	40 A 50	50 A 60	60 A 70	70 A 80	80 A 90	90 A 100	100 A 110	110 A 120	> 120	Total general
1	Cumala	0,008	0,522	1,071	0,745	0,205	0,039	0,071			2,661
2	Lupuna			0,010				0,050	0,122	1,508	1,691
3	Cedro			0,152	0,190	0,094	0,020	0,198	0,208	0,261	1,122
4	Cumala aguanillo	0,004	0,027	0,266	0,299	0,030		0,109	0,027		0,761
5	Marupa	0,012	0,060	0,184	0,148	0,063	0,019	0,022			0,509
6	Tornillo			0,028	0,111	0,047		0,148	0,083	0,043	0,460
7	Tahuari		0,039	0,100	0,152	0,058			0,055		0,403
8	Shihuahuaco		0,035	0,015	0,144	0,058	0,035		0,066		0,355
9	Palisangre		0,022	0,098	0,143		0,019	0,042			0,326
10	Estoraque		0,016	0,133	0,110	0,014					0,273
11	Azucar huayo			0,007	0,021	0,100			0,085	0,033	0,246
	Total general	0,025	0,721	2,064	2,064	0,669	0,133	0,641	0,644	1,845	8,806

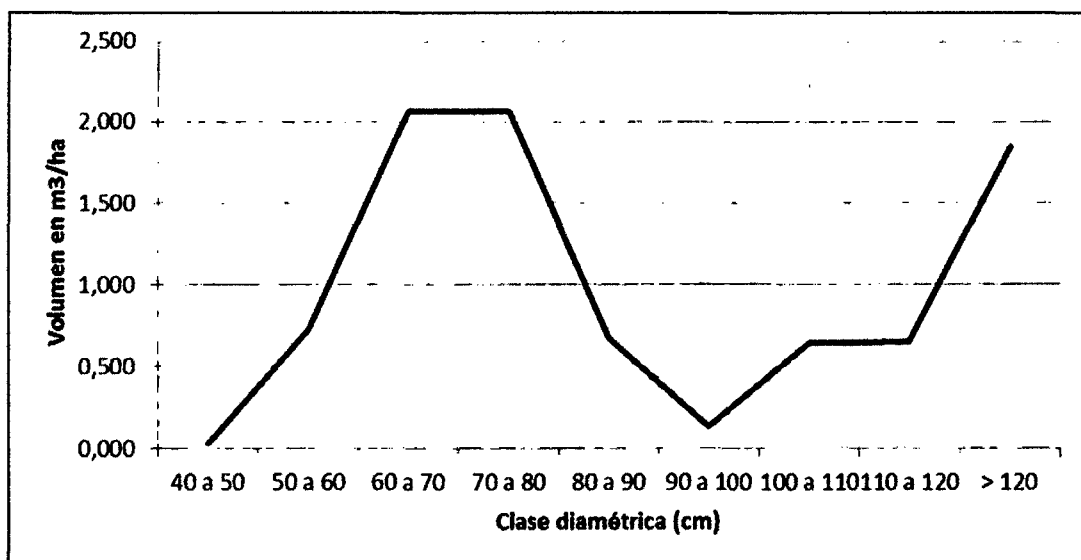


Figura 2. Distribución del volumen/ha y por clase diamétrica

En la Figura 2, se presenta una proyección irregular de la distribución del volumen de madera comercial por clase diamétrica donde se observa que la tercera (60 a 70 cm) y cuarta clase (70 a 80 cm) tienen una marcada diferencia con respecto a las demás, observándose el mayor volumen con 2,064 m³/ha para ambas clases diamétricas respectivamente.

9.6. Contenido de carbono almacenado en los fustes de las especies comerciales

Cuadro 7. Contenido de carbono (ton) de madera por especie comercial para árboles con \geq a 40 cm de Dap

Especies	Vol (m ³)	Densidad básica (Kg/m ³)	biomasa (Kg)	biomasa (ton)	tC
Azucar huayo	104,6121	760	79505,224	79,505	39,753
Cedro	477,0166	410	195576,794	195,577	97,788
Cumala	1131,0295	490	554204,457	554,204	277,102
Cumala aguanillo	323,3883	450	145524,729	145,525	72,762
Estoraque	115,9979	780	90478,332	90,478	45,239
Lupuna	718,4646	280	201170,079	201,170	100,585
Marupa	216,4467	380	82249,745	82,250	41,125
Palisangre	138,3632	750	103772,363	103,772	51,886
Shihuahuaco	150,6940	780	117541,345	117,541	58,771
Tahuari	171,1825	920	157487,887	157,488	78,744
Tornillo	195,2994	480	93743,727	93,744	46,872
Total general	3742,4947		1821254,682	1821,255	910,627

Cuadro 8. Contenido de carbono (ton/ha) de madera por especie comercial para árboles con \geq a 40 cm de Dap

Especies	Vol (m ³ /ha)	Densidad básica (kg/m ³)	biomasa (Kg/ha)	biomasa (ton/ha)	tC/ha
Azucar huayo	0,2461	760	187,071	0,187	0,094
Cedro	1,1224	410	460,181	0,460	0,230
Cumala	2,6612	490	1304,010	1,304	0,652
Cumala aguanillo	0,7609	450	342,411	0,342	0,171
Estoraque	0,2728	780	212,890	0,213	0,106
Lupuna	1,6905	280	473,341	0,473	0,237
Marupa	0,5093	380	193,529	0,194	0,097
Palisangre	0,3256	750	244,170	0,244	0,122
Shihuahuaco	0,3546	780	276,568	0,277	0,138
Tahuari	0,4028	920	370,560	0,371	0,185
Tornillo	0,4595	480	220,573	0,221	0,110
Total general	8,8059		4285,305	4,285	2,143

En el Cuadro 7, se puede apreciar el reporte del contenido de carbono de las 11 especies comerciales del área de estudio, el mismo que asciende a un total de 910,627 tn, para un volumen de 3742,49 m³; mientras que el Cuadro 8, muestra el contenido de carbono por hectárea con 2,143 tC/ha, para un volumen de 8,81 m³.

9.7. Mapa de dispersión de las especies comerciales del bosque en estudio

En la Figura 3, se muestra el mapa de dispersión del bosque en estudio, donde se puede observar la distribución espacial de las 11 especies que han sido evaluadas en el inventario; asimismo se puede presenciar la vial primaria y viales secundarias que se utilizará durante el proceso de extracción de la madera.

