

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES**



**“CUANTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE  
SECUESTRO DE CARBONO EN *Mauritia flexuosa*, EN EL PREDIO  
ESTATAL DENOMINADO ZONA DE CONSERVACIÓN Y  
RECUPERACIÓN DE ECOSISTEMAS  
(ZOCRE), HUMEDAL DEL ALTO  
MAYO, SECTOR TINGANA  
-MOYOBAMBA  
- 2013.”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:**

**DINO CABRERA MESTANZA**

**JUNNIOR ARTURO RIVAS MORI**

**ASESOR:**

**Ing. M.SC. SANTIAGO A. CASAS LUNA**

**CO-ASESOR:**

**Ing. JUAN JOSE PINEDO CANTA**

**MOYOBAMBA – PERÚ**

**2014**

**Código: 06053412**





**ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín – T sede Moyobamba y siendo las cinco de la Tarde de día **Miércoles 19 de Noviembre del Dos Mil Catorce**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

<b>Ing. RUBEN RUIZ VALLES</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>Ing. M.Sc. JULIO CÉSAR DE LA ROSA RÍOS</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>Ing. JUAN CARLOS ROJAS VÁSQUEZ</b>	<b>MIEMBRO</b>
<b>Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA</b>	<b>ASESOR</b>

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado “**CUANTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE SECUESTRO DE CARBONO EN *Mauritia flexuosa*, EN EL PREDIO ESTATAL DENOMINADO ZONA DE CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ECOSISTEMAS (ZOCRE), HUMEDAL DEL ALTO MAYO, SECTOR TINGANA – MOYOBAMBA 2013**”; presentado por los Bachilleres en Ingeniería Ambiental **JUNNIOR ARTURO RIVAS MORY** y **DINO CABRERA MESTANZA**, según Resolución Consejo de Facultad N° 0095-2012-UNSM-T-FE-CF de fecha **28 de Diciembre del 2012**.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica: luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO** y nota **QUINCE (15)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las 18:50 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

  
.....  
**Ing. Ruben Ruiz Valles**  
Presidente

  
.....  
**Ing. M.Sc. Julio César De la Rosa Ríos**  
Secretario

  
.....  
**Ing. Juan Carlos Rojas Vásquez**  
Miembro

  
.....  
**Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna**  
Asesor

## **DEDICATORIA**

A Elinor Mori Torres(Arturo), Emerson Cabrera Isuiza y Maria Bercelia Mestanza Heredia (Dino), nuestros queridos padres, por darnos el enorme placer de ser sus hijos, por ser los motores y motivos de nuestras vidas, nuestra razón de ser, por su incondicional apoyo en cada una de las etapas de nuestras vidas, por estar con nosotros siempre en las buenas y las malas y sobre todo por brindarnos ese amor que solo ellos saben darnos, por habernos instruido siempre en los valores éticos y morales los cuales nos llevaran a ser grandes personas, hombres y profesionales.

## **AGRACEDIMIENTO:**

- A nuestros padres por su incondicional apoyo tanto moral como económico durante el desarrollo de este proyecto de investigación.
- Al ingeniero Santiago Casas Luna, por haber aceptado ser nuestro asesor desde el primer momento, por su apoyo durante todo el desarrollo del proyecto de investigación, brindándome sus conocimientos académicos.
- Al ingeniero Juan José Pinedo Canta, al cual considero una excelente persona, por ser nuestro co-asesor, por su colaboración incondicional en cada una de las etapas de este proyecto de investigación, por su dedicación, su constancia y sobre todo brindarme su hermosa amistad.
- Al Bach José Alejandro Pisco Ocho, por acompañarme en las primeras etapas de ejecución del proyecto.
- A la dirección del área de manejo ambiental PEAM, por habernos ayudado con en la realización de los distintos mapas de ubicación.
- A la ADECAR-TINGANA por facilitarnos la autorización y logística para el desarrollo de la investigación,
- Muchas e infinitas gracias a cada una de las personas que nos apoyaron.

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el fin de Cuantificar los servicios ambientales de secuestro de Carbono de la palmera del Aguaje (*Mauritia flexuosa*), el área de estudio fueron bosques de aguajales (densos y semidensos), en la Zona de Conservación y Recuperación Ecológica (ZOCRE), Humedal del Alto Mayo, Sector Tingana – Moyobamba 2013.

El estudio consta de tres componentes principales:

- I. Inventario florístico de dos tipos de aguajales de la ZOCRE, Humedal del Alto Mayo.

Se efectuó un levantamiento de información en dos parcelas de 2 500 m<sup>2</sup> en cada ecosistema, En aguajal Denso se identificaron 300 individuos/ha (*Mauritia flexuosa*), mientras que en el aguajal semidenso o mixto se encontraron 122 individuos/ha.

- II. Determinación de la biomasa total de los aguajales (densos y semidensos).

El objetivo fue cuantificar la biomasa presente en los aguajales densos y semidensos, para las que se efectuó un muestreo destructivo, es decir, medición directa de la biomasa de 04 palmeras apeadas, generándose en cada una de ellas una ecuación de regresión, que en ambos casos relaciona altura y biomasa total del árbol, variables dasométricas que mostraron una buena correspondencia.

- III. Determinación del carbono total de los aguajales (densos y semidensos).

Con los valores de biomasa y las fracciones de carbono determinadas para cada componente de los aguajales densos y semidensos se obtuvo el carbono presente.

Esta Zona de conservación es potencial de sumidero de carbono según los datos procesados de la investigación, que es cuantificar los servicios ambientales de secuestro de carbono en la especie de *Mauritia flexuosa* de los aguajales densos y semidensos. Se obtuvo un promedio toneladas de carbono acumuladas entre estos dos tipos de bosques de aguaje 41644.56 tC en aguajal densos y 25602.46 tC en aguajal semidenso teniendo un total de 67247.016 tC.



---

## SUMMARY

This study was carried out in order to quantify the environmental services of carbon capture of aguaje forests (*Mauritia flexuosa*). The location of the forests in the study is the Conservation and Ecological Recovery Zone (ZoCRE) called the “Humedal del Alto Mayo” (The Alto Mayo Wetlands) Tingana sector - Moyobamba 2013.

The study consists of three main components:

- I. Inventory of the flora of two types of aguaje forests (dense and semi-dense) in the Alto May Wetlands ZoCRE.

Information was collected on two plots of forest, each with an area of 2,500 m<sup>2</sup> and in which the predominant tree species is aguaje (*Mauritia flexuosa*). 300 individuals per hectare were identified in the dense aguaje plot and 122 individuals per hectare were identified in the mixed aguaje plot.

- II. Determining of the biomass of the aguaje forests (dense and semi-dense).

The objective was to quantify the biomass present in the dense and semi-dense aguaje forests. For this a destructive sample was made, that is, direct measurements were made of the biomass of 4 felled aguaje trees. For each of these a regression equation was generated. In both cases the height of the tree was related to the total biomass of the tree (tree measurement variables) with a good degree of significance.

- III. Determining of the total carbon content of the aguaje forests (dense and semi-dense).

With the biomass values and the fractions of carbon determined for each component of the dense and semi-dense aguaje forests, the amount of carbon present was obtained.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
FACULTAD DE ECOLOGÍA  
CENTRO DE IDIOMAS



This conservation area has potential as a carbon sink according to the data obtained from this study. The approximate total amount of carbon accumulated for these two types of forest in this conservation area are 41,644.56 metric tons in the semi-dense area and 67,247.016 metric tons in the dense area.





# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>1</b>
<b>I. CAPÍTULO: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	3
1.2    OBJETIVOS.....	4
1.2.1    Objetivo General: .....	4
1.2.2    Objetivos Específicos: .....	4
1.3    FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	4
1.3.1    Antecedentes de la investigación.....	4
1.3.2    Bases Teóricas: .....	5
1.4    Sistema de Variables:.....	22
1.5    HIPÓTESIS.....	23
<b>II. CAPÍTULO: MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>24</b>
2.1.    TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	24
2.2.    DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	24
2.3.    POBLACION Y MUESTRA.....	24
2.4.    TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	25
2.4.1.    UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	25
2.4.2.    VÍAS DE ACCESO.....	26
2.4.3.    HISTORIA DE CAMPO .....	27
2.4.4.    CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	27
2.4.5.    Caracterización del medio biofísico.....	27
2.4.6.    FASE DE INVENTARIO .....	28
2.4.6.1.    Identificación y reconocimiento de los bosques de aguajal.....	28
2.4.6.2.    Selección y ubicación de bosques de aguajales .....	29
2.4.6.3.    Determinación del tamaño de las parcelas: .....	30
2.4.6.4.    Inventario de los bosques aguajales.....	31
2.5.    TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	32
2.5.1.    Biomasa de la especie <i>Mauritia flexuosa</i> .....	32
2.5.2.    Carbono de la especie <i>Mauritia flexuosa</i> .....	38

<b>III. CAPITULO: RESULTADOS</b> .....	<b>40</b>
3.1. DEL INVENTARIO .....	40
3.1.1. Aguajal denso. ....	40
3.1.2. Aguajal semi denso. ....	40
3.2. BIOMASA.....	41
3.2.1. Apeo de <i>Mauritia flexuosa</i> y distribución por clase de altura.....	41
3.2.2. Datos del Apeo. ....	43
3.2.3. Análisis de regresión para biomasa de <i>Mauritia flexuosa</i> . ....	43
3.2.4. Tabla de Biomasa de <i>Mauritia flexuosa</i> . ....	45
3.3. CARBONO PRESENTE EN <i>Mauritia flexuosa</i> . ....	46
3.3.1. Tabla de Carbono de <i>Mauritia flexuosa</i> . ....	46
<b>IV. DISCUSIONES</b> .....	<b>48</b>
<b>V. APORTACIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	<b>51</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>52</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>53</b>
<b>IX. ANEXOS</b> .....	<b>54</b>
9.1. Anexo 01: Mapa accesibilidad a la ZoCRE Humedal del Alto Mayo. ....	55
9.2. Anexo 02: Mapa de ubicación del área de investigación, en sector de Tingana- Pueblo Libre. 56	
9.3. Anexo 03: Mapa de áreas de aguajales realizada con la metodología de Mapa participativo.....	57
9.4. Anexo 04: panel fotográfico.....	58

**ÍNDICE DE ILUSTRACIONES DEL PROCESO.** pagina

<b>Ilustración 1</b> Identificación y Reconocimiento del Bosque de aguajal. ....	29
<b>Ilustración 2</b> Área de Estudio.....	30
<b>Ilustración 3</b> Medición del DAP.....	31
<b>Ilustración 4</b> Medición de Altura .....	32
<b>Ilustración 5</b> Cálculo de la Masa del Tallo .....	33
<b>Ilustración 6</b> Calculo de la Masa de la Hoja .....	34
<b>Ilustración 7</b> Extracción de la Raíz.....	35
<b>Ilustración 8</b> Introducción de las muestras (Tallo, Ramas, Hojas y Raíces), en el interior de la estufa.....	36
<b>Ilustración 9</b> Muestras (Tallo, Ramas, Hojas y Raíces), en el interior de la estufa. ....	36
<b>Ilustración 10</b> Determinación del peso seco de la muestra .....	37
<b>Ilustración 11</b> Muestra seca de biomasa para calcular Carbono. ....	38
<b>Ilustración 12</b> Pesado de la muestra obtenida de Carbono. ....	39

# I. CAPÍTULO: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En los últimos años las actividades humanas han producido un exceso de gases de efecto invernadero principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (NO<sub>2</sub>), que están potencialmente calentando el clima de la tierra, un proceso conocido como Cambio Climático (Pedroni, 2007).

Una forma de mitigar los problemas de CO<sub>2</sub> además de reducir las emisiones, es secuestrarlo y mantenerlo el mayor tiempo posible en la biomasa, a través de la fotosíntesis. De esta manera los bosques juegan un papel preponderante en el ciclo global del carbono (C), actuando de como un regulador climático (Russo, 2007).

En la amazonia, los aguajales son ecosistemas, que además de todos los beneficios que provee, sus servicios ambientales son aún más sobresalientes que los convierte en un gran almacén. Sin embargo, a pesar de estas cualidades, estos bosques no son aprovechados de forma sostenible, debido a las técnicas de extracción, costumbre arraigada de cortar la palmera para cosechar los frutos. Razón por la cual estos ecosistemas se han vuelto vulnerables y en condición de peligro.

El Predio Estatal Denominado Zona de Conservación y Recuperación de Ecosistemas Humedal del Alto Mayo posee un área de 5,015.8 has, de los cuales los aguajales comprenden una extensión de 1236 ha (24% de la ZoCRE), las cuales permiten suponer que la ZoCRE, es un gran sumidero de carbono.

**¿Cuánto es el potencial de secuestro de Carbono en toneladas de Mauritia flexuosa, en el predio estatal denominado Zona de Conservación y Recuperación de Ecosistemas (ZOCRE), Humedal del Alto Mayo, Sector Tingana-Moyobamba?**

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo General:

Cuantificar los servicios ambientales de secuestro de Carbono de los aguajales (*Mauritia flexuosa*) en la zona de conservación y recuperación ecológica (ZoCRE) del humedal del Alto Mayo, Sector Tingana – Moyobamba 2013.

### 1.2.2 Objetivos Específicos:

- Elaborar el inventario del bosque de aguajal de la ZOCRE.
- Determinar la biomasa del bosque de aguajales de la zona de estudio.
- Cuantificar el secuestro de Carbono por los bosques de aguajales de la ZoCRE, humedal del Alto Mayo sector Tingana.

## 1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.3.1 Antecedentes de la investigación.

Las evidencias de los efectos negativos que causan en el clima local y mundial la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, constituyen temas relevantes del protocolo de Kyoto y de la convención marco de las naciones unidas para el cambio climático. El Protocolo de Kyoto reconoce que las emisiones netas de Carbono pueden ser reducidas ya sea disminuyendo la tasa a la cual se emiten a la atmósfera los gases de invernadero o incrementando de la tasa por la cual esos gases son retirados de la atmósfera gracias a los sumideros. (Valera García, 2012). Los suelos de los bosques naturales de la región amazónica capturan más dióxido de carbono de la atmósfera del que emiten y, por lo tanto, reducen el calentamiento global. (NASA, 2014)

La función de los humedales como fuentes biológicas y sumideros de gases de efecto invernadero, en particular emisiones de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), es también objeto de examen, así como las posibles opciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante prácticas de conservación y uso racional de estas. Siendo a nivel

nacional la Región de Loreto en realizar investigación en el tema de servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de Carbono en ecosistema de aguajal en la reserva nacional de Pacaya Samiria con sus 598 970 has de aguajales densos y 372 145 has de aguajales mixtos, obteniendo resultados de 448 273 384,40 toneladas de Carbono acumuladas. (Freitas Alvarado , et al., 2006)

Sin embargo en la Región de San Martín no se cuenta con investigación de la cuantificación de Carbono en la palmera del aguaje (*Mauritia flexuosa*) en humedales y de las cuales estos ecosistemas han sido las más afectadas por la deforestación con fines agrícolas causando la pérdida de grandes extensiones de estos humedales en el valle del Alto Mayo, y el estudio siguiente basa justamente en la cuantificación de Carbono en la especie de palmera *Mauritia flexuosa* (Aguaje) por ser la más predominante en estos ecosistemas y así comprender el gran servicio ambiental que nos proveen.

