



**UNAP**

**Facultad de  
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA  
DE BOSQUES TROPICALES.**

**TESIS**

**“STOCK DE CARBONO DE LA BIOMASA AÉREA DE LAS ESPECIES  
COMERCIALES DE UN BOSQUE DE TERRAZA BAJA INUNDABLE DE LA  
COMUNIDAD NATIVA URANIAS, LORETO, PERÚ, 2016”.**

**Autora:**

**ROSARIO DE JESÚS URRELO GUERRA**

**IQUITOS – PERÚ**

**2018**



**UNAP**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

Facultad de  
Ciencias Forestales

**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

**DE TESIS Nº 806**

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por la bachiller **ROSARIO DE JESÚS URRELO GUERRA**, titulada : **"STOCK DE CARBONO DE LA BIOMASA AÉREA DE LAS ESPECIES COMERCIALES DE UN BOSQUE DE TERRAZA BAJA INUNDABLE DE LA COMUNIDAD NATIVA URANIAS, LORETO, PERÚ, 2016"**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

la declaramos: APROBADA

Con el calificativo de: BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificada: ACTA

Y, recibir el Título de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales.

Iquitos, 20 de diciembre 2017

**Ing. JORGE MIGUEL ESPÍRITU PEZANTES**  
Presidente

**Ing. ABRAHAM CABUDIVO MOENA, Dr.**  
Miembro

**Ing. FREDY FRANCISCO RAMÍREZ ARÉVALO**  
Miembro

**Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, M.Sc.**  
Asesor

**Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!**

Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú

[www.unapiquitos.edu.pe](http://www.unapiquitos.edu.pe)

Teléfono: 065-225303

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**“STOCK DE CARBONO DE LA BIOMASA AÉREA DE LAS ESPECIES COMERCIALES**

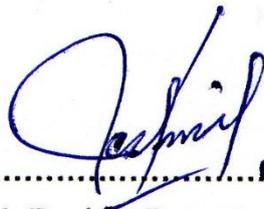
**DE UN BOSQUE DE TERRAZA BAJA INUNDABLE DE LA COMUNIDAD NATIVA**

**URANIAS, LORETO, PERÚ, 2016”**

Tesis sustentada y aprobada el 20 de diciembre de 2017, según Acta de Sustentación

No. 806

**MIEMBROS DEL JURADO**



Ing. Jorge M. Espíritu Pezantes, M.Sc.

Reg. CIP No. 34967

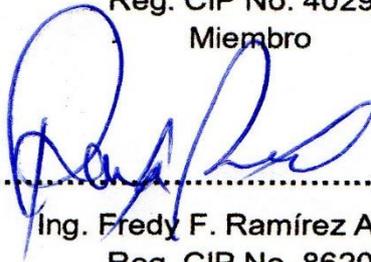
Presidente



Ing. Abrahan Cabudivo Moena, Dr.

Reg. CIP No. 40295

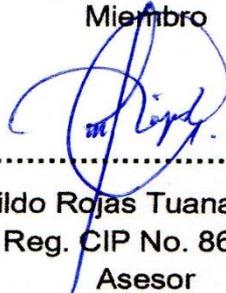
Miembro



Ing. Fredy F. Ramírez Arévalo

Reg. CIP No. 86206

Miembro



Ing. Rildo Rojas Tuanama, M.Sc.

Reg. CIP No. 86706

Asesor

## **AGRADECIMIENTO**

La autora se reserva esta página para mostrar su agradecimiento al:

- ❖ Ingeniero Forestal Roldan Pinedo Ríos, regente que formulo el Plan de Manejo Forestal de la Comunidad Nativa “Uranias” brindándome la información necesaria para realizar mi tesis.
  
- ❖ Señor Víctor Cahuachi Pinedo representante legal de la comunidad nativa “Uranias” por permitir al regente realizar los estudios generales para el manejo forestal de los bosques de dicha comunidad.

**ÍNDICE**

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
LISTA DE CUADROS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. EL PROBLEMA	2
2.1. Descripción del problema	2
2.2. Definición del problema	2
III. HIPÓTESIS	3
3.1. Hipótesis de la investigación	3
VI. OBJETIVOS	4
4.1. Objetivo general	4
4.2. Objetivo específico	4
V. VARIABLES	5
5.1. Identificación de variables, indicadores e índices	5
5.2. Operacionalización de las variables	5
VI. REVISIÓN DE LITERATURA	6
6.1. Antecedentes	6
6.2. Marco teórico	7
6.2.1. Biomasa aérea y carbono	7
6.2.2. Método destructivo del cálculo de la biomasa	8

6.2.3. Estimación del stock de carbono en la biomasa	8
6.2.4. Stock de carbono	9
VII. MARCO CONCEPTUAL	11
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS	12
8.1. Lugar de ejecución	12
8.2. Accesibilidad	12
8.3. Clima	12
8.4. Fisiografía	13
8.5. Hidrografía	13
8.6. Materiales y equipo	13
8.7. Método	13
8.7.1. Tipo y nivel de investigación	13
8.7.2. Población y muestra	13
8.7.3. Procedimiento	14
8.7.4. Cálculos	14
8.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
8.9. Técnica de presentación de resultados	16
IX. RESULTADOS	17
9.1. Composición florística de especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.	17
9.2. Volumen comercial en las especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.	18

9.3. Biomasa aérea y stock de carbono en las especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias	20
X. DISCUSION	23
X. CONCLUSIONES	25
XI. RECOMENDACIONES	26
XII BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXO	33

**LISTA DE CUADROS**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Coordenadas UTM de la PCA 1 del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.	12
2.	Composición florística de especies forestales bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.	17
3.	Volumen comercial total por especie y total del bosques de terraza Inundable de la comunidad nativa Uranias.	19
4.	Biomasa aérea y stock de carbono por cada especie y total del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa de Uranias.	21
5.	Datos de campo del censo de las especies comerciales en la PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias, 2016.	35

**LISTA DE FIGURAS**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Número de árboles por especie en la PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias.	18
2.	Volumen comercial de las especies forestales en la PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias.	20
3.	Biomasa aérea en las especies forestales en la PC 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias	22
4.	Stock de carbono en la biomasa aérea de las especies forestales en la PC 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias.	22
5.	Mapa de ubicación del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias en la cuenca del río Amazonas	34
6.	Sistematización y procesamiento de la información de campo en el gabinete	40

## RESUMEN

El estudio se realizó en un bosque de terraza baja inundable de la PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias, distrito de Ramón Castilla, Loreto. El objetivo fue cuantificar el stock de carbono en la biomasa aérea de las especies forestales comerciales. Un total de 216 árboles fueron inventariados agrupados en 21 especies y 11 familias botánicas. Las especies que presentan mayor número de árboles son lupuna (19 individuos), capirona (18 individuos) y cumala (17 individuos). El mayor volumen comercial se encontró en lupuna (21,03 m<sup>3</sup>) y lagarto caspi (20,08 m<sup>3</sup>), no obstante lagarto caspi presenta la mayor área basal promedio de 0,19 m<sup>2</sup>. Lagarto caspi es la especie que contiene la mayor biomasa aérea con 27,11 toneladas, de un total de 244,62 t, y a la vez presenta la mayor cantidad de stock de carbono de 13,56 tC de un total calculado para el área de estudio de 122,29 tC. Los factores que inciden en el mayor o menor stock de carbono son: el área basal, la densidad básica de la madera, el tipo de bosque y el número de individuos arbóreos por especie.

**Palabras claves:** Biomasa aérea, stock de carbono, terraza baja, área de manejo forestal, Loreto.

## I. INTRODUCCIÓN

El carbono es un componente esencial de todos los seres vivos. Existe en su mayor parte como dióxido de carbono en la atmósfera, en los océanos y en los combustibles fósiles (carbón, petróleo y otros hidrocarburos). El dióxido de carbono en la atmósfera es absorbido por las plantas y convertido en carbohidratos y tejidos a través del proceso de fotosíntesis, como parte del ciclo del carbono.

Las alteraciones naturales o de origen antropogénico en los bosques naturales, liberan dióxido de carbono; por lo que tienen la cualidad de disminuir la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera (Honorio, 2009b). Dadas las múltiples evidencias de los impactos negativos en los climas locales y mundiales (IPCC, 2007), resulta de gran interés estimar el almacenamiento de carbono en la vegetación (Higuchi *et al.*, 2005), donde los árboles grandes (DAP > 10 cm) son el componente más importante de la biomasa en los bosques amazónicos (Chave *et al.*, 2003); por el que hoy en día se ha vuelto un aspecto de gran relevancia para su conocimiento.

El bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias, no cuenta con información sobre el conocimiento de la biomasa y del carbono a pesar de su utilidad para realizar propuestas de uso sostenible. Es necesario realizar la estimación del stock de carbono en la biomasa aérea forestal con la mayor exactitud posible. De esta manera, proporcionar información científica a los centros académicos, de investigación, gobiernos locales, regionales y comunidades, para generar políticas ambientales orientadas a recuperar y manejar los bosques que es conveniente para los habitantes de la región y para el mundo entero.

## II. EI PROBLEMA

### 2.1. Descripción del problema

Los bosques tropicales desempeñan un papel vital en el ciclo global del carbono. Al cubrir un área extensa y ser ecosistemas dinámicos, regulan la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera mediante la fijación del mismo y su reincorporación al ciclo normal (Dixon, 1995; Gralb *et al.*, 2001). Se estima que las emisiones de carbono debido a la deforestación tropical representan aproximadamente el 20% de las emisiones totales generadas por las acciones humanas (1,6 Gt C/año) (Denman *et al.*, 2007).

El incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera inducido por el cambio de uso de la tierra, la quema de combustibles fósiles y sobre todo la deforestación; es una preocupación mundial y se considera que el CO<sub>2</sub> es uno de los principales gases de efecto invernadero que contribuye al cambio climático (Achard *et al.*, 2002). Una forma de mitigar este problema es a través del almacenamiento de carbono en bosques primarios como una alternativa para reducir los efectos de la acumulación excesiva de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Actualmente, se reconoce que los bosques han funcionado como sumideros de carbono en las últimas décadas, es particularmente crítica la falta de información en el Perú y sobre todo en bosques amazónicos de terraza baja inundable que cuenta con muy pocos estudios de cuantificación del stock de carbono en la biomasa aérea.

### 2.2. Definición del problema

¿Existe diferencia en el stock de carbono de la biomasa aérea entre las especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias, Loreto, Perú, 2016?

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis de la investigación**

El stock de carbono de la biomasa aérea difiere entre las especies forestales comerciales de un bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias, Loreto, Perú, 2016.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Cuantificar el stock de carbono de la biomasa aérea en las especies forestales comerciales de un bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias, Loreto, Perú, 2016.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Identificar la composición florística de especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.
- Cuantificar el volumen comercial en las especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias
- Estimar la biomasa aérea en las especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.
- Estimar el stock de carbono de la biomasa aérea en las especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.

## V. VARIABLES

### 5.1. Identificación de variables, indicadores e índices

Esta investigación consideró como variable independiente a las especies forestales comerciales, teniendo ésta dos indicadores: el volumen comercial y la biomasa aérea. La variable dependiente está referida al stock de carbono siendo su indicador el carbono almacenado.

### 5.2. Operacionalización de variables.

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
<b>– Independiente</b> Especies forestales comerciales	Volumen comercial Biomasa aérea.	m <sup>3</sup> /ha t/ha
<b>– Dependiente</b> Stock de carbono	Carbono almacenado.	tC/ha

## VI. REVISIÓN DE LITERATURA

### 6.1. Antecedentes

La biomasa aérea total es el peso seco de material vegetal de los árboles con DAP>10cm. incluyendo fuste, corteza, ramas y hojas. El 50% de la madera secada en estufa es carbono (Higuchi *et al.*, 2005).

En Bogotá se determinó de acuerdo al censo de la vegetación realizado en el año 2007 por la facultad de Estudios Ambientales que en el Campus de la Universidad Javeriana existen 2700 individuos arbóreos que capturan aproximadamente 10 000 toneladas de carbono al año lo cual indica que los 2700 individuos arbóreos del campus están capturando 729 toneladas de carbono al año (Quiñones, 2010). El total de carbono secuestrado anualmente por éstos cuatro regiones (500 hectáreas) es de 324 toneladas por año. La biomasa en el campus de Clarkson almacena 17 200 toneladas de carbono (Brittany, 2012).

En un estudio realizado por Gonzales (2014), se encontró la mayor cantidad de biomasa total en la plantación de 33 años con 191,53 t/ha; seguido de la plantación de 22 años con 154,62 t/ha y finalmente la de menor cantidad la plantación de 13 años con 75,04 t/ha.

Dossantos (2014), reporta en un bosque primario un total de 107,62 tC/ha carbono almacenado. Este estudio se realizó en la parcela "Muro Huayra" de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana. Asimismo, La biomasa aérea del bosque primario fue de 215,24 t/ha.

## 6.2. Marco teórico

### 6.2.1. Biomasa aérea y carbono

La biomasa es la masa de los organismos vivos por unidad de superficie, se divide en biomasa aérea y biomasa radicular (Ribeiro *et al.*, 2002).

Existen dos métodos comúnmente usados para estimar la biomasa: el método directo y el indirecto. El primero implica una serie de pasos, que consiste en cortar el árbol y determinar la biomasa pesando directamente cada componente, este método también consume mucho tiempo, es caro y destructivo. Por lo que, no es un método práctico para obtener estimaciones de biomasa para bastantes árboles o extensiones completas de bosque (Walker *et al.*, 2011).

Los árboles grandes (DAP > 10 cm) son el componente más importante de la biomasa en los bosques amazónicos (Chave *et al.*, 2003), se considera el compartimiento más importante en proyectos de almacenamiento de carbono (Zapata *et al.*, 2003). Siempre se debe tener en cuenta que el 50% de la biomasa seca es carbono (Honorio, 2009a).

Brown *et al.* (1996), citado por Schlegel (2001) mencionan que la cantidad de carbono almacenado es muy variable y depende del tipo y estado del desarrollo del bosque; por lo tanto, la estimación de la biomasa de un bosque es un elemento de gran importancia debido a que ésta permite determinar los montos de carbono que puede ser liberado a la atmósfera, almacenado y fijado en una determinada superficie.

La estimación del almacenamiento de carbono permite establecer la cantidad de dióxido de carbono que puede ser liberado a la atmósfera por la deforestación

(Polzot, 2004). Por el que, el carbono almacenado hace referencia a la cantidad de carbono que se encuentra en un ecosistema vegetal, en un determinado momento. El carbono almacenado en la biomasa aérea de los árboles es normalmente la fuente más grande y el más directamente afectado por la deforestación y la degradación, el cual; es el paso más crítico en la cuantificación las reservas de carbono de los bosques tropicales (Gibbs *et al.*, 2007).

### **6.2.2. Método no destructivo del cálculo de biomasa**

Se realizan estimaciones a partir de información básica de inventarios y de imágenes satelitales, que no implica el corte o volteo del árbol; es rápido, puede ser muestreado un mayor número de árboles, reduciendo así el error muestral en comparación al muestreo destructivo (Hairiah *et al.*, 2001).

Esta metodología es la mejor aproximación y por ende se usa en la mayoría de investigaciones de cuantificación de biomasa de los bosques tropicales (Zapata *et al.*, 2003), permite hacer estimaciones indirectas de la biomasa usando ecuaciones alométricas. El diámetro del árbol es una variable relativamente fácil de medir en campo y estima muy bien la biomasa (Chave *et al.*, 2005); sin embargo, para hacer comparaciones de almacenamiento de carbono entre diferentes lugares o tipos de bosque es necesario considerar otras variables como la altura de los individuos y la densidad de la madera.

### **6.2.3. Estimación del stock carbono en la biomasa**

Se estima el carbono almacenado multiplicando el peso de la biomasa seca por un factor que varía de 0,45-0,55. Esta cifra indica la proporción de carbono en el material vegetativo. Generalmente se usa el valor de 0,50 conocido por fracción de

carbono (Gibbs. *et al.*, 2007, MINAM 2009 y Aragao *et al.*, 2009), quiere decir que, el 50% de la biomasa seca es carbono (Honorio, 2009a).

Novak *et al.* (2013), describe los métodos que utiliza para este estudio: (a) los datos de campo y el modelo de análisis de varias ciudades y Estados para estimar el almacenamiento de carbono total y la captura de carbono en estas áreas, (b) la fotointerpretación de cobertura de árboles en estas áreas para determinar las densidades de carbono por unidad de cubierta de árboles, y (c) la fotointerpretación de la cobertura arbórea en las zonas urbanas y de la comunidad en cada estado de Estados Unidos para estimar los valores de carbono forestal urbano en todo el estado. Sin embargo, está aceptado asumir que el 50% del peso seco es carbono (Pearson *et al.*, 2005).

