



**UNAP**

**Facultad de  
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL**

**TESIS**

**CONTENIDO DE CARBONO EN LOS PRODUCTOS Y RESIDUOS  
GENERADOS POR EL ASERRIO DE LA MADERA DE *Anaueria brasiliensis*  
“AÑUJE RUMO” EN LA COMUNIDAD NATIVA DE SANTA MERCEDES, RÍO  
PUTUMAYO, LORETO, PERÚ**

**Para optar el título de Ingeniero Forestal**

**Autor**

**LUIS GUSTAVO GARCIA TINA**

**Iquitos - Perú**

**2016**



UNAP

Facultad de  
Ciencias Forestales

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

### DE TESIS Nº 548

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller **LUIS GUSTAVO GARCIA TINA** titulado: **"CONTENIDO DE CARBONO EN LOS PRODUCTOS Y RESIDUOS GENERADOS POR EL ASERRIO DE LA MADERAS DE *Anaueria brasiliensis* "añuje rumbo" EN LA COMUNIDAD NATIVA DE SANTA MERCEDES, RIO PUTUMAYO, LORETO, PERU"**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, la declaramos:

Con el calificativo de:

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal.

APROBADO

BUENO

APTO

Iquitos, 14 de marzo del 2014

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.  
Presidente

Ing. CARLOS LUIS MASQUEZ FLORES  
Miembro

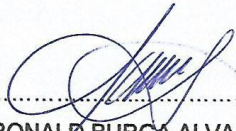
Ing. PEDRO ANGEL ANGULO RUIZ, M.Sc.  
Miembro

Ing. RODIL TELLO ESPINOZA, Dr.  
Asesor

Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!  
Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú  
www.unapiquitos.edu.pe  
Teléfono: 065-225303

"Contenido de carbono en los productos y residuos generados por el aserrio de la  
madera de *Anaueria brasiliensis* "añuje rumo" en la comunidad nativa de santa  
Mercedes, río Putumayo, Loreto, Perú"

MIEMBROS DEL JURADO



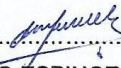
Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.  
Registro CIP N° 45725  
Presidente



Ing. PEDRO ÁNGEL ANGULO RUÍZ, M.Sc.  
Registro CIP N° 40933  
Miembro



Ing. CARLOS LUIS VÁSQUEZ FLORES  
Registro CIP N° 28419  
Miembro



Ing. RODIL TELLO ESPINOZA, Dr.  
Registro CIP N° 27840  
Asesor

## DEDICATORIA

*Con profundo y eterno amor a mis queridos abuelitos Nemesio y Margarita, por los valores que me inculcaron, por su apoyo incansable e indesmayable y que con sus ejemplos ser el motivo de querer seguir superándome día a día.*

*A mis queridos tíos Carlos y Tuly, por sus buenos consejos que me brindaron para alcanzar el ideal anhelado*

*Con mucho amor y cariño a mi hermano Kenth Patrick y mis primos Gregory, Dennis y Christie, por sus apoyo incondicional que me dan en todo momento.*

*A Dios por su inmenso amor y misericordia que me guía para seguir cumpliendo mis sueños y metas.*

## **AGRADECIMIENTO**

- Al Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo (PEDICP) por brindarme la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Mauro Vásquez Ramírez y al Ing. Teddy Pacheco Gómez, M.Sc., por haberme dado las facilidades y la oportunidad de participar en el proyecto y permitirme desarrollar el presente trabajo de investigación.
- A los pobladores de la comunidad nativa de Santa Mercedes por su acogida y hospitalidad durante el tiempo que se llevó a cabo el trabajo de campo.
- Al señor Romell, Olmedo, Francisco, Fernando y Arlen, a mi compañero Martín Ramírez, y a las personas que de una u otra forma contribuyeron para la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

## INDICE

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
	<b>DEDICATORIA</b>	
	<b>AGRADECIMIENTO</b>	
	<b>ÍNDICE</b>	<b>i</b>
	<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>iv</b>
	<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>v</b>
	<b>RESUMEN</b>	<b>vi</b>
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>EL PROBLEMA</b>	<b>2</b>
	2.1. Descripción del problema	2
	2.2. Definición del problema	2
<b>III.</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>3</b>
	3.1. Hipótesis de la investigación	3
<b>IV.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
	4.1. Objetivo general	4
	4.2. Objetivos específicos	4
<b>V.</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>5</b>
	5.1. Variables, indicadores e índices	5
	5.2. Operacionalización de las variables	5
<b>VI.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>6</b>
	6.1. Antecedentes	6
	6.2. Marco teórico	8
	a) Creando nuevos reservorios de bióxido de carbono	9
	b) Protección de bosques y suelos	9

6.2.2. Productos forestales	9
6.2.3. Residuos forestales	11
6.2.4. Residuos forestales	11
a) Sierra principal	14
a) Sierra principal	14
c) Despuntadora	14
6.2.5. Biomasa	15
6.2.6. Especie en estudio	17
<b>VII. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>18</b>
<b>VIII. MATERIALES Y MÉTODO</b>	<b>20</b>
8.1. Lugar de ejecución	20
8.2. Materiales y equipo	22
8.2.1. De campo	22
8.2.2. De gabinete	22
8.3. Método	23
8.3.1. Tipo y nivel de investigación	23
8.3.2. Población y muestra	23
8.4. Procedimiento	24
8.4.1. Área de muestreo	24
8.4.2. Muestreo	25
8.4.3. Levantamiento de información	25
a) Selección de la especie	25
b) Volumen en trozas	25
8.4.4. Volumen de tablas y listones	26

8.4.5. Biomasa de tablas y listones	26
8.4.6. Contenido de carbono en tablas y listones	27
8.4.7. Contenido de carbono en los residuos de aserrío	27
8.4.8. Biomasa de los residuos de aserrío	28
8.4.9. Contenido de carbono en los residuos de aserrío	28
8.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
8.6. Técnica de presentación de resultados	29
<b>IX. RESULTADOS</b>	<b>30</b>
9.1. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las trozas de <i>A. brasiliensis</i> utilizadas en el estudio	30
9.2. Volumen de los productos del aserrío de la madera de <i>A. brasiliensis</i>	32
9.3. Biomasa y contenido de carbono de los residuos de aserrío de la madera de <i>A. brasiliensis</i>	33
<b>X. DISCUSIÓN</b>	<b>35</b>
10.1. Biomasa total por tipo de bosque de la zona evaluada	43
10.2. Estimación del stock de carbono por tipo de bosque de la zona evaluada	45
10.3. Secuestro de CO <sub>2</sub> de los bosques de la zona evaluada	47
10.4. Valoración económica del CO <sub>2</sub> almacenado en los bosques de la zona evaluada	49
<b>XI. CONCLUSIONES</b>	<b>38</b>
<b>XII. RECOMENDACIONES</b>	<b>39</b>
<b>XIII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO</b>	<b>44</b>



## LISTA DE CUADROS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Operacionalización de las variables	5
2.	Coordenadas de la PCA 02 – bloque II	21
3.	Tipo de bosque de la PCA 02 – bloque II	22
4.	Volumen y biomasa de las trozas de <i>A. brasiliensis</i> , utilizadas en el estudio	30
5.	Volumen, biomasa y contenido de carbono de los productos del aserrío de la madera de <i>A. brasiliensis</i>	33
6.	Biomasa y contenido de carbono de los residuos de aserrío de la madera de <i>A. brasiliensis</i>	34

**LISTA DE FIGURAS**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Diseño del área de muestra	24

## RESUMEN

En este estudio se determinó el volumen, la biomasa y el contenido de carbono de los productos y residuos generados por el aserrío de la madera de *A. brasiliensis*, en la planta de aserrío de la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo. Se utilizaron un total de 72 trozas extraídas de la PCA 02 bloque II del área de manejo forestal de la comunidad. El método que se utilizó para calcular el contenido de carbono fue el propuesto por Bámaca *et al.* (2004). El volumen promedio de las trozas consideradas en el estudio fue de 1,20 m<sup>3</sup>, con un máximo de 2,93 m<sup>3</sup> y un mínimo de 0,55 m<sup>3</sup>; una biomasa promedio por troza de 697,80 kg, con un máximo de 1696,81 kg y un mínimo de 321,46 kg; lo que resulta en un contenido de carbono promedio por troza de 0,35 tC. Con máximo de 0.85 tC y un mínimo de 0,16 tC. El volumen promedio total de los productos de aserrío de la madera de *A. brasiliensis* fue 0,26 m<sup>3</sup>, con una biomasa promedio total de 155,93 kg y un contenido de carbono de 0,08 tC. La biomasa de los residuos generado en el proceso de aserrío de la madera de *A. brasiliensis* asciende a un total de 552,86 kg y el contenido de carbono asciende a un total de 0,28 tC; donde las cantoneras tiene la mayor cantidad de carbono, seguido de las corteza, de las puntas y finalmente de aserrín.

**Palabras claves:** Biomasa, contenido de carbono, productos y residuos de aserrío, río Putumayo.

## I. INTRODUCCIÓN

Los bosques del mundo capturan y almacenan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% del flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de la tierra. Las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero (GEI), considera a la actividad antropogénica como la principal causa del cambio climático (Montoya, 1995).

El GEI más importante liberado por las actividades humanas es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el cual ha aumentado de concentración en un 25% a partir de la revolución industrial (Ciesla, 1996 citado por Bámaca *et al.*, 2004). Las principales fuentes emisoras de CO<sub>2</sub> son la quema de combustibles fósiles y el cambio de uso de la tierra (Dixon *et al.*, 1994 y Ciesla, 1996).

El manejo de los bosques ofrece la oportunidad de mitigar, en parte, los efectos del cambio climático provocados por las emisiones de GEI, debido a que los árboles pueden absorber CO<sub>2</sub> de la atmósfera mediante la fotosíntesis. Sin embargo, los árboles son solamente depósitos temporales de carbono; al cortarlos, quemarlos o al morir por causas naturales, parte del carbono es liberado nuevamente a la atmósfera a través de los procesos de descomposición o quema. (Otárola, 2001).

Por tal situación el propósito principal de este trabajo de investigación fue conocer el contenido de carbono en los principales productos y residuos generados por el aserrío de maderas. Esta información servirá como un instrumento para generar proyectos que permitan la reducción de emisiones de GEI.

## II. PROBLEMA

### 2.1. Descripción del problema

El aprovechamiento y transformación industrial de la especie forestal maderable *Anaueria brasiliensis* “añuje rumo”, abundante en los bosques de la comunidad nativa Santa Mercedes, genera grandes cantidades de residuos (aserrín, cantoneras, cantos y despuntes) que al quemarse o descomponerse, producen emisiones de CO<sub>2</sub> que es el principal gas del efecto invernadero, que tiene como principal consecuencia el cambio climático que se observa actualmente en todo el mundo (Bámaca *et al.*, 2004).