### 1.3.2 Bases Teóricas:

#### Fundamentación teórica.

##### ➤ Carbono.-

Es un sólido inodoro, insípido e insoluble en agua que posee carácter reductor. Arde fácilmente dando CO<sub>2</sub>. Se halla en la corteza y la atmósfera terrestre en una proporción de 0.1% en peso, libre o combinado (Borrell y Cañamares, 1984).

El carbono cumple un papel fundamental en los procesos fisicoquímicos y biológicos del planeta a través del ciclo de Carbono. El Carbono se acumula en la biomasa del ecosistema forestal y en términos generales es aproximadamente el 50% de ella (en relación al peso seco).

##### ➤ Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)-

(Lagos y Venegas, 2003). Se encuentra libre en emanaciones volcánicas y en la atmósfera (0,04%); posee una función biológica esencial. El Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), es un componente normal del aire y parte del ciclo del

Carbono de la biosfera; por consiguiente, no se le considerará por regla general contaminante. Sin embargo, el quemar Carbón, Petróleo y gas natural como combustible produce grandes cantidades de CO<sub>2</sub>.

➤ **Captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).**-

(Russo, 2007). Es la propuesta de una técnica para retirar Dióxido de Carbono de la atmósfera o, más comúnmente, evitar que llegue a ella. El proceso químico de captura de CO<sub>2</sub> es energéticamente costoso y, probablemente, se produce CO<sub>2</sub> durante el mismo. Este proceso sólo retarda la liberación del CO<sub>2</sub>, que no se puede almacenar indefinidamente. Sin embargo, este CO<sub>2</sub> podría ser usado de formas múltiples.

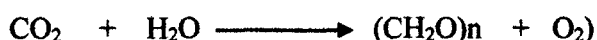
➤ **Sumidero.**-

(Pedroni, 2007). Se entiende cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un Gas de Efecto Invernadero (GEI) de la atmósfera. Un bosque natural o una plantación forestal son sumideros de Carbono.

➤ **Fotosíntesis.**-

Es un proceso biosintético por medio del cual la planta es capaz de sintetizar materia orgánica a partir de las moléculas inorgánicas que encuentra en el medio utilizando la energía lumínica.

La reacción del proceso de forma simplificada será:



➤ **Bosque.**-

(Brown, 1984). Se define el bosque como una superficie mínima de tierras, de entre 0,05 y 1,0 hectáreas, con una cubierta de copas (o una densidad de población equivalente) que excede del 10 al 30%, y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de entre 2 y 5 metros a su madurez "in situ".

Un bosque puede consistir en formaciones forestales densas, donde los árboles de diversas alturas y el sotobosque cubren una proporción considerable del terreno, o bien en una masa boscosa clara.

➤ **Aguajales.-**

(Freitas, Pinedo, 2006). Ecosistemas pantanosos, constituido principalmente por aguaje (*Mauritia flexuosa*), también está formado por otras palmeras y especies forestales que cumplen un rol importante en la vida de las poblaciones rurales.

➤ **Humedales.-**

Según la Convención de Ramsar (Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), se entiende por humedales: “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

La Región San Martín cuenta con una superficie aproximada de 51 253,31 km<sup>2</sup> y se encuentra dividido políticamente en 10 Provincias y 77 Distritos. La Región de San Martín está ubicado en un sector de la cuenca del río Huallaga; destacando dos grandes formas de relieve: i) la primera constituida por la Cordillera de los Andes (92% del territorio), en la cual se distinguen la Cordillera Oriental y la Cordillera Subandina; ii) la segunda, conformada por la Llanura Amazónica (8% del territorio). En cuanto a las características geológicas, podemos resumir que el territorio ha estado cubierto por un antiguo Mar tropical durante varios millones de años antes del presente. Debido al choque de la placa continental donde se ubica la región San Martín con la placa de Nazca, surge desde el fondo de este antiguo Mar la Cordillera de los Andes. Durante este proceso, materiales de origen marino, así como aquellos formados en el interior de la corteza terrestre, han sido expuestos a la superficie (GORESAM y IIAP, 2005).

En el departamento de San Martín, la superficie total del área boscosa es de 3 553 642 ha (72.45% del bosque original), estas áreas se encuentran en zonas

montañosas. La superficie deforestada en el año 1990 fue de 1 351 158 has, muchas de éstas áreas han sido usadas para la producción de cultivos anuales, pastos sistemas perennes y en algunos casos agro-forestería. Algunos de estos sistemas de uso de la tierra han reducido la capacidad de capturar o fijar carbono. Las evidencias de los efectos negativos que causan en el clima local y mundial la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, constituyen temas relevantes del protocolo de Kyoto y de la convención marco de las naciones unidas para el cambio climático.

El Protocolo de Kyoto reconoce que las emisiones netas de Carbono pueden ser reducidas ya sea disminuyendo la tasa a la cual se emiten a la atmósfera los gases de invernadero o incrementando la tasa por la cual esos gases son retirados de la atmósfera gracias a los sumideros.

Los suelos agrícolas están entre los mayores depósitos de Carbono del planeta y tienen potencial para expandir el secuestro de Carbono y de esta manera mitigar la creciente concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>. Dentro del contexto del Protocolo de Kyoto y las subsiguientes discusiones de la Conferencia de las Partes (COP), hay un cierto número de características que hacen que el secuestro de Carbono en las tierras agrícolas y forestales pueda ofrecer posibilidades de estrategias atractivas de modo de mitigar el incremento en la atmósfera de las concentraciones de gases de invernadero.

El Artículo 3.4 del protocolo de Kyoto parece permitir la expansión de los sumideros creados por la intervención humana. Los recientes acuerdos post-Kyoto consideran los sumideros en los países y reconocen el potencial fundamental de la agricultura, de las tierras de pastoreo y de los suelos forestales para capturar Carbono y la necesidad de conceder créditos nacionales para favorecer la formación de sumideros de Carbono en los suelos agrícolas.

Las acciones orientadas al control de emisiones y flujos de Carbono; así como del potencial de fijación de los sistemas agroforestales en los sistemas contables de los ciclos de Carbono son importantes. Los árboles, base de los sistemas agroforestales, juegan un papel esencial en el ciclo global del



Carbono, porque una planta crece, progresivamente acumula CO<sub>2</sub> y lo convierte en biomasa.

➤ **El efecto de invernadero y el cambio climático:**

(Pedroni, 2007). La tierra está cubierta por capas de gases que permiten la entrada de la energía solar, la cual calienta la superficie de la tierra. Algunos de los gases en la atmósfera (llamados gases de efecto invernadero-GEI-), impiden el escape de este calor hacia el espacio.

Este es un fenómeno natural que mantiene a la tierra a una temperatura promedio arriba del punto de congelación y permite la vida tal como la conocemos, pero las actividades humanas producen un exceso de GEI (principalmente Dióxido de Carbono, Metano y Óxido nitroso) que están potencialmente calentando la tierra. Por ejemplo las concentraciones atmosféricas de Dióxido de Carbono ha aumentado en un 30% desde los tiempos preindustriales, mientras que la temperatura global promedio ha aumentado entre 0.3 y 0.6 °C.

(Erickson, 1992). Se estima que aproximadamente 75% de las emisiones de gases de efecto invernadero vienen de la quema de combustibles fósiles. La deforestación contribuye mucho ya que la quema de bosques libera CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Debido a que los árboles fijan Dióxido de Carbono de la atmósfera a través de la fotosíntesis y lo almacenan en su biomasa, al reducir la extensión de bosques, se reduce la capacidad para absorber las emisiones globales de los gases de efecto invernadero, que cada año aumenta más.

➤ **Convención marco de cambio climático.-**

(Tiell y Sabine, 2007). En 1988, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) establecieron el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) para proveer a tomadores de decisiones políticas con información científica apropiada. Al IPCC, conformado por cientos de científicos y expertos líderes en la temática del calentamiento global, se le encargó evaluar el estado del conocimiento científico relacionado con el cambio climático, analizando sus potenciales

impactos ambientales y socioeconómicos y asesorar en la formulación de políticas realistas.

(Ortiz, 2007). Dos años más tarde, en 1990, el IPCC publicó un reporte en el que concluyó que la creciente acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, producto de las actividades humanas, "intensificarían el efecto invernadero, resultando en promedio en un calentamiento adicional de la superficie de la Tierra" para el próximo siglo, a menos que se adopten medidas para limitar las emisiones.

(Márquez, 2000). En 1992 en la Conferencia para el Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU en Brasil, fue presentada la Convención Marco de Cambio Climático (CMCC). La CMCC tiene como objetivo estabilizar las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero a un nivel que prevenga los impactos peligrosos de las actividades humanas en el sistema climático.

➤ **Protocolo de Kioto:**

(Brown, 1984). El Protocolo de Kioto firmado en Diciembre de 1997, que es el protocolo más importante hasta la fecha, incluye límites legalmente vinculantes para las emisiones de GEI de los países industrializados (países incluidos en el Anexo I del Protocolo). Aunque los límites para cada País son diferentes, el protocolo compromete a los países industrializados a reducir, en conjunto, las emisiones de GEI en 5% bajo de los niveles del 1990 (el año base), durante el período comprendido entre los años 2008 a 2012.

Las metas de reducción cubren los seis principales gases de Efecto Invernadero: dióxido de Carbono, Metano, Óxido Nitroso, Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs) y Hexafluoruro de azufre. Algunas actividades en el sector del cambio en el uso del suelo y silvicultura, tales como la deforestación y reforestación, que emiten o absorben Dióxido de Carbono de la atmósfera, también son incluidas.

Después de más de cuatro años de debate, los gobiernos acordaron finalmente en el año 2001 un compendio abarcativo de reglas y modalidades en los Acuerdos de Marrakech sobre cómo implementar el Protocolo de Kioto.

(Ortiz, 2007). El protocolo de Kioto estableció 3 mecanismos para facilitar lograr los objetivos de la CMCC, y ayudar a los países industrializados alcanzar sus límites, éstos conjuntamente se llaman “mecanismos flexibles”.

**Estos mecanismos son:**

✓ **Implementación conjunta (IC).**

Permite a los países reclamar crédito por las reducciones de emisiones que se generen de la inversión en otros países industrializados, lo cual resulta en una transferencia de equivalentes "unidades de reducción de emisiones" entre los países.

✓ **El mecanismo de desarrollo limpio (MDL).**

Es un mecanismo cooperativo establecido en el Artículo 12 Protocolo del Protocolo de Kioto, el cual tiene el potencial de ayudar a los países en desarrollo a alcanzar un desarrollo sostenible mediante la promoción de inversiones ambientalmente amigables por parte de gobiernos o empresas de los países industrializados y recibir créditos en la forma de reducciones certificadas de las emisiones conocida como RCE, las cuáles pueden ser contabilizadas por la Parte Anexo I dentro de sus objetivos nacionales de reducción.

✓ **El Comercio internacional de emisiones (CIE).**

Permite a los países transferir parte de sus "derechos de emisiones" (unidades de cantidad atribuida).

#### **A. Antecedentes del estudio.-**

En la actualidad existen registros de estudios de captura de Carbono en la especie *Mauritia flexuosa*, realizados en países como Brasil. En nuestro país centros de investigaciones como el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana hizo un inventario de Carbono en aguajales en la reserva nacional de Pacaya Samiria.

Pero con la creciente preocupación por los efectos del cambio climático en nuestro planeta, se han realizado numerosos intentos para mitigarlos. A razón de esto es que se vienen realizando diversas investigaciones con especies de flora y bosques con la finalidad de estimar el potencial de Carbono de estas y su capacidad para contribuir en la disminución de las concentraciones de Dióxido de Carbono.

##### **a) A nivel internacional en otras especies:**

- Ávila (2000). Realizo un estudio de “Fijación y almacenamiento de Carbono en sistemas de Café bajo sombra, Café a pleno sol, sistemas silvopastoriles y pasturas a pleno sol en Costa Rica”. En la cual arribo a las siguientes conclusiones: Los sistemas agroforestales Café- Eucalipto almacenan 40% más Carbono que los sistemas silvopastoriles Brizanta-Eucalipto y Brizanta-Mangium. En promedio los sistemas agroforestales almacenan más Carbono que los sistemas correspondientes a los cultivos a pleno sol. En los sistemas de producción con Café-Poró fue el de mayor almacenamiento de carbono ( $195 \text{ tn ha}^{-1}$ ), mientras que el Café-Eucalipto de 8 años tuvo el mas bajo ( $120.92 \text{ tn ha}^{-1}$ ).
  
- Kanninem y Montero (2005). Realizaron un estudio de “Biomasa y Carbono en plantaciones de Terminalia amazonia en la zona sur de Costa Rica”. En el cual determinaron que la fracción de Carbono determinada para los componentes del árbol de T. amazonia y los diferentes espaciamientos no mostraron una variación significativa; el promedio para fustes, ramas y hojas fue de 0,48, 0,43 y 0,42, respectivamente. La biomasa aérea seca total de cada componente del árbol difiere en el espaciamiento 3 m x 3 m. La mayor producción de biomasa seca se dio en la densidad de 1.600 árboles/ha. El

Carbono almacenado en los distintos componentes del árbol a los diez años de edad sugiere que *T. amazonia* muestra un mejor desempeño para almacenar Carbono en el espaciamiento 2,5 m x 2,5 m (1.600 árboles/ha), ya que almacena una tasa de Carbono de 4,9 Mg/ha/año.

**b) A nivel nacional en Mauritia flexuosa:**

- Freitas y Otárola (2006), el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana realizó un estudio de “Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de Carbono del ecosistema aguajal en la reserva nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú”. En el cual obtuvieron los siguientes resultados: Con los valores de biomasa y las fracciones de carbono determinadas para cada componente del ecosistema se obtuvo el Carbono presente:

El suelo fue evaluado para integrar su contenido de Carbono al de los otros componentes. Se estimó en 484,52 t/ha y 424,72 t/ha el contenido de Carbono almacenado en los aguajales denso y mixto, respectivamente, destacándose la mayor contribución del Carbono del suelo, que representa 76,18% y 79,18% de los totales.

Por otro lado, el Carbono de la vegetación asciende a 115,40 t/ha en el aguajal denso y 88,50 t/ha en el aguajal mixto. Un balance de Carbono en los aguajales de la reserva nacional Pacaya Samiria dio como resultado que se estaría fijando potencialmente 131 188,76 t/año en los aguajales densos y 81 599,47 t/año en los aguajales mixtos, que son equivalentes en  $\text{CO}_2$  a 481 025,44 t/año en aguajales densos y 299198,05 t/año en los aguajales mixtos.

**c) A nivel local:**

- Aguirre y Gutiérrez (2009), llevaron a cabo un estudio para determinar el “Potencial de captura de Carbono de la *Guadua* ssp. por estadios en el bosque local el Maronal de Atumplaya”. En el cual obtuvieron los siguientes resultados: La biomasa obtenida en cada estadio fue de 29,83 Kg en brotes (27,35 Kg. en ramas y 2,48 Kg. en follaje), 49,65 Kg. en verdes (40,04 Kg. en tallo, 6,75 Kg. en ramas y 2,86 Kg. en follaje), y 47,76 Kg. en maduros (40,52 Kg. en tallos, 5,57 Kg. en ramas y 1,68 Kg. en follaje).