La cantidad del stock de carbono, depende ampliamente del sitio de establecimiento de los sistemas, la edad, la estructura, la función, los factores ambientales y socioeconómicos (Vogt *et al.*, 1996; Albrecht & Kandji, 2003).

#### **6.2.4. Stock de carbono**

García-Oliva y Ordóñez (1999), menciona que en efecto los flujos y stock de carbono en un ecosistema forestal, donde el follaje, las ramas, las raíces, el tronco, los desechos, los productos y el humus estable son almacenes de carbono, mismos que se reincorporarán al ciclo por descomposición y/o quema de la biomasa forestal.

Cuando se cuantifica el stock de un bosque, se muestrea: a) la biomasa viva almacenada en las hojas, las ramas, el fuste y las raíces; b) la necromasa almacenada en la hojarasca y la madera muerta; y c) el carbono en la materia

orgánica del suelo. Por lo que debemos recordar que podemos estimar la cantidad de carbono de un componente del bosque determinando su peso seco, donde existe una pequeña variación en la relación entre el peso seco y la cantidad de carbono de las diferentes especies tropicales (Elias y Potvin, 2003).

## VII. MARCO CONCEPTUAL

**Almacenamiento de carbono:** Acción que realizan las plantas de retener carbono en su estructura en forma de biomasa en un periodo de tiempo determinado (Orrego y Del Valle, 2001).

**Biomasa aérea:** material orgánica existente por sobre el suelo (incluyendo hojas, varas, ramas, fuste y corteza) expresada como peso en kilogramos (Brown, 1997).

**Carbono:** Elemento químico sólido y no metálico presente en todos los componentes orgánicos y algunos inorgánicos. En su estado puro se encuentra como diamante o grafito, su símbolo es C y su número atómico es 6 (Lino, 2009).

**Dióxido de carbono:** Gas inodoro e incoloro, ligeramente ácido y no inflamable, formada por un átomo de carbono y dos de oxígeno,  $O=C=O$ , (Lino, 2009).

**Ecuación alométrica de biomasa:** Herramienta matemática generada a partir de un análisis de regresión que permite conocer de forma simple la cantidad de biomasa seca de un árbol por medio de la medición de otras variables como la altura, diámetro y densidad (Rügnitz *et al.*, 2008).

**Servicios ambientales:** Utilidades que proporciona la naturaleza a las personas para su propio bienestar o beneficio (Figueroa, 2005).

**Stock de carbono:** Cantidad de carbono almacenada en los ecosistemas boscosos, principalmente en la biomasa viva y en el subsuelo, pero también, aunque en menor medida, en la madera muerta y la hojarasca. (IPCC, 2000).

## VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó teniendo como base los datos del inventario realizado en un bosque de terraza baja inundable de la parcela de corta anual (PCA) 1 del área de manejo forestal con fines comerciales a mediana escala de la comunidad nativa Uranias, ubicada en el distrito de Ramón Castilla, provincia de Mariscal Ramón Castilla, región Loreto (Figura 5 del Anexo). La PCA 1 tiene un área de 401,56 ha y pertenece a un bosque de terraza baja inundable. Geográficamente el área de estudio se enmarca en las coordenadas UTM consignadas en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Coordenadas UTM de la PCA 1 del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.

Vértice	Este	Norte
1	969616,33	9576362,42
2	969620,03	9574552,35
3	967170,22	9574040,79
4	967149,34	9575816,42

### 8.2. Accesibilidad

Para acceder al área de estudio desde la ciudad de Iquitos, se parte desde el puerto Masusa, navegando el Amazonas río abajo en motonave fluvial hasta la comunidad nativa Uranias por un tiempo de 10 horas, posteriormente desde la comunidad hasta el área de estudio se camina unos 2 km en un tiempo de 3 horas hasta llegar al campamento base de la PCA 1 (Figura 5 del Anexo).

### 8.3. Clima

El clima del área de estudio es cálido, húmedo y lluvioso. La precipitación promedio mensual es de 200,6 mm. La precipitación promedio anual es de 2407,7 mm. La

temperatura media mensual en la zona oscila entre 23,5 C y 28 C. La humedad relativa es constante en toda la zona, oscilando la media anual entre 82% y 93% (Plan de Manejo Forestal-Comunidad Nativa Uranias).

#### **8.4. Fisiografía**

El área de estudio, presenta una fisiografía plana con pendiente entre 0-3%, los cuales son inundados periódicamente (Plan de Manejo Forestal-Comunidad Nativa Uranias).

#### **8.5. Hidrografía**

La red hidrográfica predominante en la PCA 1 es el río Amazonas y sus tributarios (Plan de Manejo Forestal-Comunidad Nativa Uranias).

#### **8.6. Materiales y equipo**

Los materiales utilizados en la sistematización y análisis de la información de campo son los siguientes: computadora personal y accesorios, útiles de escritorio y papelería en general e imagen de satélite.

#### **8.7. Método**

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

El tipo de investigación es descriptivo, cuantitativo y transversal, de nivel básico.

##### **8.7.2. Población y muestra**

La población de estudio estuvo conformada por todos los individuos arbóreos de las especies forestales comerciales (aprovechables y semilleros) presentes en la PCA 1. La muestra estuvo constituida por todos los árboles de las especies forestales comerciales con un  $DAP \geq 10$  cm en 27 unidades de muestreo presentes de la PCA 1.

### 8.7.3. Procedimiento

La ejecución del estudio se llevó a cabo completamente en gabinete, para lo cual se utilizaron los datos registrados en el inventario realizado en la PCA 01 del bosque con fines de aprovechamiento comercial de la comunidad nativa Uranias. Se procedió a la sistematización de la información de campo y luego al procesamiento de los datos y al cálculo de los volúmenes comerciales por individuo arbóreo y por especie, así como de la biomasa aérea y stock de carbono por cada especie y por toda el área de estudio. Completada esta fase se procedió a redactar el informe de tesis. Para una mayor precisión y confiabilidad de los resultados los datos fueron procesados utilizando la hoja de cálculo MS Excel, generando así cuadros y figuras que ayudaron en la interpretación y análisis de los resultados.

### 8.3.4. Cálculos

#### a. Volumen comercial

Se calculó el volumen comercial para cada uno de los individuos arbóreos tomando como base el DAP, la altura comercial y el factor de forma de 0,65 para las especies forestales de bosques tropicales. Previamente se calculó el área basal mediante la siguiente fórmula (Chambi, 2001):

$$AB = 0,7854 * (DAP)^2$$

Donde:

AB = Área basal (m<sup>2</sup>)

DAP = Diámetro a la altura del pecho (m)

Con este valor se calculó el volumen comercial aplicando la siguiente fórmula (INRENA, 2003):

$$Vc = AB * Hc * Ff$$

Dónde:

Vc = Volumen comercial (m<sup>3</sup>)

AB = Área basal (m<sup>2</sup>)

Hc = Altura comercial (m)

Ff = Factor de forma (0,65)

### **b. Calculo de la biomasa aérea**

Se empleó el modelo matemático propuesto por Dauber *et al.* (2008). Esta fórmula utiliza el factor de expansión de biomasa (FEB= 2,25) para estimar la biomasa aérea total (fuste + copa) basado en volúmenes comerciales. Además, este resultado es expresado en términos de biomasa seca ya que al utilizar la densidad básica, ésta considera la relación del peso seco sobre el volumen verde de la madera, por lo que ya no es necesario restar el 40% cuando se trata de volúmenes totales de árboles. Esta fórmula es expresada de la siguiente manera:

$$Ba = Vc * DB * FEB$$

Dónde:

Ba = Biomasa aérea (kg)

Vc = Volumen comercial del árbol (m<sup>3</sup>)

DB = Densidad básica de la madera de una especie en particular (kg/m<sup>3</sup>)

FEB = Factor de expansión de biomasa (2,25)

### **c. Calculo del stock de carbono**

Para cuantificar el stock de carbono por individuo arbóreo se multiplicó la biomasa aérea 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, 2003).

$$CT = Bt * 0,5$$

Dónde:

CT = Stock de carbono (tC).

B<sub>s</sub> = biomasa seca (t).

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

La técnica utilizada en el estudio fue el inventario forestal al 100%, también conocido como censo forestal y los instrumentos de recolección de datos fueron los formatos de inventario y de cálculo de la biomasa y stock de carbono especialmente diseñados para los objetivos del estudio.

### **8.9. Técnica de presentación de resultados**

Los resultados se presentan en cuadros y figuras, los que facilitaron su descripción, interpretación y análisis y permitieron elaborar la discusión, las conclusiones y las recomendaciones de la investigación.