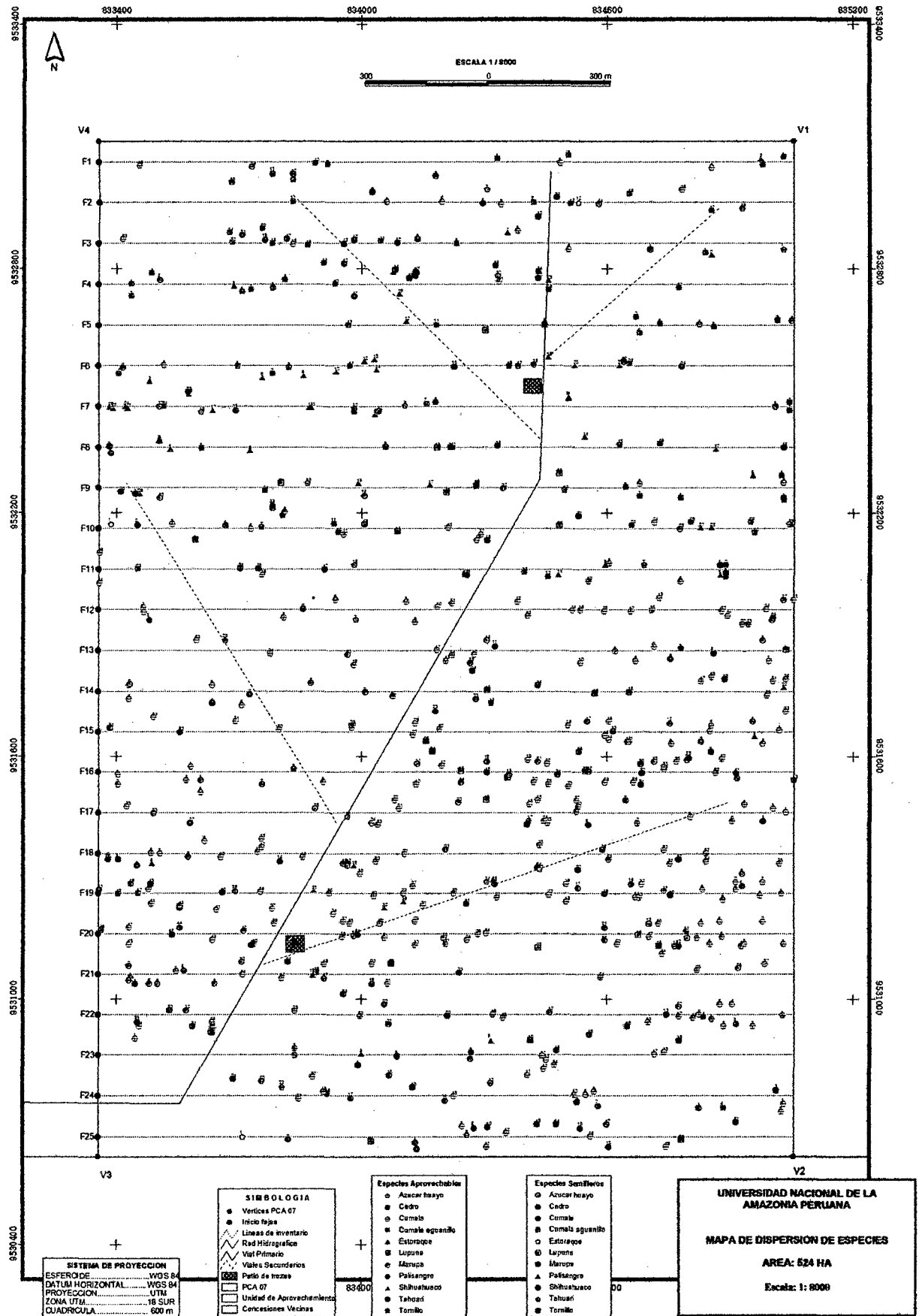


Figura 3. Mapa de dispersión del bosque en estudio

X. DISCUSIÓN

10.1. Composición florística

La diversidad que presenta un bosque depende de la cantidad de especies que lo constituyan, es decir cuanto mayor es el número de especies mayor será la diversidad. Las especies se agrupan en familias de acuerdo a sus características botánicas según las especies reportadas, la familia Fabaceae fue la que presentó mayor número de especies (4) con predominio de los géneros *Hymenaea*, *Myroxylon*, *Coumarouma* y *Cedrelinga* que representa el 36,36% del total; mientras que la familia *Myristicaceae* reporta 2 especies que juntas hacen el 18,18%; las demás especies que son 5 en total tienen una sola especie (*Cedrela*, *Chorisia*, *Simarouba*, *Brosimum* y *Tabebuia*) que constituyen el 9,1% de presencia para cada una de ellas en este bosque. Los resultados del inventario florístico realizado por Rodríguez (2012), para un estudio sobre estructura horizontal y valoración económica de la madera de especies comerciales en un bosque natural de colina baja en el distrito del Yavari, difieren con los encontrados en el presente estudio, toda vez que reporta en total 18 especies comerciales, los cuales se encuentran distribuidos en 10 familias botánicas, además la familia Fabaceae fue la que presentó la mayor cantidad de especies (4) con predominio de los géneros *Hymenaea*, *Ormosia*, *Hymenolobium* y *Cedrelinga*. Mientras que Macedo (2012), ha registrado para un inventario forestal desarrollado en la comunidad campesina de Tres Unidos en total 10 familias de plantas con 18 géneros y 19 especies. Asimismo, las familias Lauraceae, Fabaceae, Myristicaceae y Vochysiaceae son las que presentaron mayor cantidad de especies con un total de 13, con predominio de los géneros *Ocotea* y *Vochysia*,

los cuales difieren al ser comparados con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Comparando los resultados del presente estudio con los antes mencionados se demuestra que la familia Fabaceae es la que tiene mayor presencia en este tipo de bosque; según Gentry (1988) citado por Rodríguez (2012), la familia Fabaceae es la más diversa en los bosques primarios neotropicales en las zonas de baja altitud de la Amazonía Peruana y está considerada dentro de las diez familias botánicas más importantes; esta familia se adapta al tipo de suelo de acuerdo a la disponibilidad de nutrientes.