En la actualidad, no existe información sobre el contenido de carbono de los productos y residuos generados por el aserrío de madera de la especie mencionada en el área de influencia de dicha comunidad. En consecuencia no se desconoce la cantidad de carbono en forma de CO<sub>2</sub> que se emite a la atmósfera y si esta cantidad es relevante en el cambio climático y el calentamiento global de la tierra.

### 2.2. Problema central

¿Cuánto será la cantidad de carbono almacenado en los productos y residuos generados por el aserrío de la madera de *Anaueria brasiliensis* “añuje rumo” en la comunidad nativa Santa Mercedes, río Putumayo, Loreto, Perú?

### III. HIPÓTESIS

#### 3.1. Hipótesis de la investigación

El aserrío de la madera de la especie *Anaueria brasiliensis* “añuje rumo” genera productos y residuos que almacenan un alto contenido de carbono en el área de manejo en la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo, Loreto, Perú.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo general

Estimar la cantidad de carbono almacenado en los diferentes productos y residuos del aserrío de la madera de *Anaueria brasiliensis* “añuje rumo” en el área de manejo de la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo, Loreto, Perú.

### 4.2. Objetivos específicos

1. Determinar el contenido de carbono almacenado en los productos (tablas y listones) forestales resultantes del proceso de aserrío de maderas en el área de manejo de la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo, Loreto, Perú.
2. Determinar el contenido de carbono almacenado en los residuos (aserrín, cantonera, corteza y puntas) forestales resultantes del proceso de aserrío de maderas en el área de manejo de la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo, Loreto, Perú.

## V. VARIABLES

### 5.1. Variables, indicadores e índices

En este trabajo de investigación las variables de estudio fueron los productos y los residuos generados por el aprovechamiento forestal en la PCA 02 – BLOQUE II, de la comunidad nativa Santa Mercedes, en el cual se determinó el volumen, la biomasa y el contenido de carbono de cada uno de los productos y residuos generados por el aserrío de madera que son; tablas m<sup>3</sup> y listones m<sup>3</sup>, aserrín kg, cantonera kg, corteza kg y puntas kg.

### 5.2. Operacionalización de las variables

**Cuadro 1.** Operacionalización de las variables

<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Índice</b>
Productos forestales: Tablas y listones	- Rendimiento tablas y listones - Biomasa - Contenido de carbono	- m <sup>3</sup> - Kg. - tC
Residuos forestales: Aserrín, cantonera, corteza y puntas.	- Rendimiento	- Kg. - tC



## VI. REVISIÓN DE LITERATURA

### 6.1. Antecedentes

Birdsey (1992), indica que el contenido de carbono en los tejidos de ramas, hojas y corteza corresponde a  $43,81 \pm 0,49\%$  para las coníferas nativas y  $43,30 \pm 0,22\%$  para las demás nativas latifoliadas.

Odcio (1993), en un estudio de cuantificación de residuos en la zona de Pucallpa, determinó que el volumen de residuos equivale a 45,78% por troza; donde los cantos representan el mayor porcentaje de residuos (20,66%), seguido de los despuntes (10,23%), las cantoneras (6,68%) y finalmente el aserrín (8,21%).

Tesam y Conama (1996), analizaron 2,03 muestras provenientes de la madera del fuste, corteza, ramas y hojas de 409 árboles. Las muestras fueron molidas y secadas en estufa  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , para luego determinar el contenido de carbono orgánico mediante el método de Walkey y Black.

OCIC (1996), en un estudio en bosques tropicales de Costa Rica encontró que el contenido de carbono oscila entre 67,5 tC/ha y 171 tC/ha. Por su parte Márquez (2000), reporta para algunos bosques latifoliados de Guatemala valores que fluctúan entre 176 y 199 tC/ha; mientras que para bosques mixtos y latifoliados muestra valores que van desde 340 tC/ha a 410 tC/ha. En el Perú Barbarán (1998), indica para la zona de Campo Verde en Pucallpa haber encontrado alrededor de 300 tC/ha; mientras que en un estudio sobre evaluación de carbono en la cuenca del río Nanay el IIAP (1998), reporta 104,03 tC/ha para varillales y 226,19 tC/ha para aguajales.

En un trabajo efectuado sobre captura de carbono en aguajales de la Reserva Nacional Pacaya y Samiria, Barbarán (1998), manifiesta que el contenido de

carbono en la vegetación sin manejo fue de 80,99 tC/ha y 101 tC/ha; mientras que 103,29 tC/ha y 126,42 tC/ha le corresponde a áreas con manejo, entendiéndose que el manejo se refiere a la forma de aprovechamiento en la cosecha utilizando subidores y las áreas sin manejo son las que no tienen un control sobre las prácticas de cosecha de los frutos.

Bácama *et al.* (2004), en diversos estudios desarrollados en bosques naturales manejados de la reserva de la biosfera maya, reportaron que solo el 25% del volumen total de un árbol se convierte en madera, el restante (75%) son residuos (ramas, corteza, orillas, aserrín, tablillas, entre otros) que rápidamente se descomponen y emiten en forma diferida CO<sub>2</sub> a la atmosfera. En cuanto al volumen promedio por árbol aprovechado es de 6,24 m<sup>3</sup> y solamente el 53,3% de la madera llega al aserradero; el resto queda como residuos en el bosque. Del volumen de las trozas aserradas, un 87% corresponde a madera; el rendimiento del aserrío es de 51,2% del volumen sin corteza, utilizando un aserradero portátil. En términos de carbono, el aprovechamiento removido del bosque es de 10,2 tC/ha, de las cuales solamente el 1,4 tC/ha (13,7%) terminaron en productos de aserrío.

Freitas *et al.* (2006), en un estudio realizado sobre servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono, mencionan que dado el relativo mayor volumen de biomasa de los bosques tropicales, se destaca su especial aptitud como sumidero de carbono, pues los bosques amazónicos mantienen entre 155 y 187 tC/ha (tonelada de carbono equivalente por hectárea); 34 veces más en promedio, que las tierras dedicadas a la agricultura (Brown, 1988 citado por Cairns y Meganck, 1994).

## 6.2. Marco teórico

### 6.2.1. Contenido de carbono

Actualmente existen fórmulas para determinar el contenido de carbono en la vegetación los cuales utilizan datos de inventario, valores promedios de densidad de la madera, biomasa total, relación carbono y biomasa seca y tasa de deforestación.

La siguiente formula es utilizada para determinar la cantidad de CO<sub>2</sub> que almacena un determinado bosque (Alfaro, 1997).

$$CA = A * Td * Dm * B * 0,45 * 3,67$$

Donde:

CA = Cantidad de CO<sub>2</sub> almacenado (tCO<sub>2</sub>/ha/año)

A = Área total de bosque dentro del proyecto (ha)

Td = Tasa anual de deforestación (%)

Dm = Densidad de la madera

B = Biomasa total (tn/ha) (follaje, ramas, fuste y raíces)

0,45 = Relación carbono/Biomasa seca

0,67 = Peso molecular C (44/12)

Montoya (1995), afirma que a través de la fotosíntesis, la vegetación asimila CO<sub>2</sub> atmosférico, forma carbohidratos y gana volumen. Los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% del flujo anual de carbono de la atmosfera y de la superficie de la tierra. Por su parte Montoya (1995) y Ordoñez (1999), describen que, con el manejo forestal es posible compensar las crecientes emisiones de CO<sub>2</sub> en dos formas.

### **a) Creando nuevos reservorios de bióxido de carbono**

Restaurando las áreas degradadas por medio de plantaciones y/o regeneración natural y por la extracción de madera. En ambos casos se pretende almacenar el carbono a través del crecimiento de árboles y al extraer la madera se convertirla en productos durables. El carbono acumulado se mantendrá durante la vida útil del producto. Al extraer la madera, la regeneración actuará almacenando carbono por el crecimiento. Los sistemas forestales y agroforestales pueden capturar en sus diferentes almacenes de 80 a 350 tC/ha.

### **b) Protección de bosques y suelos**

Con la destrucción del bosque se pueden liberar a la atmosfera de 50 a 400 tC/ha. Mencionan que “Mientras la protección de un área forestal puede inducir a la presión de otra, el manejo integrado de recursos enriquecido con esquemas de evaluación de proyectos son requeridos para validar dicha protección”, no obstante, los aspectos técnicos pierden su efectividad si no participa la población, es decir, tanto los dueños de los recursos como los que consumen los productos derivados del bosque.

Rojas (2002), afirma que el carbono almacenado está en determinado ecosistema vegetal; toma en cuenta criterios de tipo de bosque o vegetación, densidad de la madera (relación entre peso seco y el volumen verde ( $\text{gr/cm}^3$ )) y factor de ajuste de datos de biomasa basado en volúmenes por hectárea de inventarios forestales.

### **6.2.2. Productos forestales**

Contreras *et al.* (2005), afirman que un producto forestal es todo aquel material producido por el bosque para uso comercial, tales como productos de los árboles

y pastos o forrajes (MC GRAW – Hill Boixareu, 1981 citado por Contreras *et al.*, 2005). Además, se clasifican en productos forestales maderables y productos forestales no maderables. Al analizar el concepto antes mencionado, es muy general en lo que corresponde a una definición más técnica de lo que es un producto forestal, por lo tanto se puede señalar que existe gran dificultad para encontrar actualmente bibliografía especializada que contenga una definición particular de lo que es un producto forestal, a pesar de que las personas involucradas con la ciencia y tecnología de la madera lo usen continua y reiterativamente en su vida cotidiana, sin lograr definirlo o simplemente llega a intuir lo que significa esta palabra.

Muchos autores de libros y artículos especializados de la tecnología de la madera, hacen referencia de palabras compuestas en español como producto forestal, productos de madera y sus análogos en inglés forest products y Wood products, las mismas no tienen una definición hasta la presente fecha, tal como se puede observar en el Anuario 1996-2000 de los productos forestales (FAO, 2000 citado por Contreras *et al.*, 2005).

Terminológicamente Moliner (1998) citado por Contreras *et al.* (2005), definen al producto forestal en una palabra compuesta donde el producto, es cosa producida, resultado de un trabajo o de una operación. Particularmente, cosa producida por la agricultura o la industria forestal, es un adjetivo de los bosques o de sus productos, como ejemplos, aprovechamientos forestales y repoblación forestal. En nuestro caso es producto forestal.

El dinamismo de la oferta y la demanda de los productos de madera aserrada, tableros de madera y pulpa de madera, está condicionando a las tendencias

internacionales, regidas en la actualidad por el proceso de globalización que hace que las grandes decisiones sobre los mercados se tomen de acuerdo a los intereses de los países productores y consumidores que gobiernan la actividad (TECNIFOREST, 1999 citado por WWW, 2004).