La biomasa total obtenida en el bosque de 6.31 has fue de 407.34 Ton en el año 2008 y 506.14 Ton en el año 2009, con un incremento de 98.8 ton de biomasa al año; lo que equivale a 44.462 ton de C/año en toda la plantación y 7,046 toneladas de Carbono/Ha/año.

La captura de Carbono de CO<sub>2</sub> atmosférico es de 163.027 Ton de CO<sub>2</sub> en un año y convertido a biomasa aérea (culmo, ramas y hojas) de *Guadua ssp.*; que representa 25.836 Ton de CO<sub>2</sub>/Ha/año.

## **B. Descripción del área de estudio.-**

### **a) Ubicación.**

Según el Plan Maestro del AHARAM:

“El predio estatal denominado Humedal del Alto Mayo” se encuentra ubicado en la Región San Martín, Provincias de Moyobamba y Rioja; distritos de Moyobamba, Posic y Yuracyacu.

Posee una extensión total de 5,015.8 has, de las cuales 3,479.8 ha están a la margen izquierda, jurisdicción de la Provincia de Rioja, Distritos de Yuracyacu y Posic.

**b) Descripción general de las especies a estudiar.**

• **Nomenclatura.**

Las especies *Mauritia flexuosa* pertenecen a la siguiente clasificación sistemática.

1. *Mauritia flexuosa*.

<b>Reino</b>	:	Plantae
<b>Familia</b>	:	ARECACEAE
<b>Sub Familia</b>	:	Calamaoideae
<b>Género</b>	:	<i>Mauritia</i>
<b>Especie</b>	:	<i>Mauritia flexuosa</i>
<b>Nombre científico</b>	:	<u><i>Mauritia flexuosa</i></u>
<b>Nombre común</b>	:	Aguaje, Buriti, Moriché,
<b>Distribución</b>	:	Amazonas, Loreto, Madre de Dios, San Martín, Ucayali

• **El Aguaje.**

El aguaje (*Mauritia flexuosa*), también llamado Buriti, en Brasil y Moriché, en Colombia y Venezuela, fue la primera palmera amazónica descrita por la ciencia, en 1781. Actualmente es considerada como una planta promisoriosa, que puede mejorar la calidad de vida de los hombres y mujeres que viven en la Amazonía.

• **Morfología del aguaje.**

El aguaje presenta en forma separada plantas femeninas y masculinas. La “hembra” es la que produce el fruto, pero necesita de un “macho” para ser polinizada. En su etapa adulta, el aguaje puede alcanzar hasta los 35 metros de altura y 50 centímetros de diámetro; sus hojas son compuestas, conformadas aproximadamente por 200 segmentos foliares. Desarrolla en promedio ocho racimos por planta y da cientos de frutos de forma ovalada de aproximadamente seis centímetros de

de frutos de forma ovalada de aproximadamente seis centímetros de largo por cuatro de diámetro en promedio, cubiertos por escamas de color rojo vino.

### Ilustración 1 Planta del Aguaje



Fuente: (Freitas Alvarado , et al., 2006)

- **Estípite.**

El estípite solitario, inerme erecto de hasta 40 m, de altura y 30 a 60 cm., de diámetro, con una masa de raíces en la base y con pocas hojas muertas y colgadas. Hojas palmadas de 8 a 20 dispuestas en espiral, vaina abierta con una capa fibrosa, pecíolo de 1.6 a 4 m, de longitud, lamina cerca de 2.5 m, de longitud y 4.5 m, total, separados en cerca de 200 foliolos pendulados que miden de 4 a 5 cm, de ancho.

- **Inflorescencia.**

La inflorescencia es interfoliar, pendulada, pedúnculo de 0.7 a 0.9 m, de longitud, raquis de 1.4 a 2.4 de longitud con vainas bracteales, con 18 a 46 raquillas de 70 a 119 cm, de longitud. Flores simples, flores estaminadas densamente coronados en la raquilla de 1.1 cm, de longitud,



sépalos de 3.5 a 4.5 cm, de longitud, pétalos lanceolados de 1 a 11 cm, de longitud. Flores pistiladas de 8 mm, de longitud, sépalos de 8 mm, longitud.

- **Fruto.**

El fruto es una drupa, oblongos o elipsoides hasta 7 cm, de longitud y 5 cm, de diámetro, el peso varía 40 a 80 gr., el epicarpio es escamoso de color pardo a rojo oscuro, el mesocarpio suave, amiláceo y aceitoso, de color amarillo, anaranjado rojizo, generalmente con una semilla.

- **Biología floral.**

La biología floral del aguaje fue estudiada por Storti (1993), en Manaus Brasil, en ella menciona que las inflorescencias femeninas y masculinas son interfoliare y ligeramente semejantes. El periodo de formación de una inflorescencia masculina hasta la producción de flores es de 2 a 3 meses, con floración anual ocurriendo de Febrero hasta Agosto con pico en Abril. En la cuenca del Yanayacu la floración de aguaje es anual, ocurriendo de Enero a agosto con pico en Abril (ProNaturaleza, 2003 b). Las flores masculinas apenas duran un día y la inflorescencia de 7 a 15 días. El periodo de formación de una inflorescencia femenina hasta la producción de flores es aproximadamente 2 meses y la producción de frutos hasta el desprendimiento del raquis varía de 9 a 12 meses. Cada palmera produce frutos cada 2 años y la producción a nivel de población es anual, ocurre en los meses de Junio a Octubre variando de 4 a 7 inflorescencias por planta (Storti, 1993). El sistema de reproducción que utiliza el aguaje es xenogámica. La anemofilia no ocurre en esta especie.

- **Sexo.**

De acuerdo a Rojas (2000), no está bien definido el sistema sexual en esta especie, si es totalmente dioica o no; el único trabajo científico experimental sobre la biología floral fue la de Storti 1993, para quien el Aguaje es dioico. Villachica, et al., (1996), afirma que la planta es dioica, con árboles de flores masculinas y árboles de flores femeninas,

sin características que permitan diferenciar a los individuos machos de las hembras hasta la floración.

- **Germinación.**

Rojas (2000), menciona que sobre este tema existen opiniones totalmente divergentes, para Uhl & Dransfield (1987) la germinación del Aguaje es adyacente-ligular; con el eófilo con un par de hojas divergentes, entre tanto para Villachica, (1996) la germinación es hipógea, pero para Flores (1997) es epígea. Para López (1968) semillas sembradas en un periodo de 1 a 10 días después de la cosecha tuvieron una germinación del 100% en 75 días que duró el proceso; sembradas en un periodo de 10 a 20 días tuvieron una germinación de 85% en 90 días; sembradas de 20 a 30 días tuvieron una germinación de 55% en 120 días.

Por otra parte López (1984) no recomienda el uso de aserrín fresco como sustrato para germinación de semillas de aguaje, tampoco la escarificación mecánica y el tratamiento con agua caliente a más de 50° C por que ocasiona la muerte del embrión; recomienda almacenar en refrigeradora a 5° C durante 20 días para obtener mayor porcentaje de germinación, y en caso de no contar con refrigeradora sumergir las semillas en agua de 40 a 60 días antes del almacenamiento. Por el contrario, para Villachica et. al., (1996), la semilla separada de la pulpa debe colocarse inmediatamente en camas de aserrín porque sino pierde 50% de poder germinativo en 30 días, la germinación se inicia a los 82 días y alcanza 40% a los 101 días.

- **Propagación.**

En una publicación del CATIE (1983) -mencionado por Rojas, 2000- se señala que hasta el momento la forma de propagación es por semilla botánica. Se siembra en almácigos o bolsas, para luego ser transplantadas al terreno definitivo a los 4 o 5 meses de edad cuando tengan un mínimo de 30 cm de altura. Por su parte (Villachica et. al., 1996), añade que durante la etapa de vivero el aguaje desarrolla mucho más cuando tiene 70% de sombra.

Respecto a la viabilidad de la semilla, (Flores, 1997), señala que es corta, aproximadamente 30 días, la germinación es lenta y epigea y las plantas están listas para el trasplante cuando tiene como mínimo 30 cm, de altura, que se logra 4 a 5 meses después de la siembra.

- **Variabilidad.**

En las palmeras, los estudios de variación individual sobre un amplio rango muestran especies sumamente variables; existiendo diferencias en tamaño del fruto, altura del árbol, rendimiento, susceptibilidad a la depredación, edad de la primera cosecha y otros factores, que son de vital importancia para futuros cultivos pero que se pierden cuando no se protegen las áreas de la cosecha destructiva (Balick, 1979 mencionado por Rojas, 2000). El Aguaje ofrece diversos tipos de frutos de acuerdo a su forma, color y tamaño, aun en palmas de un mismo sitio. Por ejemplo, en Iquitos la variedad con la carne rojiza se conoce localmente como “aguaje shambo”, el cual es más preferido por tener sabor más agradable; y al de carne amarilla se denomina “ponguete”, también hay variedades con el mesocarpo bastante espeso que se les denomina comúnmente “aguaje carnoso” (Ruiz, 1991). (Rojas, 2000), añade que en el departamento de Loreto se observó plantas de Aguaje fenotípicamente diferentes, tanto en el nivel de frutos como de planta en general, los extractores reconocen hasta tres tipos de Aguaje por el color de los frutos; “amarillo” cuando todo el mesocarpo es de color amarillo, de “color” cuando la parte externa del mesocarpo es rojo y el resto amarillo; y “shambo” cuando todo el mesocarpo es rojo. También identifican un cuarto tipo que llaman “shambo azul”, pero en realidad son solo frutos casi maduros, “pintones” en el idioma regional.

- **Ecología.**

El hábitat donde se desarrolla el Aguaje es muy variado, desde tierras bajas inundadas permanentemente o estacionalmente hasta los terrenos bajos de tierra firme; desde suelos pantanosos hasta fértiles, pasando por suelos arenosos; desde el nivel del Mar en la costa Atlántica hasta los 1000 msnm., en la ladera de los Andes; por lo que se puede afirmar

que el Aguaje es una palmera con amplia plasticidad fisiológica (Rojas, 2000). Kahn et. al., (1993), afirma que algunas especies de palmeras están muy relacionadas a los ríos, lagunas y áreas inundables; como el Aguaje, que soporta una inundación permanente de su sistema radicular, y crece en suelos no organizados en horizontes que resultan de la materia orgánica poco descompuestas en agua, afirmando que es la más acuática de las palmeras amazónicas y que ha conquistado los pantanos de la Amazonía. Estas palmeras conforman poblaciones particularmente densas en las depresiones localizadas entre los depósitos aluviales abandonados por los Ríos y el agua que fluye de los pantanos de esta especie es “agua negra” cargada de Ácido úrico, producto de la descomposición de la materia vegetal (Mejía, 1992).

- **Plagas y enfermedades.**

Pedersen & Balslev, (1993), afirman que no han sido registradas plagas de importancia para *Mauritia flexuosa*, ni siquiera en grandes poblaciones monoespecíficas. Según Villachica et. al., (1996), afirma que debido a que el Aguaje no ha sido estudiado debidamente al estado cultivado, no se conocen sus plagas y enfermedades, afirma que se observó *Castnia* sp. barrenador del raquis de los frutales, detectándose su presencia por los orificios de salida de la larva del lepidóptero a lo largo del raquis; también afirma que en los troncos caídos se encuentran *Rynchophorus palmarum*.

- **Cosecha y producción.**

La cosecha se inicia aproximadamente a los ocho años y se presenta en forma continua durante muchos años, decreciendo a partir de los 40 a 50 años. Según (Cavalcante, 1967), el número de inflorescencias varía de 5 a 8 por palmera, conteniendo una inflorescencia 724 frutos, lo que sugiere un total de 5,792 frutos en la palmera; la producción puede ser estimada en 290 kg. De frutos/ palmera. Rojas, (1985), estudiando el Aguaje en Jenaro Herrera, encontró un promedio de 03 inflorescencias por palmera, con un máximo de 07; el peso medio del total de frutos/ inflorescencia fue de 16 Kg., encontrándose un máximo de 51 Kg., la

máxima producción por árbol sin incluir el peso del racimo fue de 139 Kg.; el número promedio de frutos por racimo fue de 333, encontrándose hasta 980 frutos; y el número promedio de frutos que pesan 1 kg., es 21, variando de 13 a 42.

- **Características de los Aguajales del predio estatal denominado ZOCRE humedal del Alto Mayo.**

Según el Plan Maestro del AHARAM: Comprenden una extensión de 1236 ha (24% de la ZOCRE) a ambas márgenes del río Avisado y se encuentran en las depresiones de los sedimentos aluviales del Holoceno cuaternario; son de dosel abierto pero de sotobosque denso. Los suelos muestran problemas de drenaje, debido a la presencia de capas de arcilla pesada, que están permanentemente inundadas o saturadas de agua, produciendo la acumulación de materia orgánica parcialmente descompuesta. Los horizontes del suelo no están bien diferenciados.

- **Funciones de los aguajales.**

- Depuración y almacenamiento de agua;
- Recarga de acuíferos (movimiento de agua del humedal al acuífero).
- Descarga de acuíferos (movimiento de aguas hacia un humedal); retención de nutrientes y sedimentos.
- Retención de contaminantes.
- Protección contra tormentas y mitigación de crecidas de los cursos de Agua.
- Estabilización de las condiciones climáticas locales, particularmente lluvia y temperatura

### **CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES FRUTO DEL AGUAJE:**

- Sabor agridulce, agradable para la mayor parte de la población amazónica, y también para muchos paladares extrarregionales.
- La pulpa solamente representa un 12 % (mín. 10 %; máx. 21 %) del peso total del fruto (Rendimiento variable y más bien bajo).
- Alto contenido de lípidos (21 a 31 %) en la pulpa. Alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, aunque un nivel de saturados (18 a 23 %) relativamente

alto también, lo que puede representar una limitante. Tiene ácidos linoleico y linolénico en relación variable, que en algunos análisis da 4:1, lo que sería muy bueno. Pero el contenido total de estos ácidos grasos esenciales es pequeño.

- Enranciamiento rápido de la pulpa por su alto contenido graso, lo que implica una conservación relativamente cara, por la necesidad de refrigeración, y aun así con fuertes limitaciones por pérdida de calidad (“percecibilidad”) del producto.
- Bajos rendimientos en la extracción de aceite (entre 9 y 12 % del mesocarpio, lo que equivale a un promedio de 1,3 % del peso total del fruto).
- Contenido proteico relativamente alto para una fruta (2.5 %), aunque no llega a representar una clara ventaja con relación a otras especies. No hay información sobre la composición de la proteína (Aminoácidos).
- Alto contenido de provitamina A (Beta caroteno, 30 – 300 mg/100 g) en la pulpa (Mejía, 1997). Si se extrae el aceite, éste presenta el mayor contenido de dicha vitamina entre todos los aceites conocidos en el mundo, lo que representa una clara ventaja comparativa en este aspecto.
- Regular contenido de vitaminas B y C, e importante contenido de minerales, pero mucha variabilidad en estos contenidos nutricionales.
- Contenido relativamente alto de tocoferoles (Vitamina E), lo que representa una ventaja para cierto tipo de usos, especialmente en cosmética (80 – 100 mg/100 g) (Mejía, 1997).
- Mucha variabilidad en las características interesantes del fruto.