10.2. Número de individuos por clase diamétrica del área de estudio

Una de las dimensiones arbóreas directamente mensurable es el diámetro y constituye un insumo básico para el cálculo del área basal, el volumen del fuste y la biomasa aérea de los árboles Brown (1997), citado por Hernández *et al* (2006). Comparado con otros parámetros forestales su medición es más fácil, más precisa e ideal para el desarrollo de ecuaciones alométricas. Por ende, el diámetro ha sido el descriptor de la estructura forestal más ampliamente utilizado en ecología y dasometría, Husch *et al* (2003), citado por Hernández *et al* (2006).

Conforme se aprecia en la Figura 1, la mayoría de especies se encuentran agrupados en las clases diamétricas inferiores mientras en las clases diamétricas superiores (> a 90 cm) contienen pocos individuos, pero con árboles de gran tamaño. Situación que define una elevada densidad (estrechez) de individuos delgados y, escasos árboles de gran tamaño creciendo en forma dispersa; esta característica estructural es típica en bosques húmedos tropicales. La clase diamétrica 40-50 cm presentaría generalmente la mayor cantidad de árboles, este

fenómeno ocurre dada la gran cantidad de árboles que son capaces de establecerse durante los primeros años (regeneración); sin embargo conforme aumenta la clase diamétrica, la cantidad de individuos disminuye producto de la competencia y las exigencias lumínicas que requieren algunas especies para mantenerse dentro el bosque, resultando una alta mortalidad de especies que no logran adaptarse a nuevas condiciones. Se observaron marcadas diferencias del incremento en diámetro entre individuos aún de la misma categoría diamétrica; el crecimiento rápido de algunos árboles puede explicarse, en parte, por el crecimiento más lento de los otros. Al respecto, Wadsworth (2000), indica que el destino de cada árbol depende de su capacidad de tolerar o dominar a sus vecinos, lo que a su vez depende, en parte, de la capacidad relativa de su sistema radicular para obtener agua y nutrientes, y de sus copas para alcanzar una iluminación adecuada.

El mayor número de árboles se concentra en la tercera clase diamétrica (60-70) y cuarta clase diamétrica (70-80), representando el 34,71% y 27,50% respectivamente del total de individuos (Cuadro 4). Según Malleux (1982), las curvas que tipifican a un bosque tropical es la siguiente: alto número de especies forestales por unidad de superficie, alto coeficiente de variabilidad, la curva de distribución de frecuencias de clases diamétricas de los árboles es de tipo exponencial y el bosque de difícil accesibilidad; existiendo numerosos tipos de bosques de acuerdo a factores fisiográficos, edáficos y florísticos; para Lamprecht (1962), manifiesta que una distribución diamétrica regular, es decir mayor número de individuos en las clases inferiores, es la mayor garantía para la existencia y sobrevivencia de las especies; por el contrario, cuando ocurre una estructura diamétrica irregular, las especies tienden a desaparecer con el tiempo.

En la Figura 1, la distribución del número de árboles por clase diamétrica muestra cierta alteración, este cambio posiblemente se debe a factores externos como intrínsecos del mismo bosque natural, tal situación conlleva a pensar que este bosque ha sufrido intervención antropica. Estas características demuestran que el bosque se encuentra en un proceso de recuperación después de una intervención humana o natural (caída de árbol, derrumbes), debido a que la disminución de las especies no es continua y que en algún tiempo todas las especies estaban representadas por individuos que se podrían incluir en todas las clases diamétricas.

Balseca (2010), reporta para el mismo tipo de bosque un total de 12,40 ind/ha, además menciona que el mayor número de individuos se presenta en las tres primeras clases diamétricas con un total de 10,60 individuos/ha que constituyen el 85,48% de la población y para individuos con \geq a 60 cm de diámetro suman en total 1,80 individuos/ha (14,52%); mientras que Vidurizaga (2003), manifiesta que el mayor número de individuos se ubican en las tres primeras clases diamétricas, con un total de 182 individuos/ha, que representa el 89,66%. Así mismo, Pérez (2010), indica que la mayor cantidad de individuos se encuentra en las clases diamétricas inferiores, y que la curva de distribución de especies es de tipo exponencial que describe la forma de una jota invertida, en la cual el número de individuos decrece conforme aumenta la clase diamétrica; dichos resultados son diferentes con respecto a lo reportado en el presente estudio.

10.3. Índice de valor de importancia del área de estudio

Según Lamprecht (1990), las características de una masa forestal, se pueden aproximar mediante el índice de valor de importancia, este índice se compone de parámetros como la abundancia, frecuencia y dominancia. La abundancia, es el

número de árboles por especie, la frecuencia, es la existencia o la falta de una especie dentro de una unidad de área específica (parcela), y la dominancia, es el grado de cobertura de las especies, como la expresión del espacio que ocupan. Luego de un aprovechamiento maderero, se modifican los parámetros anteriormente mencionados, donde la capacidad de los ecosistemas para reponer su composición y estructura original, depende además, de las condiciones naturales, como también de la severidad con que se alteran las funciones ecológicas del ecosistema.

En el Cuadro 5, se muestra los valores del índice de valor de importancia de las 11 especies comerciales registradas en el inventario forestal, donde es posible observar que cuatro especies reportan el mayor peso ecológico del área de estudio ya que superan el 150% con un IVI de 175,325%, que representa el 58,44% del total, los cuales están representados por las especies *Virola calophylla* "cumala" (85,889%), *Cedrela odorata* "cedro" (34,605%), *Chorisia integrifolia* "lupuna" (28,314%) y *Virola albidiflora* "cumala aguanillo" (26,507%).

El índice de valor de importancia es diferente para cada especie, ya que el proceso de transición, las especies que dominan una etapa, se tornan menos abundantes y frecuentes en la etapa siguiente; El índice de valor de importancia, que representa la importancia ecológica de una especie vegetal, ubica a *Virola calophylla* "cumala" (85,889%); de la familia Myristicaceae, como la especie ecológicamente más importante del bosque, que sobresale por su abundancia y por la superficie que ocupa (dominancia), le sigue en importancia *Cedrela odorata* "cedro" (34,605%); de la familia Meliaceae, debido sobre todo por la frecuencia y por ser de tamaño sobresaliente y *Chorisia integrifolia* "lupuna" (28,314%), de la familia Bombacaceae por la superficie que ocupa.