## IX. RESULTADOS

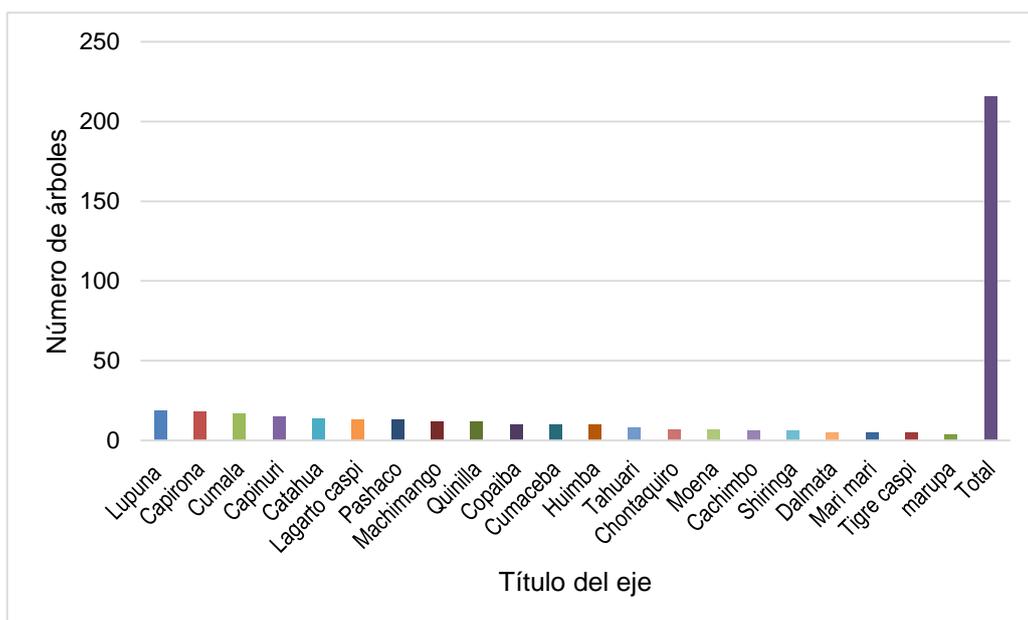
### 9.1. Composición florística de especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.

En el cuadro 2, se observan los resultados de la composición florística del bosque de terraza baja inundable a nivel de nombre científico y familia botánica. Se registraron un total de 216 árboles agrupados en 21 especies forestales comerciales y 11 familias botánicas.

**Cuadro 2.** Composición florística de especies forestales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.

Especie		Familia	No. de árboles	%
Nombre común	Nombre científico			
Cachimbo	<i>Cariniana domesticata</i>	Lecythidaceae	6	2,78
Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	Moraceae	15	6,94
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Rubiaceae	18	8,33
Catahua	<i>Hura crepitans</i>	Bignonaceae	14	6,48
Chontaquiro	<i>Diplotropis martiusii</i>	Fabaceae	7	3,24
Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	Fabaceae	10	4,63
Cumaceba	<i>Swartzia polypphylla</i>	Fabaceae	10	4,63
Cumala	<i>Virola</i> sp.	Myristicaceae	17	7,87
Dalmata	<i>Macrolobium Bifoliatum</i>	Fabaceae	5	2,31
Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	10	4,63
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Calophyllaceae	13	6,02
Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	Malvaceae	19	8,80
Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	Lecythidaceae	12	5,56
Mari mari	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	Fabaceae	5	2,31
marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	4	1,85
Moena	<i>Aniba</i> sp.	Lauraceae	7	3,24
Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	Fabaceae	13	6,02
Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	Malvaceae	12	5,56
Shiringa	<i>Hevea brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	6	2,78
Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp.	Fabaceae	8	3,70
Tigre caspi	<i>Zygia inequalis</i>	Fabaceae	5	2,31
Total			216	100,00

En la figura 1 se observa que las especies forestales que más árboles aportan son lupuna con 19 individuos, seguido de capirona con 18 individuos, cumala con 17 individuos y capinurí con 15 individuos. Las especies que menos árboles aportan son marupá con 4 individuos, tigre caspi, mari mari y dalmata con individuos cada una y shiringa y cachimbo con 6 individuos cada una.



**Figura 1.** Número de árboles por especie en la PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias.

## 9.2. Volumen comercial en las especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.

La PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias contiene un volumen total de 196,68 m<sup>3</sup> de madera comercial (Cuadro 3). Las especies con el mayor volumen de madera comercial son lupuna y lagarto caspi con 21,03 m<sup>3</sup> y 20,08 m<sup>3</sup>, respectivamente; seguidos de cumala, capirona, capinurí, huimba, pashaco, copaiba, machimango y catahua con 14,05 m<sup>3</sup>, 13,13 m<sup>3</sup>, 12,63 m<sup>3</sup>, 11,63 m<sup>3</sup>, 10,92 m<sup>3</sup>, 10,84 m<sup>3</sup>, 10,77 m<sup>3</sup> y 10,39 m<sup>3</sup>, respectivamente. Las especies con el menor volumen de madera comercial son tigre caspi, cachimbo,

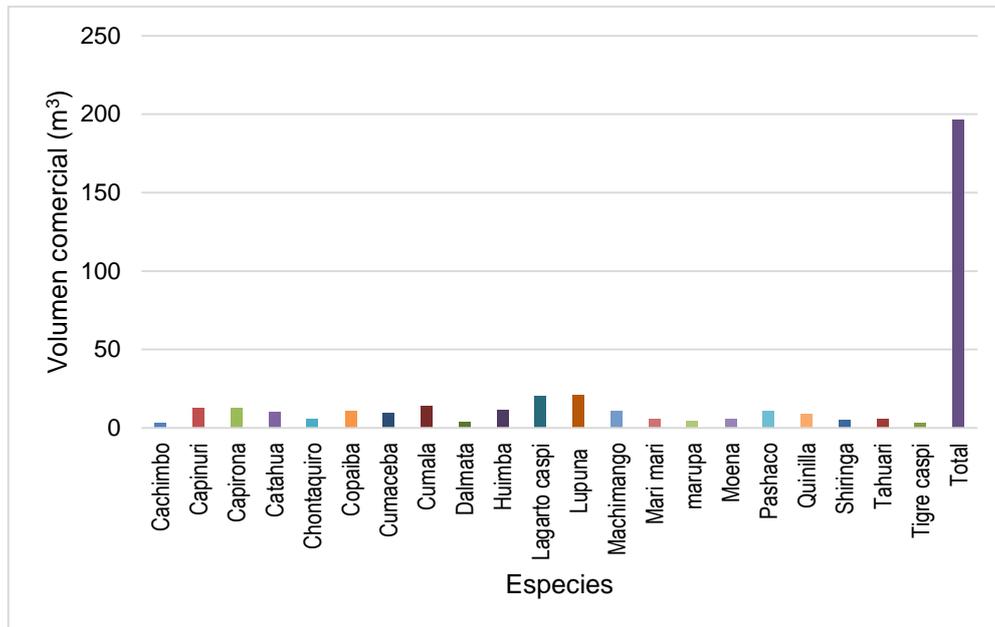
dálmata, marupá, shiringa, tahuari, moena y mari mari con 3,29 m<sup>3</sup>, 3,36 m<sup>3</sup>, 3,85 m<sup>3</sup>, 4,24 m<sup>3</sup>, 4,85 m<sup>3</sup>, 5,67 m<sup>3</sup>, 5,71 m<sup>3</sup> y 5,99 m<sup>3</sup>, respectivamente.

Asimismo, se reporta un área basal promedio en toda la PCA 1 de 0,12 m<sup>2</sup> (máx. 0,19 m<sup>2</sup> para lagarto caspi; mín. 0,09 m<sup>2</sup> para cachimbo, tahuarí y tigre caspi) y una altura comercial promedio de 11,17 m (máx. 11,90 m para huimba y mín. 10,67 m para cachimbo).

**Cuadro 3.** Volumen comercial total por especie y total del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa de Uranias.