### **6.2.3. Residuos forestales**

Fullop y Vásquez (1989), al hablar de residuo de aserrío se refieren al volumen aprovechable que representa la recuperación de la madera aserrada, después del aserrío, sin contar los residuos de los mismos. Sostienen además como ejemplo que la troza entra a la cierra principal con un volumen bruto, luego del aserrío una parte se convierte en madera aserrada comercial, mientras que lo restante se convierte en residuo y lo remarcan en términos de porcentajes como sigue:

- Volumen bruto : 100%
- Volumen aprovechable : 54%
- Residuo : 46%

Velásquez (2006), indica que es necesario diferenciar previamente los conceptos de biomasa, biomasa forestal y residuos forestales, dado que son términos que se usan en ocasiones indistintamente, pero que poseen significados distintos desde el punto de vista técnico. Se denomina biomasa a la materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía aunque puede tener otros usos industriales. Siendo la biomasa forestal aquella que es generada en los montes. La biomasa forestal es susceptible a ser aprovechada de forma industrial. Parte de ella se utiliza como materia prima para su transformación (madera, corcho, pasta de celulosa, entre otros), otra se utiliza como combustible. Generalmente la extracción de esta biomasa de los montes se

denomina aprovechamiento forestal. De la biomasa extraída en el aprovechamiento que llega a la industria una parte se utiliza para obtener bienes manufacturados y la parte sobrante es residuo industrial.

La biomasa residual que procede de los procesos productivos vinculados a la cadena aprovechamiento de los montes-industria, es generada en diferentes puntos de la misma, que son considerados fuentes de residuos: 1. Residuos generados directamente en las explotaciones forestales; 2. Industria de aserrado, 3. Industria de tableros y pasta y 4. Aplicaciones de 2<sup>da</sup> transformación (Velásquez 2006).

Los residuos generados en la industria de aserrado, tableros, pasta y segunda transformación, son materiales generalmente de alta calidad calorífica, si son densos y con baja humedad, además están concentrados en las diferentes empresas (Sanz y Pañeiro, 2003 citado por Velásquez, 2006). Por estas razones, mediante un sistema de recojo bien organizado, estos residuos son ampliamente utilizados, bien para la creación de sub productos o la generación de energía calorífica, empleada en las propias industrias o en las plantas de generación de energía eléctrica.

Hakkila *et al.* (1997), definen residuo forestal como aquellos materiales que se desprenden en los aprovechamientos madereros y no son extraídos habitualmente por no ser convertibles en sub productos pero que pueden ser utilizados como combustibles orgánico. Los residuos generados directamente en aprovechamientos madereros pueden tener su origen en actividades diversas: claras y clareos, podas, selección de rebrotes, entre otros. Actualmente la mayor parte de los residuos forestales procede de cortas finales. En estos casos este material está compuesto por ramas, despuntes, hojas y acículas.

El aprovechamiento de estos residuos requiere optimizar los procesos de extracción, transporte, selección y transformación. El concepto debe ser económicamente atractivo, ecológicamente sostenible y aceptado por la sociedad; esto significa que el aprovechamiento energético de los residuos forestales debe quedar supeditado al correcto manejo de las masas forestales (Camps y Marcos, 2002 citado por Velásquez, 2006).

#### **6.2.4. Aserrío y rendimiento de productos forestales**

David (1963), indica que el factor que más afecta en el rendimiento de los aserraderos es el abastecimiento inadecuado de trozas, es decir que el abastecimiento no satisface los requerimientos de la capacidad instalada y/o trozas como: calidad, especie y oportunidad de compra.

Jenssen (1979), asevera que el establecimiento de materia prima es altamente selectivo, variando la calidad de esta por el tiempo que existe entre la tumba y transformación en el aserradero. También asegura que el rendimiento de la materia prima en aserrío en las regiones de la selva y sierra del Perú es inferior al 50% y la capacidad instalada solo usa el 70% debido principalmente al inadecuado abastecimiento de materia prima y paralizaciones.

Sudan (1981), informa que los análisis de rendimiento en términos porcentuales son muy engañosos, pues comparando los rendimientos de madera aserrada de 30 especies amazónicas es absolutamente relativo. Asimismo asevera que el rendimiento es muy diferenciado entre especies indicando que estudios más profundos deben ser realizados para determinar las mejores formas y tipos de procedimiento teniendo en consideración condición de sanidad de las trozas, tiempo y formas de extracción de las trozas y el tiempo de corte y tensión interna al que están sujetas las trozas.



Schrewe (1981) citado por Odicio (1993), señala que el proceso de aserrío consta básicamente de tres elementos:

**a) Sierra principal:** Donde la troza de madera es aserrada en medidas pre establecidas de acuerdo al producto que se desea obtener, tales como: tablas, tablones, vigas y otros.

**b) Cantonera:** En esta fase las piezas aserradas se dimensionan en anchos requeridos o pre establecidos, eliminando posibles defectos de canto.

**c) Despuntadora:** Las piezas provenientes de la canteadora son cortados transversalmente, dimensionándolas en logros pre establecidas y eliminando defectos en las puntas debido al ataque de hongos y/o insectos.

Otero (1985) citado por Medina (2002), asevera que los residuos en términos generales, son de 2 tipos: (1) aserrín y (2) porciones sólidas. Las porciones solidas más comunes que se tienen en cada fase del proceso de aserrío son:

- ✓ Residuo del aserradero: cantoneras.
- ✓ Residuo del canteo: cantos, costaneras o largueras.
- ✓ Residuo del despuntado: despuntes o retazos.

Pezo (1985), concluye que el rendimiento de las trozas aserradas se ve disminuido por la influencia de las rajaduras, nudos, podredumbres, diámetros irregulares, así como también por pérdidas en los despuntes y por el asesor y tipo de corte de la sierra. Señalando además que la regla Doyle tiende a aumentar la sub estimación cuando los diámetros son cada vez más pequeños.

Bolfor y Viscarra (1999), describen el aserrío como el proceso de transformación de la madera rolliza en tablas, tablones y listones, a través de unidades de corte consistente en sierras de cinta y/o circular.

Schneider *et al.* (2001), indican que el estudio del aprovechamiento de los residuos forestales comprende seis fases fundamentales que son: 1) Valoración de la biomasa residual procedente de los aprovechamientos forestales (y de la industria de transformación en su caso); 2) Estudio de las técnicas de recogida selección y acopio adaptadas al medio forestal; 3) Caracterización de los residuos en sus diferentes fracciones; 4) Evaluación económica, dado que el aprovechamiento energético de los residuos debe compensar el costo económico de su retirada del monte; 5) Balance energético: La extracción de biomasa supone un consumo para energía en el uso de maquinaria (especialmente combustibles fósiles). Debe evaluarse el balance de energía obtenido por la combustión de cada tipo de residuo; 6) Evaluación del impacto ambiental vinculado a la recogida a los restos de corta.

Serrano (2003) citado por García (2007), afirma que el objetivo de transformación primaria de la madera mediante sierras es de obtener diversos productos de madera aserrada a partir de trozas o madera rolliza, es por esto que el proceso de producción debe ser tanto económicamente como racional.

#### **6.2.5. Biomasa**

Según el IPCC (2001), la biomasa es considerado como la masa total de organismos vivos en una zona o volumen determinado; a menudo se incluyen los restos de plantas que han muerto recientemente (biomasa muerta). Mientras que FAO (2001), considera que es un elemento principal para determinar la cantidad de carbono almacenado en el bosque. La biomasa forestal permite elaborar previsiones sobre el ciclo mundial del carbono, que es un elemento de importancia en los estudios sobre el cambio climático. Además, para una parte de la población humana que vive en las zonas rurales de los países en desarrollo, la

biomasa es una fuente primordial de combustible para cocinar y para calefacción. Por su parte Energías Renovadas (2004), denomina biomasa a toda 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 carbón 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 plantas verdes mediante reacciones químicas en las células, las que toman  $\text{CO}_2$  del aire y lo transforman en sustancias orgánicas, según una relación del tipo: de bióxido de carbón y oxígeno  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + (\text{H-COH}) + \text{O}_2$ . 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 biomasa es influenciada por factores internos y externos: los factores externos son aquellas que afectan la fotosíntesis y la respiración, para estos autores los principales factores son: luz, temperatura, concentración de  $\text{CO}_2$ , humedad, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, entre otros y los factores internos son: edad, estructura, disposición de la planta, acumulación de hidratos de carbono y la clorofila (kramer y kozlowski, 1972).

Ordoñez *et al.* (2001), argumentan que la biomasa aérea comprende el tronco, hojas, ramas y follaje. El carbón contenido en la materia orgánica que se

encuentra en descomposición, se origina cuando las estructuras vegetales como hojas, ramas y troncos son depósitos en el suelo.

#### **6.2.6. Especie en estudio**

PROMPEX (2006), establece las características generales de la especie en estudio, definiendo a estas de la siguiente manera:

*Anaueria brasiliensis* “añuje rumo”: Es una especie perteneciente a la familia Lauraceae, es muy importante por sus aceites aromáticos, algunos géneros arbóreos son utilizados en carpintería, en la construcción de barcos en particular; otros géneros se cultivan por su belleza ornamental y por los frutos que son base de varios medicamentos locales.

Arostegui y Sobral (1986), recomiendan su uso para estructuras (vigas y viguetas) y encofrados, agregan también que, debidamente tratada, puede usarse como durmiente de ferrocarriles. Como características organolépticas la madera de esta especie es semi-pesada, densidad media (0,58 gr/cm<sup>3</sup>); albura blanco amarillento, ocupa el 45% de la sección transversal; duramen regular, color pardo, aromático, seco al aire, la coloración en su totalidad cambia al pardo amarillento, con una pequeña variación en la zona de transición entre albura y duramen.

## VII. MARCO CONCEPTUAL

**Biomasa seca:** Madera, leña, residuos forestales, restos de la industria maderera y del mueble, entre otros (Wikipedia, 2013).

**Cantonera:** Chapa de madera u otro material que se aplica al borde de una puerta, de un papel, al canto de la superficie de una mesa, entre otros (Diccionario Forestal, 2005).

**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 flujo de carbono de la atmosfera a la tierra producto de la recuperación de zonas (regeneración) previamente deforestadas, desde pastizales, bosques secundarios hasta llegar a bosque climax (Alpizar, 1996).

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

**Cubicación:** Acto que consiste en determinar el volumen de madera contenido en uno o varios árboles (Padilla, 1987).

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

**Despunte:** Separación por corte del fuste y el rabeón o punta (Diccionario Forestal, 2005).

**Especie forestal:** Grupo taxonómico específico de flora que se desarrolla en bosque natural, plantaciones y aisladamente (Diccionario Forestal, 2005).

**Metro cúbico (m<sup>3</sup>):** El metro cúbico es una unidad de volumen y correspondería con el volumen de un cubo de un metro de arista (1 m de ancho x 1 m de largo x 1 m de alto) (Guía práctica para la cubicación de madera, 2013).