Del Risco (2006), reporta diferentes resultados a los obtenidos en el presente estudio con 264,49 y 217,39% de IVI, inclusive difieren con relación a las especies. Al respecto INADE (2002), presentan 140% y 154,5% de IVI para un bosque húmedo de colina baja; mientras que Vidurizaga (2003), reporta para la zona de "Otorongo" carretera Iquitos-Nauta como familias botánicas de tienen mayor valor de importancia ecológica a las Fabaceae (20%), Lecythidaceae (15%), Euphorbiaceae (9%), Myristicaceae (7%) y Moraceae (6%); PROFONANPE (2006), para la zona de Pastaza-Morona registro como especies representativas al machimango amarillo (22%), cumala blanca (19%), cumala colorada (17%), fierro caspi (11%) y sacha caimito (11%); estos resultados difieren al ser comparados con los reportados en el presente estudio.

10.4. Distribución del volumen de madera de las especies de valor comercial

En el Cuadro 6, se presenta el volumen de madera comercial por hectárea y por clase diamétrica de las 11 especies reportadas según el inventario, el cual asciende a un total de 8,806 m³/ha; de las cuales las tres especies con mayor volumen son: *Virola calophylla* "cumala" (2,661 m³/ha), *Chorisia integrifolia* "lupuna" (1,691m³/ha) y *Cedrela odorata* "cedro" (1,122 m³/ha), que juntas alcanzan el 62,16% del total; mientras que las especies que presentan menor volumen son *Myroxilon balsamun* "estoraque" (0,273 m³/ha) y *Hymenaea oblongifolia* "azúcar huayo" (0,246 m³/ha). Balseca (2010), indica haber encontrado para un bosque húmedo de colina baja ligeramente disectada en la comunidad de Nuevo Triunfo 2da. Zona un volumen total de 20,142 m³/ha; siendo las tres especies con mayor volumen: *Rinorea paniculata* "llama rosada" (3,251

m³/ha), *Poecilanthe effusa* "maría buena" (2,180 m³/ha) y *Zygia* sp "tigre caspi" (1,715 m³/ha), los cuales difieren con lo reportado en el presente estudio.

En la Figura 2, se muestra una proyección irregular de la distribución del volumen de madera por clase diamétrica donde se muestra que la tercera y cuarta clase tienen una marcada diferencia con respecto a las demás, observándose un mayor volumen en la clase que oscila entre 60 a 70 cm y 70 a 80 cm con 2,064 m³/ha respectivamente. Estos mayores volúmenes alcanzados se ve influenciado por la gran cantidad de individuos presentes en estas clases; sin embargo, también podemos apreciar que la clase diamétrica inferior (50 a 60 cm) ocupa el tercer lugar en orden de importancia en cuanto a mayor volumen se refiere, debido a la presencia de un gran número de árboles. En este aspecto podrían considerarse factores relacionados con la historia a la cual a sido sometido este bosque, puesto que es posible observar en la figura la posible extracción realizada en años anteriores.

10.5. Contenido de carbono almacenado en los fustes de las especies comerciales

Uno de los fenómenos atmosféricos de mayor importancia mundial, es el cambio climático derivado del incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero los mismos que provocan el incremento de la temperatura global de la atmósfera. Este fenómeno se debe a dos causas principales que son: El consumo de combustibles fósiles por las naciones industrializadas (Brown y Lugo, 1992) como causa principal y el cambio de uso del suelo, anualmente se deforestan aproximadamente 17 millones de hectáreas, lo que significa una

liberación de cerca de 1,8 billones de toneladas de carbono, que corresponde del total de las emisiones antropogénicas (Montoya, *et al.*, 1995).

En el Cuadro 7, se presenta el contenido de carbono para el área de estudio que asciende a 910,627 tC, siendo las especies *Virola calophylla* "cumala" (277,102 tC) y *Chorisia integrifolia* "lupuna" (100,585 tC) las que reportan mayor cantidad de carbono almacenado; asimismo, es preciso mencionar que en el mismo cuadro se muestra a las 11 especies que exhiben en total 1821,255 toneladas de biomasa. Mientras que en el Cuadro 8, se exhibe el contenido de carbono en toneladas /ha, de las cuales para el área de estudio se reporta 2,143 tC/ha, siendo la especie *Virola calophylla* "cumala" la que alcanzó el más alto valor con 0,652 tC/ha que representa el 30,42% del total. Además es posible manifestar que las especies evaluadas juntas alcanzaron 4,285 toneladas/ha de biomasa. Ramírez (2013), en un estudio sobre contenido de carbono en los productos y residuos generados por el aprovechamiento forestal de un bosque húmedo tropical en la comunidad nativa de Santa Mercedes, manifiesta que el contenido de carbono promedio almacenado en los productos forestales por individuo fue de 0,134tC/ha y el promedio en residuos forestales que genera cada individuo fue de 0,542 tC/ha.

La información sobre la biomasa, es fundamental; para responder muchas preguntas sobre el papel que juegan los bosques en el fenómeno mundial, incluyendo los ciclos biogeoquímicos de carbono, nitrógeno y nutrientes principalmente. Las estimaciones del flujo de carbono provenientes de los cambios de uso del suelo, son derivados de modelos cuyos resultados dependen, en parte, de estimaciones de biomasa en los bosques. Su importancia radica en generar escenarios de carbono almacenado en el suelo y en la vegetación, y que

éste sea retenido como materia orgánica, dando como resultado estimaciones del carbono neto absorbido, liberado por la combustión o descomposición (Zamora, 2003). Como los cambios de uso del suelo suceden, los modelos de cuantificación del carbono se dividen en la biomasa forestal de acuerdo al destino del carbono. Una parte se integra a la atmósfera, otra se almacena en el suelo, otra permanece en el sitio como materia muerta, o es exportado como productos. Por esto, la precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera y son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1982). Derivado de esto, resulta importante conocer el contenido de carbono almacenado en biomasa aérea, ya que a partir de esto y de los incrementos, se estima la captura de carbono y que se considera un servicio ambiental como alternativa de manejo de los recursos naturales encaminado al desarrollo sustentable (Brown y Lugo, 1982).