#### 1.4 Sistema de Variables:

$$Y = f(X_i)$$

**Variable Intermediante (Y):**

- Servicio ambientales por secuestro de Carbono en Tn/há.

**Variable Independiente (X<sub>i</sub>):**

- Secuestro de Carbono
- Especie (Edad de la palmera, DAP, Altura total)

## 1.5 HIPÓTESIS.

La hipótesis condicional es la siguiente:

**Cuantificación de los servicios ambientales influye significativamente en el secuestro de Carbono en mauritia flexuosa en el predio estatal denominado zona de conservación y recuperación de ecosistemas (ZOCRE), humedal del Alto Mayo, sector Tingana-Moyobamba.**

Ho: Cuantificación de los servicios ambientales influye significativamente en el secuestro de carbono en Mauritia flexuosa en el predio estatal denominado zona de conservación y recuperación de ecosistemas (ZOCRE), humedal del Alto Mayo, sector Tingana-Moyobamba.

Hi: Cuantificación de los servicios ambientales no influye significativamente en el secuestro de carbono en Mauritia flexuosa en el predio estatal denominado zona de conservación y recuperación de ecosistemas (ZOCRE), humedal del Alto Mayo, sector Tingana-Moyobamba.

Entonces:

Ho  $\neq$  H1

## II. CAPÍTULO: MARCO METODOLÓGICO

### 2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

#### 2.1.1. De acuerdo a la Orientación:

- Aplicada

#### 2.1.2. De acuerdo a la Técnica de Contrastación.

- Descriptivo

### 2.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

#### Orientada.

El área de estudio constituyó por 2 sectores (1 denso y 1 semidenso), con dos parcelas cada una, distribuidas en cada sector del estudio. Cada parcela estuvo formado por las dimensiones: 50m x 50m (2500m<sup>2</sup>) cada uno, donde se registró el diámetro a la altura del Pecho (DAP), los ángulos 1 y 2 de cada palmera de Aguaje para determinar en gabinete los resultados de Área basal (AB) y Altura Total (Ht). Y se procedió también a realizar el apeo de las palmeras más representativas de cada parcela, donde se obtuvo los datos para poder obtener la Biomasa aérea, Biomasa del estípite, Biomasa de las hojas (Peciolos y folíolos) y Biomasa de las raíces.

### 2.3 POBLACION Y MUESTRA.

- **Población**

La población está comprendida por plantas de 300 plantas de aguaje por ha en bosque denso, 140 plantas de aguaje por ha en bosque semidenso en promedio de "Aguaje" (*Maurita flexuosa*), habitadas en el ecosistema ZOCRE, Humedal del Alto Mayo según las parcelas, en el sector "Tingana" Pueblo Libre en ámbito de intervención de la ADECAR (Asociación de desarrollo ecoturístico y conservación del Aguajal Renacal Rio Avisado Tingana), dentro de todo el área de conservación se estudió 2 parcelas de cada tipo de bosque denso y semidenso.



- **Muestra**

Debido a que la presente tesis se desarrolló en un ecosistema de “Aguajal” (*Maurita flexuosa*), se recolectó información de las plantas encontradas en cada tipo de bosque, se inventariaron 2 parcelas de cada tipo de bosque, cada parcela con una distancia de 50x50 (2500m<sup>2</sup>).

## **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

A continuación se muestra la caracterización del medio biofísico y también las etapas comprendidas en el desarrollo del estudio, es decir la caracterización de las áreas donde predominan las palmeras del Aguaje procediendo a desarrollar el inventario florístico y la evaluación de biomasa y carbono, tanto en etapa de campo, como en la de gabinete.

### **2.4.1. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL.**

El presente trabajo de investigación se desarrolló, en el Predio Estatal Denominado Zona de Conservación y Recuperación de Ecosistemas (ZoCRE), Humedal del Alto Mayo, ubicado en el Sector Tingana, en la Provincia de Moyobamba aproximadamente a 30 min de la ciudad de Moyobamba hasta el Puerto la Boca de huascayacu, luego navegando el río Mayo 50 min en bote, así como también en moto lineal desde la ciudad de Moyobamba hasta la puerto boca de huascayacu cruzando en balsa cautiva durante 5 min y luego 50 min hasta el área de conservación.

#### **Ubicación geográfica**

UTM Este X	:	265938
UTM Norte Y	:	9345548
Altitud	:	840 msnm

#### **Ubicación política**

Departamento	:	San Martín.
Provincia	:	Moyobamba.
Distrito	:	Moyobamba.
Comunidad	:	Sector Tingana.
Valle	:	Alto Mayo.

El área de estudio, forma parte del predio estatal denominado zona de conservación y recuperación de ecosistemas (ZoCRE) humedal del Alto Mayo, inscrito en los Registros Públicos de Moyobamba en la partida N° 11032654 y Título N° 2010-00019928. Los detalles se presentan en la ficha registral y mapa de ubicación, anexos.

#### **2.4.2. VÍAS DE ACCESO.**

Para acceder al área Tingana, es a través de las siguientes vías:

De Moyobamba hasta el Puerto “La Boca del río Huascayacu”, pasando por Yántalo, a través de una carretera afirmada (45 minutos). Luego, de La Boca hasta el centro turístico de la ADECAR, a través de una vía fluvial por el río Mayo y Avisado (1 hora en bote a motor).

De Moyobamba hasta el Puerto “La Boca del río Huascayacu”, pasando por Yántalo, a través de una carretera afirmada (50 minutos). Luego, se cruza el río Mayo a través de balsa cautiva y vía trocha carrozable se llega al centro poblado de Pueblo Libre (15 minutos). Luego, de Pueblo Libre hasta el recreo turístico de la ADECAR, a través de una trocha carrozable (20 minutos) o caminata a pie (1 hora).

De Moyobamba hasta el centro poblado de Pueblo Libre, pasando por Rioja, Yuracyacu y Valle La Conquista, a través de la carretera asfaltada Fernando Belaunde Terry y afirmada (1 hora). Luego, de Pueblo Libre hasta el centro turístico de la ADECAR, a través de una trocha carrozable (20 minutos) o caminata a pie (1 hora).

Las vías antes indicadas, se presenta en el mapa de accesibilidad anexo N°01.

### 2.4.3. HISTORIA DE CAMPO

El lugar donde se ha ejecutado el presente trabajo, tiene antecedentes de realización de prácticas y estudios de investigación en varios temas de conservación por el Proyecto Especial Alto Mayo, DIRCETUR Universidad Nacional de San Martín, Cooperación Técnica alemana (GIZ) entre otros.

Antes de iniciar las actividades en el área de ejecución del proyecto de investigación se encontró a la población local como aprovechan hoy en día el fruto de Aguaje de una manera sostenible, el área se encuentra propensa a inundaciones por el río Avisado.

### 2.4.4. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

- **Área experimental:**

Área total	: 40 000m <sup>2</sup>
Área neta	: 10 000m <sup>2</sup>

- **Sectores (PARCELAS) :**

Número de sectores (parcelas)	: 4
Largo de sectores	: 50 m
Ancho de sectores	: 50 m
Área de sectores	: 2500m <sup>2</sup>

### 2.4.5. Caracterización del medio biofísico.

**Clima:** En el área de intervención existen cuatro estaciones meteorológicas operadas por el PEAM, la del Valle de La Conquista, la estación de Pueblo Libre, la de Tingana y la de Bajo Plantanoyacu. Los datos climatológicos refieren que la temperatura promedio anual oscila alrededor de 23.7 °C, siendo las más altas de 24.9 °C, registradas en 1998 y las más bajas de 22.1 °C, registradas el 2005. (Plan Maestro AHRAAM, 2007-2011)

**Fisiografías :** Según la Meso ZEE del Alto Mayo, el área a ser concesionada, presenta terrazas bajas de drenaje muy pobre, y las terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre, cubiertos por Aguajales y renacales, además de las terrazas

bajas de drenaje bueno a moderado que bordean a los ríos Avisado y Mayo. Son áreas sujetas a inundaciones periódicas estacionales y están constituidas por sedimentos fluviales modernos, de textura predominantemente fina. (Plan Maestro AHRAAM, 2007-2011)

**Vegetación :** El área a ser concesionada, se caracteriza principalmente por presentar tres tipos de boques; los inundados permanentemente con “Aguajales” constituidos por extensiones dominadas por la palmera de Aguaje (*Mauritia flexuosa*), los inundados anualmente llamados “renacales” que son áreas dominadas por árboles de Huasca renaco (*Ficus trigona*) y Chullachaqui renaco (*Coussapoa trinervia*). (Plan Maestro AHRAAM, 2007-2011)

#### **2.4.6. FASE DE INVENTARIO**

##### **2.4.6.1. Identificación y reconocimiento de los bosques de aguajal.**

En visitas preliminares al predio estatal denominado zona de conservación y recuperación de ecosistemas (ZOCRE), Humedal del Alto Mayo-Sector Tingana, se realizaron observaciones fisonómicas, evaluándose la composición y la estructura de las comunidades de plantas. Haciendo un inventario rápido en parcelas de 5000 m<sup>2</sup>. De esta forma se pudo determinar la abundancia de la especie del Aguaje llegando a identificarse dos tipos de bosque la densidad de las palmeras de Aguaje en denso y semidenso.

**Ilustración 2 Identificación y Reconocimiento del Bosque de aguajal.**



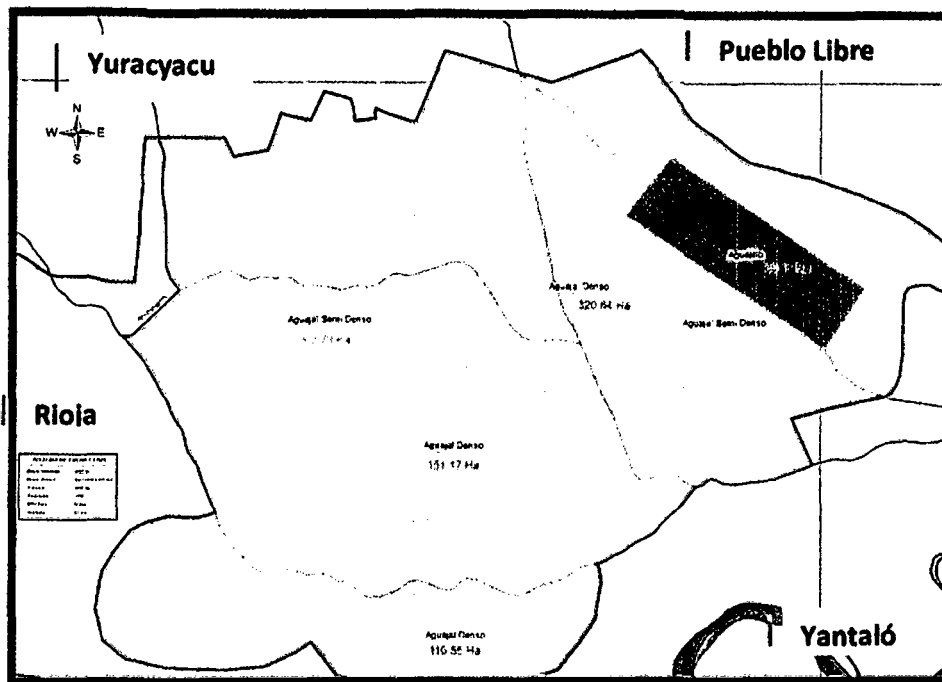
#### **2.4.6.2. Selección y ubicación de bosques de aguajales**

Tomando como base la información preliminar de campo y habiendo ubicado las áreas probables de estudio con la ayuda de los pobladores locales se logró localizar los lugares específicos, utilizando complementariamente la información de imágenes satelitales del PEAM y las condiciones de accesibilidad de la zona.

Entonces se ubicaron dos tipos de bosque de aguajales: aguajal denso y semidenso en el centro poblado Pueblo Libre, en el ámbito de jurisdicción de la ADECAR-TINGANA de la ZOCRE Humedal del Alto Mayo. Estos bosques se encuentran a 60 minutos del Puerto de ADECAR-TINGANA en la estancia denominada la Isla, y su ubicación en coordenadas UTM es:

- Aguajal denso.
- Aguajal semidenso.

**Ilustración 3. Área de Estudio**



Fuente: Elaboración Propia

**2.4.6.3. Determinación del tamaño de las parcelas:**

Se tomaron 02 parcelas de 2 500 m<sup>2</sup> para cada tipo de aguajales (densos y semidensos), para efectos de la ejecución del inventario florístico de los ecosistemas seleccionados, en estas se efectuó la toma de información para la evaluación de la biomasa y Carbono presente.

El diseño corresponde a una adaptación de los transeptos propuestos para la evaluación de biomasa en los que el tamaño de parcela oscila entre 250 m<sup>2</sup> y 500m<sup>2</sup>.

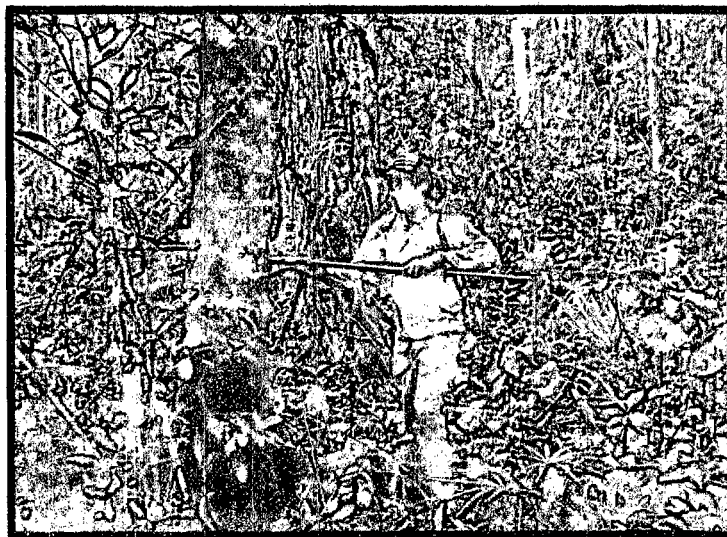
Para el presente caso, los ecosistemas evaluados son humedales o bosques inundables correspondientes a un humedal, y se consideró ampliar el área de evaluación a 2 500m<sup>2</sup>.

#### 2.4.6.4. Inventario de los bosques aguajales.

Serán medidos todas las Palmeras y Árboles con diámetros iguales o mayores a 10 cm. Las variables registradas fueron:

- ✓ Número de parcela, en este caso se tomaron dos parcelas de 2500 m<sup>2</sup> para cada tipo de bosque. Tipo de bosque, se determinaron dos tipos de bosque de aguajal (denso y semidenso).
- ✓ Medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) en cm. Tal como muestra en la **Ilustración 4**.
- ✓ Medición de la altura total (m), desde el nivel del suelo hasta el ápice del árbol por árbol. Tal como se muestra en la **Ilustración 5**.
- ✓ Altura de copa que se midió hasta la base de la primera hoja funcional.