**Productos forestales:** Todos los beneficios materiales obtenidos de un monte. Se clasifican como productos principales y secundarios (Neira y Martínez, 1968).

**Productos maderables:** son aquellos productos que se obtienen en forma directa de la madera (Padilla, 1987).

**Residuos forestales:** Residuos procedentes de podas, clareos, apeos finales, entre otros. que permanecen en el monte al terminar un aprovechamiento forestal (Diccionario Forestal, 2005).

**Tabla:** Pieza de madera aserrada de espesor normalmente inferior a 35 mm y de anchura variable (Diccionario Forestal, 2005).

## VIII. MATERIALES Y MÉTODO

### 8.1. Lugar de ejecución

El trabajo se realizó en la parcela de corta anual 02- bloque II de la comunidad nativa de Santa Mercedes, que está ubicada en la margen derecha de la cuenca media del río Putumayo, zona fronteriza con Colombia, a 235 km aproximadamente de la localidad de San Antonio de El Estrecho y a 200 msnm. (Figura 1 del Anexo). Políticamente se enmarca en el distrito de Rosa Panduro, provincia del Putumayo, departamento de Loreto. Geográficamente se localiza entre los paralelos 01°35'30'' y 01°49' latitud sur y los meridianos 72°19' y 72°33'30'' longitud oeste. (INADE/PEDICP, 1997).

### Accesibilidad

A partir de la localidad de San Antonio de El Estrecho, el acceso común a Santa Mercedes es por vía fluvial, navegando aproximadamente seis horas en bote deslizador con motor fuera de borda de 65 HP. La distancia desde Iquitos, a través de los ríos Amazonas y Putumayo hasta Santa Mercedes, es de aproximadamente 2,333 km, cuyo recorrido es de 22 días de navegación, resultando más lejos, en términos de tiempo utilizado, que de Iquitos a Lima, (Pacheco, Moya y Pezo, 1999).

### De la parcela de corta anual 2, bloque II

El área de trabajo está ubicada geográficamente al margen derecho aguas arriba de la quebrada Sabalillo tributario de la quebrada Gairilla, afluente del río Putumayo. El tiempo estimado partiendo de la comunidad nativa Santa Mercedes hasta la zona de aprovechamiento es de aproximadamente 2 horas, en un bote de madera impulsado de un motor pequeño de 9,0 Hp. Sus coordenadas UTM (Zona 18 WGS) se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Coordenadas de la PCA 02 – bloque II

<b>PARCELA DE CORTA ANUAL 02 - II</b>		
<b>Punto</b>	<b>Norte (N)</b>	<b>Este (E)</b>
P1	669802,506	9804773,505
P2	667225,569	9804778,223
P3	667224,796	9805776,184
P4	669800,655	9805776,183

Área total (ha): 257,424

### **Clima**

El clima de la zona es cálido, húmedo y lluvioso. La precipitación promedio mensual es de 200,6 mm y la precipitación promedio anual es de 2407,7 mm. Los meses con mayor precipitación son enero con 237,2 mm, abril con 236,2 mm, y mayo con 235,9 mm, El mes con menor precipitación es junio con 101,6 mm. La temperatura media mensual en la zona oscila en la zona entre 23,5°C y 28°C. Las temperaturas máximas están entre 29,8°C y 31,6°C y las mínimas están entre 20°C y 22°C. La humedad relativa, es constante en toda la zona, oscilando la media anual entre 82% y 93% (PEDICP, 2009).

### **Fisiografía**

El área que abarca el Proyecto Manejo Integral de los Bosques de Santa Mercedes, presenta una fisiografía plana cerca de la orilla del río Putumayo y onduladas en las partes más alejadas a éste, siendo las lomadas altas y bajas las más importantes, (PEDICP, 1997; Pacheco, Moya y Pezo, 1999).

### **Hidrografía**

El curso más importante es río Putumayo, cuyo ancho varia de 700 a 1200m, el tributario en esta parte de la zona es la quebrada Gayrilla con un ancho cerca de su desembocadura de 30m y navegable en embarcaciones de poco calado en época de creciente. El caudal del río Putumayo es de 3 876 m<sup>3</sup>/seg; siendo el área



de la cuenca de 39 943 km<sup>2</sup>. La creciente ocurre en los meses de mayo a octubre, presentándose los mayores caudales en el mes de junio. (Pacheco; Moya, 1998).

### **Vegetación**

Los bosques de la zona media del río Putumayo, está constituido por una diversidad de tipos de bosques de acuerdo al terreno, ente ellos tenemos: bosque aluvial, bosque aluvial inundable, bosque de galería, bosque ribereño, bosque de lomada alta, bosque de lomada baja, bosque de colina baja, bosque de terraza disectada clase I, bosque de terraza disectada clase II y bosque de lomada baja y bosque aluvial inundado. En cada una de ellas existe una variedad de especies arbóreas, arbustivas, lianas, hierbas y palmeras, entre otras, (PEDICP, 1997; Pacheco, Moya y Pezo, 1999).

### **De la parcela de corta anual 2, bloque II**

El tipo de bosque de la PCA 2 – B II, es de bosque húmedo tropical de colina baja y bosque húmedo tropical de terraza baja inundable.

**Cuadro 3.** Tipo de bosque de la PCA 02 – bloque II

<b>Nº</b>	<b>Tipos de bosques</b>	<b>Categoría</b>	<b>Superficie (Ha)</b>	<b>%</b>
1	bosque húmedo tropical de colina baja	Bht-Cb	151,198	58,735
2	bosque húmedo tropical de terraza baja inundable	Bht-Tbi	106,226	41,265
<b>Total</b>			<b>257,42</b>	<b>100,00</b>

## **8.2. Materiales y método**

### **8.2.1. De campo**

Formato de campo para la toma de datos, tablero de anotación, lápiz y lapicero, forcípula, vernier, brújula, balanza de 30 kg, cámara fotográfica digital, Wincha de 50 metros, wincha de mano, mapa de dispersión de las especies a aprovechar, motosierra y aserradero portátil, peque-peque de 13 Hp, repuestos y accesorios

(cadenas de motosierra, lima redonda 3//16", bujías para motosierra y pequeño), juego de herramientas de campo (machete, lima plana), equipo y vestimenta individual (botas de jebe, casco protector, guante de cuero, protector auditivo, chalecos de alta visibilidad, poncho para lluvia), pintura esmalte anticorrosivo, brochas.

### **8.2.2. De gabinete**

Datos recolectados en campo, computadora personal y accesorios, materiales de escritorio y papelería en general.

### **8.3. Método**

El método de trabajo utilizado en el campo para estimar el contenido de carbono, fue el desarrollado por Bámaca *et al.* (2004), que consiste en estimar el contenido de carbono almacenado en diferentes productos y residuos forestales generados por el proceso del aprovechamiento, conociendo primero el volumen de cada uno de los componentes del árbol talado, mediante la cubicación.

#### **8.3.1. Tipo y nivel de investigación**

La investigación es del tipo cuantitativo, descriptivo e inferencial. En base a la observación del contenido de carbono de los productos y residuos forestales generados por el aserrío tomadas de toda una población de árboles aprovechados en el área de estudio de la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo.

#### **8.3.2. Población y muestra**

Para esta investigación se tuvo en cuenta como población a una parcela de corta anual de 257 hectáreas y como muestra se consideró a la especie de densidad media "añuje rumo" con un 29% de individuos que hubo en el área, producto del

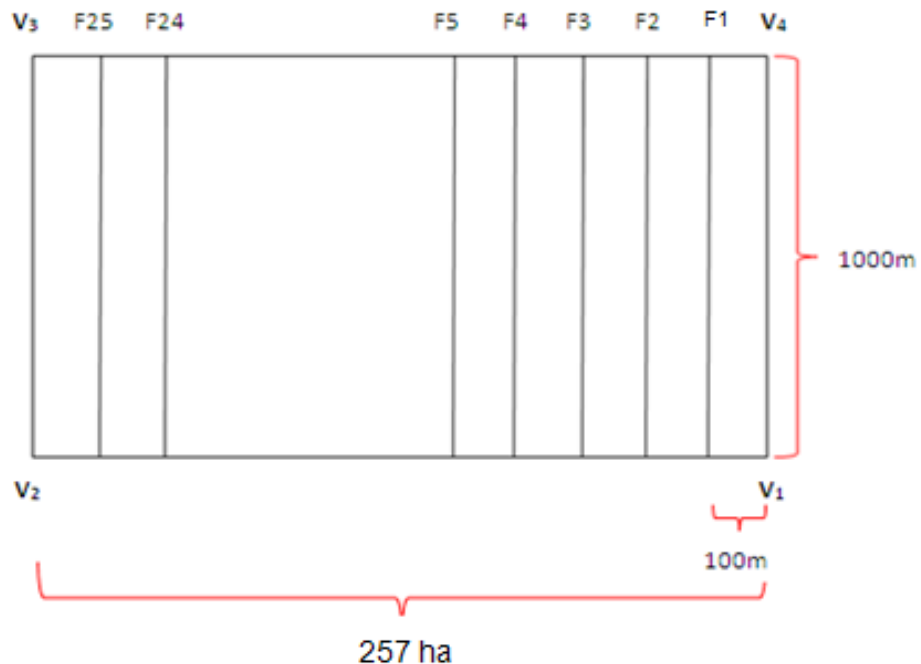
aserrío de madera del área de manejo de la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo.

#### 8.4. Procedimiento

Consistió en la recopilación, revisión, análisis y selección de la información existente. Para tal fin, se acopio toda la documentación disponible referida al área de estudio.

##### 8.4.1. Área de muestreo

El área de muestreo se encuentra ubicado en la PCA 02-bloque II, en una extensión total de 257 ha, de forma rectangular demarcada en cuadrículas de 1000 m x 100 m (Figura 1). La muestra que se tomó de dicha área para la investigación fue de 26 árboles, representando el 29% del total de especies aprovechables. En dicha parcela se inventariaron en total 72 individuos de la especie *Anaueria brasiliensis* “añuje rumo”



**Figura 1.** Diseño del área de muestra

### 8.4.2. Muestreo

Para definir las unidades de observación se empleó el muestreo aleatorio simple. A partir del censo forestal del plan operativo anual (POA) de la PCA 02- bloque II, se seleccionaron 26 árboles, representando el 29% del total de especies aprovechables.

### 8.4.3. Levantamiento de información.

**a) Selección de la especie:** En esta etapa se seleccionó a la especie con la que se trabajó en este caso fue *Anaueria brasiliensis* Kost. “añuje rumbo”, es una especie que pertenece a la familia Lauraceae, su uso es en aserrío, alimento y ictiotóxico; tiene una densidad básica de 0.58 gr/cm<sup>3</sup>.