XI. CONCLUSIONES

1. Se identificaron 11 especies forestales maderables de valor comercial, las cuales se agruparon en 7 familias botánicas; siendo la familia Fabaceae la que reporta el mayor número de especies con un total de 4, las mismas que están representadas por *Hymenaea oblongifolia* "azúcar huayo", *Myroxylon balsamun* "estoraque", *Coumarouma odorata* "shihuahuaco" y *Cedrelinga cateniformis* "tornillo".
2. Se encontró en total 1,593 individuos/ha siendo las más importantes la *Virola calophylla* "cumala" con 0,685 individuos/ha, *Cedrela odorata* "cedro" con 0,141 individuos/ha, *Virola albidiflora* "cumala aguanillo" con 0,169 individuos/ha y *Simarouba amara* "marupa" con 0,132 individuos/ha.
3. Las especies *Virola calophylla* "cumala" (85,889%), *Cedrela odorata* "cedro" (34,605%), *Chorisia integrifolia* "lupuna" (28,314%) y *Virola albidiflora* "cumala aguanillo" (26,507), reportan el mayor peso ecológico del área de estudio con un IVI de 175,325%, que representa el 58,44% del total.
4. Las 11 especies reportan en total 8,806 m³/ha; de las cuales las tres especies con mayor volumen son: *Virola calophylla* "cumala" (2,661 m³/ha), *Chorisia integrifolia* "lupuna" (1,691 m³/ha) y *Cedrela odorata* "cedro" (1,122 m³/ha), que juntas alcanzan el 62,16% del total.
5. El contenido de carbono para el área de estudio asciende a 910,627 tC, siendo las especies *Virola calophylla* "cumala" (277,102 tC) y *Chorisia integrifolia* "lupuna" (100,585 tC) las que reportan mayor cantidad de carbono almacenado; mientras que por hectárea alcanzó 2,143 tC/ha, siendo la especie "cumala" la que obtuvo el más alto valor con 0,652 tC/ha que representa el 30,42% del total.

XII. RECOMENDACIONES

1. Evitar el aprovechamiento del bosque en estudio sin planes de manejo, con la finalidad de no reducir el contenido de carbono almacenado en los fustes de los árboles.
2. Realizar el manejo de este bosque con las 11 especies evaluadas, pero con mayor énfasis con las especies *Virola calophylla* "cumala" y *Chorisia integrifolia* "lupuna" porque reportan el mayor contenido de carbono.
3. Realizar el aprovechamiento de las especies comerciales utilizando las viales diseñadas que se presenta en el mapa de dispersión, con la finalidad de minimizar el daño que se realiza cuando se efectúa la extracción.
4. Continuar con las evaluaciones para estimar el contenido de carbono almacenado en los bosques de nuestra región con la finalidad de realizar comparaciones.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, M. M.; H. J. VARGAS. M. A. VELÁSQUEZ y B. J. D. ETCHEVERS, 2002. Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de las relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. p 725-738.
- ARROYO, J. y J. E. PAREDES. 2006. Estimación de la biomasa total y por componentes de hojas, ramas, copa y fuste en *Pinus cooperi* de la Región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal. Instituto Tecnológico de El Salto. 48 p.
- BALSECA, R. C. 2010. Inventario forestal de un bosque de colina baja ligeramente disectada con fines de manejo en la localidad de Nuevo Triunfo 2da. Zona. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos-Perú. 50 p.
- BARKMAN, J. 1979. The investigation of vegetation texture and structure. In: M.J. Werger (ed). The study of vegetation: 123-160. Junk. The Hague-Boston.
- BERMEO, A. 2010. Inventario Forestal para el Plan de Manejo de la concesión 16-IQ/C-J-185-04, cuenca del Río Itaya, Loreto, Perú. Tesis, FCF – UNAP. 72 p.
- BOLFORS, J. 1997. Análisis económico del censo forestal: En documento del Simposio Internacional. Bolivia. 10 p.
- BRÄKÖ, L. y J. L. ZARUCCHI. 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 45: 1286 p.
- BROWN, J. K.; R. D. OBERHEIM, AND C. M. JOHNSTON. 1982. Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the interior west, USDA Forest Service, General Technical Report INT-129 p.
- BROWN. 2000. Los bosques fuentes o sumidero de carbono. www.google.com. <http://wrm.org>.
- BROWN, S. y A. E. LUGO. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. Biotropica. 14: 161-187.
- BURGA, R. 1993. Determinación de la estructura total y por especie en tres tipos de bosques en Iquitos-Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad nacional de la Amazonía Peruana. 126 p.

- CAILLAUX, J. 1978. El medio ambiente y su protección jurídica en el Perú. Un primer análisis □ PUCP, Lima, Perú. p 62 y 63.
- CÁRDENAS, V. L. 1986. Estudio ecológico y diagnóstico silvicultural de un bosque de terraza media en la llanura aluvial del río Nanay, amazonía peruana. Tesis de Magister Scientiae. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Dpto. de Recursos Naturales Renovables. Turrialba, Costa Rica. 133 p.
- CASCANTE, M. A. y A. Ch. Estrada. 1991. Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el valle central de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. Mar. Vol. 49. N° 1. p. 213-225.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA – (CATIE). 2002. Inventarios forestales para bosques Latifoliados en América Central, Manual Técnico No. 50. Turrialba, Costa Rica. 265 p.
- CHENOST, C.; M.; J. GARDETTE.; N. DEMENOIS.; M. GRONDARD.; PERRIER Y M. WEMAËRE. 2009. Los mercados de carbono forestal. Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente (PNUMA), de la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), del BioCarbon Fund del Banco Mundial y de la ONF International. 174 p.
Climático.
- COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR), 2004. Diagnóstico y propuesta para la gestión de manejo sustentable en los ecosistemas de montaña Naucampatepetl (cofre de perote). México, 202 p.
- CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE – PERU. (CONAM). 2005. Indicadores Ambientales Loreto. Serie Indicadores Ambientales N° 7. 60 p.
- DEFENSORÍA DEL PUEBLO. 2010. La política forestal y la Amazonía peruana. Informe Defensorial N° 151. 9 p.
- DEL RISCO, P. 2006. Evaluación del potencial forestal del área de influencia comprendida entre las quebradas Sucusari y Yanayacu del Distrito de Mazán-Loreto-Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Facultad de Ciencias Forestales (FCF). Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. 203 p.
- DÍAZ, C. E. 2010. “Valoración económica y estructura horizontal de especies comerciales en un bosque natural de colina baja, distrito del Napo, Loreto, Perú”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal – UNAP. Iquitos. 50 p.