**Ilustración 4 Medición del DAP**



**Ilustración 5 Medición de altura**



## **2.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Para determinar el almacenamiento de Carbono en la palmera del aguaje, se tomó en cuenta el Carbono almacenado en la biomasa aérea (tallo y hojas de la palmera) y en el suelo (raíz de la palmera). La estimación se efectuó a raíz de muestreo por apeo.

### **2.5.1. Biomasa de la especie *Mauritia flexuosa*.**

#### **a) Determinación de clases de altura.**

A raíz de la información del inventario, se lograron escoger las palmeras que serían muestreadas. Se determinó recoger los datos siguientes: Altura, Número de hojas y el DAP.

#### **b) Determinación de la biomasa aérea.**

Para determinar la biomasa aérea se apearon 4 palmeras de (Aguaje), que fueron los más representativos de cada clase de altura. Se logró estimar el valor de la biomasa gracias al peso directo de las partes de la palmera (Estípote, Hojas y Raíz) proveniente de muestreo destructivo.



- **Calculo de la biomasa del estípite.**

Para determinar la biomasa se cortó el estípite o tallo desde la base, hasta la primera hoja funcional, y se procedió a pesarlos. Se tomaron 4 muestras al azar de 100 g. cada una para el análisis de humedad y de Carbono respectivos.

**Ilustración 6** Calculo de la masa del tallo



- **Cálculo de la biomasa de las hojas.**

Se separaron las hojas de cada palmera apeada se cortaron y pesaron para determinar la biomasa fresca. También se tomó 4 muestras al azar de 100 g cada una para su análisis en el laboratorio.

**Ilustración 7 Cálculo de la masa de la hoja.**



- **Cálculo de la biomasa de las raíces.**

Las biomásas de las raíces se evaluaron gracias a la participación de los pobladores locales donde procedió a cavar en un radio 3 metros alrededor de la planta del Aguaje, que posteriormente se separó las raíces de la tierra y fueron pesadas. La raíz principal fue extraída después. Para este propósito se emplearon dos herramientas (palana y machete).

**Ilustración 8 Extracción de la raíz.**



**c) Valores de peso de la Biomasa a raíz del secado y pesaje de muestras.**

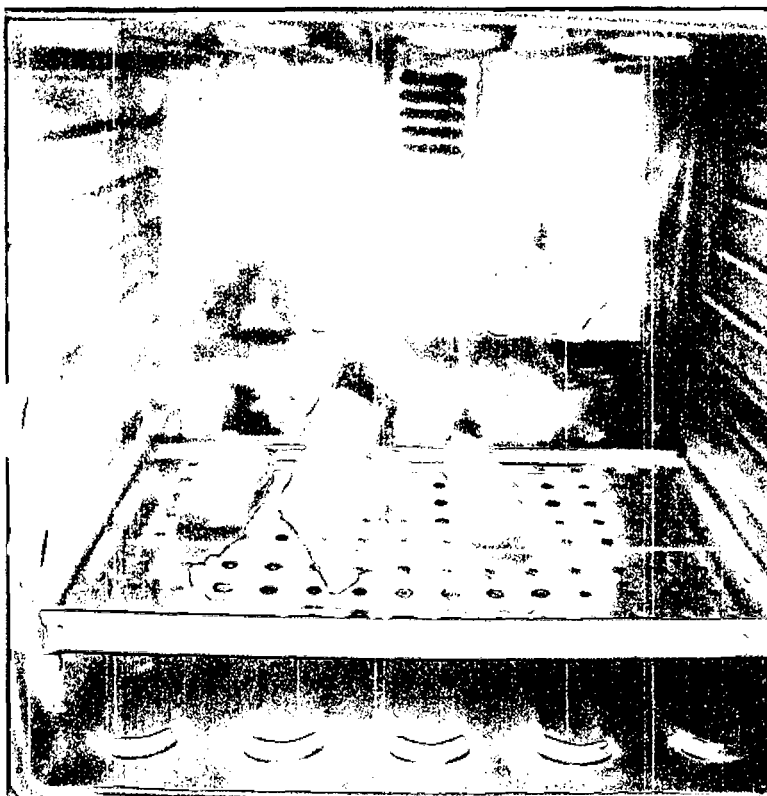
Al término de los ensayos destructivos de biomasa se obtuvo el peso seco y el porcentaje de humedad de cada componente las plantas (Tallo, Raíz y Hojas).

El secado de las muestras se realizó en la estufa electrónica del laboratorio de la Universidad Nacional de San Martín Facultad de Ecología-Moyobamba, de una capacidad de aproximadamente  $1\text{m}^3$ . A una temperatura de  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta obtener un peso constante, por un periodo de 24 horas.

**Ilustración 9** Introducción de las muestras (Tallo, Ramas, Hojas y Raíces), en el interior de la estufa



**Ilustración 10** Muestras (Tallo, Ramas, Hojas y Raíces), en el interior de la estufa.



**Ilustración 11 Determinación del peso seco de la muestra.**



Se expresaron en base seca (biomasa de la especie sobre la superficie). Se efectuó el cálculo con la siguiente fórmula.

**-Porcentaje de materia seca:**

$$\% \text{ M.S} = \frac{\text{Peso de muestra seca}}{\text{Peso de la muestra original}} \times 100$$

**-Biomasa de las muestras:**

$$Bm = \frac{Pm \times MS (\%)}{100}$$

Donde.

Bm= Biomasa de las muestras

Pm= Peso de las muestras

MS%= Porcentaje de materia seca

**d) Análisis de datos.**

Un análisis de correlación ha permitido efectuar un ajuste por regresión relacionado a los valores de biomasa por componente del árbol, a la altura del mismo. Asimismo la sumatoria de los valores de biomasa de cada

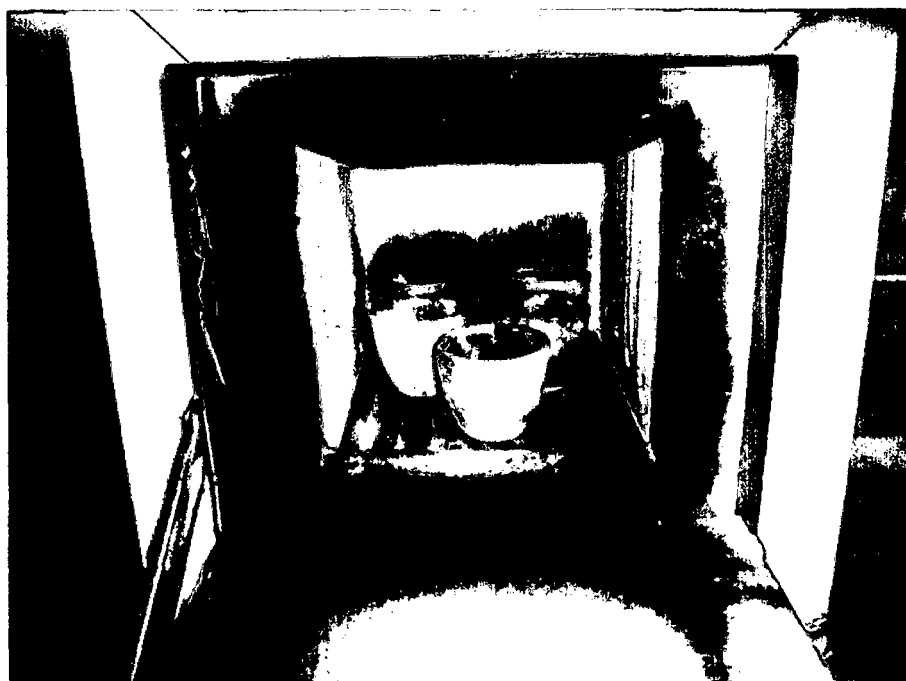
sección de la palmera otorgo el valor de la biomasa total, y facilito idear una ecuación de regresión para la biomasa de *Mauritia flexuosa* en función de su altura.

- e) La biomasa de *Mauritia flexuosa* en los cada uno de los ecosistemas se estimó para las palmeras inventariadas en las parcelas, usando la ecuación obtenida, y aproximando los valores en función a 1 ha.

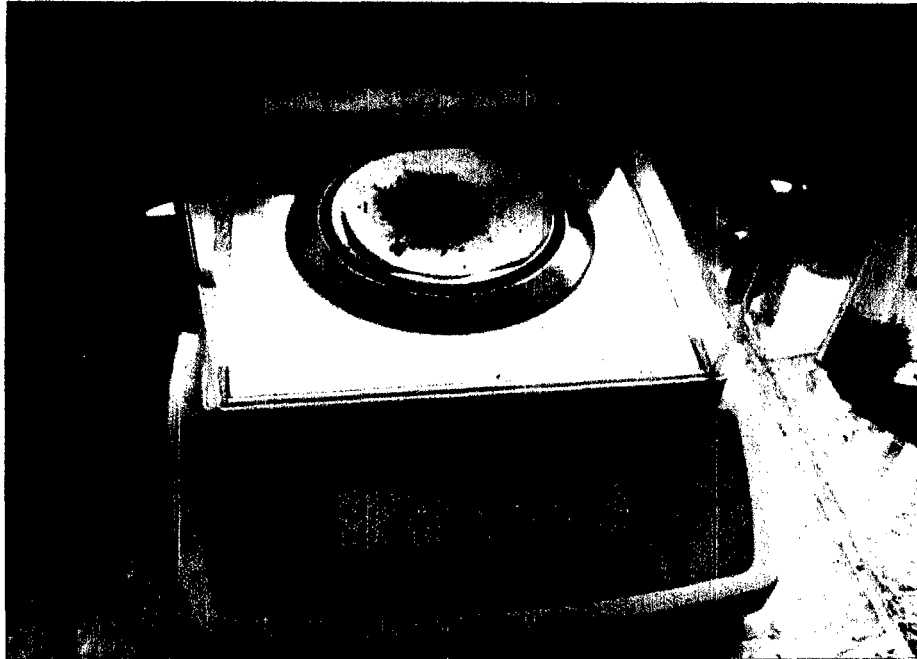
### 2.5.2. Carbono de la especie *Mauritia flexuosa*.

El contenido de Carbono en la palmera del Aguaje contempla el análisis de la fracción de Carbono que se encuentra en la estructura de la palmera. Donde se recolectaron muestras de la Raíz, Tallo y Hojas donde se sometieron a una temperatura promedio de 430 °C en un periodo de 30 minutos en la MUFLA para poder determinar el valor de Carbono presente.

Ilustración 12 Muestra seca de Biomasa para calcular Carbono.



**Ilustración 13 Pesado de la muestra obtenida de Carbono.**



### **Cálculo de Carbono**

Para poder calcular la fracción de Carbono se necesita los valores de la biomasa de cada palmera donde fueron convertidos a Carbono al multiplicar por la fracción de Carbono el promedio de los segmentos de la palmera.

$$F_{C_{promedio}} = F_{C_{raíz}} \times \frac{B_{raíz}}{B_{total}} + F_{C_{hojas}} \times \frac{B_{hojas}}{B_{total}} + F_{C_{tallo}} \times \frac{B_{tallo}}{B_{total}}$$

Dónde:

- $F_{C_{promedio}}$  : Fracción de Carbono promedio.
- $F_{C_{raíz}}$  : Fracción de Carbono de la raíz.
- $F_{C_{hojas}}$  : Fracción de Carbono de las hojas.
- $F_{C_{tallo}}$  : Fracción de Carbono del tallo
- $B_{raíz}$  : Biomasa raíz.
- $B_{hojas}$  : Biomasa hojas.
- $B_{tallo}$  : Biomasa tallo
- $B_{total}$  : Biomasa total.

### III. CAPITULO: RESULTADOS.

Los resultados se refieren a los reportes del Inventario florístico, la biomasa total y el carbono Total contenidos en el ecosistema aguajal en esta investigación solo se evaluó la especie de aguaje .Un análisis detallado se llevó a cabo con la especie *Mauritia flexuosa* de la (ZoCRE), Humedal del Alto Mayo Sector Tingana.

#### 3.1.DEL INVENTARIO

El inventario se realizó en parcelas de 2500 m, dos para cada tipo de ecosistema de aguajal (denso y mixto). El uso de imágenes de satélite permitió la identificación de dos tipos de bosque de aguajal en el área de estudio, tal como se observa en la ilustración N°1. Para el inventario forestal se tomaron datos en especies cuyo DAP, fue igual o mayor a 10 cm.

##### 3.1.1. Aguajal denso.

El total promedio de la especie del aguaje en 2 parcelas estudiadas en áreas identificadas con predominancia del este individuo, que vienen a ser 75 individuos, obteniendo un Área Basal de 7.57 m<sup>2</sup>.

Tabla 1 Área Basal Parcela 1 Denso

Individuo	Parcela 1	
	N° Individuo	Área Basal (m <sup>2</sup> )
<i>Mauritia flexuosa</i>	77	7.54

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2 Área Basal Parcela 2 Denso

Individuo	Parcela 2	
	N° Individuo	Área Basal (m <sup>2</sup> )
<i>Mauritia flexuosa</i>	73	7.60

Fuente: Elaboración Propia

##### 3.1.2. Aguajal semi denso.

Este tipo de bosque representa al aguajal con una mediana densidad de aguajes, notándose la dominancia de otras especies. En el cuadro siguiente se observan los valores promedios en 0.25 ha, donde el número de individuos es de 37, y el área basal de 3,48 m<sup>2</sup>.



**Tabla 3 Área basal Parcela 1 Semi denso**

Individuo	Parcela 1	
	N° Individuo	Área Basal
<i>Mauritia flexuosa</i>	23	2,13

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4 Área Basal Parcela 2 Semi denso**

Individuo	Parcela 2	
	N° Individuo	Área Basal
<i>Mauritia flexuosa</i>	38	3,52

Fuente: Elaboración Propia

### **3.2. BIOMASA.**

El análisis de la biomasa solo se contempló en la especie *Mauritia flexuosa*. Se efectuó por medición directa a través del muestreo destructivo o apeo. Los datos obtenidos se ajustaron mediante el análisis de regresión lineal los datos de biomasa y altura total.

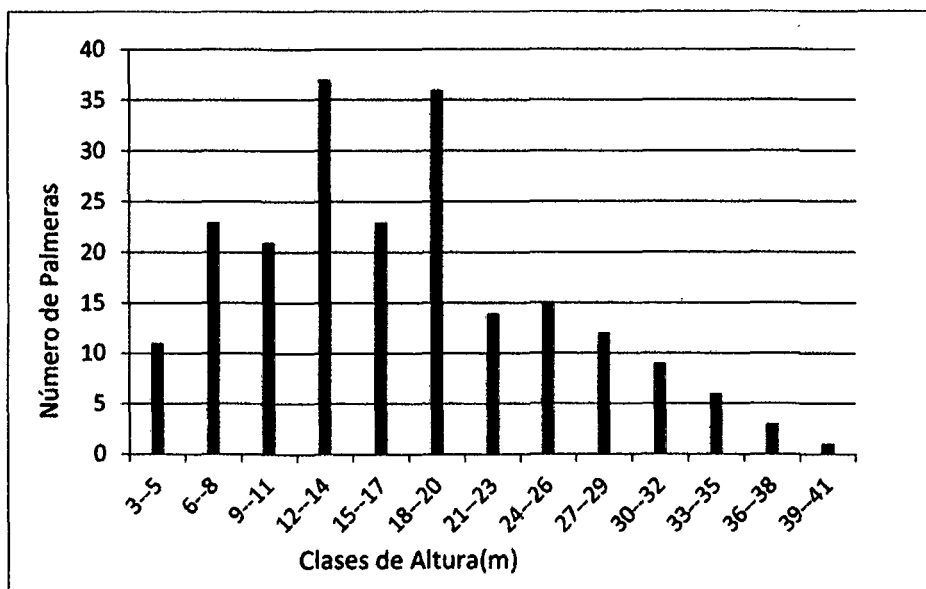
#### **3.2.1. Apeo de *Mauritia flexuosa* y distribución por clase de altura.**

En el Tabla 5 se puede apreciar el total de los agujes inventariados, distribuidos por clase de altura y el número de palmeras, con un rango de 3m. En la Figura 1 se puede apreciar las alturas más representativas que son 12-14 m y 18-20. Siendo los menos representativas 21m a 41m, a raíz de la intervención que sufrió hace 15 años por los pobladores locales para la extracción destructiva para el aprovechamiento de fruto del Aguaje.

**Tabla 5 Distribución de número de Aguajes por clase de altura**

<b>CLASE DE ALTURA(m)</b>	<b>NUMERO DE INDIVIDUOS(AGUAJES)</b>	<b>%</b>
3--5	11	5.21
6--8	23	10.90
9--11	21	9.95
12--14	37	17.54
15--17	23	10.90
18--20	36	17.06
21--23	14	6.64
24--26	15	7.11
27--29	12	5.69
30--32	9	4.27
33--35	6	2.84
36--38	3	1.42
39--41	1	0.47
<b>TOTAL</b>	<b>211</b>	<b>100</b>

**Figura 1 Histograma de clase de altura.**



### 3.2.2. Datos del Apeo.

A continuación mostramos los valores de biomasa obtenidas del apeo, representados en base seca por cada parte de la palmera del Aguaje:

Tabla 6 Datos Apeo.

Altura (m)			Peso seco de Biomasa (t)			
Total	Tallo	DAP	Tallo	Hojas	Raíz	Total
7.49	6.5	50	501.42	179.28	82.81	763.51

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.3. Análisis de regresión para biomasa de *Mauritia flexuosa*.

En la Tabla 7 se aplicó el análisis para la biomasa total seco respecto a la altura total con fórmula de regresión lineal en Excel, siendo  $R^2$  de 0.7016.

Tabla 7 Análisis de Regresión: Altura total y biomasa.

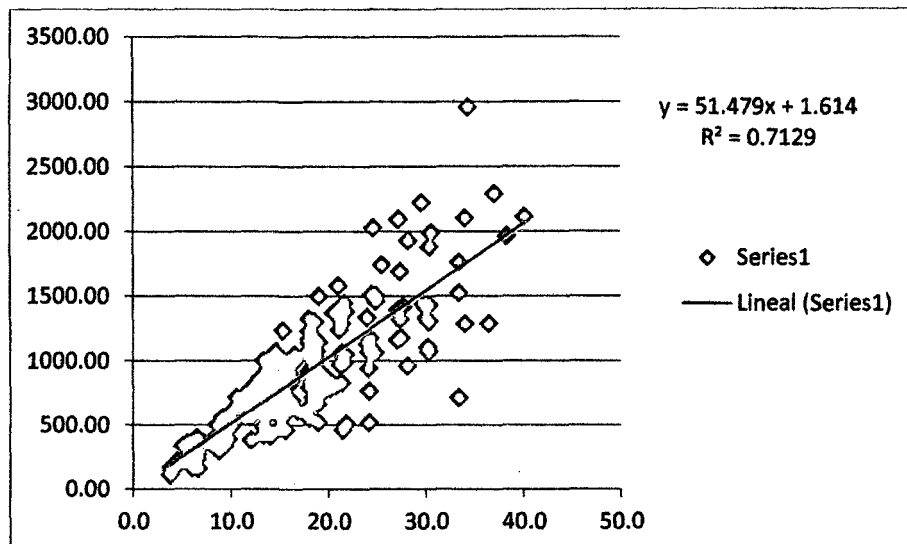
Nº	Altura Total (m)	Kilogramo		Diferencia (P1-P2)
		Biomasa P1	Total Regresión P2	
1	3.7	111.47	194.620	-83.15
2	4.8	220.01	249.068	-29.05
3	5.5	315.34	284.658	30.68
4	5.7	327.28	295.371	31.91
5	6.5	237.79	335.109	-97.32
6	7.1	366.62	368.810	-2.19
7	8.4	407.33	433.574	-26.24
8	9.4	485.46	487.836	-2.37
9	9.5	518.64	492.993	25.65
10	9.9	481.96	512.712	-30.76
11	10.4	517.36	534.695	-17.33
12	11.9	778.60	615.838	162.76
13	12.5	716.95	645.131	71.82
14	13.2	797.34	680.590	116.75
15	14.1	917.69	725.570	192.12
16	15.0	1006.15	775.875	230.28
17	16.5	998.47	851.864	146.60
18	18.0	1060.55	928.652	131.90
19	19.1	926.72	984.372	-57.65
20	20.5	1372.41	1057.723	314.69
21	21.2	972.40	1095.293	-122.89
22	21.4	836.87	1100.794	-263.92
23	24.1	771.95	1244.431	-472.48
24	25.4	1744.15	1311.249	432.90

25	27.0	1164.82	1393.569	-228.75
26	27.2	2096.66	1400.182	696.48
27	28.2	1930.53	1451.197	479.33
28	29.5	2225.06	1520.545	704.51
29	29.7	1443.27	1532.151	-88.88
30	30.2	1107.50	1554.845	-447.34
31	33.3	719.36	1718.038	-998.68
32	34.3	2957.99	1766.085	1191.90
33	36.9	2291.78	1903.473	388.31
34	38.3	1967.64	1972.323	-4.69
35	40.0	2115.97	2062.432	53.54

Fuente: Elaboración Propia

La ecuación generada fue la siguiente:  $y = 51.479x + 1.1614$

**Figura 2 Proyección de la Biomasa total por regresión.**



Fuente: Elaboración propia. A base del cuadro 11 de regresión.

Nos representa que la correlación empleada con los datos de altura obtenidas de la palmera del aguaje en función a la biomasa están dependiente gracias a que el ajuste realizado es fiable a partir del modelo obtenido.zx

### 3.2.4. Tabla de Biomasa de *Mauritia flexuosa*.

La fórmula que fue expuesta a raíz de la regresión lineal empleada a los datos obtenidos en campo permitió elaborar la Tabla 8, que contempla que la biomasa total de *Mauritia flexuosa* está relacionada a la altura total de la palmera.

Tabla 8 Biomasa proyectada por la altura.

<b>Biomasa Para <i>Mauritia flexuosa</i></b>			
<b>Altura (m)</b>	<b>Biomasa (Kg)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Biomasa (Kg)</b>
1	53.1	21	1082.673
2	104.6	22	1134.152
3	156.1	23	1185.631
4	207.5	24	1237.11
5	259.0	25	1288.589
6	310.5	26	1340.068
7	362.0	27	1391.547
8	413.4	28	1443.026
9	464.9	29	1494.505
10	516.4	30	1545.984
11	567.9	31	1597.463
12	619.4	32	1648.942
13	670.8	33	1700.421
14	722.3	34	1751.9
15	773.8	35	1803.379
16	825.3	36	1854.858
17	876.8	37	1906.337
18	928.2	38	1957.816
19	979.7	39	2009.295
20	1031.2	40	2060.774

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos recolectados del inventario realizado en los aguajales fueron procesados para poder encontrar la biomasa en la palmera, mostrando a continuación en la Tabla 9.

Tabla 9 Biomasa total por hectárea.

<b>Tipo de Ecosistema</b>	<b>Biomasa de <i>Mauritia flexuosa</i> (t/ha.)</b>		
	<b>Parcela 1</b>	<b>Parcela 2</b>	<b>Promedio</b>
Aguajal Denso	260.40	281.16	270.78
Aguajal Semi Denso	82.04	117.89	99.97

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. CARBONO PRESENTE EN Mauritia flexuosa.

El contenido presente en la palmera del aguaje se evaluó a raíz de los resultados encontrados de biomasa obtenidos en campo y los valores de la fracción de carbono.

La fracción de Carbono se obtuvo a través de la evaluación de los componentes de la palmera (raíz, tallo y hojas) que fueron estimadas para determinar la fracción de Carbono encontrándose el valor de 0,2461 en promedio.

#### 3.3.1. Tabla de Carbono de Mauritia flexuosa.

El valor de Carbono se determinó en función a la altura total como se muestra en la Tabla 10, elaborada a raíz de la biomasa modificada por correlación. Donde nos permite encontrar en el campo el Carbono presente en esta palmera a partir de la altura:

$$\text{Carbono}_{\text{promedio}} = \text{Biomasa}_{\text{total}} * FC$$

Tabla 10 Carbono presente por clase de altura

Carbono Para <u>Mauritia flexuosa</u>			
Altura (m)	Carbono (kg/árbol)	Altura (m)	Carbono (Kg/árbol)
1	15.93	21	324.80
2	31.37	22	340.25
3	46.82	23	355.69
4	62.26	24	371.13
5	77.70	25	386.58
6	93.15	26	402.02
7	108.59	27	417.46
8	124.03	28	432.91
9	139.48	29	448.35
10	154.92	30	463.80
11	170.36	31	479.24
12	185.81	32	494.68
13	201.25	33	510.13
14	216.70	34	525.57
15	232.14	35	541.01
16	247.58	36	556.46

<b>17</b>	263.03	<b>37</b>	571.90
<b>18</b>	278.47	<b>38</b>	587.34
<b>19</b>	293.91	<b>39</b>	602.79
<b>20</b>	309.36	<b>40</b>	618.23

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los datos obtenidos del inventario se evaluó el Carbono presente por hectárea en aguajales denso y semidenso tal como muestra la Tabla 11.

**Tabla 11 Carbono presente por hectárea.**

Tipo de Ecosistema	Carbono de <i>Mauritia flexuosa</i> (t/ha.)		
	Parcela 1	Parcela 2	Promedio
Aguajal Denso	68.77	74.26	71.51
Aguajal Semi Denso	21.67	31.14	26.40

**Tabla 12 Resumen de la Biomasa y Carbono Presente en las parcelas experimentales.**

Medidas	Unidad	Ecosistema	
		Aguajal Denso	Aguajal Semi denso
Biomasa	t/ha	270.78	99.97
Carbono	t/ha	71.51	26.40

ADECAR Tingana	ha	582.36	969.79
----------------	----	--------	--------

Carbono	t	41646.6345	25603.2676
Total	toneladas		67249.9021

Esta tabla representa la cantidad total del Carbono presente en la palmera del aguaje por el total de las hectáreas de aguajales denso y semidenso encontradas en las parcelas experimental ubicadas en la ZOCRE- ADECAR TINGANA.

#### IV. DISCUSIONES

En el desarrollo del componente Biomasa y Carbono del estudio se identificaron en promedio 300 árboles/ha de la *Mauritia flexuosa* en el ecosistema de aguajal denso, valor similar IIAP-2006 (Reserva Nacional Pacaya Samiria) de 280 árboles/ha y a los reportados por Malleux (1973) y Urrego (1987), quienes encontraron 276 y 275 en Tamshiyacu (Amazonía peruana) y Araracuara (Amazonía colombiana).

Por otro lado, el reporte de inventario para aguajal denso de este estudio es superior a lo registrado por el IIAP (2006) en la Reserva Nacional de Pacaya Samiria, se encontraron 280 árboles/ ha en promedio.

Los 122 individuos/ha. para el aguajal semidenso evaluados en este estudio, son superiores a los encontrados en la investigación del IIAP (2006) 72 individuos/ha, y a los de Malleux (1973) en 84 y 82 árboles/ ha. Esta diferencia se debe a que en esta área de conservación tuvo una iniciativa de realizar un proyecto sostenible relacionado al Ecoturismo, incentivado por instituciones Públicas y Privadas, desde hace 10 años aproximadamente lo cual hasta la fecha tienen 10 años trabajando este emprendimiento de ecoturismo, de tal manera ha mejorado calidad de vida los pobladores locales, así como también ha contribuido a la conservación de estos aguajales hoy en día el aprovechamiento es mediante una buena práctica que es subir a la planta para aprovechar el fruto. Dentro de la investigación también se encontró con una buena generación natural dentro de los tipos de aguajales densos y semi densos, esto se relaciona a la actividad que hoy en día vienen realizando los pobladores locales.

Con relación al contenido de carbono, si se parte de lo indicado por el IPCC (1996) que considera que el 50% de la biomasa evaluada corresponde al carbono presente, entonces los bosques de la Amazonía tendrían un valor aproximado de 160 tC/ha (Barbarán, 1998), considerando que en esta investigación solo se estudió el aguaje no como ecosistema aguajal.



En esta investigación se reporta para aguajal denso 41644.56 tC y 25602.46. tC Para aguajal semi denso teniendo un total de 67247.016 tC., valor similar a lo reportado en otros ecosistemas; (Márquez, 2000), Barbarán, 1998) y IIAP, 2002), explicándose esta diferencia por las elevadas concentraciones de materia orgánica de los suelos de aguajales debido a su acidez y condición anaeróbica, situación característica de estos humedales.

Cabe indicar además que en el seguimiento que se podría hacer de las metodologías aplicadas debe plantearse las adecuaciones pertinentes en cada lugar de evaluación, pues en el caso de los aguajales resulta dificultosa la evaluación de raíces, por ejemplo, y que deben permitir obtener valores más precisos, tanto de biomasa como de carbono.

Un análisis final del suelo permite establecer que en este componente de los ecosistemas existe una alta concentración de carbono, que al comparar con los otros componentes del bosque alcanza valores de 75,13% en el aguajal denso, y 76,81% en el aguajal mixto, corroborándose la importancia de los aguajales al proporcionar el servicio ambiental de secuestro de carbono

## **V. APORTACIONES**

Cabe mencionar que este proyecto de investigación, aportara a las gestiones futuras de la Asociación encargada de administrar esta ZOCCRE, Humedal del Alto Mayo (ADECAR-TINGANA), ya que sus objetivos es garantizar la conservación de diversidad biológica; así como también servirá como estudio base para las próximas investigaciones sobre el aguaje (Tipo de suelo, valoración y manejo de aguajales, captura de carbono de ecosistema aguajal, etc.).

La Autoridad Regional Ambiental (ARA)-Gobierno Regional de San Martín mediante el área de Gestión Territorial-Administración y Adjudicación de terrenos del Estado. Están encargadas como entidad responsable de fiscalizar la administración de estas Zonas de Conservación, por tal motivo este proyecto de investigación contribuirá para la actualización de información del plan de gestión de esta ZOCCRE.

## VI. CONCLUSIONES

Existen propuestas y criterios para el aprovechamiento sostenible de los bosques en el país; sin embargo, sobre los aguajales, que son ecosistemas frágiles, deben tenerse particulares disposiciones respecto a su aprovechamiento sostenible, considerando que proveen de muchos beneficios a los pobladores del Alto Mayo y la Amazonía peruana. Un reto es conseguir la adaptación de los criterios generales de sustentabilidad a las condiciones particulares de los bosques amazónicos. No es posible aplicar las mismas disposiciones para un bosque de coníferas que para un aguajal.

Los valores de Carbono acumulado en estos ecosistemas de la ZOCRE, humedal del Alto Mayo- sector Tingana corroboran lo anteriormente descrito. Estos bosques tropicales cumplen también funciones vitales a escala global, en términos de la regulación climática, proceso de reciclaje de agua y nutrientes, así como también por la gran biodiversidad que existe en este tipo de bosques. Los cuales dependen de grandes bloques de cobertura boscosa intacta.

La ZOCRE, Humedal del Alto Mayo, con sus 582,36 has de aguajales densos y 969.79 has de aguajales mixtos, tiene acumuladas entre estos dos tipos de bosques de aguaje 41644.56 tC en aguajal densos y 25602.46. tC teniendo un total de 67247.016 tC.

Los suelos de los aguajales son un almacén neto de carbono y, a la vez, fuente potencial de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, ya que al desaparecer la superficie boscosa por cambio de uso de la tierra y/o deforestación (drenado de los humedales), los residuos orgánicos acumulados en el suelo y en la superficie de la tierra quedan desprotegidos y expuestos a un proceso químico de oxidación con liberación de CO<sub>2</sub> (Freitas Alvarado, et al., 2006).

Los aguajales de la ZOCRE, humedal del Alto Mayo tiene una buena regeneración natural esto se debe a que la actividad que realizan los pobladores como el ecoturismo, que remplazo sus actividad la cacería de animales y cosecha destructiva del fruto del aguaje como fuente de ingreso, trayendo consigo beneficios a la conservación y regeneración de los aguajales.

## VII. RECOMENDACIONES

Principalmente se recomienda la generación de información científica en los humedales del Alto Mayo ya que es necesaria y esencial para la toma de decisiones en los diferentes sectores (sector público, sector privado y sociedad civil) ya que estos ecosistemas cumplen una función esencial y/o vital en el mantenimiento del clima, la captura de carbono entre otros, ya que están sufriendo grandes intervenciones, como: el drenado de agua y la deforestación con fines agrícolas.

En la ZOCRE humedal de Alto Mayo donde se efectuó el estudio se logró observar que las prácticas destructivas de recolección del fruto cesaron hace ya 10 años aproximadamente a raíz del ecoturismo, y que esto ayudo a la regeneración natural de la palmera del Aguaje. Pero actualmente aún existen amenazas a raíz de las expansiones y tráfico de tierras para sembríos de Arroz y/u otros cultivos que afectan la zona boscosa de la ZOCRE, de la cual se recomienda incrementar la vigilancia coordinada con las autoridades competentes en la zona para disminuir estas prácticas inadecuadas, o buscar mecanismos de inclusión a estas personas por medio de proyectos para mejorar su calidad de vida.

A consecuencia del estudio realizado se recomienda profundizar más el estudio de Carbono como ecosistema aguajal donde se podría obtener información detallada de los humedales en Alto Mayo, que contribuirá a la toma de decisiones en las nuevas gestiones de la ADECAR para el objetivo principal de la asociación que es de conservación de la diversidad biológicas a través de bonos de Carbono que se puedan obtener.

Se recomienda que se desarrolle un estudio de valoración en estos ecosistemas aguajales ya que no solo presentan beneficios ambientales, sino una gran productividad del fruto del Aguaje volviéndolo atractivo para su aprovechamiento donde generaría más fuentes de trabajo sostenible.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Aguirre, D. & Gutiérrez, D., 2009. *Potencial de captura de carbono de la Guadua sp, por estadios en el Bosque Local "El Maronal" de Atuplaya*. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.
- 2.- Comité de Manejo de Palmeras "Veinte de Enero", 2005. *Plan de Manejo Forestal de Mauritia flexuosa "aguaje" Reserva Nacional Pacaya Samiria*. Iquitos: s.n.
- 3.- Cruzado Blanco, L. A. & Flores Negrón, C., 2010. *Protocolo para la Determinación del Carbono en el Suelo y en la Biomasa Aérea de los Bosques de la Concesión para Conservación Alto Huayabamba*, Moyobamba: AMPA.
- 4.- Freitas Alvarado, L. y otros, 2006. *Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la reserva nacional Pacaya Samiria, Loreto - Perú*, Iquitos : Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana .
- 5.- Freitas Alvarado, L. y otros, 2006. *SERVICIOS AMBIENTALES DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO Y SECUESTRO DE CARBONO DEL ECOSISTEMA AGUAJAL EN LA RESERVA NACIONAL PACAYA SAMIRIA LORETO-PERÚ*, Iquitos: Dominus Publicida E.I.R.L. .
- 6.- Gonzales Davila, E. & Noriega Perira, R. R., 2005. *Plan de Manejo Forestal de Mauritia flexuosa en la Reserva Nacional Pacaya Samiria*, Iquitos: COMAPA.
- 7.- Perderson, H. & Balslev, H., 1993. *Evaluación de aguajales, estudio del comportamiento de comunidades asentados en el amazonas*. s.l.:s.n.
- 8.- Proyecto Especial Alto Mayo, 2007. *Plan Maestro ACM AHARAM 2007 - 2011*. Lima, Abril 2007 ed. Moyobamba: Grafica Andina.
- 9.- Saura Estapa, J., 2003. *EL CUMPLIMIENTO DEL PROTOCOLO DE KIOTO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO*. BARCELONA: Gráficas Rey, S.L..
- 10.- Silvius, M. & Stolk, M. E., 2006. *Valoración Socioeconómica de los Humedales en América Latina y el Caribe*, Los Países Bajos: GRAFIKO.
- 11.- Valera García, R. K., 2012. *Determinación de la influencia de las condiciones climáticas en la captura de carbono en un sistema Theobroma sp "cacao" con sombra en Alto el Sol -Pachiza- 2012*, Moyobamba : Universidad Nacional de San Martín - Facultad de Ecología.

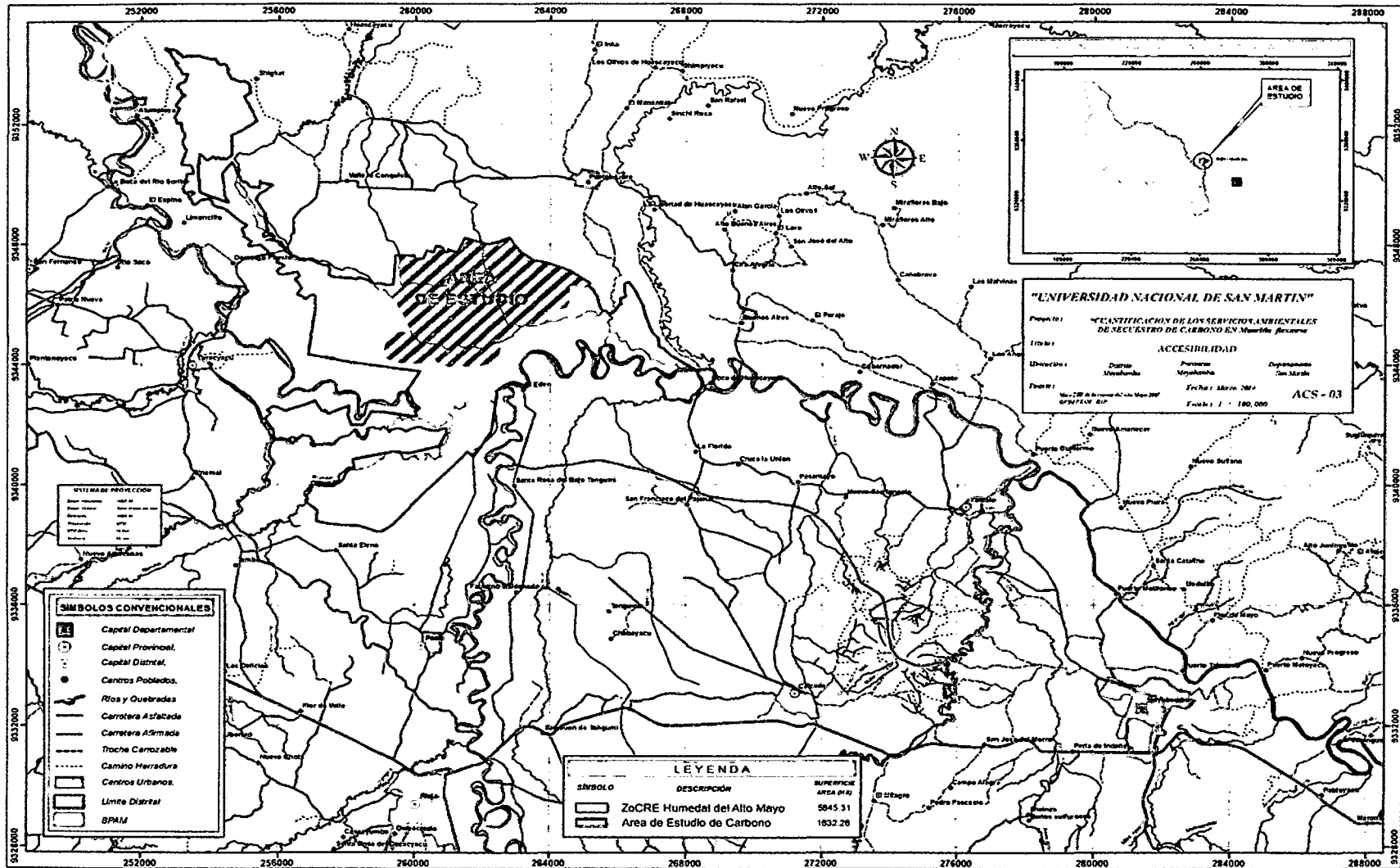
### Referencias Virtuales

1. NASA, 2014. *IIP Digital*. [En línea]  
Available at:  
<http://iipdigital.usembassy.gov/st/spanish/article/2014/03/20140320296639.html#axzz2zisLFdZK>  
[Último acceso: 23 Abril 2014].

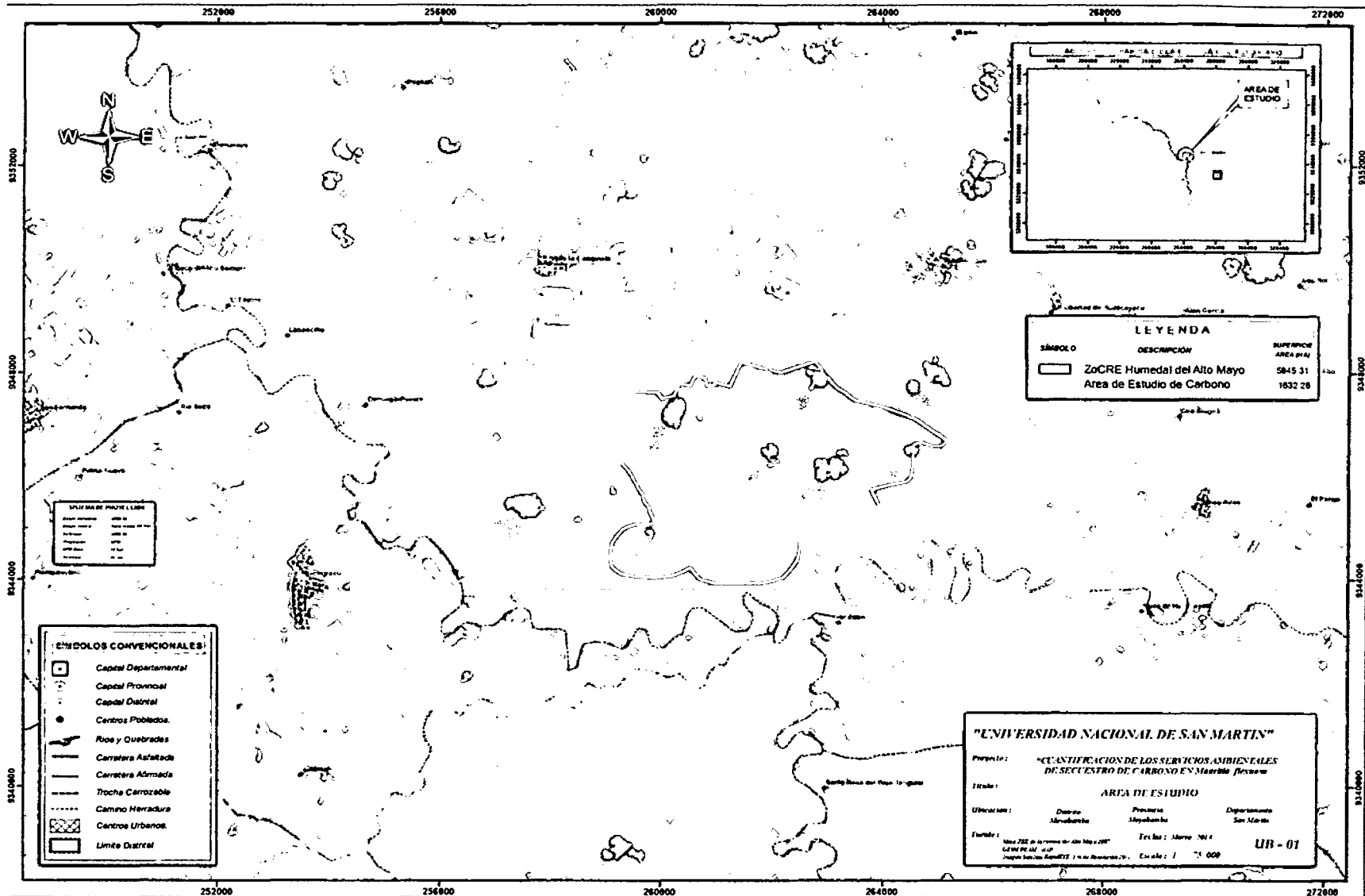
## **IX. ANEXOS**

Mapas:

9.1.Anexo 01: Mapa accesibilidad a la ZoCRE Humedal del Alto Mayo.

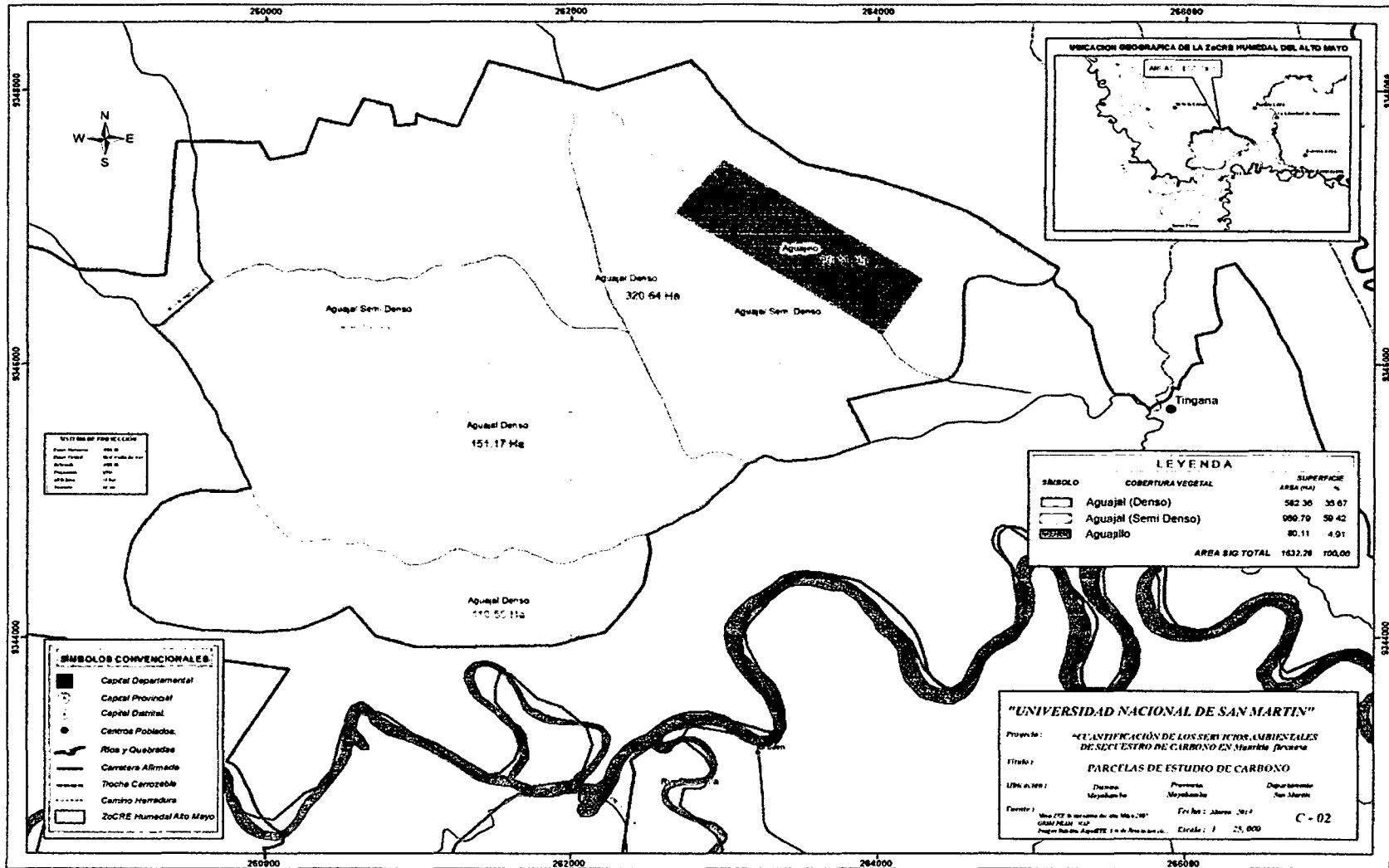


**9.2.Anexo 02: Mapa de ubicación del área de investigación, en sector de Tingana- Pueblo Libre.**





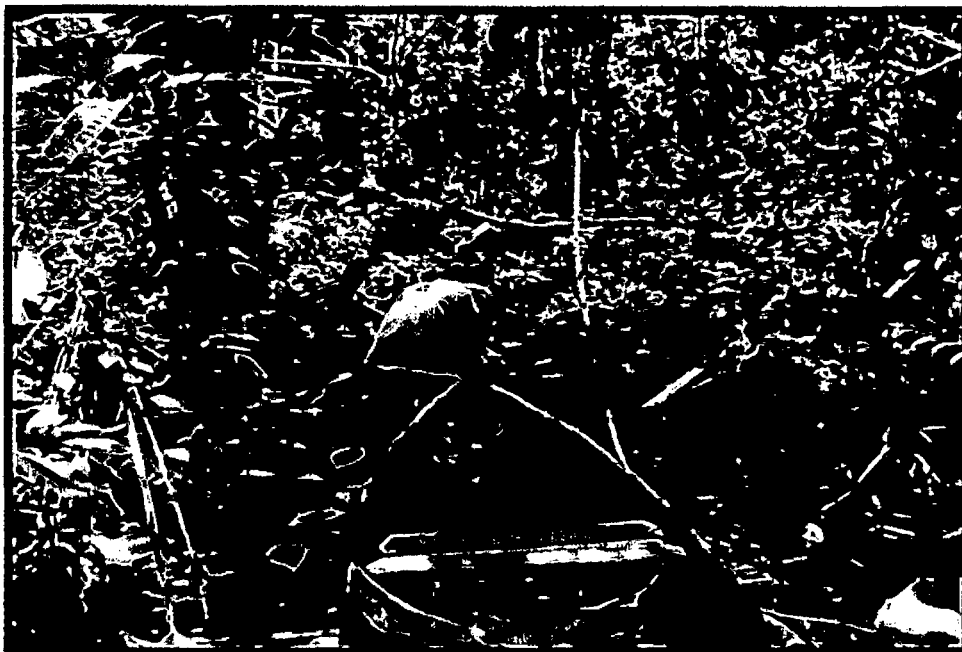
**9.3.Anexo 03: Mapa de áreas de aguajales realizada con la metodología de Mapa participativo.**



#### 9.4. Anexo 04: panel fotográfico

##### a) Reconocimiento del Área de Estudio.

**Imagen 1 Navegando en canoa para la identificación del área de estudio en el humedal.**



En la Imagen 1 podemos apreciar el denso ecosistema de los humedales y donde se procese a identificar el área donde se va a realizar el estudio.

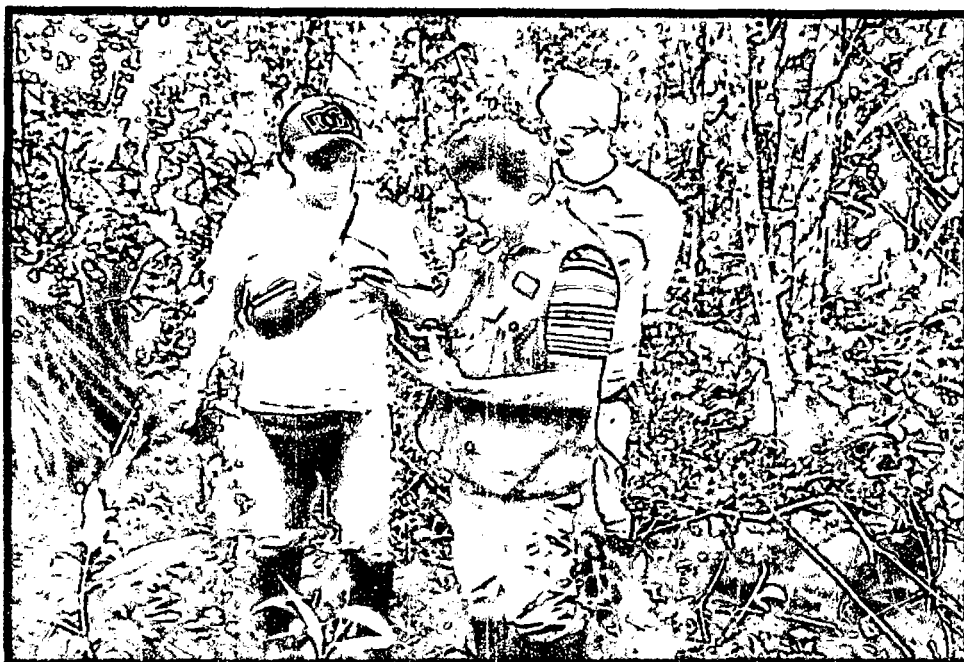
**Imagen 2 Reconocimiento de las áreas de estudio.**



E

En la Imagen 2 podemos apreciar el difícil acceso a estos humedales.

**Imagen 3 Georeferenciando las áreas de estudio.**



En la Imagen 2 se está georeferenciando las áreas de estudio conjunto con nuestro asesor de tesis el Ing. Santiago Casas Luna.

**b) Inventario de palmeras de aguaje.**

**Imagen 4 Obteniendo el DAP de la palmera del Aguaje.**



En la Imagen 4 se puede apreciar a un socio de la ADECAR-Tingana apoyándonos en la toma de datos de las palmeras del Aguaje.

**Imagen 5 Midiendo los ángulos de la palmera del Aguaje con el hipsómetro.**



En la Imagen 5 se muestra la medición de ángulos de la palmera del Aguaje en la parcela de estudio, que se dificultó porque el terreno era inestable (pantano).

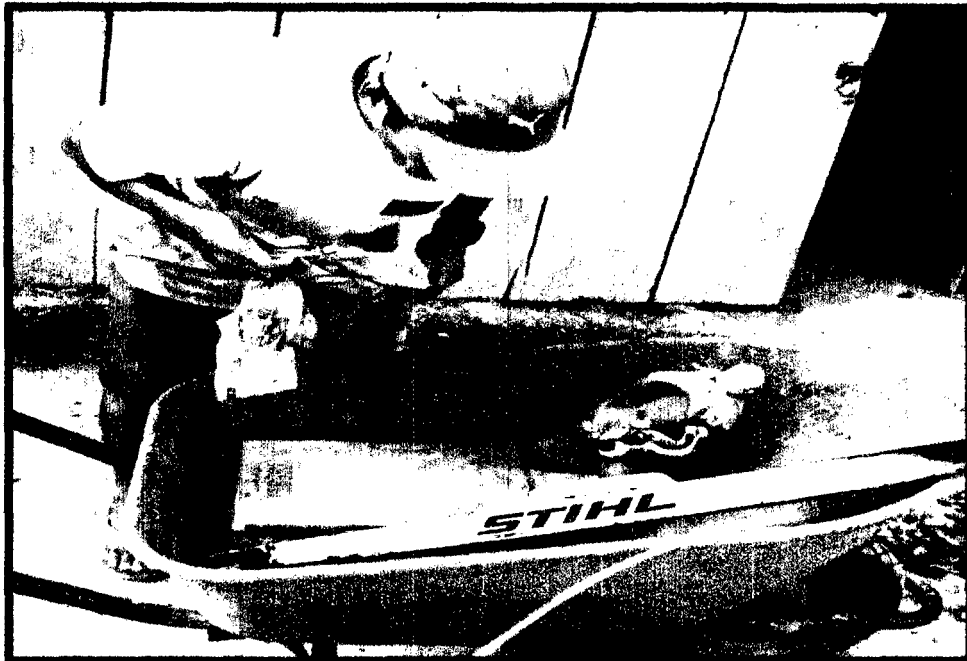
**Imagen 6 Toma de los datos obtenidos de la medición del DAP y ángulos.**



En la Imagen 6 se resalta el apunte de los datos obtenidos de la medición del DAP y ángulos en la libreta de campo, donde se recomienda llevar impermeables para proteger los apuntes ya que estos ecosistemas presentan mucha humedad.

**c) Apeo y determinación de la biomasa de la palmera del Aguaje.**

**Imagen 7 Equipos para el apeo y determinación de la masa de la palmera del aguaje.**



En la Imagen 7 se puede apreciar los equipos y materiales que se utilizarón para el apeo y la determinación de la masa de las palmeras del aguaje (balanza, motosierra, aceite lubricante, machete, etc.).

**Imagen 8 Apeo de la palmera del Aguaje.**



En la Imagen 8 se muestra el momento justo donde se va efectuar el apeo de la palmera del Aguaje por parte un socio de la ADECAR-Tingana.

**Imagen 9 Seccionamiento de la palmera apeada para determinar la masa.**



En la Imagen 9 se muestra el corte de la palmera apeada para que facilite la obtención de la masa.

**Imagen 10 Extracción de la raíz para la determinación de su masa.**



En la Imagen 10 se puede apreciar la participación de los socios de la ADECAR-Tingana en la obtención de las raíces de la palmera apeada, proceso que demando 4 horas aproximadamente.

**Imagen 11 Obtención de la masa de la palmera del Aguaje.**



En la Imagen 11 se muestra la obtención de la masa en kilogramos a través de la balanza.

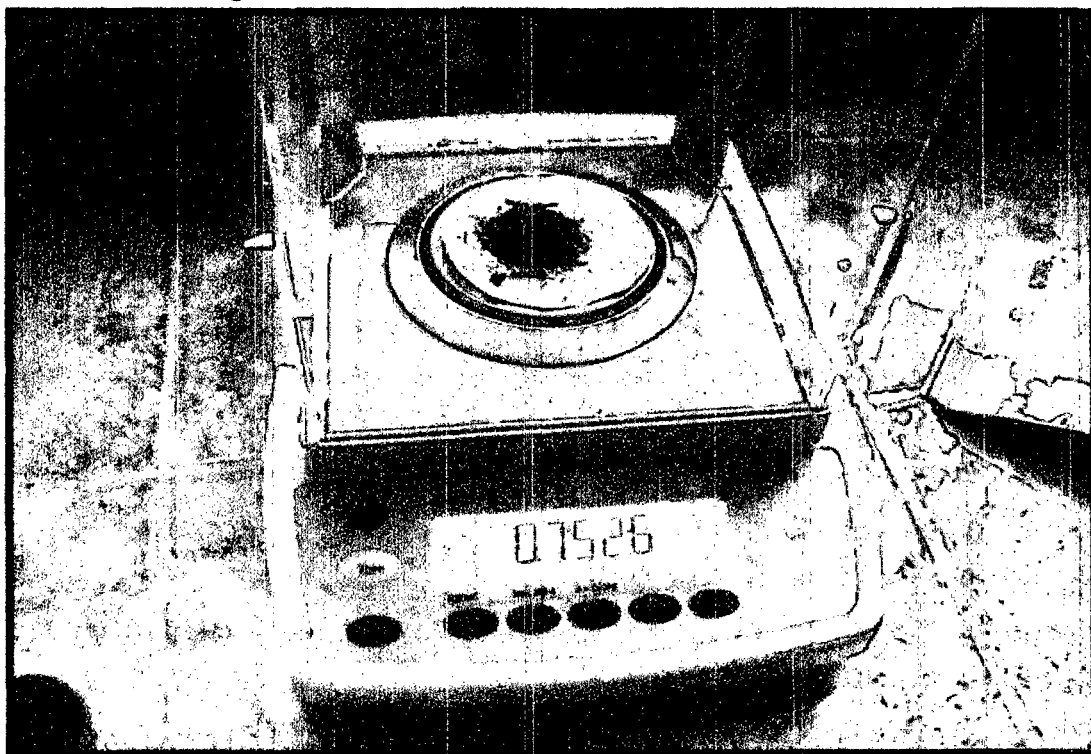
**d) Cálculo de la biomasa y carbono en el laboratorio.**

**Imagen 12 Muestras de las partes del aguaje (raíz, tallo y hojas) colocadas en la estufa para determinar su biomasa.**



En la Imagen 12 se observa la colocación de las muestras de 100 gramos de las partes del aguaje en la estufa durante 24 horas en una temperatura constante de 110°C para obtener muestras secas.

**Imagen 15 Determinación de la masa del carbono obtenido.**



En la Imagen 15 se muestra la derminación de la masa del carbono en la balanza analítica obtenida de las muestras secas luego de ser puestas durante 30 minutos en la mufla.



**Imagen 13 Determinación de la masa de las muestras colocadas en la estufa.**



En la Imagen 13 se muestra la determinación de la masa de las muestras secas en la balanza analítica, luego de ser puestas durante 24 horas en la estufa para determinar la biomasa.

**Imagen 14 Muestras secas colocadas en la mufla.**



En la Imagen 14 se muestra la colocación de muestras secas en la Mufla durante 30 minutos a una temperatura constante de 400°C para obtener muestras de carbono.