<b>Especie</b>	<b>No. de árboles</b>	<b>AB promedio (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Hc promedio (m)</b>	<b>Vc total (m<sup>3</sup>)</b>
Cachimbo	6	0,09	10,67	3,36
Capinuri	15	0,11	11,27	12,63
Capirona	18	0,10	10,83	13,13
Catahua	14	0,10	11,29	10,39
Chontaquiuro	7	0,11	11,14	6,01
Copaiba	10	0,14	11,80	10,84
Cumaceba	10	0,13	11,20	9,38
Cumala	17	0,11	10,94	14,05
Dalmata	5	0,10	10,80	3,85
Huimba	10	0,14	11,90	11,63
Lagarto caspi	13	0,19	11,69	20,08
Lupuna	19	0,14	11,00	21,03
Machimango	12	0,12	11,75	10,77
Mari mari	5	0,16	11,00	5,99
marupa	4	0,13	11,25	4,24
Moena	7	0,11	11,29	5,71
Pashaco	13	0,11	11,15	10,92
Quinilla	12	0,10	10,83	8,86
Shiringa	6	0,11	11,17	4,85
Tahuari	8	0,09	10,88	5,67
Tigre caspi	5	0,09	10,80	3,29
<b>Total</b>	<b>216</b>	<b>0,12</b>	<b>11,17</b>	<b>196,68</b>

En la figura 2 se puede apreciar gráficamente la distribución de volúmenes comerciales por especie, observándose que lupuna es la especie que aporta el mayor volumen comercial y tigre caspi es la especie que aporta el menor volumen.



**Figura 2.** Volumen comercial de las especies forestales en la PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias.

### **9.3. Biomasa aérea y stock de carbono en las especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.**

El Cuadro 3 consigna los resultados de la estimación de biomasa aérea y stock de carbono por especie comercial existente en la PCA 1 del área de manejo comercial con fines comerciales de la comunidad nativa de Uranias. Esta estimación está hecha tomando como base el volumen comercial y la densidad básica de la madera de cada especie, así como el factor de expansión considerado para bosques tropicales igual a 2,25.

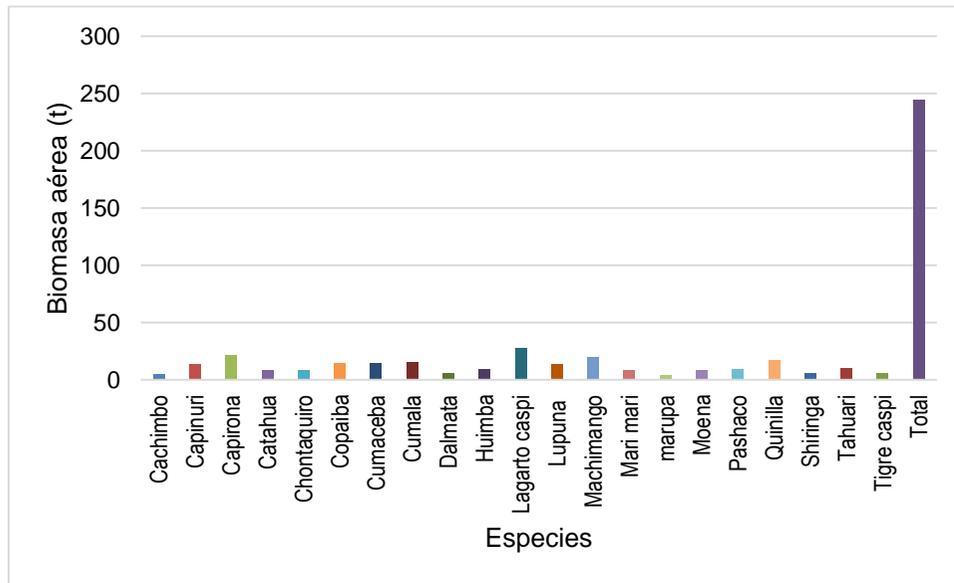
Las especies comerciales de la PCA 1 contienen una biomasa aérea total de 244,62 toneladas, donde lagarto caspi aporta la mayor cantidad de biomasa de 27,11 t,

seguido de capirona con 21,27 t, machimango con 19,49 t, quinilla con 17,34 t y cumala con 15,18 t. Las especies que menos biomasa al bosque de la PCA 1 son marupá con 3,63 t, cachimbo con 4,82 t, shiringa con 5,34 t, dalmata con 5,80 t y tigre caspi con 5,99 t.

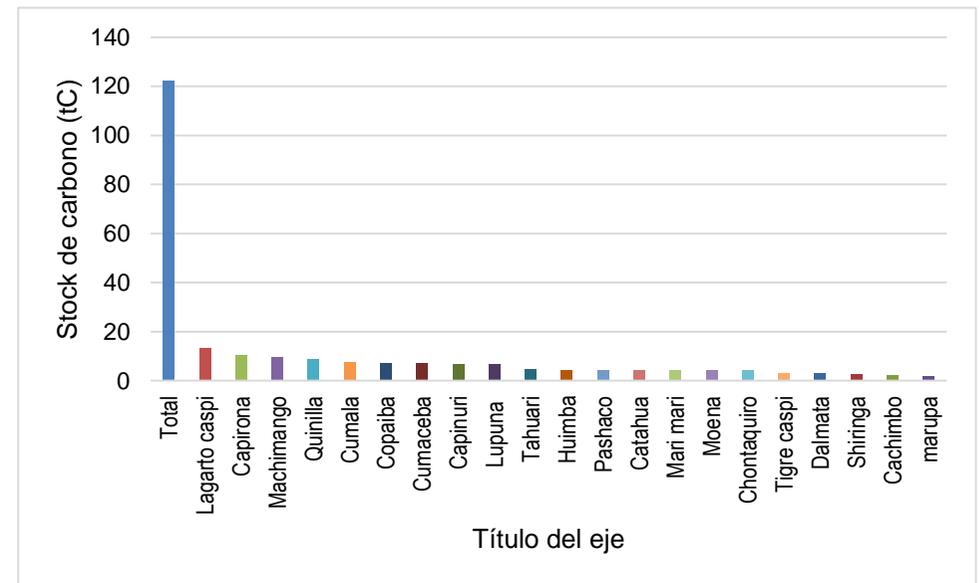
El stock de carbono en toda la PCA 1 es de 122,29 tC. Esta cantidad está directamente relacionada con la biomasa aérea estimada en la PCA 1, por lo tanto sigue la misma tendencia de ésta, donde lagarto caspi aporta el mayor stock de carbono, mientras que marupá aporta el menor stock de carbono.

**Cuadro 3.** Biomasa aérea y stock de carbono por cada especie y total del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa de Uranias.

<b>Especie</b>	<b>Densidad básica (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vc total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Biomasa aérea (t)</b>	<b>Stock de carbono (tC)</b>
Cachimbo	590	3,36	4,82	2,41
Capinuri	470	12,63	13,36	6,68
Capirona	720	13,13	21,27	10,63
Catahua	370	10,39	8,65	4,32
Chontaquiuro	630	6,01	8,53	4,26
Copaiba	610	10,84	14,87	7,44
Cumaceba	690	9,38	14,56	7,28
Cumala	480	14,05	15,18	7,59
Dalmata	670	3,85	5,80	2,90
Huimba	350	11,63	9,16	4,58
Lagarto caspi	600	20,08	27,11	13,56
Lupuna	280	21,03	13,25	6,62
Machimango	830	10,77	19,49	9,74
Mari mari	640	5,99	8,62	4,31
marupa	380	4,24	3,63	1,81
Moena	670	5,71	8,61	4,30
Pashaco	370	10,92	9,09	4,54
Quinilla	870	8,86	17,34	8,67
Shiringa	490	4,85	5,34	2,67
Tahuari	780	5,67	9,95	4,98
Tigre caspi	810	3,29	5,99	3,00
<b>Total</b>		<b>196,68</b>	<b>244,62</b>	<b>122,29</b>



**Figura 3.** Biomasa aérea en las especies forestales en la PC 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias.



**Figura 4.** Stock de carbono en la biomasa aérea de las especies forestales en la PC 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias.

## X. DISCUSIÓN

El bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias, en la cuenca del río Amazonas, muestra una buena diversidad de especies forestales comerciales ( $n= 21$ ), los cuales son aprovechados para la obtención de bienes a través de la transformación primaria y secundaria de la madera en la industria forestal. Sin embargo, estas especies poseen gran cantidad de biomasa y almacenan gran cantidad de carbono en las partes del árbol que pueden ser colocados en el mercado de carbono y obtener beneficios económicos sin tener que talarlos, conservando de esta manera el bosque intacto.

Las especies comerciales que presenta mayor volumen total y mayor área basal promedio son lupuna ( $21,03 \text{ m}^3$  y  $0,14 \text{ m}^2$ ) lagarto caspi ( $20,08 \text{ m}^3$  y  $0,19 \text{ m}^2$ ), que indica que estas especies tienen mayor presencia en este bosque, tanto en número de individuos como en DAP y altura comercial.

Sin embargo, al comparar el stock de carbono se aprecia que es lagarto caspi la que tiene el mayor stock de carbono de  $13,56 \text{ tC}$ , seguido capirona con  $10,63 \text{ tC}$ , Estos resultados indican el stock de carbono está en función del volumen maderable y de la densidad básica de la madera; esto es, cuanto mayor es el volumen y mayor es la densidad básica mayor será la cantidad de carbono almacenado en las partes del árbol.

Estos resultados difieren a lo reportado por Vega (2015), quien indica que la especie comercial con mayor cantidad de  $\text{CO}_2$  almacenado fue cumala. También difieren a lo reportado por Dossantos (2014), en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana reportó un total  $107,62 \text{ tC/ha}$  en bosque primario. Esta diferencia puede

deberse a que en el estudio de Dossantos se evaluaron árboles comerciales y no comerciales de un bosque primario afectado por vientos huracanados, los cuales afectaron la composición y estructura de especies mientras que en el presente estudio se procesaron y analizaron árboles de especies forestales comerciales con DAP  $\geq$  10 cm.

Asimismo, Vega (2016), en un bosque de colina baja en la cuenca del río Napo reportó 602,93 tC/ha, destacando la especie tornillo con 291,51 tC/ha como la de mayor cantidad de carbono almacenado, seguidas de las especies cumala (213,88 tC/ha), marupá (58,78 t/ha), moena (27,60 tC/ha) y cedro colorado (11,16 tC/ha).

De igual forma, la clase diamétrica de 40 cm presenta los mayores valores con 79,4 tCha, seguido de la clase de 30 cm con un total de 33,8 tC/ha).

Estas cifras también difieren a lo reportado por Vegas (2016) donde el mayor almacenamiento de carbono se presenta en las clases diamétricas superiores (100 cm a 150 cm de DAP) con el 74,15%. Según Vegas la especie comercial *Cedrelinga cateniformis* con 583,02 t/ha (43,11%) es la que presenta la mayor cantidad de biomasa aérea.

Esta diferencia puede deberse al alto número de especies pero bajo número de individuos consideradas en presente estudio (21 especies que registraron un total de 216 árboles). Asimismo, muchas de las especies presentan una densidad media lo cual permite obtener bajos valores de carbono almacenado.

## XI. CONCLUSIONES

1. La composición florística del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa de Uranias está conformada por 216 árboles agrupados en 21 especies y 11 familias botánicas.
2. Lupuna es la especie comercial con el mayor número de árboles (19 individuos) que representa el 8,8% del total, seguido de capirona con 18 árboles (8,3%) y cumala con 17 árboles (7,9%).
3. Lupuna y lagarto caspi presentan el mayor volumen comercial con 21,03 m<sup>3</sup> y 20,08 m<sup>3</sup>. Sin embargo, lagarto caspi presenta la mayor área basal promedio de 0,19 m<sup>2</sup>.
4. La especie que contiene mayor biomasa aérea es lagarto caspi con 27,11 t y a su vez presenta la mayor cantidad de carbono almacenado con 13,56 tC.
5. El bosque de terraza baja reporta un stock de carbono total de 122,29 tC.
6. En cuanto al almacenamiento de carbono por especie y por clase diamétrica, la clase diamétrica de 40 cm presenta los mayores valores con 79, 4 tCha, seguido de la clase de 30 cm con un total de 33,8 tC/ha.

## **XII. RECOMENDACIONES**

1. Realizar estudios sobre estimación del almacenamiento de carbono en diferentes tipos de bosques que permita comparar los resultados del presente estudio.
2. Realizar estudios sobre valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en el bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa de Uranias, que permita promocionar su colocación en los mercados de carbono.
3. A fin de obtener la cantidad real del stock de carbono en este tipo de bosque se recomienda incluir las demás especies no comerciales, así como calcular la biomasa total de los árboles.
4. Estimar el flujo de carbono almacenado en la biomasa aérea a través del tiempo, mediante programas de monitoreo, a fin de determinar qué factores influyen en la variación intra e inter específica.
5. Desarrollar difusión sobre la estimación del almacenamiento de carbono y servicios ambientales que prestan los bosques, de tal manera que la compensación por servicios ambientales, beneficie a la población ribereña y de paso la población urbana como beneficiario de un aire más limpio y oxigenado.

### XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Achard F., Eva, H., Stibig, H., Mayaux, J., Gallego, J., Richards, T., Malingreau, J. 2002. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science* 297: 999-1002.
- Albrecht, A.; & Kandji, S. T. 2003. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 99: 15 – 27.
- Aragao, L., Malhi, Y., Metcalfe, D., Silva, J., Jiménez, E. and Vásquez, R. 2009. Above- and below-ground net primary productivity across ten Amazonian forests on contrasting soils. *Biogeosciences Discuss.* 6: 2441–2488.
- Aragao L., Malhi, Y., Metcalfe, D., Silva, J., Jiménez, E. and Vásquez, R. 2009. Above- and below-ground net primary productivity across ten Amazonian forests on contrasting soils. *Biogeosciences Discuss.* 6: 2441–2488. En: <http://www.biogeosciences-discuss.net/6/2441/2009/>.
- Brittany, G. 2012. An analysis of carbon sequestration on Clarkson University's Campus. New York, USA. 8 p.
- Brown, S., Sathaye, J., Cannell, M. and Kauppi P. 1996. Mitigation of carbon emissions to the atmosphere by forest management. En: *the Commonwealth Forestry Review Vol. 75, No. 1, SPECIAL ISSUE: FORESTS AND CLIMATE (1996)*, pp. 80-91. Disponible en: [http://www.jstor.org/stable/42607279?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/42607279?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer A FAO Forestry Paper 134, Rome. 55 p. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W4095E/W4095E00.htm>.

- Chambi, P.P. 2001. Valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa del río Inambari y Madre de Dios. IICFOE. Tacna, Perú. Disponible en: [www.iicfoe.com.pe](http://www.iicfoe.com.pe)
- Chave, J., Condit R., Caspersen J., Foster R. and Hubbell S. 2003. Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panama. *Journal of Ecology* 91: 240-252.
- Chave, J., Andalo C., Brown S., Cairns M.A., Chambers J.Q., Eamus D., Folster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J.P., Nelson B.W., Ogawa H., Puig H., Riera B. y Yamakura T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and biomass balance in tropical forests. *Oecología*.145: 87–99.
- Dauber, G., Terán J. y Guzmán R. 2008. Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. *Revista forestal iberoamericana* 1(1):1-10.
- Dixon, R.K. 1995. Agroforestry systems: sources or sinks of greenhouse gases?. *Agroforestry Systems* 31: 99-116.
- Dossantos, E. 2014. Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea del bosque primario y bosque secundario de la parcela “Muro Huayra”, en la reserva nacional Allpahuayo Mishana, Iquitos-Perú. Tesis para optar el título de ingeniero en ecología de bosques tropicales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 59 p
- Elias, M. & Potvin, C. 2003. Assessing inter- and intra-specific variation in trunk carbon concentration for 32 neotropical tree species. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 1039–1045.
- Figuroa, J.N. 2005. Valoración de los productos no maderables en la Reserva Forestal Imataca, bajo el enfoque de la economía ecológica. Caso de estudio.

- Alto del Rio Botanamo, Estado Bolívar, Venezuela. Departamento de Economía Estadísticas Económicas y Econométricas. Tesis Doctoral. Tenerife, España. 56 p.
- García, O.F. y Ordóñez, A. 1999. El Papel de los suelos forestales en la captura de carbono. 76 p.
- Gibbs, H.R., Brown, S., Niles, J.O. and Foley, J.A. 2007. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environ. Res. Lett.* 2:1-13.
- Gonzales, A. 2014. Relación entre el almacenamiento de carbono con la edad de la plantación agroforestal en la zona de Caballococha. Provincia de Mariscal Ramón Castilla. Loreto-Perú. Tesis (Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales). Iquitos. Perú. UNAP- Facultad de ciencias forestales. Escuela de formación profesional de Ingeniería en ecología de bosques tropicales. 54 p.
- Gralb, H.G., Hupfer, P. y Lozano, J.L. 2001. El efecto invernadero antropógeno. En: El Clima en el Siglo XXI: Introducción al Problema Global del Clima más protección climática-menos riesgos para el futuro. 21 p.
- Hairiah, K., Sitompul, S.M., Palm, Ch. 2001. Methods for sampling carbon stocks above and below ground. International Centre for Research in Agroforestry. Southeast Asian Regional Research Programme. Bogor, Indonesia.
- Higuchi, N., Tribus, J.S., Lima, A.N., Teixeira, L.M., Carnerio, V.M.C., Felsemburgh, C.A. y Pinto, F.R. 2005. Nociones básicas sobre manejo forestal. INPA, Manaus. AM. 306 p.
- Honorio, E. 2009a. Uso de las ecuaciones alométricas y el efecto de las variables en la estimación de la biomasa. Taller de análisis estadístico para apoyar el diseño de los inventarios de carbono. 27 p.

- Honorio, E. 2009b. Taller de mediciones integradas de los flujos de carbono en la Amazonía. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. 15 p.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2000. Land use, Land-use Change, and Forestry. Cambridge University, Press, Cambridge, UK.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES) – IPCC. 628 p.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Pachauri, R. K. y A. Reisinge (eds). Ginebra, Suiza. 104 p.
- Lino, K. 2009. Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Tesis de Ingeniero Forestal. Pucallpa. 70 p.
- MINAM. 2009. Identificación de metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la CMNUCC. 99 p.
- Orrego, S. y Del Valle, J. 2001. Existencias de tasas de incremento neto de la biomasa y del carbono en bosques primarios y secundarios de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 31 p.
- Pearson, T., Walker S. & Brown, S. 2005. Sourcebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry Projects BioCarbon Fund – Winrock internacional. USA. 64 p.
- Polzot, C. 2004. Carbon storage in coffee agroecosystems of southern Costa Rica: Potential applications for the Clean Development Mechanism. Thesis, Faculty

- of Environmental Studies, Master in Environmental Studies, York University, Toronto, Ontario, Canada. 149 p.
- Quiñones, L. 2010. Gestión forestal urbana como mecanismo de captura de carbono en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá D.C. Tesis Magister en Gestión Ambiental. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 78 p.
- Ribeiro, N.; Siteo, A.A.; Guedes, B.S. y Staiss, C. 2002. Manual de silvicultura tropical. Universidade Eduardo Mondlane. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Maputo. 123 p.
- Rügnitz, M., Chacón, M. y Porro, R. 2008. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Belém, Brasil. Consorcio Iniciativa Amazónica (IA) y Centro Mundial Agroforestal (ICRAF). 63 p
- Schlegel, B. 2001. Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempreverde. Universidad Austral de Chile. 13 p.
- Vogt, K.A.; Vogt, D.J.; Palmiotto, P.; Boon, P; O'hara, J. & Asbjornsen, H. 1996. Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type and species. *Plant Soil* 187(2):159-219.
- Walker, W.; Baccini, M.; Nepstad, N.; Horning, D.; Knight, E.; Braun, y A. Bausch. 2011. Guía de campo para la estimación de biomasa y carbono forestal. Versión 1.0. Woods Hole Research Center, Falmouth, Massachusetts, USA. 24 p.
- Zapata, M., Colorado, G. y Del Valle, J. 2003. Ecuaciones de biomasa aérea para bosques primarios intervenidos y Húmedos. Medición de la captura de Carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia: contribuciones

para la mitigación del cambio climático. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. P. 119.

Vegas, E. 2016. Almacenamiento de carbono en la Biomasa Aérea de un Bosque de Colina Baja de la Parcela de Corta Anual 07 de la concesión N° 16-IQU/C-J-236-04, Cuenca del Rio Napo, Loreto-Perú. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. Perú. 57.

p

**ANEXO**

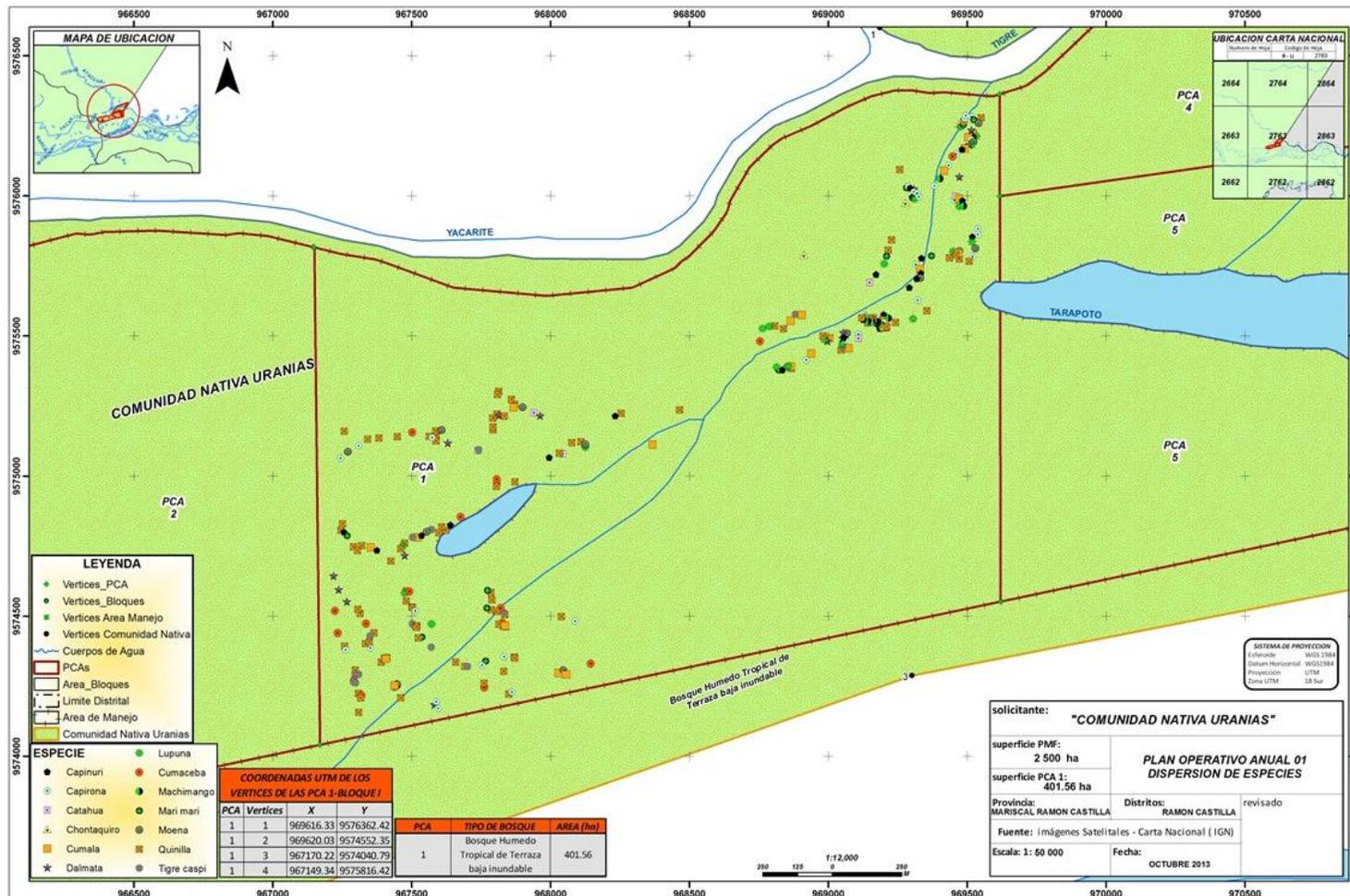


Figura 5. Mapa de ubicación del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uránias en la cuenca del río Amazonas

**Cuadro 4.** Datos de campo del censo de las especies comerciales en la PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias, 2016.

Árbol No.	Especie		DAP (cm)	HC (m)	Volumen com. (m <sup>3</sup> )
	Nombre común	Nombre científico			
1	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	34	13	0.77
2	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	39	14	0.77
3	Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	35	13	0.77
4	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	46	10	0.77
5	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	46	10	0.77
6	Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	44	11	0.77
7	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	65	10	0.77
8	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	51	12	0.77
9	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	37	13	0.77
10	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	35	11	0.77
11	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	35	15	0.77
12	Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	46	13	0.77
13	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	38	13	0.77
14	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	45	11	0.77
15	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	51	10	0.77
16	Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	57	14	0.77
17	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	35	11	0.77
18	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	41	12	0.77
19	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	35	10	0.77
20	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	35	11	0.77
21	Cumala	<i>Virola</i> sp.	45	12	0.77
22	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	51	13	0.77
23	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	48	13	0.77
24	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	35	11	0.77
25	Cumaceba	<i>Swartzia polyphylla</i>	37	10	0.77
26	Shiringa	<i>Hevea brasiliensis</i>	49	11	0.77
27	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	60	12	0.77
28	Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	51	13	0.77
29	Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	52	13	0.77
30	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	67	13	0.77
31	Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	42	13	0.77
32	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	56	13	0.77
33	Cumaceba	<i>Swartzia polyphylla</i>	32	12	0.77
34	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	46	13	0.77
35	Cachimbo	<i>Cariniana domesticata</i>	39	10	0.77
36	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	46	10	0.77
37	Cumala	<i>Virola</i> sp.	30	11	0.77

38	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	43	13	0.77
39	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	45	10	0.77
40	Cachimbo	<i>Cariniana domesticata</i>	43	10	0.77
41	Dalmata	<i>Maclobium Bifoliatum</i>	41	10	0.77
42	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	45	15	0.77
43	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	39	10	0.77
44	Cumaceba	<i>Swartzia polypphylla</i>	43	12	0.77
45	Tigre caspi	<i>Zygia inequalis</i>	41	10	0.77
46	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	64	11	0.77
47	Cumaceba	<i>Swartzia polypphylla</i>	48	11	0.77
48	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	64	13	0.77
49	Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp.	42	12	0.77
50	Cachimbo	<i>Cariniana domesticata</i>	34	12	0.77
51	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	39	10	0.77
52	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	42	12	0.77
53	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	54	11	0.77
54	Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	46	14	0.77
55	Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	57	11	0.77
56	Cumaceba	<i>Swartzia polypphylla</i>	32	11	0.77
57	Cumala	<i>Virola</i> sp.	46	10	0.77
58	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	45	12	0.77
59	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	65	13	0.77
60	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	45	10	0.77
61	Dalmata	<i>Maclobium Bifoliatum</i>	49	14	0.77
62	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	47	10	0.77
63	Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	43	11	0.77
64	Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp.	52	13	0.77
65	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	48	14	0.77
66	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	43	10	0.77
67	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	48	13	0.77
68	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	45	12	0.77
69	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	38	11	0.77
70	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	35	11	0.77
71	Shiringa	<i>Hevea brasiliensis</i>	39	12	0.77
72	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	40	12	0.77
73	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	66	14	0.77
74	Mari mari	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	52	14	0.77
75	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	51	12	0.77
76	Cumaceba	<i>Swartzia polypphylla</i>	55	10	0.77
77	Cumaceba	<i>Swartzia polypphylla</i>	45	13	0.77
78	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	41	12	0.77
79	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	43	12	0.77
80	Cumaceba	<i>Swartzia polypphylla</i>	42	12	0.77
81	Mari mari	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	61	10	0.77
82	Cumala	<i>Virola</i> sp.	46	15	0.77

83	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	51	14	0.77
84	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	35	12	0.77
85	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	62	13	0.77
86	Cumala	<i>Virola</i> sp.	50	11	0.77
87	Moena	<i>Aniba</i> sp.	46	12	0.77
88	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	45	11	0.77
89	Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	41	11	0.77
90	Cumala	<i>Virola</i> sp.	54	10	0.77
91	Cachimbo	<i>Cariniana domesticata</i>	35	12	0.77
92	Dalmata	<i>Macrobium Bifoliatum</i>	41	10	0.77
93	Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	45	11	0.77
94	Mari mari	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	39	10	0.77
95	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	35	10	0.77
96	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	31	11	0.77
97	Cumala	<i>Virola</i> sp.	49	11	0.77
98	Cumala	<i>Virola</i> sp.	54	15	0.77
99	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	46	12	0.77
100	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	39	12	0.77
101	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	44	12	0.77
102	Mari mari	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	48	11	0.77
103	Chontaquiro	<i>Diploporis martiusii</i>	46	11	0.77
104	Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp.	51	10	0.77
105	Tigre caspi	<i>Zygia inequalis</i>	42	12	0.77
106	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	42	10	0.77
107	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	61	12	0.77
108	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	62	14	0.77
109	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	51	10	0.77
110	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	60	11	0.77
111	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	35	15	0.77
112	Moena	<i>Aniba</i> sp.	40	13	0.77
113	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	40	14	0.77
114	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	44	13	0.77
115	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	45	13	0.77
116	Shiringa	<i>Hevea brasiliensis</i>	34	14	0.77
117	Cumala	<i>Virola</i> sp.	52	11	0.77
118	Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	49	12	0.77
119	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	33	11	0.77
120	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	45	12	0.77
121	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	46	13	0.77
122	Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	43	14	0.77
123	Moena	<i>Aniba</i> sp.	48	14	0.77
124	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	39	10	0.77
125	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	37	13	0.77
126	Tigre caspi	<i>Zygia inequalis</i>	41	12	0.77
127	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	45	11	0.77

128	Moena	<i>Aniba</i> sp.	46	10	0.77
129	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	65	13	0.77
130	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	31	10	0.77
131	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	46	12	0.77
132	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	41	13	0.77
133	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	57	11	0.77
134	Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp.	41	12	0.77
135	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	55	13	0.77
136	Cumaceba	<i>Swartzia polypphylla</i>	39	11	0.77
137	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	47	11	0.77
138	Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	37	10	0.77
139	Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	49	13	0.77
140	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	39	12	0.77
141	Shiringa	<i>Hevea brasiliensis</i>	48	10	0.77
142	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	13	10	0.77
143	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	17	10	0.77
144	Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp.	16	10	0.77
145	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	17	10	0.77
146	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	23	10	0.77
147	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	24	10	0.77
148	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	13	10	0.77
149	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	20	10	0.77
150	Cumala	<i>Virola</i> sp.	15	10	0.77
151	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	14	10	0.77
152	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	16	10	0.77
153	Cumala	<i>Virola</i> sp.	12	10	0.77
154	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	13	10	0.77
155	Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	23	10	0.77
156	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	13	10	0.77
157	Dalmata	<i>Macrolobiun Bifoliatum</i>	17	10	0.77
158	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	20	10	0.77
159	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	23	10	0.77
160	Cachimbo	<i>Cariniana domesticata</i>	25	10	0.77
161	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	18	10	0.77
162	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	24	10	0.77
163	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	16	10	0.77
164	Cachimbo	<i>Cariniana domesticata</i>	16	10	0.77
165	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	23	10	0.77
166	Cumaceba	<i>Swartzia polypphylla</i>	21	10	0.77
167	Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp.	12	10	0.77
168	Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	12	10	0.77
169	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	23	10	0.77
170	Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	18	10	0.77
171	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	23	10	0.77
172	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	25	10	0.77

173	Dalmata	<i>Macrobium Bifoliatum</i>	23	10	0.77
174	Shiringa	<i>Hevea brasiliensis</i>	23	10	0.77
175	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	24	10	0.77
176	Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp.	13	10	0.77
177	Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	23	10	0.77
178	Shiringa	<i>Hevea brasiliensis</i>	24	10	0.77
179	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	24	10	0.77
180	Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	20	10	0.77
181	Mari mari	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	13	10	0.77
182	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	23	10	0.77
183	Chontaquiro	<i>Diplotropis martiusii</i>	17	10	0.77
184	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	23	10	0.77
185	Tigre caspi	<i>Zygia inequalis</i>	12	10	0.77
186	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	18	10	0.77
187	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	26	10	0.77
188	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	23	10	0.77
189	Cumala	<i>Virola</i> sp.	25	10	0.77
190	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	25	10	0.77
191	Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	23	10	0.77
192	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	23	10	0.77
193	Cumala	<i>Virola</i> sp.	23	10	0.77
194	Cumala	<i>Virola</i> sp.	25	10	0.77
195	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	20	10	0.77
196	Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp.	17	10	0.77
197	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	23	10	0.77
198	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	16	10	0.77
199	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	16	10	0.77
200	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	24	10	0.77
201	Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	12	10	0.77
202	Moena	<i>Aniba</i> sp.	16	10	0.77
203	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	23	10	0.77
204	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	13	10	0.77
205	Cumala	<i>Virola</i> sp.	20	10	0.77
206	Cumala	<i>Virola</i> sp.	19	10	0.77
207	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	22	10	0.77
208	Tigre caspi	<i>Zygia inequalis</i>	22	10	0.77
209	Cumala	<i>Virola</i> sp.	16	10	0.77
210	Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	14	10	0.77
211	Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	22	10	0.77
212	Chontaquiro	<i>Diplotropis martiusii</i>	19	10	0.77
213	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	17	10	0.77
214	Moena	<i>Aniba</i> sp.	22	10	0.77
215	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	22	10	0.77
216	Moena	<i>Aniba</i> sp.	22	10	0.77



**Figura 6.** Sistematización y procesamiento de la información de campo en el gabinete.