- DICCIONARIO FORESTAL. 2005. Sociedad española de ciencias forestales (SECF). 95 E. ISBN: 84-8476-189-4. Entre los objetivos de la Sociedad. 1336 p.
- GALARZA, E. y K. LA SERNA. 2005. En ¿son sostenibles las concesiones forestales?, artículo publicado en la revista economía y sociedad. Vol.56. Editado por el CIES. 34 p.
- ENERGÍAS RENOVABLES. 2004. Energía Biomasa Dirección Nacional de Promoción, Subsecretaría de Energía Eléctrica, Secretaría de Energía, República Argentina. <http://energia.mecon.gov.ar.pdf> (Consultado 1 de Noviembre 2006).
- FAO. 1974. Traducido por KNOWLES O.H. Levantamientos forestales realizados pela misao FAO na amazonia (1956-1961) GRAFISA. Belen Para Vol. 2. 705 p.
- FAO. 2010. http://foris.fao.org/static/data/fra2010/FRA2010_Report_S.pdf Informe principal. 163 p.
- FINEGAN. 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Programa de producción y desarrollo agropecuario sostenido. Área de producción forestal y agroforestal. Proyecto silvicultura de bosques naturales. Turrialba, Costa Rica. p 96-120.
- FINOL, H. 1974. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Rev. For. De Venezuela. 14(21):29-48.
- FONDO NACIONAL PARA ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS POR EL ESTADO (PROFONANPE). 2007. Inventario Forestal. Componente Temático para la Mesozonificación Ecológica y Económica de las Cuencas de los Ríos Pastaza y Morona Iquitos-Perú. 84 p.
- FONT-QUER, P. 1975. Diccionario de botánica. Barcelona, Labor, 1244 p.
- FREITAS, L. 1996. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de terrazas bajas en la zona de Jenaro Herrera, Amazonia Peruana. Documento técnico N° 26. IIAP. Iquitos, Perú. 77 p.
- FREITAS, L. 2006. Servicios Ambientales de Almacenamiento de Secuestro de Carbono del Ecosistema Aguajal en la reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú. Documento Técnico N° 29. Pp. 61 – 62

- GAYOSO, J.; J. GUERRA. y D. ALARCON. 2002. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Proyecto FONDEF. Universidad Austral Chile. Valdivia, Chile. 157 p.
- GOMEZ, P. 1972. The tropical rain forest: a nonrenewable recourse. En: Science, V. 177. 762-765 p.
- GARCÍA, M. A. 2011. Cambio climático, calentamiento global y pueblos indígenas en México. Pacto de grupos ecologistas. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 168 p.
- HAWLEY, C. y M. SMITH. 1972. Silvicultura práctica. Omega S.A. Barcelona. 544 p.
- HAWLEY, C. y M. SMITH. 1980. La dinámica de los bosques neotropicales. San José de Costa Rica. Centro Científico Tropical. 27 p.
- HEINSDIJK, D. Y A. MIRANDA. 1963. Inventarios forestais na amazonia. Irmaos Di Giargio Ci. Río de Janeiro. 100 p.
- HERNANDEZ, P.C. 2010. Alternativas para la compensación de emisiones de gases de efecto invernadero a través de plantaciones forestales. Programa de educación para el desarrollo y la conservación. Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental . CATIE. Turrialba, Costa Rica, 2010. 86 p.
- HERNÁNDEZ, L. y H. CASTELLANOS. 2006. Crecimiento diamétrico arbóreo en bosques de Sierra de Lema, Guayana Venezolana: primeras evaluaciones. Asociación Interciencia Caracas-Venezuela. Vol. 31. N° 11. 15 p.
- HIDALGO, P. 1982. Evaluación estructura de un Bosque Húmedo Tropical en Requena, Perú. Tesis para el título de Ingeniero Forestal. FIF – UNAP. Iquitos- Perú. 146 p.
- HÖLDRIDE, L. 1987. Ecología basada en zona de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Tercera reimpresión. San José. Costa Rica. 216 p.
- HONORIO y BAKER. 2009. Taller de análisis estadístico para apoyar el diseño de los inventarios de carbono. IIAP. 12 p.
- HUSCH, B. 1963. Ecología. Centro Científico Tropical. 159 p.
- HUSCH, B. 1971. Planificación de un inventario forestal. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 335 p.

- INADE, INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (PEDICP). 2002. Estudio de zonificación ecológica económica, sector: Yaguas-Atacuari, Diagnóstico Forestal, Iquitos-Perú. 54 p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA, IIAP Araucaria Proyecto Araucaria Amazonas Nauta 2005. Estudio de la Zonificación Ecológica Económica de la carretera Iquitos Nauta, para el Desarrollo Sostenible, Iquitos-Perú.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA, IIAP Programa de Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiental de Loreto 2009. Estudio de la Zonificación Ecológica Económica de Loreto, Iquitos-Perú.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE. CLIMATE CHANGE (IPCC). 1996. Impact adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses. Watson, M. Zinyowera and R. Moss (eds.). Cambridge University Press.
- ISRAEL, P. G. 2004. Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo. Costa Rica. Ediciones wwf Centroamérica 49 p.
- KRAMER, R. J. y T. T. KOZLOWSKI. 1972. Fisiología de los árboles. Fundación kalouste Gulbenquian. 745 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos; los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Instituto de silvicultura de la universidad de Göttingen – Alemania. Traducido por Antonia Garrido. Göttingen, Alemania. 335 p.
- LAMPRECHT, H. 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del bosque universitario El caimital. Rev. For. Venezolana. 7 (10-11): 77-119 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Cooperación Técnica – República Federal de Alemania GTZ. GR. 335 p.
- LICLAN, R. L. M. 2011. Potencial maderable de un bosque de la parcela de corta anual 5 de la concesión forestal en la cuenca del río Maniti-Loreto, Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos, Perú. 58 p.