**b) Volumen en trozas:** Se determinó el volumen de la madera rolliza, utilizando la fórmula usada por Noriega (2007), la misma que fue aprobada mediante resolución ministerial N° 0033-97-AG del 6 de febrero de 1997, la cual se basa en la fórmula Smalian. Siendo la expresión la siguiente:

$$V = 0,7854 \left( \frac{D+d}{2} \right)^2 L$$

Donde:

V = Volumen en metros cúbicos

D = Diámetro mayor de la troza en metros

d = Diámetro menor de la troza en metros

L = Largo de la troza en metros.

c) Evaluación del contenido de carbono almacenado en el aserrío de madera (tablas y listones).

#### 8.4.4. Volumen de tablas y listones

En esta etapa de evaluación se registró toda la madera aserrada que salió del proceso de aserrío, donde cada troza se cubico, pieza por pieza, hasta conformar un lote por cada troza las cuales fueron tablas y listones. Para el cálculo del volumen de las tablas resultantes del aserrío se aplicó la siguiente fórmula basada en el sistema métrico decimal tomado de Meléndez y Bustamante (2005):

$$V = \frac{L * A * E}{10000}$$

Donde:

V = Volumen en metros cúbicos (m<sup>3</sup>)

L = Longitud de la tabla en metros

A = Ancho de la tabla en centímetros.

E = Espesor de la tabla en centímetros.

#### 8.4.5. Biomasa de tablas y listones

Después de cubicar las tablas y listones, se procedió al cálculo de la biomasa seca que corresponde a un volumen dado, luego se multiplico ese valor por la densidad básica de la especie estudiada, y se convirtió la biomasa seca tota (IPCC, 1996):

$$B_t = V_t * D$$

$$B_l = V_l * D$$

Donde:

- ✓ B<sub>t</sub> = Biomasa de tablas (kg)
- ✓ B<sub>l</sub> = Biomasa de listones (kg)
- ✓ V<sub>t</sub> = Volumen de tablas (m<sup>3</sup>)
- ✓ V<sub>l</sub> = Volumen de listones (m<sup>3</sup>)
- ✓ D<sub>b</sub> = Densidad básica (Kg/m<sup>3</sup>).

Para el cálculo de la biomasa total se procedió a sumar la biomasa de las tablas más la biomasa de los listones, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$B_{\text{tot}} = B_t + B_l$$

Dónde:

$B_{\text{tot}}$  = Biomasa total de los productos (kg)

$B_t$  = Biomasa de las tablas (kg)

$B_l$  = Biomasa de los listones (kg)

#### **8.4.6. Contenido de carbono en tablas y listones**

Para cuantificar el contenido de carbono en los productos del aserrío se multiplicó la biomasa total por 0,5 debido a que la materia seca contiene en promedio un 50% de carbono almacenado, para ello se utilizó la siguiente fórmula (IPCC, 1996).

$$C = B_{\text{tot}} * 0,5$$

Dónde:

$C$  = Contenido de carbono en los productos (tC).

$B_{\text{tot}}$  = biomasa total de los productos (t).

#### **8.4.7. Contenido de carbono en los residuos de aserrío**

Los residuos producidos durante el proceso de aserrío fueron valores en unidades de carbono. Primero se estimó la cantidad de biomasa seca que corresponde a un volumen dado, luego se multiplico este valor por la densidad básica de la especie estudia y se convirtió la biomasa seca total a contenido de carbono; para ello se utilizó el factor de conversión de biomasa a carbono recomendado por IPCC (1996) de 0,5.

#### 8.4.8. Biomasa de los residuos de aserrío

La biomasa de los diferentes residuos de aserrío, entre ellos, aserrín, cantoneras, despuntes y corteza, se cuantificó mediante el método directo, consistente en pesar cada uno de los residuos en kilogramos por cada troza, en consecuencia se tiene la siguiente relación:

$$\text{Biomasa del aserrín} = \text{Peso de aserrín}$$

$$\text{Biomasa de las cantoneras} = \text{Peso de las cantoneras}$$

$$\text{Biomasa de los despuntes} = \text{Peso de los despuntes}$$

$$\text{Biomasa de la corteza} = \text{Peso de la corteza}$$

Para el cálculo de la biomasa total de los residuos de aserrío se procedió a sumar la biomasa de cada uno de los residuos generados en el proceso de aserrío, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$B_{\text{tot}} = B_a + B_{ca} + B_d + B_{co}$$

Dónde:

$B_{\text{tot}}$  = Biomasa total de los residuos (kg)

$B_a$  = Biomasa del aserrín (kg)

$B_{ca}$  = Biomasa de las cantoneras (kg)

$B_d$  = Biomasa de los despuntes (kg)

$B_{co}$  = Biomasa de las cortezas (kg)

#### 8.4.9. Contenido de carbono en los residuos de aserrío

Se procedió de igual manera que en el cálculo del contenido de carbono de los productos de aserrío, en tal sentido se tiene que:

$$C = B_{\text{tot}} * 0,5$$

Dónde:

C = Contenido de carbono en los residuos (tC).

Btot = biomasa total de los residuos (t).

### **8.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La obtención de datos sobre el contenido de carbono en los productos y residuos forestales en las áreas de manejo de la comunidad nativa, se efectuó mediante la observación y evaluación directa con el uso de los formatos de toma de datos y otros materiales de campo respectivo.

### **8.6. Técnica de presentación de resultados**

Los resultados de la investigación son presentados en cuadros. Los cuadros son importantes en la presentación de datos, pues a través de estas se manifiestan los resultados más resaltantes facilitando su análisis y comprensión.



## IX. RESULTADOS

### 9.1. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las trozas de *A. brasiliensis* utilizadas en el estudio.

En el Cuadro 4 se muestra el volumen, la biomasa y el contenido de carbono de las 72 trozas consideradas en el estudio, donde se observa que las trozas presentan un volumen total de 86,62 m<sup>3</sup>, con un promedio por troza de 1,20 m<sup>3</sup>. Así mismo, se nota que la biomasa total asciende a 50 241,56 kg, con un promedio por troza de 697,80 kg y finalmente el contenido de carbono total es de 25,12 tC, con un promedio de 0,35 tC por troza.

**Cuadro 4.** Volumen y biomasa de las trozas de *A. brasiliensis*, utilizadas en el estudio.

N°	Diámetro (cm)			Largo (m)	Volumen (m3)	Biomasa (kg)	Contenido de carbono (tC)
	Mayor	Menor	Promedio				
1	0,98	0,95	0,97	4	2,93	1696,81	0,85
2	0,56	0,53	0,55	4	0,93	541,22	0,27
3	0,59	0,56	0,58	4	1,04	602,44	0,30
4	0,65	0,64	0,65	4	1,31	758,05	0,38
5	0,81	0,70	0,76	4	1,79	1038,66	0,52
6	0,74	0,66	0,70	4	1,54	892,84	0,45
7	0,77	0,48	0,63	4	1,23	711,77	0,36
8	0,59	0,51	0,55	4	0,95	551,19	0,28
9	0,61	0,60	0,61	4	1,15	666,94	0,33
10	0,77	0,69	0,73	4	1,67	971,01	0,49
11	0,77	0,69	0,73	4	1,67	971,01	0,49
12	0,81	0,75	0,78	4	1,91	1108,58	0,55
13	0,57	0,51	0,54	4	0,92	531,33	0,27
14	0,63	0,61	0,62	4	1,21	700,43	0,35
15	0,67	0,62	0,65	4	1,31	758,05	0,38
16	0,66	0,65	0,66	3	1,01	586,30	0,29
17	0,95	0,90	0,93	4	2,69	1559,06	0,78
18	0,76	0,69	0,73	4	1,65	957,76	0,48
19	0,90	0,86	0,88	4	2,43	1411,06	0,71
20	0,65	0,60	0,63	4	1,23	711,77	0,36

N°	Diámetro (cm)			Largo (m)	Volumen (m3)	Biomasa (kg)	Contenido de carbono (tC)
	Mayor	Menor	Promedio				
21	0,77	0,66	0,72	4	1,61	931,52	0,47
22	0,62	0,58	0,60	4	1,13	655,97	0,33
23	0,61	0,57	0,59	4	1,09	634,28	0,32
24	0,77	0,75	0,76	4	1,81	1052,46	0,53
25	0,79	0,77	0,78	4	1,91	1108,58	0,55
26	0,60	0,56	0,58	4	1,06	612,96	0,31
27	0,56	0,55	0,56	4	0,97	561,26	0,28
28	0,60	0,56	0,58	4	1,06	612,96	0,31
29	0,56	0,53	0,55	4	0,93	541,22	0,27
30	0,61	0,50	0,56	4	0,97	561,26	0,28
31	0,50	0,38	0,44	4	0,61	352,76	0,18
32	0,59	0,52	0,56	4	0,97	561,26	0,28
33	0,65	0,62	0,64	4	1,27	734,73	0,37
34	0,58	0,50	0,54	4	0,92	531,33	0,27
35	0,59	0,49	0,54	4	0,92	531,33	0,27
36	0,84	0,64	0,74	4	1,72	997,80	0,50
37	0,82	0,70	0,76	4	1,81	1052,46	0,53
38	0,53	0,50	0,52	4	0,83	483,27	0,24
39	0,50	0,47	0,49	4	0,74	428,61	0,21
40	0,48	0,46	0,47	4	0,69	402,51	0,20
41	0,50	0,47	0,49	3	0,55	321,46	0,16
42	0,62	0,56	0,59	4	1,09	634,28	0,32
43	0,55	0,47	0,51	3	0,61	355,45	0,18
44	0,55	0,47	0,51	4	0,82	473,94	0,24
45	0,58	0,55	0,57	4	1,00	581,67	0,29
46	0,83	0,79	0,81	4	2,06	1195,50	0,60
47	0,95	0,79	0,87	4	2,38	1379,17	0,69
48	0,83	0,79	0,81	4	2,06	1195,50	0,60
49	0,55	0,54	0,55	4	0,93	541,22	0,27
50	0,57	0,55	0,56	4	0,99	571,42	0,29
51	0,49	0,48	0,49	4	0,74	428,61	0,21
52	0,57	0,48	0,53	4	0,87	502,22	0,25
53	0,48	0,41	0,45	4	0,62	360,83	0,18
54	0,47	0,44	0,46	4	0,65	377,23	0,19
55	0,44	0,43	0,44	4	0,59	344,79	0,17
56	0,53	0,45	0,49	4	0,75	437,49	0,22
57	0,60	0,55	0,58	4	1,04	602,44	0,30
58	0,74	0,61	0,68	4	1,43	830,21	0,42
59	0,50	0,42	0,46	4	0,66	385,56	0,19
60	0,52	0,44	0,48	4	0,72	419,82	0,21

N°	Diámetro (cm)			Largo (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Biomasa (kg)	Contenido de carbono (tC)
	Mayor	Menor	Promedio				
61	0,52	0,48	0,50	3	0,59	341,65	0,17
62	0,55	0,51	0,53	4	0,88	511,84	0,26
63	0,65	0,59	0,62	4	1,21	700,43	0,35
64	0,59	0,55	0,57	4	1,02	592,01	0,30
65	0,50	0,46	0,48	4	0,72	419,82	0,21
66	0,59	0,50	0,55	4	0,93	541,22	0,27
67	0,65	0,59	0,62	4	1,21	700,43	0,35
68	0,78	0,66	0,72	4	1,63	944,59	0,47
69	0,47	0,41	0,44	4	0,61	352,76	0,18
70	0,61	0,41	0,51	4	0,82	473,94	0,24
71	0,72	0,66	0,69	4	1,50	867,52	0,43
72	0,67	0,64	0,66	4	1,35	781,74	0,39
<b>Total</b>					86,62	50 241,56	25,12
<b>Promedio</b>					1,20	697,80	0,35

## 9.2. Volumen de los productos del aserrío de la madera de *A. brasiliensis*.

En el Cuadro 5 se muestra el volumen, la biomasa y el contenido de carbono por producto obtenido en el aserrío de la madera de *A. brasiliensis*, donde se nota que los listones tuvieron un mayor volumen total de 33,61 m<sup>3</sup>, con un promedio de 0,17 m<sup>3</sup> por cada listón, una biomasa total de 19 494,63 kg (promedio = 101,01 kg) y un contenido de carbono total de 9,75 tC (promedio = 0,05 tC); mientras que las tablas tuvieron un volumen total de 8,81 m<sup>3</sup>, con un promedio de 0,09 m<sup>3</sup> por tabla, una biomasa total de 5107,83 kg (promedio = 54,92 kg) y un contenido de carbono de 2,55 tC (promedio = 0,03 tC). Así mismo, ambos productos (listones y tablas) sumaron en total un volumen de 42,42 m<sup>3</sup>, una biomasa de 24 602,46 kg y un contenido de carbono de 12,12 tC. El registro del volumen, biomasa y contenido de carbono por cada pieza se muestra en el cuadro 1 del Anexo.

**Cuadro 5.** Volumen, biomasa y contenido de carbono de los productos del aserrío de la madera de *A. brasiliensis*.

Productos	Volumen (m3)	Biomasa (kg)	Contenido de carbono (tC)
Listones			
Total	33,61	19 494,63	9,75
Promedio	0,17	101,01	0,05
Tablas			
Total	8,81	5 107,83	2,55
Promedio	0,09	54,92	0,03
Total general	42,42	24 602,46	12,12

### 9.3. Biomasa y contenido de carbono de los residuos de aserrío de la madera de *A. brasiliensis*.

En el Cuadro 6, se aprecia la biomasa y el contenido de carbono por cada tipo de residuo y total obtenido luego del aserrío de las 72 trozas de madera de *A. brasiliensis*, donde se observa que el aserrín alcanzó un total de 3728 kg (promedio = 51,78 kg), las cantoneras presentaron una biomasa de 23 740 kg (promedio = 329,72 kg), las cortezas alcanzaron una biomasa de 7959 kg (promedio = 110,54 kg) y las puntas alcanzaron una biomasa de 4379 kg (promedio = 60,82 kg). En consecuencia, el aserrín reporta un contenido de carbono total de 1,86 tC (promedio = 0.03 tC), las cantoneras muestran un contenido de carbono total de 11,87 tC (promedio = 0,16 tC), las cortezas muestran un contenido de carbono total de 3,98 tC (promedio = 0,06 tC) y finalmente las puntas presentan un contenido de carbono total de 2,19 tC (promedio = 0,03 tC). Además, todos los residuos sumaron en total una biomasa 39 8076 kg y un contenido de carbono de 19,90 tC. En el cuadro 2 del Anexo se consignan los valores de la biomasa y el contenido de humedad por cada tipo de residuo y por cada troza utilizada en el estudio.

**Cuadro 6.** Biomasa y contenido de carbono de los residuos de aserrío de la madera de *A. brasiliensis*.

Residuos	Biomasa (kg)	Contenido de carbono (tC)
Aserrín		
Total	3 728,00	1,86
Promedio	51,78	0,03
Cantonera		
Total	23 740,00	11,87
Promedio	329,72	0,16
Corteza		
Total	7 959,00	3,98
Promedio	110,54	0,06
Puntas		
Total	4 379,00	2,19
Promedio	60,82	0,03
Total general	39 806,00	19,90

## X. DISCUSIÓN

Al transformar las trozas de madera en tablas y listones se generan una gran cantidad de residuos, los que en su mayoría no tienen un uso posterior definido y son depositados en el ambiente donde se descomponen y liberan CO<sub>2</sub> a la atmosfera (Bámaca *et al.*, 2004). La cantidad de carbono estimada en este estudio de 19,90 tC representa una buena cantidad que podría incrementarse en productos aprovechables reduciendo de esta manera el CO<sub>2</sub> atmosférico.

En un estudio realizado en una planta de aserrío de la unidad de manejo Rio Chanchich, Petén, Guatemala en el 2002, Bámaca *et al.* (2004), determinaron que del volumen total de madera en troza que ingresó a la cadena de aserrío, se perdió 6,06% en forma de aserrín; 18,44% como cortezas y orillas; 8,93% como piezas sobredimensionadas (0,5 cm más en las dimensiones de cada pieza para que el comprador final pueda darle el acabado, sin perder el grosor original) y 14,2% por despunte y clasificación preliminar, haciendo un total de 47,63% de residuo. Estimaron entonces que el volumen de madera en tabla resultante del aserrío de una troza fue de 52,37%. Por su parte Soto *et al.* (2000), citado por Bámaca *et al.* 2004, obtuvo en 21 aserraderos en la región Huetar de Costa Rica, un promedio similar de 48,5% y Cruz (1998), reporta un rendimiento del 43,4% para el aserrío de 122 trozas de *S. macrophylla* con el uso de un aserradero de banda, de ancho de 1/8" (3,1 mm).

En un estudio realizado en Bolivia, se reporta un volumen de madera comercial por individuo aprovechado fue de 3,72 m<sup>3</sup>; o sea, aproximadamente el 53,3% del volumen total por individuo, Este volumen difiere a lo encontrado en el presente estudio, ya que se registró un volumen total comercial de 0,26 m<sup>3</sup>, entre tablas y

listones, Esta diferencia puede resultar debido a que se trabajó con una sola especie (*Anaueria brasiliensis*) y al bajo número de individuos de esta especie, mientras que en el estudio realizado en Bolivia se consideraron todas las especies comerciales de una unidad de corta anual,

Asimismo, también difiere al estudio realizado por Bécama *et al.* (2004), cuyo volumen de madera comercial por individuo aprovechado fue de 3,72 m<sup>3</sup>; (53,3%) en cambio Solís (1998), obtuvo para los bosques húmedos tropicales de Bolivia un 60% de biomasa total ubicada en el tallo, Los datos obtenidos del fuste comercial en ese trabajo de investigación son únicamente las trozas transformadas en tablas y listones, mas no se consideró todo el fuste comercial del árbol talado.

En estudios realizados en Bolivia por Odicio (1993), calcula que las actividades del aprovechamiento forestal generan, en promedio, 3,05 m<sup>3</sup> de residuos por cada árbol aprovechado, lo que equivale a un desperdicio del 46,57%, Más del 30% de ese volumen se encuentra en las ramas de diámetros mayores; si tal madera se aprovechara, se podrá reducir considerablemente la cantidad de desperdicios dejados en el bosque.

El volumen de madera transformado a productos es bajo, ya que solamente el 45% de la troza se convierten en tablas. En total se estima que el aserrío genera residuos por 601,33 tC, de los cuales las cortezas y cantoneras son el principal componente, Le siguen en orden de importancia, la madera resultante por clasificación, despunte y aserrín.

En el presente estudio, el contenido de carbono en residuos de aserrío se encuentra en mayor porcentaje en las cantoneras con 11,87 tC, luego en cortezas

con 3,98 tC, seguido de las puntas con 2,19 tC y finalmente el aserrín con 1,86 tC, que hacen un total de 19,90 tC, mientras que Odicio (1993), reporta para zona de Pucallpa un volumen promedio de residuos que equivale al 45,78% por troza, en donde los cantos representan el mayor porcentaje (20,66%), seguido de los despuntes (10,23%), las cantoneras (6,68%) y el aserrín (8,21%).



## XI. CONCLUSIONES

1. El volumen promedio de las trozas consideradas en el estudio fue de 1,20 m<sup>3</sup>, con un máximo de 2,93 m<sup>3</sup> y un mínimo de 0,55 m<sup>3</sup>; una biomasa promedio por troza de 697,80 kg, con un máximo de 1696,81 kg y un mínimo de 321,46 kg; lo que resulta en un contenido de carbono promedio por troza de 0,35 tC. Con máximo de 0,85 tC y un mínimo de 0,16 tC.
2. El volumen promedio total de los productos de aserrío de la madera de *A. brasiliensis* fue 0,26 m<sup>3</sup>, con una biomasa promedio total de 155,93 kg y un contenido de carbono de 0,08 tC.
3. La biomasa de los residuos generado en el proceso de aserrío de la madera de *A. brasiliensis* asciende a un total de 552,86 kg y el contenido de carbono asciende a un total de 0,28 tC; donde las cantoneras tiene la mayor cantidad de carbono, seguido de las corteza, de las puntas y finalmente de aserrín.

## **XII. RECOMENDACIONES**

1. Con los resultados de este estudio se espera crear conciencia en adoptar tecnologías que generen pocos residuos en el proceso de aserrío y de haberlos reutilizarlos en la generación de otros productos secundarios.
2. Capacitar al personal de planta en aspectos relacionados al manipuleo de la materia prima y los productos, en la operación de la maquinaria y equipo de planta, así como en la seguridad y salud ocupacional.
3. Desarrollar estudios similares en otros lugares de la Amazonía peruana con el fin de poder establecer comparaciones,

### XIII. BIBLIOGRAFIA

- Alfaro, M. M. 1997. Almacenamiento y fijación de carbono, Revista Forestal, Centroamericana. N° 19. P. 9 – 12,
- Arostegui, A. y Sobral. M. 1986. Proyecto binacional estudio tecnológico básico y aplicado de maderas de la amazonía de Brasil y Perú. Avance técnico del proyecto: Usos de las maderas del bosque húmedo tropical Colonia Angamos (Río Yavari) y Jenaro Herrera. Serie investigaciones tecnológicas, año 1. N° 2 .14 p.
- Bámaca, E. y Figueroa, E. 2004, Contenido del carbono en los productos y residuos forestales generados por el aprovechamiento y el aserrío en la Reserva de Biosfera Maya, Recursos Naturales y Ambiente, comunicación técnica, 110 p.
- Barbaran, G. 1998. Determinación de biomasa y carbono en los principales sistemas de uso del suelo en la zona de campo verde, Tesis profesional. Universidad de Ucayali. Facultad de ciencias agropecuarias. Pucallpa, Ucayali, Perú, 54 p.
- Birdsey, R. 1992. Carbon Storage and Accumulation in the United States Forest Ecosystems, USDA, Forest Service General Technical Report WO-59, Washington, DC. 51 p.
- Bolfer, V. S. 1999, Recomendación práctica para el aserrío de troncas y el manejo de madera aserrada, Santa Cruz, Bolivia, 15 p.
- Brown, S. 2000, Los bosques tropicales ¿fuentes o sumideros de carbono?, [www.google.com](http://www.google.com), Página web [http: wrm.org, uy/](http://www.wrm.org.uy/),
- Cairns, M. y Meganck, R. 1994, Carbon sequestration, biological diversity and sustainable development: Intergrated forest management, Environmental management 18(1): 13-22 p.

- Ciesla, W. M. 1996. Cambio climático, bosques y ordenación forestal: una visión de conjunto, (Estudio FAO Montes 126), Roma, Italia, FAO, 146 p.
- Contreras, W., Owen, M. y Cloquel, V. 2005. Conceptualización y propuesta taxonómica de productos forestales desde la visión del diseño ambientalmente integrado, Boletín de información técnica N° 236.
- David, E. 1963, Estudio Económico de la Industria de Aserio en la Región Forestal, Iquitos – Perú, Instituto de Investigación Forestal – UNA-LA MOLINA, 19 p.
- Dixon, *et al.* 1994, Carbon pools and flux of global forest ecosystems, Science, vol, 263, p: 185-190.
- Energías Renovables. 2004. Energía biomasa dirección nacional de promoción, Subsecretaría de energía eléctrica, Secretaría de energía. (En línea) República de Argentina. (Consultado 21 de Marzo 2012). Disponible en <http://energia.mecon.gov.ar>.
- FAO. 2001. Situación de los bosques del mundo, Depósitos de documentos de la FAO, Departamento de Montes. En [www,fao,org/docrep/003](http://www.fao.org/docrep/003)
- 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. P. 61-62.
- FULLOP, D, y VASQUEZ, W, 1989, Guía de cubicación industrial forestal, Proyecto de desarrollo Industrial Forestal, Canadá – Perú, 16p,
- INADE/PEDICP. 1997. Plan de manejo forestal. Dirección de Asuntos Productivos y Medio Ambiente. Proyecto Manejo Forestal de los Bosques de Santa Mercedes.
- IPCC. 2001. Climate change 2001: 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, 752 p.

- Jenssen, S. 1979. Extracción y transformación forestal en el Perú. Revista Forestal del Perú. Volumen IX. 100. p.
- Krame, R. J. y Kozlowski, T. T. 1972. Filosofía de los árboles. Fundación Kalouste Gulbelquian. 745 p.
- Montoya, G. y Tipper, R. 1995. Cuadernos de trabajo 4: Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas. Instituto Nacional de Ecología. México. 50 p.
- Neira, M. y Martinez, M. 1968. Terminología forestal. Instituto forestal de investigación y experiencias – Ministerio de Agricultura, Madrid-España. 312 p,
- OCIC. 1997. Potencial de carbono y fijación de carbono. Fecha de consulta: 14 de Marzo 2013. Publicación disponible en GOOGLE.
- Ordoñez, J, A. y Masera, B. O. 2001. Captura de carbono ante el cambio climático, Madera y Bosques. 7(1):3-12,
- Otárola, A. D. 2001. El bosque, el hombre y la sostenibilidad del ecosistema. Bosques amazónicos. Número 25. P. 12-13.
- Pacheco, T., Moya, L. y Pezo. 1999. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del río Putumayo. Investigaciones en la modalidad de tesis en el área de manejo de bosques de la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo. Iquitos, Perú. 173 p,
- Padilla, G. H. 1987. Glosario practico de términos forestales”, Editorial Limusa, México. 273 p.
- PROMPEX. 2006. Maderas del Perú. Proyecto promoción de nuevas especies forestales del Perú en el comercio exterior. PROMPEX-WWWF-USAID-INIA-ITTO. 46 p.

Real Academia Española. 2001. Diccionario de la Lengua Española, [en línea] Vigésima segunda edición. Fecha de consulta: 7 de Julio 2012., publicación disponible en GOOGLE.

Sociedad Española De Ciencias Forestales-SECF. 2005. Diccionario forestal, Ediciones Mundi-Prensa. España. 1314 p.

UGALDEA, L. A. 1981. Conceptos básicos de dasimetría, La publicación de este trabajo fue patrocinado por el programa suizo de cooperación para el desarrollo. DDA por medio de INFORAT: Información y documentación Forestal para América tropical, Turrialba – Costa Rica. 22 p,

Wikipedia. 2013. The free encyclopedia, Carbondioxide equivalent en línea. Febrero. Revisado el 26 de febrero 2013. Disponible a través de GOOGLE.

## **ANEXO**

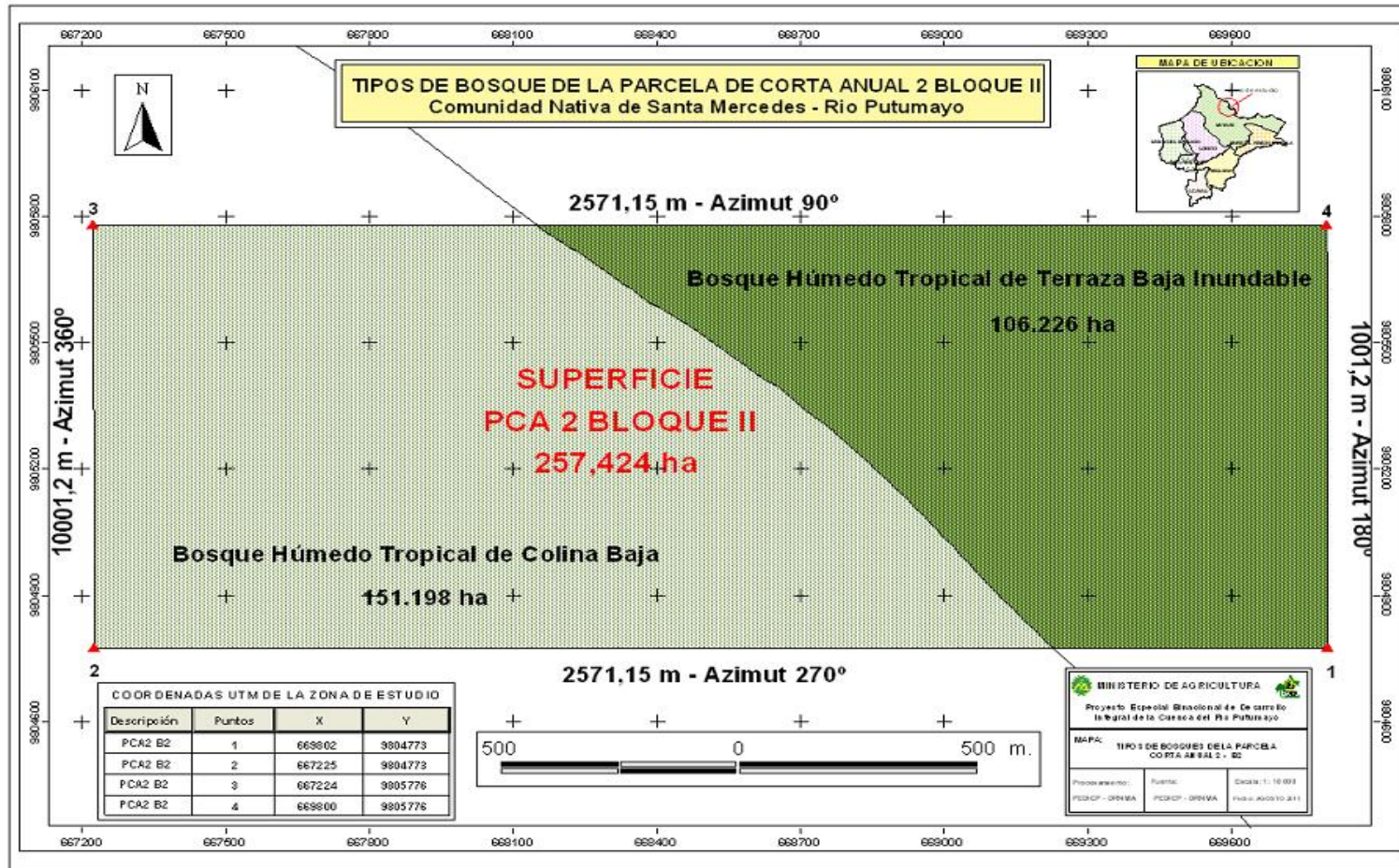


Figura 1. Mapa de tipo de bosque del área de muestra de la PCA 02, BLOQUE II.



**Cuadro 1.** Volumen, biomasa y contenido de carbono por listón y por tabla obtenidos en el aserrío de *A. brasiliensis*.

N° de troza	Producto	Dimensiones			No. de piezas	Volumen		Biomasa (kg)	Contenido de carbono (tC)
		L (pies)	A (pulg)	E (pulg)		pt	m <sup>3</sup>		
1	tablas	13	9	1	11	107,25	0,25	146,71	0,073
		12	9	1	1	9,00	0,02	12,31	0,006
		13	12	1	2	26,00	0,06	35,57	0,018
2	tablas	10	10	1	9	75,00	0,18	102,59	0,051
3	tablas	13	3	2	5	32,50	0,08	44,46	0,022
		13	4	2	21	182,00	0,43	248,96	0,124
4	tablas	13	10	1	18	195,00	0,46	266,75	0,133
		13	8	1	2	17,33	0,04	23,71	0,012
		13	7	1	1	7,58	0,02	10,37	0,005
		13	6	1	1	6,50	0,02	8,89	0,004
5	tablas	13	11	1	1	11,92	0,03	16,30	0,008
		13	10	1	1	10,83	0,03	14,82	0,007
6	tablas	13	7	1	2	15,17	0,04	20,75	0,010
7	listones	13	4	2	13	112,67	0,27	154,12	0,077
7	tablas	13	15	1	2	32,50	0,08	44,46	0,022
		13	9	1	1	9,75	0,02	13,34	0,007
8	tablas	13	10	1	10	108,33	0,26	148,19	0,074
		13	9	1	3	29,25	0,07	40,01	0,020
		13	8	1	1	8,67	0,02	11,86	0,006
		13	7	1	2	15,17	0,04	20,75	0,010
		13	6	1	1	6,50	0,02	8,89	0,004
9	tablas	13	10	1	10	108,33	0,26	148,19	0,074
		13	9	1	3	29,25	0,07	40,01	0,020
		13	8	1	1	8,67	0,02	11,86	0,006
		13	7	1	2	15,17	0,04	20,75	0,010
		13	6	1	1	6,50	0,02	8,89	0,004
10	tablas	13	7	1	1	7,58	0,02	10,37	0,005
		13	10	1	1	10,83	0,03	14,82	0,007
11	tablas	13	10	1	5	54,17	0,13	74,10	0,037
12	tablas	13	8	1	1	8,67	0,02	11,86	0,006
		13	9	1	1	9,75	0,02	13,34	0,007
		13	10	1	1	10,83	0,03	14,82	0,007
13	tablas	11	10	1	1	9,17	0,02	12,54	0,006
14	tablas	13	10	1	36	390,00	0,92	533,49	0,267
		13	8	1	2	17,33	0,04	23,71	0,012
		13	6	1	2	13,00	0,03	17,78	0,009
		13	12	1	1	13,00	0,03	17,78	0,009

N° de troza	Producto	Dimensiones			No. de piezas	Volumen		Biomasa (kg)	Contenido de carbono (tC)
		L (pies)	A (pulg)	E (pulg)		pt	m <sup>3</sup>		
15	tablas	13	10	1	10	108,33	0,26	148,19	0,074
		13	7	1	2	15,17	0,04	20,75	0,010
16	tablas	13	11	1	1	11,92	0,03	16,30	0,008
17	tablas	13	8	1	1	8,67	0,02	11,86	0,006
18	tablas	13	8	1	1	8,67	0,02	11,86	0,006
19	tablas	13	7	1	1	7,58	0,02	10,37	0,005
20	tablas	10	8	1	1	6,67	0,02	9,12	0,005
21	tablas	13	10	1	3	32,50	0,08	44,46	0,022
22	tablas	13	8	1	2	17,33	0,04	23,71	0,012
23	tablas	13	9	1	11	107,25	0,25	146,71	0,073
		13	7	1	3	22,75	0,05	31,12	0,016
24	tablas	13	9	1	1	9,75	0,02	13,34	0,007
25	tablas	13	10	1	13	140,83	0,33	192,65	0,096
		13	12	1	2	26,00	0,06	35,57	0,018
		13	11	1	4	47,67	0,11	65,20	0,033
		13	9	1	2	19,50	0,05	26,67	0,013
		13	7	1	1	7,58	0,02	10,37	0,005
		13	5	1	2	10,83	0,03	14,82	0,007
26	tablas	13	10	1	2	21,67	0,05	29,64	0,015
		13	9	1	8	78,00	0,18	106,70	0,053
		13	7	1	2	15,17	0,04	20,75	0,010
		13	13	1	2	28,17	0,07	38,53	0,019
27	tablas	13	9	1	8	78,00	0,18	106,70	0,053
28	tablas	13	10	1	9	97,50	0,23	133,37	0,067
		13	8	1	2	17,33	0,04	23,71	0,012
30	listones	13	3	2	5	32,50	0,08	44,46	0,022
		13	4	2	18	156,00	0,37	213,40	0,107
		13	5	2	2	21,67	0,05	29,64	0,015
		13	2	2	2	8,67	0,02	11,86	0,006
30	tablas	13	6	1	1	6,50	0,02	8,89	0,004
31	tablas	13	10	1	8	86,67	0,20	118,55	0,059
		13	6	1	2	13,00	0,03	17,78	0,009
		13	7	1	1	7,58	0,02	10,37	0,005
		13	8	1	1	8,67	0,02	11,86	0,006
32	tablas	13	10	1	5	54,17	0,13	74,10	0,037
		13	8	1	1	8,67	0,02	11,86	0,006
		13	9	1	1	9,75	0,02	13,34	0,007
		13	6	1	1	6,50	0,02	8,89	0,004
33	tablas	10	7	1	1	5,83	0,01	7,98	0,004
34	tablas	12	10	1	5	50,00	0,12	68,40	0,034

N° de troza	Producto	Dimensiones			No. de piezas	Volumen		Biomasa (kg)	Contenido de carbono (tC)
		L (pies)	A (pulg)	E (pulg)		pt	m <sup>3</sup>		
35	tablas	13	12	1	1	13,00	0,03	17,78	0,009
36	tablas	13	12	1	1	13,00	0,03	17,78	0,009
37	tablas	12	10	1	3	30,00	0,07	41,04	0,021
		13	6	1	1	6,50	0,02	8,89	0,004
38	tablas	13	9	1	2	19,50	0,05	26,67	0,013
39	tablas	13	13	1	11	154,92	0,37	211,91	0,106
		13	7	1	1	7,58	0,02	10,37	0,005
40	tablas	13	7	1	5	37,92	0,09	51,87	0,026
		13	8	1	6	52,00	0,12	71,13	0,036
70	tablas	13	13	1	11	154,92	0,37	211,91	0,106
		13	7	1	1	7,58	0,02	10,37	0,005
71	tablas	13	10	1	5	54,17	0,13	74,10	0,037
		13	8	1	1	8,67	0,02	11,86	0,006
		13	9	1	1	9,75	0,02	13,34	0,007
		13	6	1	1	6,50	0,02	8,89	0,004
72	tablas	10	7	1	1	5,83	0,01	7,98	0,004
<b>TOTAL</b>					377	3734,00	8,81	5107,83	2,554
<b>PROMEDIO</b>							0,09	54,92	0,027

**Cuadro 2.** Biomasa y contenido de carbono de los residuos obtenidos en el aserrío de la madera de *A. brasiliensis*.

N° de troza	Biomasa de los residuos (Kg)				Contenido de carbono (tC)			
	Aserrín	Cantoneiras	Corteza	Puntas	Aserrín	Cantoneiras	Corteza	Puntas
1	30	240	60	66	0,015	0,120	0,030	0,033
2	32	200	68	66	0,016	0,100	0,034	0,033
3	55	300	80	66	0,028	0,150	0,040	0,033
4	66	317	90	66	0,033	0,159	0,045	0,033
5	36	220	73	21	0,018	0,110	0,037	0,011
6	48	245	78	21	0,024	0,123	0,039	0,011
7	30	262	70	21	0,015	0,131	0,035	0,011
8	22	245	67	21	0,011	0,123	0,034	0,011
9	28	252	66	21	0,014	0,126	0,033	0,011
10	30	270	84	68	0,015	0,135	0,042	0,034
11	27	252	65	68	0,014	0,126	0,033	0,034
12	39	318	98	90	0,020	0,159	0,049	0,045
13	37	314	97	90	0,019	0,157	0,049	0,045
14	21	243	65	60	0,011	0,122	0,033	0,030
15	57	276	92	60	0,029	0,138	0,046	0,030
16	32	210	83	55	0,016	0,105	0,042	0,028
17	63	320	93	58	0,032	0,160	0,047	0,029
18	55	283	93	58	0,028	0,142	0,047	0,029
19	22	218	89	29	0,011	0,109	0,045	0,015
20	28	260	63	29	0,014	0,130	0,032	0,015
21	66	320	88	89	0,033	0,160	0,044	0,045
22	57	401	178	89	0,029	0,201	0,089	0,045
23	30	285	66	45	0,015	0,143	0,033	0,023
24	23	248	61	45	0,012	0,124	0,031	0,023
25	91	697	228	102	0,046	0,349	0,114	0,051
26	92	620	215	102	0,046	0,310	0,108	0,051
27	80	500	219	102	0,040	0,250	0,110	0,051
28	78	350	173	65	0,039	0,175	0,087	0,033
29	55	400	176	65	0,028	0,200	0,088	0,033
30	55	318	146	55	0,028	0,159	0,073	0,028
31	45	250	75	55	0,023	0,125	0,038	0,028
32	93	670	220	55	0,047	0,335	0,110	0,028
33	83	600	215	55	0,042	0,300	0,108	0,028
34	37	252	63	63	0,019	0,126	0,032	0,032
35	35	280	70	33	0,018	0,140	0,035	0,017
36	32	270	79	33	0,016	0,135	0,040	0,017
37	40	250	92	33	0,020	0,125	0,046	0,017
38	33	215	85	33	0,017	0,108	0,043	0,017

N° de troza	Biomasa de los residuos (Kg)				Contenido de carbono (tC)			
	Aserrín	Cantoneras	Corteza	Puntas	Aserrín	Cantoneras	Corteza	Puntas
39	57	218	84	52	0,029	0,109	0,042	0,026
40	44	325	110	52	0,022	0,163	0,055	0,026
41	26	250	60	52	0,013	0,125	0,030	0,026
42	30	250	60	52	0,015	0,125	0,030	0,026
43	85	700	300	120	0,043	0,350	0,150	0,060
44	129	630	220	120	0,065	0,315	0,110	0,060
45	104	450	180	120	0,052	0,225	0,090	0,060
46	60	300	85	44	0,030	0,150	0,043	0,022
47	60	316	80	44	0,030	0,158	0,040	0,022
48	33	260	66	44	0,017	0,130	0,033	0,022
49	53	275	86	70	0,027	0,138	0,043	0,035
50	55	280	90	70	0,028	0,140	0,045	0,035
51	29	248	59	62	0,015	0,124	0,030	0,031
52	35	250	45	62	0,018	0,125	0,023	0,031
53	62	440	155	60	0,031	0,220	0,078	0,030
54	69	360	92	60	0,035	0,180	0,046	0,030
55	82	666	216	60	0,041	0,333	0,108	0,030
56	49	86	300	60	0,025	0,043	0,150	0,030
57	60	325	90	60	0,030	0,163	0,045	0,030
58	55	250	82	60	0,028	0,125	0,041	0,030
59	60	310	80	68	0,030	0,155	0,040	0,034
60	38	270	75	68	0,019	0,135	0,038	0,034
61	83	480	208	88	0,042	0,240	0,104	0,044
62	44	320	98	88	0,022	0,160	0,049	0,044
63	55	300	78	66	0,028	0,150	0,039	0,033
64	45	250	74	66	0,023	0,125	0,037	0,033
65	35	270	82	66	0,018	0,135	0,041	0,033
66	92	345	152	66	0,046	0,173	0,076	0,033
67	72	445	162	66	0,036	0,223	0,081	0,033
68	35	250	66	48	0,018	0,125	0,033	0,024
69	61	380	100	53	0,031	0,190	0,050	0,027
70	38	420	156	53	0,019	0,210	0,078	0,027
71	60	300	75	53	0,030	0,150	0,038	0,027
72	50	350	70	53	0,025	0,175	0,035	0,027
<b>TOTAL</b>	3728	23740	7959	4379	1,864	11,870	3,980	2,190
	<b>51,78</b>	<b>329,72</b>	<b>110,54</b>	<b>60,82</b>	<b>0,03</b>	<b>0,16</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>