- LINDORF, H., L. DE PARISCA y P. RODRÍGUEZ. 1991. Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- LÖGUERCIO, G. y G. DEFOSSÉ. 1998. Ecuaciones de biomasa aérea, Factores de expansión y de reducción de Lengua *Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endel). Krasser, en el So' del Chubut, argentina p.15; 30.
- LOJA, W. 2010. Potencial maderable de un bosque de colina baja del censo forestal de la comunidad nativa San Antonio, río Pintuyacu-Alto Nanay, Loreto, Perú. Borrador de tesis para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos, Perú. 54 p.
- LOUMAM, B. 2001, Bases ecológicas. En: Louman Bastiaan, David Quirós Dávila, y Margarita Nilsoon (editores). Silvicultura de bosques latifoliados con énfasis en América Central. Turrialba - Costa Rica. Serie técnica. Manual técnico/ Catie; N°46, 265 p.
- LOUMAN, B y STANLEY, 2002, Análisis e interpretación de resultados de inventarios forestales: En: L. Orosco y C. Brumer (editores). Inventario forestal para bosques latifoliados en América Central. Serie Técnica, Manual Técnico N° 50, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 263 p.
- LOZANO, L. 1996. Tesis para optar el título de Ing. Forest. "Evaluación de recursos forestales para la obtención de un control de extracción forestal en aéreas superior a mil hectáreas" Iquitos- Perú. 64 p.
- MACEDO, J. F. 2012. Tamaño óptimo de la unidad de muestreo para inventarios forestales en la comunidad campesina de Tres Unidos, Distrito del Alto Nanay. Región Loreto. Borrador de Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 49 p.
- MALLEUX, J. 1982. Inventario Forestal en Bosques Tropicales. Lima-Perú, 193 p.
- MALLEUX, J. E. MONTENEGRO. 1971. Manual de dasometría. UNA. La Molina. FAO. Lima. 216 p.
- MARMILLOD, D. 1982. Methodik und Ergebnisse von Untersuchungen über Zusammensetzung und Aufbau eines Torfmoos in peruanischen Amazonien. Dissert. Der forest. FECD. Univ. Göttingen. 198 p.
- MARTINEZ, V. J. M. 2010. "Caracterización de la estructura horizontal en un bosque húmedo de colina baja entre los distritos de Villa Jenaro Herrera y Yaquerana, Loreto -Perú.". Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. FCF – UNAP. 103 p.

- MONTOYA, G., L. SOTO, BEN DE JONG, K. NELSON, P. FARIAS, PAJAL YAKAC TIC, J. TAYLOR y R. TIPPER. 1995. Desarrollo Forestal Sustentable: Captura de Carbono en las Zonas Tzeltal y Tojolabal del Estado de Chiapas. Instituto Nacional de Ecología, Cuadernos de Trabajo 4. México, D.F.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES (ONERN). 1991. Simposio latinoamericano de percepción remota. La ONERN en el desarrollo nacional. Perú 16 p.
- ORDOÑEZ, J. A. y O. MASERA. 2001. Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques* 7(1):3-12.
- OROZCO, L.; C, BRUMER. 2002. Medición y cálculo de bosque. Inventario forestal para bosques latifoliados en América central. Serie técnica, (CATIE) N°50. Turrialba (Costa Rica), 35 – 68 p.
- PADILLA, J. 1992. Curso de Extensión en Inventarios Forestales, dirigidos a las comunidades de Puerto Almendras. Loreto. Perú.
- PADILLA, J.; R.TELLO; R. BURGA; A. E. MAURY. 1989. Inventarios Forestales en los Bosques del Centro Experimental de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – CIEFOR. UNAP. Iquitos. Perú. 41p.
- PAIMA, R. G. 2010. Evaluación del potencial maderero, con fines de Manejo, en la Concesión Forestal Agrícola y Servicios el Tigre S.R.L. Cuenca del Nahuapa, Distrito del Tigre, Provincia de Loreto, Región Loreto – Perú
- PANEL INTERGUBERNAMENTAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). 2001. *Climate Change: Glosario de términos. Anexo B. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Metz, B., O.R. Davidson, R. Swart, y J. Pan (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK y US. Parque Chaqueño Seco. Proyectos de investigación – cyt- unse. Htm. 752 p.
- PEREZ, E. N. y J. NUÑEZ. 2010. La responsabilidad civil por la deforestación como daño ambiental puro en el Perú. Tesis para optar el título profesional de Abogado. Facultad de Derecho y Ciencias Políticas. Universidad Nacional de Trujillo. 262 p.
- PÉREZ, I. J. 2010. Potencial maderero de un bosque natural de terraza baja, con fines de manejo, cuenca del río Itaya, Loreto, Perú. 70 p.

- PINAZO, M. A.; N. I. GASPARRI; J. F. GOYA y M. F. ARTURO, 2003. Caracterización estructural de un bosque de podocarpus parlatorei y juglans australis en Salta, Argentina. Laboratorio de investigaciones en sistemas ecológicos y ambientales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad nacional de la Plata. Rev. Biol. Trop. 51(2):361-368. 8 p.
- QUIRÓS, B. K. y M. R. QUESADA. 2003. Composición florística y estructural de un bosque primario. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 15 p.
- RANGEL, O. y A. VELÁSQUEZ. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. P. 59-87
- RAMIREZ, A. M. 2013. Contenido de carbono en los productos y residuos generados por el aprovechamiento forestal de un bosque húmedo tropical en la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo, Loreto, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales. UNAP. 74 p.
- RENGIFO, Z. L. 2012. Ajuste de modelos matemáticos para la estructura diamétrica en diferentes fisonomías en la zona de Contamana, Loreto-Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales-UNAP. 56 p.
- RODRIGUEZ, A. S. 2012. Estructura horizontal y valoración económica de la madera de especies comerciales en un bosque natural de colina baja distrito del Yavari, Loreto, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 68 p.
- SAENZ, A. 1996. Certifiable, tradeable offsets in Costa Rica. Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (OCIC), En: Joint implementation quarterly.
- SCHROEDER, P. R.; K. DIXON y J. K. WINJUM. 1993. Ordenación forestal y agrosilvicultura para reducir el dióxido de carbono atmosférico. Unasylya 173 Vol 44 52-60.

- SEEBERG, C. 2010. Las posibilidades de financiación del carbono para la agricultura, la actividad forestal y otros proyectos de uso de la tierra en el contexto del pequeño agricultor. Departamento de Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 39 p.
- TELLO, R. 1995. Caracterización ecológica por el método de los sextantes de la vegetación arbórea de un bosque tipo varillar de la zona de Puerto Almendras. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos-Perú. 104 p.
- TORRES, S. F. C. 2010. Potencial volumétrico de especies de importancia económica en la parcela de corta anual N° 2 del bosque de producción del Mayoruna con fines de extracción, Loreto-Perú. Borrados de tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. 103 p.
- TORRES, R. 2009. Income Inequalities and the Crisis. Presentación realizada ante el European Trade Union Institute (ETUI). Instituto Internacional de Estudios Laborales (IIEL). Disponible en: www.etui.org/en/Events/Pastevents/.
- TOVAR, A. 2000. Diccionario ecológico, forestal, ambiental, recursos naturales y conservación. CONCYTEC. Lima-Perú. 320 p.
- UNESCO/PNUMA/FAO. 1980. Ecosistemas de los bosques tropicales. Informe sobre el estado de conocimiento. XIV España. 771 p.
- UNFCCC, 1992. La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio
- VALLE, A. J. 2003. Descomposición de la hojarasca fina en bosques pantanosos
- VÁSQUEZ, R. 1997. Flórmula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, vol 63: 1046 p.
- VIDAL, C. A.; R. J. RODRIGUEZ.; N. J. BENITEZ.; R. R. C. ALVAREZ y R. H. GRA. 2002. Estimacion de la biomasa de copa para árboles en pies de *Pinus tropicalis* Morelet en la empresa forestal integral macurije de la provincia de pinar del Río, Cuba. Revista forestal. 32(2):261-265.
- VIDURRIZAGA, M. 2003. Inventario y evaluación con fines de manejo, carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Peru. Tesis FCF – UNAP. 60 p.

- VILLACORTA, F. M. 2012. Relación de la abundancia y estructura diamétrica en tres tipos de bosque y especies más importantes en la cuenca media del río Arabela. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales-UNAP. 90 p.
- VILLANUEVA, G. 1977. Inventario forestal de los bosques del CIEFOR Puerto Almendra. UNAP-FIF. 47 p.
- WABO, E. 2003. Inventario forestal. Universidad nacional de la plata, facultad de ciencias agrarias y forestales SAGPyA Forestal n° 28 septiembre 2003.
- WADSWORTH, H. F. 2000. Producción Forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de los EE.UU. Servicio Forestal. Manual de agricultura 710-S. Washington, DC. 563 p. Buscar en internet.
- WESTREICHER, C. A. 2006. Manual de Derecho Ambiental. Editorial Pro-Terra, Lima-Perú. 50 p.
- ZAMORA, J. C. 2003. Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea en el bosque de pino del ejido "La Majada" municipio de Periban de Ramos, Michoacán. Requisito preliminar para obtener el título de Ingeniero Agrónomo con la especialidad en bosques. Facultad de Agrobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 47 p.
- (www.siamazonia.org.pe).
- http://www.cinu.org.mx/ninos/html/onu_n5.htm.

ANEXO

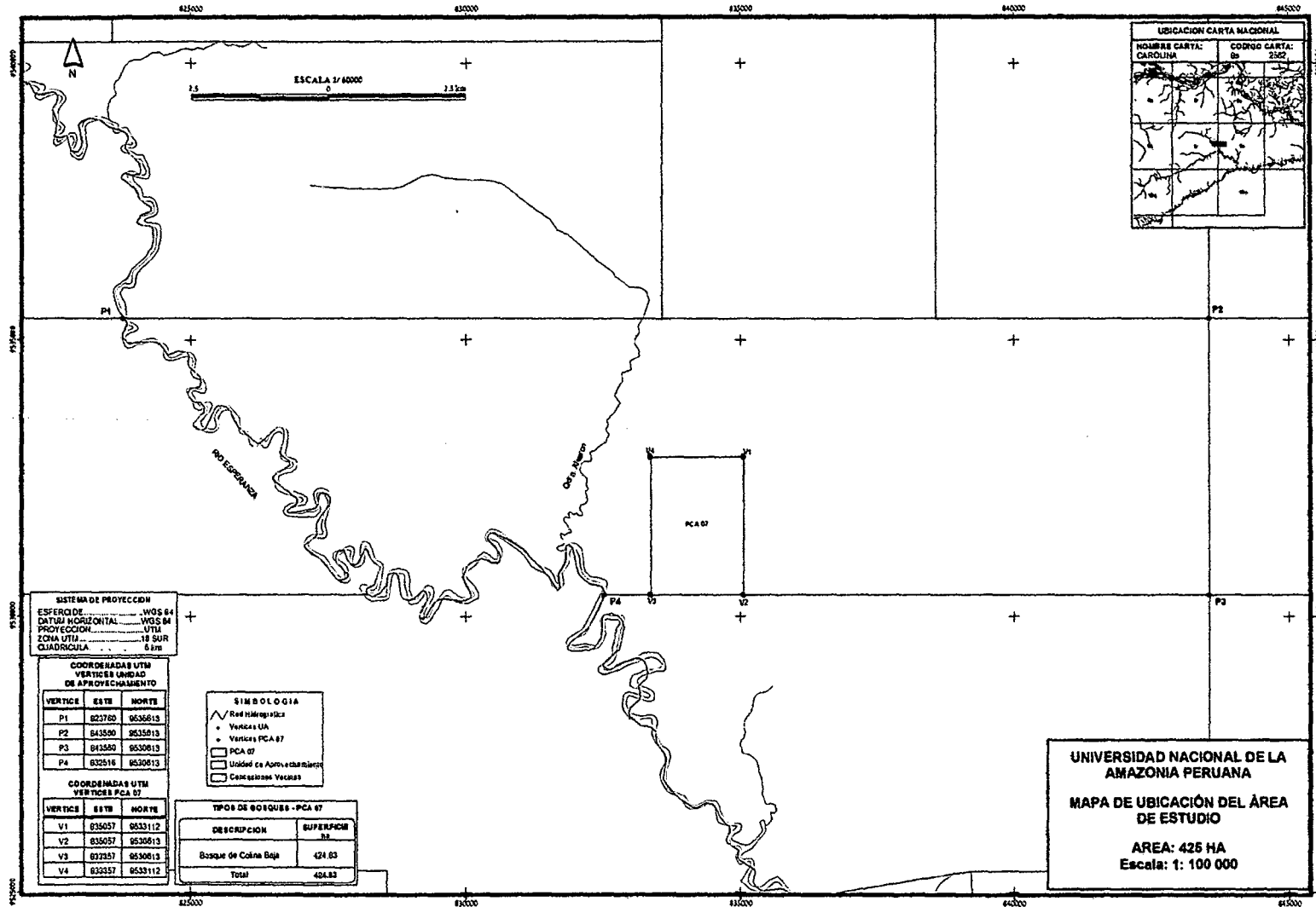


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio