

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL**



**TESIS**

**ALMACENAMIENTO Y VALORACIÓN ECONÓMICA DEL CO<sub>2</sub> EN LA BIOMASA  
AÉREA ENTRE LAS PLANTACIONES DE *Bertholletia excelsa* y *Mauritia  
flexuosa* EN EL SECTOR SAN BERNARDO - MADRE DE DIOS.**

**PRESENTADO POR:**

Bach. AMADOR FROILAN VELASQUEZ SALAS

Bach. ELMER POCCO ALEGRIA

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO FORESTAL**

**ASESOR:**

Dr. DAVID ORLANDO GONZALEZ GAMARRA

**MADRE DE DIOS – PERU**

**2023**

## INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: Almacenamiento y variación estacional del CO<sub>2</sub> en la Biosfera aérea entre las plantaciones de BEAUFORTIA EXCELSA y MAURITIA ALBA en el sector SAN BERNARDO MOQUE CHISPAS presentado por: ARMANDO R. VELAZQUEZ SOLAS con DNI Nro.: 29613160 presentado por: ELMER PICO ESCOBAR con DNI Nro.: 45201666 para optar el título profesional/grado académico de INGENIERIA FORESTAL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una [X]
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30%	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emita un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente Informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 6 de FEBRERO de 2024

Firma

Post firma DAVID D. GONZALES GAMARA

Nro. de DNI 23872153

ORCID del Asesor 0000-0002-3985-2612

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: <https://unsaac.institucion.com/viewweb/submission/oid-272591325168453?locu/6743.mv>

## NOMBRE DEL TRABAJO

"ALMACENAMIENTO Y VALORACIÓN ECONÓMICA DEL CO2 EN LA BIOMASA AÉREA ENTRE LAS PLANTACIONES DE Bert hol

## AUTOR

Amador Froilan Velasquez Salas y Elmer Pocco Alegria

## RECUENTO DE PALABRAS

**39251 Words**

## RECUENTO DE CARACTERES

**193409 Characters**

## RECUENTO DE PÁGINAS

**132 Pages**

## TAMAÑO DEL ARCHIVO

**5.7MB**

## FECHA DE ENTREGA

**Feb 6, 2024 5:33 AM GMT-5**

## FECHA DEL INFORME

**Feb 6, 2024 5:35 AM GMT-5**

● **10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 9 palabras)

## **Dedicatoria**

### **Amador F. Velásquez Salas**

A Dios por haberme dado la vida, salud, fe, esperanza y permitirme el haber llegado hasta este momento trascendental de mi formación profesional.

A mi madre Rosa Salas por todo el afecto, energía y soporte que siempre me ha brindado. A mi padre y amigo Amador Velásquez por su cariño, comprensión y por compartir buenos y malos momentos.

A mis hermanas: Rosa, Romelia y Romina, y sobrinos, que siempre han estado junto a mí brindándome su valimiento incondicional y apego.

A mis hijos: Thatiana, Sebastián, Xiomara y Kristen, por brindarme su amor, comprensión y soporte en el logro de mis objetivos de mi vida y en mi adiestramiento profesional.

A mis abuelos que, a pesar, que no se encuentran entre nosotros, solo darles las gracias por su amor y valores enseñados.

### **Elmer Pocco Alegría**

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Grimaldo Pocco y Livia Alegría, por su inmenso amor, comprensión y sacrificio.

A mis queridas Hermanas y Tías: Alejandra y Lusmarina. Al Sr. Aurelio Apaza, por su apoyo incondicional en todo momento de mi adiestramiento profesional.

## **Agradecimientos**

Primeramente, agradecemos a la Universidad Nacional De San Antonio Abab Del Cusco-Filial Puerto Maldonado, por los conocimientos transmitidos en el desarrollo de nuestra formación profesional, también agradecer por facilitarnos los equipos de campo durante la ejecución del trabajo de tesis.

De igual modo agradecemos a los diferentes catedráticos, los cuales brindaron sus conocimientos a lo largo de nuestra carrera profesional.

También se agradece al Sr. Froilán Aliaga Condori por ceder las instalaciones de su predio agrícola y concesión castañera para realizar el trabajo de investigación, de igual forma, se agradece a los acompañantes: Jorge Barrientos y Fredy Quispe, que, gracias al esfuerzo de ellos, se concluyó el levantamiento de información en las plantaciones. Finalmente, agradecemos a nuestro asesor Dr. David O. González Gamarra, por su orientación y apoyo durante la elaboración y ejecución del trabajo de tesis.

**Amador F. Velásquez Salas y Elmer Pocco  
Alegría.**

## Resumen

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en dos plantaciones una de Castaña y la otra de Aguaje ubicado en el sector San Bernardo-Distrito y Provincia de Tambopata, en la Región de Madre de Dios-2019. Con el objetivo de determinar el almacenamiento y valoración económica del CO<sub>2</sub> en biomasa aérea entre las plantaciones de *Bertholletia excelsa* B.H.K y *Mauritia flexuosa* L. f , la metodología usada fue no experimental descriptiva con muestreo indirecto no destructivo, la cual consistió en utilizar formulas alométricas para calcular la biomasa aérea t/ha, stock de carbono tC/ha, carbono equivalente tCO<sub>2</sub>/ha y posteriormente con dichos resultados determinar el pago de la valoración económica, utilizando el precio de 24.55 euros equivalentes a 27.01 \$ dólares americanos por tonelada de CO<sub>2</sub> almacenado establecido por SENDECO<sub>2</sub> del mes de noviembre del año 2019.

El inventario desarrollado en el área de estudio, cuenta con 76 árboles en una hectárea de plantación de Castaña, que se encuentra ubicado en la concesión castañera, mientras que la plantación de Aguaje cuenta con 133 árboles en una hectárea, la cual se ubica en el predio agrícola.

Los resultados que se obtuvieron en la investigación fueron: En el fuste de la plantación de Castaña se obtuvo un área basal de 2.255 m<sup>2</sup>, un volumen de 22.349 m<sup>3</sup>, en carbono almacenado obtuvo una biomasa aérea de 16.614 t/ha, con una cantidad de stock de carbono almacenado de 8.307 tC/ha, y un carbono equivalente(CO<sub>2</sub>-equi) de 30.487 tCO<sub>2</sub>/ha, mientras que en el estípite de la plantación de Aguaje se obtuvo un área basal de 12.245 m<sup>2</sup>, y un volumen de 51.980 m<sup>3</sup>, los cuales generan un almacenamiento en la biomasa aérea de 28.215 t/ha, un stock carbono de 14.107 tC/ha ., y un carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-equi) de 51.774 tCO<sub>2</sub>/ha.

El estudio genero un pago de valoración económica del CO<sub>2</sub> de 823.453 dólares por ha en el fuste de la plantación de Castaña y en el estípite del Aguaje genero 1,398.415 dólares. En conclusión, el almacenamiento de CO<sub>2</sub> es menor en el fuste de la plantación de Castaña y mayor en el estípite del Aguaje, generando para toda el área de estudio 82.261 t CO<sub>2</sub>/ha y un pago por valoración económica de \$ 2,221.868.

**Palabras Claves:** Plantaciones, biomasa aérea, stock de carbono, carbono equivalente y valoración económica del CO<sub>2</sub>.

## Summary

The present research work was carried out in two plantations, one of Chestnut and the other of Aguaje located in the San Bernardo-District and Province of Tambopata sector, in the Madre de Dios Region-2019. With the objective of determining the storage and economic valuation of CO<sub>2</sub> in aerial biomass between the plantations of *Bertholletia excelsa* B.H.K and *Mauritia flexuosa* L. f, the methodology used was non-experimental descriptive with non-destructive indirect sampling, which consisted of using allometric formulas to calculate the aerial biomass t/ha, carbon stock tC/ha, carbon equivalent tCO<sub>2</sub>/ha and subsequently with these results determine the payment of the economic valuation, using the price of 24.55 euros equivalent to \$27.01 US dollars per ton of CO<sub>2</sub> stored established by SENDECO<sub>2</sub> for the month of November 2019.

The inventory developed in the study area has 76 trees in one hectare of Chestnut plantation, which is located in the chestnut concession, while the Aguaje plantation has 133 trees in one hectare, which is located in the agricultural property.

The results obtained in the research were: In the trunk of the Chestnut plantation, a basal area of 2,255 m<sup>2</sup> was obtained, a volume of 22,349 m<sup>3</sup>, in stored carbon, an aerial biomass of 16,614 t/ha was obtained, with an amount of stored carbon stock of 8,307 tC/ha, and a carbon equivalent (CO<sub>2</sub>-equi) of 30,487 tCO<sub>2</sub>/ha, while in the stipe of the Aguaje plantation a basal area of 12,245 m<sup>2</sup> was obtained, and a volume of 51,980 m<sup>3</sup>, which generate a storage in the aerial biomass of 28,215 t/ha, a carbon stock of 14,107 tC/ha, and a carbon equivalent (CO<sub>2</sub>-equi) of 51,774 tCO<sub>2</sub>/ha.

The study generated a payment for the economic valuation of CO<sub>2</sub> of 823,453 dollars per ha in the stem of the Castaña plantation and in the Aguaje stipe it generated 1,398,415 dollars. In conclusion, CO<sub>2</sub> storage is lower in the trunk of the Chestnut plantation and higher in the Aguaje stem, generating 82,261 t CO<sub>2</sub>/ha for the entire study area and a payment for economic valuation of \$2,221,868.

**Keywords:** Plantations, aerial biomass, carbon stock, carbon equivalent and economic valuation of CO<sub>2</sub>.

## Índice

Dedicatoria .....	i
Agradecimientos .....	ii
Resumen .....	iii
Summary .....	iv
Introducción.....	1
<b>1. Planteamiento del Problema.....</b>	<b>2</b>
1.1 Determinación del Problema.....	2
1.2 Formulación del Problema .....	5
1.2.1 Problema general .....	5
1.2.2 Problemas específicos .....	5
1.3 Objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo general .....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación e Importancia.....	6
1.4.1 Justificación social.....	6
1.4.2 Justificación económica.....	6
1.4.3 Justificación ambiental .....	6
1.4.4 Justificación teórica-científica .....	7
1.4.5 Justificación legal .....	7
1.4.6 Importancia de la investigación .....	7
1.5 Hipótesis .....	8
1.5.1 Hipótesis general.....	8
1.5.2 Hipótesis específicas .....	8
<b>2. Marco Teórico y Conceptual.....</b>	<b>9</b>
2.1 Antecedentes .....	9
2.1.1 Antecedentes a nivel internacional.....	9
2.1.2 Antecedentes a nivel nacional.....	13
2.1.3 Antecedentes a nivel regional .....	18
2.2 Bases Teóricas .....	22
2.2.1 Efecto invernadero. ....	22
2.2.1.1 Protocolo de Kioto.....	22
2.2.1.2 Efecto invernadero en el Perú. ....	23
2.2.2 Cambio climático .....	23
2.2.2.1 Causas del cambio climático .....	23
2.2.2.2 Medidas tomadas para disminuir el cambio climático. ....	25

2.2.3 El Carbono en el ecosistema.....	26
2.2.3.1 Secuestro de CO <sub>2</sub> . ....	26
2.2.3.2 Fijación de CO <sub>2</sub> . ....	26
2.2.3.3 Biomasa y stock de carbono.....	27
2.2.3.4 Identificación de sumideros de carbono.....	27
2.2.3.5 Valorización económica del CO <sub>2</sub> en el mercado. ....	29
2.2.4 Métodos para la estimación de la masa aérea.....	29
2.2.4.1 Método directo o destructivo. ....	29
2.2.4.2 Método indirecto o no destructivo. ....	29
2.2.5 Formulas alometricas para determinar la biomasa aérea.....	30
2.2.6 Plantaciones forestales no maderables.....	30
2.2.7 <i>Mauritia flexuosa</i> (Aguaje).....	31
2.2.7.1 Generalidades de la especie. ....	31
2.2.8 <i>Bertholletia excelsa</i> HBK (Castaña). ....	35
2.2.8.1 Generalidades de la especie. ....	35
2.3 Definición de Términos.....	38
2.3.1 Biomasa.....	38
2.3.2 Biomasa aérea.....	38
2.3.3 Ciclo del carbono.....	38
2.3.4 Almacenamiento de carbono.....	39
2.3.5 Almacenamiento de CO <sub>2</sub> .....	39
2.3.6 Reservorios de carbono.....	39
2.3.7 Carbono.....	39
2.3.8 Productos no maderables.....	39
2.3.9 Stock de carbono.....	40
2.3.10 Carbono equivalente.....	40
2.3.11 Valoración económica.....	40
2.4 Generalidades (Área de Estudio).....	40
2.4.1 Área de estudio.....	40
2.4.2 Ubicación política.....	47
2.4.3 Características del área.....	47
2.4.4 Tipo de bosque.....	47
2.4.5 Accesibilidad al área de estudio.....	48
<b>3. Metodología de la Investigación.....</b>	<b>49</b>
3.1 Operacionalización de Variables.....	49

3.2 Método .....	51
3.3 Diseño de la Investigación .....	51
3.4 Tipo de Investigación .....	51
3.5 Población .....	51
3.6 Muestra .....	51
3.7 Materiales .....	52
3.8 Técnicas e Instrumentos de Colecta de Datos.....	52
3.9 Procedimiento .....	54
3.9.1 Fase de pre campo.....	54
3.9.2 Fase de campo.....	54
3.9.3 Fase de post-campo (análisis de datos).....	55
3.9.3.1 Determinación de la biomasa aérea. ....	55
3.9.3.2 Método de análisis de datos .....	58
3.9.3.3 Aspectos éticos.....	58
<b>4. Resultados</b> .....	59
4.1 Generalidades del área de estudio. ....	59
4.2 Carbono almacenado en la biomasa aérea en el fuste y estipite de las plantaciones de <i>B. excelsa</i> . y <i>M. flexuosa</i> . ....	61
4.3 Stock de carbono almacenado en el fuste de la plantacion de <i>B. excelsa</i> . y estipite de la plantacion de la <i>M. flexuosa</i> . ....	63
4.4 Carbono equivalente almacenado en el fuste de la <i>B. excelsa</i> y estipite de la <i>M. flexuosa</i> . ....	66
4.5 Pago de valoración económica de CO <sub>2</sub> almacenado en el fuste de la <i>B.</i> <i>excelsa</i> y estipite de la <i>M. flexuosa</i> . ....	68
4.6 Total de almacenamiento de CO <sub>2</sub> , acumulado entre ambas plantaciones de <i>B.</i> <i>excelsa</i> y <i>M. flexuosa</i> . ....	71
4.7 Prueba estadística .....	72
<b>5. Discusiones de resultados</b> .....	75
5.1 Discusiones de resultados a nivel internacional.....	75
5.2 Discusiones de resultados a nivel nacional.....	77
5.3 Discusiones de resultados a nivel regional. ....	80
<b>6. Conclusiones</b> .....	82
<b>7. Recomendaciones</b> .....	83
Referencias Bibliográficas .....	84
Anexos .....	94

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Sumideros de Carbono</i> .....	28
<b>Tabla 2</b> <i>Taxonomía de la Mauritia flexuosa L. f.</i> .....	32
<b>Tabla 3</b> <i>Taxonomía de Bertholletia excelsa HBK.</i> .....	35
<b>Tabla 4</b> <i>Coordenadas UTM WGS 84 de los Vértices del Predio Agrícola</i> .....	41
<b>Tabla 5</b> <i>Coordenadas UTM WGS 84 de los Vértices de la Parcela de 100 x 100 metros de Aguaje</i> .....	41
<b>Tabla 6</b> <i>Coordenadas UTM WGS 84 de la Concesión Castañera</i> .....	44
<b>Tabla 7</b> <i>Coordenadas UTM WGS de los Vértices de la Parcela de 100 x 100 Metros de Castaña</i> .....	44
<b>Tabla 8</b> <i>Ubicación del Proyecto</i> .....	47
<b>Tabla 9</b> <i>Operacionalización de Variables</i> .....	49
<b>Tabla 10</b> <i>Materiales Utilizados en el Proyecto de Tesis</i> .....	52
<b>Tabla 11</b> <i>Inventario del Area de Estudio</i> .....	59
<b>Tabla 12</b> <i>Promedio de CAP, DAP Y ALT Entre las Plantaciones</i> .....	60
<b>Tabla 13</b> <i>Resultado de Carbono Almacenado en la Biomasa Aérea</i> .....	61
<b>Tabla 14</b> <i>Resultados de Stock de Carbono Almacenado</i> .....	63
<b>Tabla 15</b> <i>Resultados de (CO<sub>2</sub>-equi) Almacenado</i> .....	66
<b>Tabla 16</b> <i>Resultados de la Valoración Económica de CO<sub>2</sub> Almacenado</i> .....	68
<b>Tabla 17</b> <i>Resultados en Almacenamiento de CO<sub>2</sub> Acumulado Entre Ambas, Plantaciones de B. excelsa y M. flexuosa</i> .....	71
<b>Tabla 18</b> <i>Distribución de la Media, Varianza Poblacional, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación en la Plantación de Castaña</i> .....	72
<b>Tabla 19</b> <i>Distribución de la Media, Varianza Poblacional, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación en la Plantación de Aguaje</i> .....	72

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Estrategia Nacional de Cambio Climático México (2007)</i> .....	25
<b>Figura 2</b> <i>Distribución de Bosques Naturales de la Bertholletia excelsa en Madre de Dios</i> .....	36
<b>Figura 3</b> <i>Plano de Ubicación del Area de Estudio en el Predio Agrícola</i> .....	42
<b>Figura 4</b> <i>Plano de Ubicación de la Parcela de 100 x 100 metros y Dispersión de la Plantación de Aguaje</i> .....	43
<b>Figura 5</b> <i>Plano de Ubicación del Area de Estudio en la Concesión Castañera</i> .....	45
<b>Figura 6</b> <i>Plano de ubicación de la parcela de 100 x 100 metros y dispersión de la plantación de castaña</i> .....	46
<b>Figura 7</b> <i>Flujograma de Procedimiento del Proyecto de Tesis</i> .....	53
<b>Figura 8</b> <i>Características de las Plantaciones Inventariadas</i> .....	59
<b>Figura 9.</b> <i>Promedio de CAP, DAP y ALT, en las Plantaciones de Aguaje y Castaña</i> .....	60
<b>Figura 10</b> <i>Carbono Almacenado en Biomasa Aérea, en Plantaciones de Aguaje y Castaña</i> .....	61
<b>Figura 11</b> <i>Porcentaje de Carbono Almacenado en Biomasa Aérea</i> .....	61

<b>Figura 12</b> <i>Stock de Carbono Almacenado en las Plantaciones de Aguaje y Castaña</i> .....	64
<b>Figura 13</b> <i>Porcentaje de Stock de Carbono Almacenado</i> .....	64
<b>Figura 14</b> <i>Cantidad de (CO<sub>2</sub>-eqv.) Almacenado, en las Plantaciones de Aguaje y Castaña</i> .....	66
<b>Figura 15</b> <i>Porcentaje de (CO<sub>2</sub>-eqv.) Almacenado</i> .....	67
<b>Figura 16</b> <i>Valoración Económica de CO<sub>2</sub>, en la Plantación de Aguaje y Castaña</i> ..	69
<b>Figura 17</b> <i>Porcentaje de la Valoración Económica de CO<sub>2</sub></i> .....	69
<b>Figura 18</b> <i>Coefficiente de Variación % de Castaña y Aguaje</i> .....	73
<b>Figura 19</b> <i>Dispersión de Datos de la Plantación de Castaña y Aguaje</i> .....	73

## Anexo

<b>Anexo 1</b> <i>Matriz de consistencia</i> .....	95
<b>Anexo 2</b> <i>Formatos de Campo</i> .....	97
<b>Anexo 3.</b> <i>Formato de Post Campo</i> . .....	103
<b>Anexo 4.</b> <i>Panel Fotográfico</i> . .....	109
<b>Anexo 5:</b> <i>Pruebas estadísticas</i> .....	117

### Panel Fotográfico

<b>Ilustración 1</b> <i>Entrada al Predio Agrícola</i> . .....	109
<b>Ilustración 2</b> <i>La Hectárea de Plantación de Aguaje en el Predio Agrícola</i> .....	109
<b>Ilustración 3</b> <i>Medición del DAP de la Plantación de Aguaje</i> .....	110
<b>Ilustración 4</b> <i>Medición de la Altura de la Palmera de Aguaje</i> .....	110
<b>Ilustración 5</b> <i>Toma de Coordenadas UTM de la Palmera de Aguaje</i> .....	111
<b>Ilustración 6</b> <i>Palmeras de Aguaje Codificadas</i> .....	111
<b>Ilustración 7</b> <i>Numero de Codificación de la Palmera de Aguaje</i> .....	112
<b>Ilustración 8</b> <i>Plantación Inventariada de Aguaje</i> .....	112
<b>Ilustración 9</b> <i>Entrada al Castañal</i> .....	113
<b>Ilustración 10</b> <i>Plantación de una Hectárea de Castaña</i> .....	113
<b>Ilustración 11</b> <i>Medición del CAP de la Castaña</i> .....	114
<b>Ilustración 12</b> <i>Medición de Altura de la Castaña</i> .....	114
<b>Ilustración 13</b> <i>Toma de Coordenadas UTM de la Castaña</i> .....	115
<b>Ilustración 14</b> <i>Plantas de Castaña Codificadas</i> .....	115
<b>Ilustración 15</b> <i>Numero de Codificación de la Planta de Castaña</i> .....	116
<b>Ilustración 16</b> <i>Plantación Inventariada de Castaña</i> .....	116

## Introducción

El cambio climático es uno de los fenómenos que se viene presentando a comienzos del siglo XX. El aumento de los gases de efecto Invernadero (GEI) que se encuentran presentes en la atmósfera contribuyen al cambio climático, generando cambios en el clima como provocando el aumento de la temperatura la cual se manifiesta en la variación de las precipitaciones y va a generar pérdida de la biodiversidad y medio ambiente a nivel global, estos cambios son provocados de forma natural o antropogénico como degradación de bosques, deforestación y cambio de uso de suelos, escorrentía, erosión, alterando los ciclos biogeoquímicos del agua, carbono, azufre, nitrógeno y otros elementos generando el aumento de grandes cantidades de GEI.

Los ecosistemas como los bosques de la Región de Madre de Dios tienen la capacidad para almacenar carbono en forma de biomasa aérea, esto varía en función al, diámetro, densidad, altura y edad de la población vegetal. Es por ello que las plantaciones forestales cumplen un rol muy importante en el ciclo del carbono, dichas plantaciones asimilan el CO<sub>2</sub> y liberan O<sub>2</sub>, asimismo, almacenan componentes de carbono en sus estructuras por largos periodos, por lo cual se les considera sumideros naturales de carbono. Estas plantaciones pueden ser usadas en claros naturales, zonas degradadas, zonas deforestadas, tierras agrícolas, etc.

Es importante realizar investigaciones que ayuden a la conservación del medio ambiente mediante la reducción del CO<sub>2</sub> atmosférico y la producción de oxígeno; es por ello, que el trabajo de investigación busca determinar el almacenamiento y valoración económica del CO<sub>2</sub> en la biomasa aérea entre las plantaciones de *Bertholletia excelsa* H.B.K. y *Mauritia flexuosa* L. f., en el sector San Bernardo-Madre de Dios-2019, aplicando la metodología del método indirecto que consiste en utilizar formulas alométricas con los cuales se va a poder calcular la biomasa aérea, stock de carbono, carbono equivalente y determinar la valoración económica de CO<sub>2</sub> en las plantaciones.

La investigación busca contribuir con los conocimientos sobre el almacenamiento y valorización económica de CO<sub>2</sub>, en la biomasa aérea de las plantaciones forestales haciéndolo un sistema de producción económica, socialmente equitativo y ambientalmente sostenible.

LOS AUTORES

## 1. Planteamiento del Problema

### 1.1 Determinación del Problema

En estos tiempos al escuchar hablar sobre el calentamiento global que perjudica a todos los seres vivos, resulta ser un tema bastante comentado por la sociedad, en la actualidad es un acontecimiento del cual ya no se habla en las revistas y comunidades científicas internacionales, sino que es un tema del que la gente común ya no le es indiferente. El incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera es una inquietud a nivel mundial ya que este gas es considerado uno de los que más contribuye en generar el efecto invernadero (GEI), esta toma el nombre debido a que los gases impiden la salida al espacio de la energía que emite la Tierra. La apreciación de la comunidad científica sobre la variación del clima afirma que la mayor parte del calentamiento global observado en los últimos 50 años, se le atribuye a la actividad antropogénica.

Fagan (2008) expresa que las actividades antropogénicas se les atribuye ser los principales causantes del aumento de la concentración atmosférica de los GEI, entre ellos tenemos: El óxido nitroso ha incrementado en un 15%, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se ha aumentado en un 30% desde el inicio de la revolución industrial y el nivel del metano se ha duplicado. La capacidad atmosférica para retener el calor, ha aumentado por los incrementos de los GEI. (p. 298)

El GEI ha provocado el calentamiento global y este va a originar variaciones en el clima a nivel global, regional y local, como variaciones en la intensidad de las precipitaciones. En ciertas regiones, las lluvias van a extenderse de manera más continua y concentrada, con aguaceros y sequías alargadas, los eventos meteorológicos serán más rigurosos y habituales en determinadas regiones, incluyendo tormentas y fuertes tornados, se aumentará notoriamente las temperaturas y ocurrirán olas de calor más habituales e intensas. Se elevará el nivel promedio del mar, generada por el calentamiento del agua y de la fusión de masas de hielo y nieve, todo esto por efecto del calentamiento global, y ocasionarán: Pérdida de la biodiversidad, transformaciones en los ciclos biológicos, ocurrirán variaciones en producciones agrarias, habrá aparición de enfermedades, las comunidades se irán a lugares cada vez más distantes de desastres naturales.

Rodríguez (2005) manifiesta que los bosques cumplen funciones medioambientales, que son fuentes y depósitos de dióxido de carbono, la conservación de los recursos de suelos y aguas, disminuyen la desertificación y degradación de los recursos naturales, la preservación de la biodiversidad tiene la obligación de favorecer la productividad y sostenibilidad en función de conservación de aquellos recursos necesarios para la preservación del mismo bosque, cooperando con el bienestar de las comunidades, de esta manera los forestales deben proceder y actuar de una manera inmediata, sobre la toma de decisiones y buscar alternativas, teniendo como fin el desarrollo de nuestro nación. (p.62)

INEI (2010) afirma que la deforestación en la Amazonía del Perú, es definida como la merma de inmensas zonas de bosques, provocando el desequilibrio ecológico, pérdida de la biodiversidad y aumento en el calentamiento de la tierra, estas son provocadas por actividades antrópicas, las cuales intervienen en la industria de la madera suministrada por la tala ilegal, la agricultura migratoria, cuya extensión de tierras son para uso agrícola, la edificación de carreteras, leña que va a generar el carbón, etc.

Vallenas & Parillo, (2006) menciona que los arboles de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) ...se encuentran en la Región de Madre de Dios, siendo este el único lugar de todo el Perú. Madre de Dios cuenta con una superficie de 85182.63 km<sup>2</sup>, que representa el 6.6% del territorio peruano y el 15.3% de selva con un área totalmente boscosa, siendo utilizadas para la, agricultura, minería y madera, habiendo disminuido la capacidad de almacenar o fijar carbono.

Del Castillo.et al. (2006) definen que las palmeras de *Mauritia flexuosa* L. f., son parte de los ecosistemas amazónicos, las cuales cumplen un papel fundamental en el ambiente, ya que estas son depósitos de carbono lo que permite disminuir los cambios causados por los GEI. Dichos ecosistemas poseen la mayor capacidad de acopio de carbono de la selva baja, con una cantidad de 600 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea. (p.46)

Protocolo de Kioto (2005) asevera que los mercados de carbono a través de la valoración económica del CO<sub>2</sub>, generan nuevas formas de negocios en forestación, generando nuevas coyunturas económicas a personas con

responsabilidad ambiental ya que podrán beneficiarse de sus frutos y contribuir a la vez a la disminución del GEI.

Mongabay Latam (2018) afirma que el estudio realizado sobre la deforestación causado por la minera en Madre de Dios, estuvo a cargo del Centro de Innovación Científica Amazónica (CIN CIA), manifestando que la minería informal demuestra ser el causante de la deforestación en la región, el área dañada es más extensa de lo que se imaginaba. Se reconoció que el 67,5 % de la pérdida de bosque, se dio entre el 2009 y el 2017 en la que se perdió 64586 hectáreas.

Se ratificó que la minería aurífera se había convertido en la primera actividad que causa la degradación de suelos en toda la región. Durante ese periodo de tiempo, la deforestación encontró su más alto registró durante ese año. La actividad minera obtuvo un 38 % en pérdida de bosques en Madre de Dios y el 6.9 % de toda la nación”, solo el año pasado se deforestaron 9860 hectáreas, siendo esta la actividad que más deforestación causa. Una de las conclusiones que se ha llegado, es que la minería aurífera ha deforestado 95 750 hectáreas en los últimos 32 años, es decir, entre los años 1985 y 2017. Si comparamos el área deforestada se asemeja a una tercera parte de Lima Metropolitana. Cabe recordar que años atrás la agricultura migratoria se situaba en el primer lugar de deforestación, así señaló el director científico de CIN CIA, Francisco Román.

Así mismo se afirma que durante la edificación de la Carretera Interoceánica entre los años 2006 y el 2011, el porcentaje de deforestación se incrementó en un 425 %. La deforestación que se logró en el año 2006 fue de 2010 hectáreas ese año, pero en el año 2011 hubo una deforestación de 8536 hectáreas de bosques al año.

Es por ello que este estudio busca mitigar el calentamiento global ocasionado por GEI y de contribuir con los conocimientos sobre el almacenamiento y valorización económica de CO<sub>2</sub>, en la biomasa aérea entre las plantaciones forestales haciéndolo un sistema de producción económica y ambientalmente sostenible.

## 1.2 Formulación del Problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cuál es la cantidad de almacenamiento y valoración económica del CO<sub>2</sub> en biomasa aérea entre las plantaciones de *Bertholletia excelsa* H.B.K. y *Mauritia flexuosa* L. f., en el sector San Bernardo-Madre de Dios-2019?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la cantidad de carbono almacenado en biomasa aérea en el fuste y estípite de las plantaciones de diez años de edad de *B. excelsa* y *M. flexuosa*?
- ¿Cuánto es el stock de carbono almacenado en el fuste de la plantación de *B. excelsa* y estípite de la plantación de la *M. flexuosa*?
- ¿Qué cantidad de carbono equivalente se encuentra almacenado en el fuste de la *B. excelsa* y estípite de la *M. flexuosa*?
- ¿Cuánto es el pago por la valoración económica del CO<sub>2</sub> almacenado en el fuste de la *B. excelsa* y estípite de la *M. flexuosa*?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Determinar el almacenamiento y valoración económica del CO<sub>2</sub> en biomasa aérea entre las plantaciones de *Bertholletia excelsa* H.B.K. y *Mauritia flexuosa* L. f., en el sector San Bernardo-Madre de Dios-2019.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de carbono almacenado en biomasa aérea en el fuste y estípite de las plantaciones de diez años de edad de *B. excelsa*. y *M. flexuosa*.
- Calcular el stock de carbono almacenado en el fuste de la plantación de *B. excelsa*. y estípite de la plantación de *M. flexuosa*.
- Estimar la cantidad de carbono equivalente que se encuentra almacenado en el fuste de la *B. excelsa* y estípite de la *M. flexuosa*.
- Determinar el pago de la valoración económica del CO<sub>2</sub> almacenado en el fuste de la *B. excelsa* y estípite de la *M. flexuosa*.

## **1.4 Justificación e Importancia**

### **1.4.1 Justificación social**

La contribución social del trabajo de investigación, busca concientizar, motivar, sensibilizar a comuneros y productores a la siembra de plantaciones de aguaje y castaña y a que participen en el cuidado del medio ambiente a través de organizaciones, que se dediquen a promover los mercados de captura de carbono y a la vez mitigar el efecto invernadero a través de propuestas factibles. Adicionalmente, el pago por la valoración económica del CO<sub>2</sub> es un ingreso económico, así como la venta de sus productos, y esto puede significar una gran diferencia en las condiciones de vida de los campesinos, evitando incluso su migración por razones económicas.

### **1.4.2 Justificación económica**

IPPC (2000) manifiesta que la importancia en la contribución económica sobre el almacenamiento de carbono en árboles acorde con su biomasa, es la de suministrar servicios ambientales que van a incluir las especies forestales las cuales van a ser valorizadas y de esta manera tener probables utilidades para el hombre, dichas utilidades se van a obtener por medio de la fijación de carbono a través de los bonos verdes o de carbono el cual puede ser proporcional en impuestos, a su ambiente que se encuentra en el contexto social, etc.

### **1.4.3 Justificación ambiental**

La investigación resalta la enorme importancia ambiental de las plantaciones no maderables por el papel fundamental que cumplen en la mitigación de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). El Protocolo de Kioto nos da a entender que en los últimos años se ha generado un aumento de GEI; lo que nos lleva a determinar cuáles son las cantidades de almacenamiento de carbono en los distintos ecosistemas o sumideros, ellos asimilan el CO<sub>2</sub> y mediante el proceso de la fotosíntesis elaboran su biomasa, cabe indicar que a más biomasa obtenida mayor CO<sub>2</sub> será retenido por la planta. Dichas plantaciones nos suministrarán suficiente información para conocer el almacenamiento y valoración económica del CO<sub>2</sub>, en consecuencia, la investigación producirá grandes beneficios a la sociedad y ser humano.

#### 1.4.4 Justificación teórica-científica

La presente investigación verifica, describe, explica y analiza los estudios de almacenamiento y valoración económica del CO<sub>2</sub>, el cual es empleado como una herramienta eficaz para la mitigación del cambio climático y a la vez producir ingresos económicos. Así mismo va a proporcionar información cualitativa y cuantitativa, sobre las plantaciones no maderables.

#### 1.4.5 Justificación legal

El Congreso Constituyente Democrático, en uso de la atribución que le confieren los artículos 102 y 186 inciso 3) de la Constitución Política del Perú y el artículo 2 de su Reglamento, ha resuelto aprobar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptado en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y suscrita por el Perú en Río de Janeiro el 12 de junio de 1992. Mediante Resolución Legislativa N° 26185 el 12 de mayo de 1993 con lo cual nuestro país participa en dicho convenio. El Ministerio del Ambiente (MINAN) es creado el 13 de mayo de 2008, a través del Decreto Legislativo 1013, y este a través del Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático. (PNCBMCC) tiene por finalidad la de mantener la calidad del ambiente y garantizar a las presentes y futuras generaciones el derecho de disfrutar de un ambiente equilibrado e idóneo para el desarrollo de la vida.

Por consiguiente, el trabajo de investigación realizado, se justifica en determinar el almacenamiento y valoración económica del CO<sub>2</sub> en la biomasa aérea entre las plantaciones de *Bertholletia excelsa* H.B.K. y *Mauritia flexuosa* L. f., haciéndolo un sistema de producción económica y ambientalmente sostenible.

#### 1.4.6 Importancia de la investigación

La presente investigación es importante porque estima el almacenamiento y valoración del CO<sub>2</sub> en plantaciones no maderables generando un valor económico, en bonos de carbono y en producción de su fruto, teniendo como fin el de generar un beneficio para la población a nivel regional y nacional haciéndolo un sistema de producción económico y ambientalmente sostenible. A sí mismo, toda la información obtenida servirá para comprender la importancia que tiene la naturaleza la cual nos brindarnos bienes y servicios que son utilizados en nuestra vida diaria, de la misma

manera se da a entender que por tomar malas decisiones se pueden perder los bienes y servicios.

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis general**

El almacenamiento y valoración económica del CO<sub>2</sub> en biomasa aérea de las plantaciones de *Bertholletia excelsa* H.B.K., es menor que la de *Mauritia flexuosa* L.f, en el sector San Bernardo-Madre de Dios-2019.

### **1.5.2 Hipótesis específicas**

- La cantidad de carbono almacenado en biomasa aérea en el fuste y estípite de las plantaciones de diez años de edad de *B. excelsa* es menor al de *M. flexuosa*.
- El stock de carbono almacenado en el fuste de la plantación de *B. excelsa* es menor al del estípite de la plantación de *M. flexuosa*.
- EL carbono equivalente que se encuentra almacenado en el fuste de la *B. excelsa* es menor al del estípite de la *M. flexuosa*.
- El pago de la valoración económica del CO<sub>2</sub> almacenado en el fuste de la *B. excelsa* es menor al del estípite de la *M. flexuosa*.

## 2. Marco Teórico y Conceptual

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Antecedentes a nivel internacional

**SELAYA (2011)** Estimación de Carbono en Parcelas Permanentes de Monitoreo en un Bosque Antrópico de Pando. Resumen: El objetivo del estudio es de estimar el contenido de carbono en la biomasa encima del suelo, carbono del suelo, hojarasca y vegetación herbácea. La muestra tomada en parcelas permanentes de monitoreo (PPM) y transectos (T). Se instalaron 2 PPM de 1 ha en el Centro de Investigación e Interpretación de la Biodiversidad (CIIB), en el predio San Silvestre respectivamente y 3 transectos botánicos de 0.05 ha en un predio castañero. La metodología que se aplicó para la estimación la biomasa y el carbono es mediante la ecuación alométrica de Chave et al., (2005) que incluye diámetro y densidad de madera aplicada a bosques húmedos. El contenido reportado de carbono en la biomasa encima del suelo, suelo, herbáceas y hojarasca en la PPM-CIIB fue 161 t C/ha, 3 t C/ha, 0.48 t C/ha, 3.1 t C/ha; PPM-SS 183 t C/ha, 3 t C/ha, 0.31 t C/ha, 4.75 t C/ha; T- SS3 231 t C/ha, 2 t C/ha, 0.52 t C/ha, 6.6 t C/ha; TSS4 184 t C/ha , 2 t C/ha, 0.67 t C/ha, 3.22 t C/ha y Bosque secundario 116 t C/ha, 2 t C/ha, 0.48 t C/ha, 2.15 t C/ha respectivamente. Los resultados muestran un contenido de carbono estimado en promedio es de 182 t C/ha, lo que hace un 90% del carbono que está almacenado en la biomasa aérea y el resto en el suelo y la hojarasca. Los valores estimados se encuentran en el rango para la región (IBIF, 2009). Estudios de este tipo son importantes para determinar políticas de valoración de los servicios ambientales de los bosques de la región.

**ARANGO & CAMARGO (2012)** Bosques de guadua del eje cafetero de Colombia: Oportunidades para su inclusión en el mercado voluntario de C y el programa REDD+. Resumen: Valoraron la posibilidad de incluir las plantaciones en mercado opcionales y los boques naturales y la iniciativa REDD ±. Con el objetivo de precisar las oportunidades para acceder a incentivos vinculados con la mitigación del cambio climático. La metodología empleada para la estimación del carbono almacenado en la biomasa y en el suelo de bosques naturales de guadua se usaron parcelas y sitios evaluados en inventarios anteriores (Kleinn y Morales 2006, Camargo 2006). La

muestra es el área de estudio que abarca fragmentos de bosques de guadua en los departamentos del Valle de Cauca, Quindío, Risaralda, norte del Tolima y Caldas, en elevaciones que van de los 900 a los 2000 msnm. Los resultados obtenidos, lograron un promedio los bosques de bambú almacenan hasta  $126 \pm 4$  t C/ha, lo que significa una buena oportunidad de aplicación de la iniciativa REDD ±. Es importante ahondar en ciertas características como: dinámica, monitoreo y tener las posibilidades comparar con otras clases de coberturas boscosas, ya que, si bien los guaduales son ecosistemas boscosos, las especies de bambú no son árboles y, por lo tanto, actúan de manera diversa.

**ALVAREZ (2016)** Captura de Carbono en Plantaciones de *Pinus patula* schldl. et cham en Tonalaco, Veracruz. Resumen: El objetivo del estudio fue evaluar la capacidad de captura de carbono en plantaciones de 4, 6, 8, 10, 12 y 15 años de edad de *Pinus patula* establecidas en Tonalaco, Veracruz, ubicadas en la zona agrícola del ejido, estas plantaciones son propiedad de particulares. La metodología que se empleo fue la de evaluar 6 plantaciones de diferentes edades, en cada edad se realizó un muestreo aleatorio estratificado, en cada plantación seleccionada por edad se establecieron de forma sistemática 5 parcelas circulares (113.1m<sup>2</sup>). La muestra que se tomo fue de 30 parcelas de medición. Las variables medidas fueron altura, diámetro normal (a 1.3 m de altura), densidad de árboles, altitud, pendiente y coordenadas geográficas. La estimación del carbono capturado se realizó utilizando ecuaciones alométricas que requieren para su cálculo la variable diámetro normal (DN). Los resultados indican que existen diferencias en el carbono capturado en cada clase de edad de *P. patula*; a la edad de 15 años capturan en promedio aproximadamente 54.03 t C/ha; por lo que, demuestran ser una excelente opción para secuestrar el carbono atmosférico. Este es uno de los servicios ambientales que se obtienen y valoran cada vez más.

**LOPEZ (2017)** Estimación de Carbono Aéreo en Plantaciones de Teca (*tectona grandis* l.f.) de Catorce y Quince Años de Edad; Chahal, alta Verapaz. Guatemala. Resumen: El objetivo de la investigación Generar un modelo matemático para estimar la cantidad de carbono aéreo (sobre el suelo) fijado por plantaciones de teca (*Tectona grandis* L. f.) de 14 y 15 años de edad en la finca Sacuitz Chahal Alta Verapaz. La muestra se da en 76 parcelas de muestreo en el Estrato I y 8 Parcelas en el Estrato II, de 3,224 parcelas que es

la población total. Con base a estos datos, se puede resumir que el levantamiento de la muestra tiene una relación de 1 parcela de 500 m<sup>2</sup> por cada 2 ha. La metodología que se utilizó es la que propone el Instituto Internacional Winrock; el cual consiste en utilizar métodos directos que consiste en derribar y seccionar árboles de distintas clases diametrales para luego medir las variables, Diámetro a la Altura del Pecho –DAP-, Altura Total –Ht-, Diámetro de Copa –DC-, Diámetro Mayor -D1-, Diámetro Menor -D2-, Largo de la Troza –L-, peso fresco de las ramas, ramillas y hojas de los mismos se obtienen sub muestras para realizar análisis en laboratorio. Para estimar Carbono se realizaron pruebas de Carbono-Nitrógeno en el laboratorio del Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad de la Universidad del Valle de Guatemala, además se obtuvo la densidad de madera de teca y el Factor de Expansión de la Biomasa, procedimiento realizado en el laboratorio químico de la Universidad Rafael Landívar sede La Verapaz. Los resultados que se obtuvieron generaron un modelo de predicción de biomasa del fuste, que toma en cuenta el DAP y altura total, con un  $r^2$  Ajustada de 0.89, y Probabilidad -p- menor a 0.05, el carbono almacenado en los dos estratos es de 17,880.96 toneladas, la captura anual es de 410.39 toneladas de Carbono y con turnos de 20 años se estarán fijando en total 20,311.71 toneladas de Carbono.

**PATÍÑO et, al. (2018)** Captura de Carbono en Biomasa en Plantaciones Forestales y Sistemas Agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia  
Resumen: El estudio tuvo como objetivo la estimación de la biomasa total y el almacenamiento y fijación de carbono en plantaciones forestales (PF) y sistemas agroforestales (SAF), Las muestras se establecieron en 11 parcelas temporales de muestreo (PTM) distribuidas en los dos sistemas de uso del suelo evaluados. El tamaño de las PTM se definió siguiendo la metodología propuesta de MacDicken (1997). La metodología empleada fue la de estimar el almacenamiento y fijación de carbono en la biomasa aérea (BA) y abajo del suelo (BAS) en siete PF y en SAF. Se midió la altura total y el diámetro a la altura del pecho (dap) de los árboles con  $dap > 10$  cm y el D30 en las plantas de cacao en parcelas temporales de muestreo de diferente tamaño. La BA se estimó empleando modelos alométricos o alternativamente con factores de expansión de biomasa. La BAS se estimó con un modelo general recomendado por el IPCC. Los resultados encontrados en las PF de entre 5 y 25 años

almacenaron entre 18,6 y 64,4 Mg C ha<sup>-1</sup>; mientras que los SAF capturaron 85, Mg C ha<sup>-1</sup> (10-15 años). La tasa de fijación de carbono promedio fue de 1,4 y 4,9 Mg C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para las PF y los SAF, respectivamente. Los resultados demuestran la importancia de estos sistemas como mitigadores del cambio climático y enfatiza las ventajas de involucran SAF con leños perennes como sumidero de gran cantidad de carbono permitiendo a su vez, la producción agropecuaria.

**VINCENT (2018)** Estimación de Biomasa y Carbono en Plantaciones de Teca (*Tectona grandis* L. f.) por Método Indirecto y Mapeo Mediante Sistemas de Información Geográfica. Resumen: El objetivo es el de desarrollar un modelo biométrico para estimar la biomasa aérea y carbono almacenado en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L. f.) de diferentes edades, condiciones de sitio y realizar un mapeo mediante herramientas SIG, en Nayarit, México. La metodología empleada es de método directo o destructivo y mapeo mediante sistemas de información geográfica diferentes edades, condiciones de sitio y realizar un mapeo mediante (SIG). Se muestrearon 510 árboles distribuidos en 12 edades (1 a 17 años), se midió la altura total (h), diámetro normal (Dn), y se tomó el geo posicionamiento de las plantaciones evaluadas. Se estimó el volumen (V), biomasa (B) y carbono (C) de las plantaciones por modelos alométricos de predicción a partir de información previamente documentada por metodología directa. Se elaboraron los mapas de distribución espacial de carbono según la hidro climatología y suelo de cada municipio. Los resultados de la investigación son: en los análisis estadísticos mostraron diferencias altamente significativas en relación con la h, Dn, V, B y C, siendo la plantación de 15 años la que mejor comportamiento mostró (promedio árbol) para estas variables. El modelo de mejor ajuste tomó como referente el Dn y el h La mayor acumulación de B y C se obtuvo en las plantaciones de Santiago Ixcuintla (196.13 y 61.77 t ha<sup>-1</sup>), caracterizado por tener temperatura y precipitación promedio anual de 25 °C y 1750 mm y suelos Solonchak. En este estudio, se encontró que la ganancia de biomasa y carbono en la teca obedece condiciones hidro climatológicas, suelo y manejo silvícola oportuno de las plantaciones. Por primera vez se encontró una ecuación,  $\Delta = 1.17297 * \Delta + 0.16185 * h$  que puede estimar la biomasa y el carbono

almacenado para plantaciones de teca de diferentes edades y condiciones edafo climáticas en Nayarit.

### 2.1.2 Antecedentes a nivel nacional

**ARAUJO (2014)** Secuestro y Valoración Económica de CO<sub>2</sub> en Tres Plantaciones de *Simarouba amara* en el Departamento de Del CIEFOR Puerto Almendras, quitos. El objetivo general de la investigación es de cuantificar el secuestro de CO<sub>2</sub> y su respectiva valoración económica. El tipo de investigación utilizado fue descriptivo cuantitativo de nivel básico. La metodología empleada es no destructiva o indirecta y se utilizaron formulas alometricas, se inventariaron todos los árboles plantados de *Simarouba amara* en las edades de 43, 27 y 34 años, se registraron el DAP y la altura total de cada árbol, los que permitieron calcular la biomasa, el carbono almacenado, el secuestro de CO<sub>2</sub> y su valor económico, teniendo como referencia el valor consignado la bolsa de SENDECO<sub>2</sub>. Los resultados obtenidos en la plantación de *Simarouba amara* de edad 27 años se determinó el mayor secuestro de CO<sub>2</sub> con 454,72 tCO<sub>2</sub>/ha obteniendo un valor económico de US\$ 2791,98/ha, así mismo en la plantación de *Simarouba amara* de 34 años se determinó un secuestro de CO<sub>2</sub> de 173,84 tCO<sub>2</sub>/ha, con un valor económico de US\$ 1067,38/ha, mientras que en la plantación de *Simarouba amara* de 43 años se determinó el menor secuestro de CO<sub>2</sub> con 83,36 tCO<sub>2</sub>/ha obteniendo así un valor económico de US\$ 511,83t/ha. En conclusión, las plantaciones más jóvenes son las que capturan más CO<sub>2</sub>.

**CABRERA & RIVAS (2014)** 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. Resumen: La investigación tuvo como objetivo el cuantificar los servicios ambientales de secuestro de Carbono de los aguajales (*Mauritia flexuosa*). La muestra es tomada de inventariar 2 parcelas de cada tipo de bosque, cada parcela con una distancia de 50x50 (2500m<sup>2</sup>).La metodología empleada fue destructiva el trabajo cuenta con una muestra de investigación consta de tres partes: I. Inventario florístico de dos tipos de aguajales uno denso donde se identificaron 300 individuos de (*Mauritia flexuosa*), mientras que en el aguajal semidenso o mixto se encontraron 122

individuos por hectárea estos datos tomados se hicieron en un área de 2500 m<sup>2</sup>. Luego se determinó la biomasa total de los aguajales (densos y semidensos). se aplicó el método directo en 04 palmeras generando una ecuación de regresión, por último se determinó la cuantificación del carbono total de los aguajales (densos y semidensos). Los resultados que se obtuvieron en promedio de 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.

**DEL AGUILA (2014)** Secuestro de CO<sub>2</sub> y almacenamiento de Carbono en Plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* ducke "Tornillo" en Tres Edades Diferentes en el CIEFOR -, Puerto Almendra, Rio Nana y, Iquitos – Perú. Tuvo como objetivo general el secuestro y almacenamiento de carbono en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke "tornillo" en tres diferentes edades. El tipo de investigación es descriptivo y el nivel básico. La muestra de esta investigación está representada por todos los árboles de *C. cateniformis* existentes en la plantación de 27, 35 y 43 años, con 201 individuos 12 con un área total de 2, 73 ha. La metodología empleada es indirecta o no destructiva utilizando la ecuación alométrica para bosques tropicales desarrollada por Higuchi y Carvalho (1994), posteriormente se cuantificaron el almacenamiento de carbono y el secuestro de CO<sub>2</sub>, para cada plantación. Los resultados obtenidos muestran una biomasa de 301,50 t/ha, 222,26 t/ha y 56,93 t/ha, un almacenamiento de carbono de 186,93 t C/ha, 137,80 t C/ha y 35,30 t C/ha y un secuestro de CO<sub>2</sub> de 685,33 tCO<sub>2</sub>/ha, 303,14 t CO<sub>2</sub>/ha y 77,64 tCO<sub>2</sub>/ha, para las plantaciones de 43, 35 y 27 años, respectivamente; respectivamente. Por último, se indica que el secuestro de carbono depende directamente de la edad de la plantación; es decir, a mayor edad mayor secuestro de CO<sub>2</sub> y mayor almacenamiento de carbono.

**ESPINOZA et al. (2014)** Almacenamiento y fijación de Carbono en una Plantación de Aguaje (*Mauritia flexuosa*) y Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*) en Campus de la Universidad de Ucayali. Las plantaciones de palma aceitera con 29 años y el aguaje con 20 años, fueron instalados en suelos degradados. El objetivo de la investigación fue determinar el almacenamiento y fijación de carbono en dichas plantaciones. La metodología empleada fue indirecta y no destructiva, la cual consiste en usar formulas alométricas para determinar la

acumulación de CO<sub>2</sub> en la biomasa aérea. La muestra tomada fue del 100% de la población haciendo un total de 100 plantas de aguaje. Se determinó también el carbono almacenado en el suelo de dichas plantaciones. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el almacenamiento de carbono promedio en la biomasa aérea de la palma aceitera fue de 31.2610 MgC/ha y del aguaje es de 2.164 MgC/ha; y la fijación en el suelo fue de 3.730 MgC/ha. En conclusión, el aguaje logró 2.540 MgC/ha acumulados en la biomasa aérea y la palma aceitera logro un total 34.99 MgC/ha, teniendo mayor capacidad de almacenamiento y fijación de carbono la palma aceitera.

**RUIZ (2014)** Valoración Económica Del Secuestro De CO<sub>2</sub> En Plantaciones De 27 Años en Especies de *Ormosia coccinea*, *Parkia igneiflora*, y *Simarouba amara*, en el CIEFOR-PTO. Almendra, Perú. Resumen: El objetivo de estimar el valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> en plantaciones de 27 años en especies forestales del CIEFOR-Pto. Almendra. La metodología utilizada fue el método indirecto, el cual consistió en medir el DAP y la altura total en el campo de cada árbol, para posteriormente obtener el volumen, y recién calcular la biomasa verde total, posteriormente biomasa seca, carbono almacenado y recién el secuestro del CO<sub>2</sub>, obtenido este dato recién se valorizo económicamente las plantaciones por el servicio de secuestro de CO<sub>2</sub>. La muestra de la investigación estuvo constituida por todos los arboles de cada plantación, realizándose un inventario al 100 %, dada estas características, la muestra fue igual a la población. Los resultados que tienen el mayor secuestro de CO<sub>2</sub> con 337,21 t CO<sub>2</sub>/ha y mayor valor económico de secuestro de CO<sub>2</sub> con \$ 1180,23/tCO<sub>2</sub>/ha se obtuvo en la plantación de *S. amara*, seguida de la plantación de *P. igneiflora* con un secuestro de CO<sub>2</sub> de 250,49 t CO<sub>2</sub>/ha y un valor económico por este servicio ambiental de \$ 876,71/tCO<sub>2</sub>/ha y por último la plantación con menor tasa de secuestro de CO<sub>2</sub> con 234,86 t CO<sub>2</sub>/ha y menor valor económico de 822,01/tCO<sub>2</sub>/ha. por el secuestro de CO<sub>2</sub> con es *O. coccinea*.

**MOZOMBITE (2015)** Valoración Económica del Secuestro DE CO<sub>2</sub> y de la Producción de Oxígeno en Plantaciones de *Mauritia flexuosa* L.f. En Puerto Almendra, Iquitos-Perú. Resumen: El objetivo de la investigación es la de valorar económicamente el secuestro de CO<sub>2</sub> y la producción de O<sub>2</sub> en diferentes clases diamétricas. La metodología de la investigación es

descriptiva comparativa con muestro no destructiva, el investigador emplea formulas alometricas (NOWAK et al., 2007), para cuantificar el secuestro de CO<sub>2</sub> y la producción de O<sub>2</sub>. La muestra del estudio estuvo conformada por toda la población de palmeras de *M. flexuosa* de 27 años de dos (02) plantaciones establecidas en el CIEFOR-Puerto Almendra con un área total de manejo de 2,0 ha. Los resultados obtenidos muestran que la plantación de *M. flexuosa* 30 (b) es la que tuvo mayor valor económico en CO<sub>2</sub> con US\$ 16,82 tCO<sub>2</sub>/palmera y US\$ 12,49 tO<sub>2</sub>/palmera con respecto a la plantación 30 (a) con US\$ 9,41 tCO<sub>2</sub>/palmera y US\$ 6,84 tO<sub>2</sub>/palmera. Las clases diamétricas que obtuvieron mayores valores económicos en secuestro de CO<sub>2</sub> y producción de O<sub>2</sub> son: >45-50 cm y >40-45 cm, para ambas plantaciones. Se aceptó la hipótesis alterna, existiendo diferencia significativa en el valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> y la producción de oxígeno (O<sub>2</sub>) entre las clases diamétricas y las plantaciones.

**VILCA (2017)** Almacenamiento de CO<sub>2</sub> en Biomasa Aérea de las Familias *Arecaceae* y *Bombacaceae* de un Ecosistema Aguajal en Pósic, San Martín-2017. Resumen: El objetivo del estudio fue determinar el almacenamiento de CO<sub>2</sub> en la biomasa aérea de las familias *Arecaceae* y *Bombacaceae*. La metodología empleada fue no experimental descriptiva con muestreo no destructivo, utilizo formulas alometricas en la investigación para el cálculo de la biomasa aérea. La muestra de dicho estudio fue de dos hectáreas: una hectárea para aguajal semidenso y otra hectárea para aguajal mixto. El muestreo fue estratificado para la condición (tipo) del bosque y dirigido para el establecimiento de las parcelas, se identificó 556 individuos para el aguajal semi denso y 355 para el aguajal mixto. Los resultados que se obtuvieron del carbono capturado por la familia *Arecaceae* fue de 42.5 Mg/Ha, por lo tanto, el CO<sub>2</sub> almacenado es 156 Mg/Ha, mientras que para familia *Bombacaceae* es de 10.9 Mg/Ha y el CO<sub>2</sub> almacenado es de 40 Mg/Ha, haciendo un total de 53.4 Mg C/Ha y un total de 196 Mg/Ha de CO<sub>2</sub> almacenado para el aguajal semidenso. Por otro lado, el carbono capturado por el aguajal mixto es de 40.3 MgC/Ha y el CO<sub>2</sub> almacenado es de 148 Mg/Ha correspondientes a las familias *Arecaceae* (7.7 Mg C/Ha y 28.3 Mg CO<sub>2</sub>/Ha) y *Bombacaceae*(48 Mg C /Ha y 176 Mg CO<sub>2</sub>/Ha)Se utilizó el precio de 5.9\$ dólares americanos establecidos por FORES TRENDS (2016).La familia *Arecaceae* alcanzo un

pago por servicio ambiental de 920.6 \$ dólares /ha, y la familia Bombacaceae alcanzo un total de 1155.9 \$ dólares /ha, para el aguajal semi denso ,mientras que en el aguajal mixto la familia Arecaceae obtuvo 873.5\$ dólares /ha y la familia Bombacaceae alcanzo un total de 167.5\$ haciendo un total de 1041 dolaraes/ha. Se llegó a la conclusión, que la familia Arecaceae posee el mayor almacenamiento de CO<sub>2</sub> que la familia Bombacaceae, haciendo un total de 1303.4 Mg para toda el área de estudio y el pago por el servicio ambiental es 7690.1 dólares americanos.

**LAO (2017)** Captura de Carbono Mediante Estimación de Biomasa Aérea y Necromasa en la Zona de Aguajales del Alto Mayo, Sector Tingana Moyobamba-San Martin 2017. Resumen: El objetivo es determinar la cantidad de carbono almacenado en ecosistemas amazónicos mediante evaluación de la biomasa aérea y necromasa. La metodología empleada fue no destructiva o indirectas. La presente investigación corresponde a un tipo de pre experimental de nivel descriptivo-analítico debido a que se pretende estimar la cantidad de CO<sub>2</sub> almacenado (tn/ha) por la biomasa forestal amazónico. La muestra del estudio se realizó en 25 parcelas de 20x20 metros cada una, donde se obtuvieron 872 especies se tomó en cuenta el dap  $\geq 7.5$  las cuales fueron marcadas e identificadas por especie y familia además se consideró 9 muestras de necromasa en hojarasca. El resultado obtenido es de 82.7293938 Mg C/ha de carbono y en la necromasa se obtuvo 1.29 Mg C/ha. En conclusión, la biomasa aérea es la que tiene mayor captura de carbono que la necromasa la cual se debe dar una importancia de conservación para así mitigar el cambio climático.

**RAMIREZ (2019)** Valoración Económica de la Producción de Oxígeno en Plantaciones de *Vochysia lomatophylla* “quillosa” y *parkia sp.* “Pashaco” de Diferentes Edades en Puerto Almendra, Iquitos-Perú-2014. Resumen: El objetivo de valorar económicamente el servicio ambiental de la producción de oxígeno (O<sub>2</sub>). La metodología seguida. La muestra del estudio estuvo conformada por todas las plantaciones de *Vochysia lomatophylla* “quillosa” y *Parkia sp.* “pashaco” de 06, 13, 22, 27 y 33 años, que se encuentran establecidas en el CIEFOR Pto Almendra. La metodología que se utilizo fue la del método indirecto en cada plantación; midiéndose DAP, AT, para el cálculo de la producción de (O<sub>2</sub>) se realizó mediante el carbono (C) almacenado en

los árboles por la relación del peso atómico de O<sub>2</sub> entre el peso atómico del (C); mientras que la evaluación económica del O<sub>2</sub> fue calculado por el precio referencial en el mercado dado por La Bolsa Española de derechos de Emisiones de Dióxido de Carbono (SENDECO<sub>2</sub>). Los resultados muestran que en la plantación de *V. lomatophylla* de 33 años de edad se encontró la mayor producción promedio de oxígeno con 1,14 tO<sub>2</sub>/árbol, con incremento anualizado de 0,030 tO<sub>2</sub>/árbol; valorizado en 6,25 \$/tO<sub>2</sub> con incremento de 0,19 \$/tO<sub>2</sub>; mientras que en *Parkia sp* se calculó la mayor producción de O<sub>2</sub> en plantación de 27 años con 0,791 tO<sub>2</sub>/árbol con incremento de 0,029 tO<sub>2</sub>/árbol equivalente a 4,35 \$/tO<sub>2</sub> y 0,160 \$/tO<sub>2</sub> respectivamente.

### 2.1.3 Antecedentes a nivel regional

**PEREIRA (2013)** Stock de carbono almacenado en bosque primario intervenido de terraza baja, región tropical húmeda del Departamento de Madre de Dios. Resumen: El objetivo del estudio fue determinar el stock de carbono almacenado en un bosque primario intervenido de terraza baja. El tipo de investigación es básico y el diseño de la investigación es descriptivo correlaciona. La metodología empleada es indirecta o no destructiva, se utilizó formulas alometricas para determinar el stock de carbón almacenado, la población estuvo conformada por todos los árboles forestales que se encuentran en el área de la Empresa. La muestra es de una hectárea para cada estudio de stock de carbono en biomasa aérea y necromasa (árboles muertos en pie y caídos y hojarasca). Los resultados obtenidos fueron de 933 árboles/ha con biomasa aérea de 208,28 t/ha y 104,14 tC/ha de carbono aéreo, con necromasa de 12,57 m<sup>3</sup>, en las 25 parcelas estudiadas; con un total 5,02 tC/ha en la hojarasca.

**BEJAR & HUAMANI (2013)** Determinación de la Reserva de Carbono en un Bosque de Terraza Alta Mediante el Método de Ecuaciones Alometricas, Fundo el Bosque -Las Piedras - Madre de Dios. Resumen: El objetivo es de cuantificar la reserva de stock carbono en un Bosque de Terraza Alta del Fundo El Bosque de la UNAMAD. La metodología fue descriptiva se aplicó la metodología de Marqués 2000; en dos fases; campo y laboratorio. La muestra de investigación consistió en determinar 22 Parcela rectangulares de 20 x 50: Inventario de árboles grandes y(Fustales v Árboles), Parcela 2 x 10: Inventario de árboles

pequeños (Latizales) ~ Parcela 2x2: colección de herbácea (Brinzales), hojarasca y materia muerta 22, se colectó las muestras de hojarasca, herbácea y materia muerta para ser pesadas y se tomó muestras de 200 gr. Respectivamente, para la fase de laboratorio donde se obtuvo el peso húmedo y seco de cada una de las muestras; de 330 sub muestras las cuales se procesaron y calcularon a través de ecuaciones alométricas. Los resultados obtenidos son: para la BAG presentó un valor promedio de 271.05 tC/ha, la BAP con un valor promedio de 15.86 tC/ha, la BH con un valor promedio de 3.007 tC/ha, la biomasa estimada del componente de hojarasca con un valor promedio de 5.11 tC/ha, la biomasa estimada del componente de materia muerta presento un valor promedio de 4.14 tC/ha, la cantidad de carbono equivalente estimada presentó un valor de 452.16 t C02-equ/ha., la cantidad de Carbono Equivalente por toda el área (t C02-equi). Estima un valor total de 193632.788 tC02-equi.

**FLORES & PILLACA (2014).** Determinación del Stock de Carbono en la Biomasa Aérea y Necromasa en Diferentes Tipos de Vegetación en la Comunidad de Puerto Arturo, Distrito Tambopata, Madre de Dios-Perú. Resumen: El objetivo del estudio es de cuantificar el stock de carbono en la vegetación mixta de la comunidad, de Puerto Arturo. La metodología según el tipo de investigación es descriptiva, para estimar la biomasa y necromasa se emplearon ecuaciones alométricas, (Honorio eta/2010; Araujo, 2011). Se realizó un pre muestreo, en el que se evaluó 2 parcelas por cada tipo de vegetación haciendo un total de 10 parcelas para determinar el coeficiente de variación de la biomasa de los árboles mayor a 5 cm de DAP, posteriormente se determinó el número de parcelas necesarias, luego las parcelas de muestreo se distribuyeron de manera aleatoria. Los resultados obtenidos de contenido de carbono promedio son; (1) Bosque Semicaducifolios densos en planicies 161.38 MgCha-1 , (2) Complejo de chacras y purmas (B) 150.37 MgCha-1 , (3) Complejo de chacras y purmas (A) 47.83 MgCha-1 , (4) Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o Aguajales 121.72 MgCha~, (5) Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas 81.42 MgCha-1 y (6) Comunidades pantanosas arbóreas renacales y palmeras 68.31 MgCha-1, obteniéndose un promedio de 136.98 MgCha-1 , consolidándose en un reservorio de 517,972.11 MgC, en 3781.5 ha, siendo la necromasa la

responsable del 10.38% (53,740.99 MgC), y la biomasa aérea del 89.62% (464,231.11 MgC).

**CJUNO & PAUCAR (2015)** Stock de Carbono de la Biomasa Aérea y Necromasa en un Bosque de Terraza Alta Presente en dos Concesiones de Reforestación en el Sector Santa Rita Baja, Distrito de Inambari, Madre de Dios. Resumen: El objetivo de la investigación es estimar el stock de carbono de la biomasa aérea y necromasa en un bosque de Terraza Alta en dos concesiones de reforestación. La metodología es de alcance temporal es transversal que consistió en observar y calcular los componentes de Biomasa, utilizando formulas alométricas, se consideró los siguientes componentes: individuos  $\geq 50$ ,  $\geq 20 - < 20$ , y  $< 5$  cm de dap, además de los arbustos pequeños ( $< 30$  cm de altura), y de lianas (enredaderas leñosas  $< 10$  cm de DAP), además de esto se consideraron 3 sub-componentes de la necromasa, como son; Madera muerta en pie, madera muerta caída y hojarasca. Se realizó un pre-muestreo, en el que se evaluó 4 parcelas por cada tipo de estrato haciendo un total de 12 parcelas para determinar el coeficiente de variación de la biomasa comprendida entre la biomasa viva y necromasa, posteriormente se determinó el número de parcelas necesarias que son 72, luego las parcelas de muestreo se distribuyeron de manera aleatoria. Los resultados arrojaron 188.391 MgCha<sup>-1</sup> para el bosque de Cp-ar con escaso aprovechamiento de madera, hubo una notable diferencia frente al bosque de Cp-ar que experimentó un intensivo aprovechamiento de madera, el cual presento apenas un valor de 101.794 MgCha<sup>-1</sup>, mientras que para el área abandonada por la actividad minera se encontró apenas una insignificante cifra de 0.122 MgCha<sup>-1</sup>. En conclusión se notó de manera muy clara la importancia de la conservación de los bosques en pro de la mitigación del cambio climático, lo cual se procuraría si los concesionarios de estas áreas recibirían incentivos significativos por este servicio.

**LOPEZ (2015)** Valorización Económica del Servicio Ambiental de Captura de Carbono en el Fundo Violeta Tahuamanu-Madre de Dios. Resumen: El objetivo de la investigación es de establecer una comparación de la valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono entre un bosque primario y un bosque con actividad agrícola. La metodología empleada en la investigación se desarrolló de acuerdo a la "Guía para la determinación de

carbono en pequeñas propiedades rurales” (2009), la metodología utilizada es World Agroforestry Center (ICRAF) para la determinación de carbono. La muestra se utilizó una parcela rectangular de 20 x 100 (2000 m<sup>2</sup>) para la medición de árboles (vegetación arbórea) con dap superior a 30 cm. Dentro de esta parcela se encuentran las cuatro (04) sub-parcelas de vegetación no arbórea y las cuatro (04) sub-parcelas de detritos y hojarasca. El modelo el precio que propuso para la valoración es de 27.5 \$ dólares americanos que fue utilizado SOHNGEN Y BEACN (NATURE CONSERVACY 2013), Los resultados del trabajo en: Vegetación arbórea 60.84 t C/ha, Vegetación no arbórea: 24.57 t C/ha., y en *stock* de carbono de la biomasa muerta: 7.39 t C/ha. El stock total del área del fundo con bosque primario, es: 92.80 t C/ha en fundo primario y en el Fundo agrícola 7.3 t C/ha. Generando una valoración económica de US \$ 186,128.23 por las 20.05 ha FP, y \$ 1460.18 en el FA de 2 ha. Indican que, la biomasa viva sobre el suelo es mayor a la biomasa muerta.

**BURGOS & TARQUI (2018)** Cuantificación de Biomasa y Carbono en la Parcela Permanente de Monitoreo en el Fundo Primavera de la EPIF de la UNSAAC. Resumen: El objetivo de la investigación es determinar, calcular y cuantificar el carbono almacenado en la biomasa aérea viva, en la necromasa y la materia orgánica del suelo. La metodología es básicamente descriptivo, cuantitativo y aplicado utilizado un muestreo es directo e indirecto este consiste en utilizar formulas alometricas, para la determinación del carbono se usó la fracción de carbono (0,5) basada en el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). La muestra de la investigación son todos los árboles vivos y muertos que se encuentran en una parcela permanente de monitoreo de 1 ha en el fundo, ubicados al azar sub dividido en 25 sub parcelas de 20x20 metros, luego se hizo un inventario de todas las especies que se encuentran en el área del proyecto a estudiar. Los resultados que se registraron son de 139, 587 Tn C Ha<sup>-1</sup> tras haber evaluado 426 árboles vivos  $\geq$  10 cm de DAP, con una biomasa de 220,02 Tn. equivalente a 105,61 Tn C Ha<sup>-1</sup>, que representa el 75,6% el 3,4% de carbono en Árboles muertos en Pie, 7,81% en Árboles y ramas caídas sobre el suelo, 2,34% en Hojarasca y detrito fino y 10,75% en suelo (0-30 cm de profundidad). En síntesis, el estudio es importante debido a que contribuye a los avances de la investigación sobre el

carbono tropical de la Amazónica Peruana, y en especial para el sur-oeste de la selva de Madre de Dios.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Efecto invernadero.**

#### ***2.2.1.1 Protocolo de Kioto.***

Brown & Lugo (1984) manifiestan que el Protocolo de Kioto firmado en diciembre de 1997, es el más importante hasta la fecha, incorpora términos legales que obligan a los países industrializados (países incluidos en el Anexo I del Protocolo) a reducir el GEI hasta en un 5%, durante el periodo comprendido entre los años 2008 a 2012. No todos los países tienen los mismos términos legales.

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.

Los gobiernos debatieron durante cuatro años y finalmente en el año 2001 aprobaron las reglas y modalidades de cómo llevar a cabo el Protocolo de Kioto este se da en los acuerdos de Marrakech.

Ortiz & Kanninen (2009) afirman que el protocolo de Kioto estableció 3 mecanismos flexibles, que van a ayudar a los países industrializados para lograr sus objetivos y expectativas. Estos mecanismos son:

#### **1.-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.

#### **2.-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 1 dentro de sus objetivos nacionales de reducción.

### **3.-El Comercio internacional de emisiones (CIE).**

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

ONU (1992) confirma que en este Protocolo se estableció la necesidad de estimar la cantidad de carbono acumulado en los "sumideros de GEI", y hacer posible la implementación de mecanismos de desarrollo limpio (MDL) a través de ellos. A fin de entender lo que pasará en el futuro si seguimos agotando los sistemas vegetales y actuar frente a esto, considerando que la vegetación constituye un sistema importante para acumular el CO<sub>2</sub> y convertirlo en moléculas orgánicas a través de la fotosíntesis.

#### ***2.2.1.2 Efecto invernadero en el Perú.***

El Perú se sitúa dentro de los países que apoyan, la reducción de emisiones en el contexto del Protocolo de Kioto, el cual no es imperativo sino más bien es opcional, no obstante, se tiene la expectativa que esto varíe con el tratado que se aguarda a suscribir a fines de 2015, en la COP 21 en París.

El MINAM (2011) asevera que en el año 2008 el estado peruano viene fomentando una serie de actividades orientadas a reconocer la coyuntura de una economía baja en carbono y a la disminución de los GEI. Por medio del MINAM en concertación con el MEF y el MRE, tomó la determinación de manifestarse, en toma de decisiones a nivel global para disminuir el GEI. En el año 2011, esta disposición fue difundida a las autoridades que se encuentran a cargo de la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas por el Cambio Climático) e incorporo el compromiso de lograr los objetivos trazados sobre la mitigación al 2021.

#### **2.2.2 Cambio climático**

##### ***2.2.2.1 Causas del cambio climático***

###### **a). - Gases de efecto invernadero**

El fenómeno conocido como Efecto Invernadero al igual que el Cambio Climático se han dado a conocer a lo largo de nuestra historia y nuestro ambiente no ha sido indiferente a sus cambios.

El INE (2009) afirma que el GEI se genera en: La capa de la troposfera que está en contacto con la superficie de la tierra el cual es capaz de retener y atraer la radiación infrarroja por medio de gases como: como el Vapor de Agua, el Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), el Metano (CH<sub>4</sub>), el Ozono (O<sub>3</sub>), el Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), y los Clorofluorocarbonos (CFCs), los agrupamientos de estos gases en la atmósfera están presentes en bajas cantidades conocidos como gases traza.

La atmósfera terrestre está constituida por: 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, 0.9%Ar, 0.06% otros gases y 0.04% de CO<sub>2</sub>.

El IPCC (2012) expresa que la atmósfera terrestre está constituida por la: alteración de las condiciones climáticas medias y/o inestabilidad de sus propiedades que se puede reconocer y que se sustenta durante una etapa de tiempo alargado, regularmente por décadas o más tiempo, obtenido por causas naturales internas o forzamientos externos, o por alteraciones antropogénicas permanente en la estructura de la atmósfera o en la utilización del suelo.

INE (2009) manifiesta que la radiación visible detenida por la tierra es, procedente del Sol, que ingresa hasta la superficie. Al calentarse la superficie esta irradia una radiación de onda larga, dicha radiación es atrapada por los gases de invernadero que se encuentran en la troposfera que es parte de la atmósfera, generando el calentamiento de ésta. Este suceso es el responsable de que la temperatura sea más o menos de 14 °C en la superficie de la Tierra, dicha temperatura sería más baja si no se produjera este suceso.

IPCC (2013) asegura que la atmósfera, la superficie terrestre, los océanos y también el efecto invernadero forman parte del sistema balanceado de transmisión de energía que se da entre ellos. La cantidad de energía que percibe la superficie terrestre es igual a la que pierde, siempre y cuando el clima se mantenga constante. A fines del siglo xx, las variaciones en la energía del sol, el aumento en la acumulación de GEI, las erupciones volcánicas han sido los forzamientos más trascendentales que se han dado. El incremento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera ha logrado ser la principal aportación al forzamiento radiactivo positivo total desde 1750. (p.16)

Figura 1

## Gases de Efecto Invernadero.

GEI	Composición molecular	GWP (CO <sub>2</sub> e)	Vida media (años)	Origen
<b>Bióxido de carbono</b>	CO <sub>2</sub>	1	50 – 200	Quema de combustibles fósiles y de biomasa, incendios forestales.
<b>Metano</b>	CH <sub>4</sub>	23	12 +/- 3	Cultivo de arroz, producción pecuaria, residuos sólidos urbanos, emisiones fugitivas.
<b>Óxido nítrico</b>	N <sub>2</sub> O	296	120	Uso de fertilizantes, degradación de suelos, algunos usos médicos.
<b>Hidrofluoro-carbonos</b>	HFC – 123	12,000	1.5 – 264	Refrigeración, aire acondicionado, extinguidores, petroquímica, solventes en producción de espuma, refrigerantes y aerosoles, producción y uso de halocarbonos.
	HFC – 125	3,400		
	HFC – 134a	1,300		
	HFC – 152a	120		
	HFC – 227ea	3,500		
	HFC – 236fa	9,400		
<b>Perfluoro-carbonos</b>	HFC – 4310mee	1,500		
	CF <sub>4</sub>	5,700	2,600 – 50,000	Refrigerantes industriales, aire acondicionado, producción de aluminio, solventes, aerosoles, producción y uso de halocarbonos.
	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	11,900		
	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	8,600		
C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	9,000			
<b>Hexafluoruro de azufre</b>	SF <sub>6</sub>	22,200	3,200	Aislante dieléctrico en transformadores e interruptores de redes de distribución eléctrica, refrigerante industrial, producción de aluminio, magnesio y otros metales, producción de y uso de halocarbonos.

Nota: Estrategia Nacional de Cambio Climático México (2007).

### 2.2.2.2 Medidas tomadas para disminuir el cambio climático.

Para afrontar las principales causas del cambio climático, se puede ofrecer el abastecimiento de servicios que ayuden a mitigar o almacenar carbono a cambio de un abono.

#### ¿CÓMO?

- Precaviendo la deforestación.
- Reforestando, concretamente en regiones tropicales.
- Previendo las acciones que aumentan la acidez del océano y propalan carbono.
  - Disminuyendo el metano de las estancias, como por ejemplo mediante prácticas de manejo de excrementos o modificando el tipo de alimento que se les da a los animales.

- Ejecutando la labor de conservación en la agricultura para reducir la emisión de carbono del suelo.

### ¿POR QUÉ?

- Conservar el bióxido de carbono en los, océano, árboles, y los suelos en lugar de expulsarlo a la atmósfera.
- Acrecentar el secuestro de emisiones de carbono que realizan los árboles y los bosques.
- **Prevenir**
  - ✓ La emanación de metano a la atmósfera.
  - ✓ La acidificación y calentamiento de los océanos.
  - ✓ Incrementos en la temperatura de la atmosfera. (Katoomba,2007, p.50)

## 2.2.3 El Carbono en el ecosistema

### **2.2.3.1 Secuestro de CO<sub>2</sub>.**

El secuestro de carbono se define como un servicio ambiental el cual tiene el propósito de acopiar o acumular reservas de carbono en bosques, suelos, y otros tipos de plantaciones, donde dichas reservas se encuentran en riesgo ineludible de ser perdidas.

ICRAF & CODESOL (2003) manifiesta que el secuestro de CO<sub>2</sub> es el procedimiento de fijación de carbono, este se da en forma ininterrumpida en cualquier sistema de uso de la tierra como resultado de alguna injerencia sobre áreas degradadas o en desarrollo de degradación. Se pueden establecer en distintos sistemas de uso de la tierra cuyos precedentes, son conocidos por los agricultores. Se puede nombrar los siguientes sistemas que capturan CO<sub>2</sub>: áreas calcinadas para cultivos anuales o perennes, bosques primarios, bosques secundarios, sistemas agroforestales, barbechos, sistemas pastoriles, etc. (p.7)

### **2.2.3.2 Fijación de CO<sub>2</sub>.**

Montoya, et al. (1995) realiza una descripción del concepto diciendo que la vegetación utiliza el CO<sub>2</sub> atmosférico, para formar carbohidratos y conseguir más volumen a través de la fotosíntesis. Uno de los ecosistemas terrestres que secuestran y conservan más carbono en el mundo son los bosques y ellos

intervienen en el 90% de los flujos anuales de carbono en la atmósfera y en la troposfera. (p.50)

Ordoñez (1999) manifiesta que con el manejo forestal es factible remediar las ascendentes emisiones de CO<sub>2</sub> en dos formas. 1) Produciendo nuevos reservorios de bióxido de carbono, recuperando las áreas degradadas por medio de plantíos y/o recuperación natural. El producto conservara durante la vida servible el carbono secuestrado. Los sistemas forestales y agroforestales pueden conservar en sus diferentes depósitos de 80 a 350 toneladas de carbono por hectárea. 2) La custodia de bosques y suelos.

### **2.2.3.3 Biomasa y stock de carbono.**

FAO (2010) afirma que la biomasa y stock de carbono es un componente indispensable para valorar la condición de los recursos forestales es la biomasa que se encuentra en los bosques. La biomasa se acumula en las diferentes partes de la planta como: troncos, ramas, hojas, raíces, etc. Considerándolo al árbol un depósito natural de carbono. Para valorar el CO<sub>2</sub> secuestrado, esto se hace factible gracias a la estimación de la biomasa, donde los componentes forestales van a constituir instrumentos de mitigación y adaptación de los impactos perjudiciales al cambio climático. (p.63)

Las causas a tener en cuenta en el almacenamiento del stock de carbono, mencionado por:

Anderson et al. (2014) asegura que las causas a tener en cuenta en el almacenamiento del stock de carbono, se da: en el micro-ambiente todo por encima de la planta, sobre el suelo, precipitación, también son considerados factores decisivos en el stock de carbono, la nubosidad e influencia antrópicas (deforestación, incendios, etc.), cuerpos de agua (accesibilidad, inundaciones, etc.), inclinación (relacionado a derrumbes, árboles caídos, etc.). (p.69)

### **2.2.3.4 Identificación de sumideros de carbono.**

Honorio y Baker (2010) manifiesta que la identificación de sumideros de carbono se da en una zona definida de bosque, es un depósito de carbono, si la cuantía almacenada de carbono incrementa con el tiempo, esto se da, si el cambio en el stock de carbono es favorable. Los flujos que incorporan carbono al stock como el incremento en biomasa, son más altos que los flujos que

descienden el stock de carbono, como la letalidad, por un tiempo determinado, todos estos flujos se producen en un bosque. Así mismo, se considera una zona de bosque una fuente de carbono, cuando el stock de carbono desciende a través del tiempo. En conclusión, se puede decir, que los cambios en el stock de carbono, acontecen debido al cómputo entre todos los flujos que ingresan o salen de una determinada zona de bosque. (p.54)

Citado en Rugnitz, et al, (2009) existen 5 tipos de sumideros de carbono estos se describen a continuación:

**Tabla 1**

*Sumideros de Carbono*

Tipo de deposito		Descripción
Biomasa viva	Biomasa sobre el suelo	Toda la biomasa viva que se encuentra sobre el suelo, incluyendo troncos, tocones vivos, ramas, cascara, semillas y hojas. Para facilitar las mediciones se evalúa por separado la biomasa aérea arbórea y la biomasa aérea no arbórea.
	Biomasa subterránea	Toda la biomasa de raíces vivas. Se excluye raíces finas menos de 2 mm de diámetro, porque difícilmente se distinguen de la materia orgánica del suelo.
Materia orgánica muerta	Madera muerta	Toda biomasa forestal no viva: trocos caídos, árboles muertos en pie, y tocones mayores de 10 cm de diámetro.
	Hojarasca	Toda la biomasa no viva sobre el suelo (hojas, ramas y cascara de frutos) en diferentes estados de descomposición. Comprende las capas de detritos y humus. Se puede establecer previamente un diámetro mínimo para diferenciar de "manera muerta" (por ejemplo, 10 cm).
Suelos	Materia orgánica del suelo	Comprende el carbono orgánico en los suelos minerales y orgánicos a una profundidad específica seleccionada por el proponente del proyecto.  Raíces finas vivas con diámetro menor de 2 mm.

*Nota.* Fuente Guía de Buenas Prácticas del Uso de la Tierra, cambio del Uso de la tierra y bosques (citado en Rugnitz, Chacón y Roberto, 2009).

### **2.2.3.5 Valorización económica del CO2 en el mercado.**

Gonzales (2013) menciona que “Valorar económicamente el medio ambiente nos permita cuantificar las posibilidades que ofrecen algunas acciones en beneficios y costos tales como: uso de un operante ambiental, ejecución de una mejora ambiental, creación de un daño ambiental, entre otras acciones” (p .74).

Barbagelata (2014) afirma que no hay un determinado precio de CO2 en el mercado mundial, este se encuentra fluctuando constantemente y una manera de valorarlo, es tomando como referencia la Bolsa Española de derechos de Emisiones de Dióxido de Carbono (SENDECO2) el cual recoge las operaciones de compra y venta de créditos entre países para cumplir con los acuerdos adquiridos en el marco del Protocolo de Kioto, mitigando sus emisiones y, al mismo tiempo, comercializar los créditos de emisiones excedentarios a otros países.

Lambert (2003), define que “la valoración económica como la retribución de valores cuantitativos a los bienes y servicios que provienen de los recursos ambientales, independientemente de que si existen o no precios de mercado”.

## **2.2.4 Métodos para la estimación de la masa aérea**

### **2.2.4.1 Método directo o destructivo.**

Araujo, et al. (1999) asegura que “El método directo es destructivo, el cual radica en cortar y pesar las muestras de biomasa y los resultados van a ser deducido a áreas más extensas” (p.43-52).

Ortiz (1993) menciona que este procedimiento consiste en elegir un árbol, tomar sus datos dasométricos, tumbarlo y establecer la biomasa mediante el peso directo de cada uno de sus partes (follaje, ramas, fuste, y raíces), a su vez la biomasa y raíces se puede distribuir en categoría diamétricas. (p.71)

### **2.2.4.2 Método indirecto o no destructivo.**

Zapata, et al., (2003) expone que “El procedimiento no destructivo, es el más utilizado por la mayoría de investigaciones sobre la cuantificación de biomasa que tienen los arboles tropicales, y este va a posibilitar hacer valoraciones, indirectas de biomasa empleando ecuaciones alométricas” (p.119).

Chave et al., (2005) manifiesta que el diámetro del árbol es una medida dasométrica que es fácil de medir en campo y cuantifica muy bien la biomasa,

en cambio, para hacer comparaciones de almacenamiento de carbono entre distintos áreas o tipos de bosque es necesario tener en cuenta otro tipo de variables como la densidad de la madera y la altura de las plantas. (p. 87-89)

### 2.2.5 Formulas alométricas para determinar la biomasa aérea.

Rügnitz et al., (2009) realiza la siguiente definición que una ecuación alométrica, permite reconocer de forma muy sencilla, la proporción de biomasa que contiene un árbol, a través de la dimensión de otras variables, utilizando técnicas matemáticas. Las ecuaciones son producidas a partir de los análisis de regresión, el que nos permite estudiar las coherencias entre la masa que generalmente es el peso seco de los árboles) y sus datos dasométricos que son: altura y el diámetro, si el número de variables independientes es una sola la ecuación va a ser una regresión lineal simple puede ser el: DAP y si es más de dos variables regresión lineal es múltiple puede ser: DAP y la altura, se llega a la conclusión que las ecuaciones pueden ser regresión lineal simple o regresión lineal múltiple, dependiendo del tipo de variable independiente que participe en la investigación . (p.79)

### 2.2.6 Plantaciones forestales no maderables.

De acuerdo con la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2007) manifiesta que. “Los productos forestales diferentes a la madera son patrimonio de procedencia biológica, procedentes del bosque, de otras zonas forestales y de los árboles que no se encuentran en los bosques” (p.197).

Torres & Magaña (2001) manifiesta que. “Una plantación forestal es el resultado del sembrado de especies forestales maderables, estas plantaciones tienen propósitos ecológicos, sociales y económicos, las cuales producen bosques artificiales, con una densidad forestal uniforme” (p.472).

Las plantaciones forestales pueden ser: plantaciones maderables y no maderables las especies citadas en esta investigación son: *Mauritia flexuosa* (Aguaje) y *Bertholletia excelsa* (Castaña), dichas plantaciones son no maderables.

Arnold & Ruiz-Pérez (2001) expresan. “Que, durante mucho tiempo, los PFNM, y o Non-Timber Forest Products (ntfp), fueron apreciados como productos complementarios o inferiores del bosque” (p.437-447). El nombre fue empleado por primera vez por De Beer & Mc Dermott (1989), quienes plantearon la siguiente

definición: "...los productos forestales no maderables engloban los componentes biológicos los cuales son diferentes a la madera, ya que son extraídos de la selva para el bienestar humano" (p.197).

UNFCCC (2007) afirma "que el tipo de plantaciones forestales, se han visto beneficiadas a través del Protocolo de Kioto, el cual propuso que las plantaciones forestales son un mecanismo de desarrollo limpio, dichas plantaciones realizan funciones de almacenamiento de carbono".

Manta (1997) sostiene "Que un ecosistema forestal artificial, para poder tener todas las características ambientales necesarias, estas deberán ser determinadas por un indagador o administrador forestal".

Manta (2007) afirma que las plantaciones forestales representan una opción en el campo económico, social y ambiental que a la vez va a generar progreso en una región o país, de esta manera la productividad va a encausar la demanda interna de los productos forestales fomentando puestos de trabajo, así mismo. Las plantaciones cumplen un rol trascendental, en la manufactura de la madera que se va a utilizar en el futuro, y estas al pasar el tiempo pueden ser una salida a las presiones que son sometidos los bosques naturales, lo que va a permitir que dichos bosques naturales puedan ser manejados como reserva para el resguardo y transmisión de los recursos genéticos. Además, las plantaciones forestales no maderables, persiguen los fines como la de proteger el ambiente, la de recuperar los suelos degradados realizadas por la agricultura, ganadería y minería, y favorecer al equilibrio del clima. (p.17)

Las plantaciones tienen el fin de proporcionar servicios ambientales realizando la captura de carbono, mejorando la calidad del agua y conservando o aumentando la biodiversidad de la región.

Houghton (1990), citado por Llerena (1991) expresa que "sería indispensable reforestar 500 a 1000 millones de hectáreas con la finalidad de mitigar el calentamiento del planeta, esto se lograría si cesa la deforestación y los combustibles fósiles, estos deben ser sustituidos por biocombustibles derivados de la madera" (p.107).

## **2.2.7 Mauritia flexuosa (Aguaje).**

### **2.2.7.1 Generalidades de la especie.**

**a). -Taxonomía de la especie:** Nombre científico: *Mauritia flexuosa* L. f.

Sinonimia o nombre común: Aguaje, achual (Perú); caranday-guazu, ideuí (Bolivia); buriti, burití-do-brejo, miriti, buritirana (Brasil); canangucha, moriche, aguaje, mirití (Colombia); moriche (Venezuela).

## Tabla 2

*Taxonomía de la Mauritia flexuosa* L. f.

Taxonomía	
Reino	Vegetal
Clase	Monocotiledónea
Sub clase	Liliopsida
Orden	Arecales
Familia	Arecaceae
Sub familia	Calamaoideae
Tribu	Lepidocaryeae
Genero	<i>Mauritia</i>
Especie	<i>Flexuosa</i>
Nombre científico	<i>Mauritia flexuosa</i> L.F.

*Nota.* Fuente (Pro naturaleza, 2005).

### b). –Ecología

Guzmán (2004) expresa sobre la descripción de la ecología del aguaje que dichas palmeras constituyen poblaciones especialmente tupidas y se encuentran en relieves bajos, a estas se las ubica, en zonas aluviales por los ríos formando acumulaciones y por el agua que discurre de los pantanos de esta palmera que se le denomina “agua negra” saturada de ácido úrico, y trae como consecuencia la putrefacción de la materia vegetal. (p.71)

Kahn, et al., (1993) afirma que ciertas especies de palmeras están muy vinculadas a los ríos, lagunas y áreas anegadas; como la *Mauritia flexuosa*, la cual soporta una inundación indeterminada de su raíz, y se desarrolla en terrenos cuyos horizontes no se encuentran ordenados, estos suelos proceden de materia orgánica poco descompuesta en agua, Confirmando que es la palmera Amazónica (*Mauritia flexuosa*), que más vive en el agua y que se ha apoderado de los bosques tropicales bajos. (p.253)

### **c). – Estípite**

Galeano (1991) menciona que el estípite es “el tronco de soporte y puede alcanzar los 35 m de alto, pero generalmente no excede los 20 m de alto y 30-40 cm de diámetro”. Así mismo Villachica (1996) afirma que “el fuste es redondo con hasta 50 cm de diámetro y está compuesto por un material fibroso duro”.

Kahn et al. (1993) manifiesta que “el estípite se corta para la elaboración de puentes flotantes en las vegetaciones inundadas y una vez derrumbada la palmera, se obtienen las larvas de coleópteros (*Rhynchophorus palmarum*) que se desarrollan en el estípite, cuyo nombre es suri.”

### **d). -Hojas**

Galeano (1991) menciona que la corona es casi esférica, formada por 11- 14 hojas, la vaina crece hasta 2 m de largo y no es notoriamente fibrosa en las márgenes; el limbo es costado-palmeado, la costa mide poco más de 1 m de largo y es recurvada, en total todo el limbo cerca de 2,5 m de largo y 4,5 m de ancho, profundamente dividido en cerca de 200 segmentos. Mientras que:

Reynel et al. (2003) mencionan que “la copa está conformada por 8 – 20 hojas, hojas compuestas flabeladas. La planta cuenta 8 a 25 hojas estas son de tipo costapalmada. Miden hasta 5,83 m de largo, y cada hoja tiene 120 a 236 segmentos”. Así mismo Delgado et al. (2007) describe que “el pecíolo mide de (1,6 a 4) m de largo”.

### **e). –Sexo**

Villachica, et al., (1996), afirma que “la planta de aguaje es dioica, que contiene plantas de flores masculinas y plantas de flores femeninas, sin peculiaridades que permitan distinguir a los aguajes machos de las hembras hasta la floración” (p.256).

Rojas (2000) manifiesta sobre el sistema sexual de la palmera de aguaje que no se ha logrado determinar el sistema sexual en esta especie, así como de precisar si la planta es dioica o no; el primer trabajo científico experimental realizado sobre la biología floral es el de Storti 1993, llegando a la conclusión que la palmera de aguaje es una planta dioica. (p.62)

### **f). –Germinación**

López (1968) expresa sobre la germinación de las semillas de aguaje plantadas en una etapa de 1 a 10 días después de la cosecha tuvieron una pululación del 100% en 75 días que duro el procedimiento; las semillas

plantadas en una etapa de 10 a 20 días, lograron una pululación de 85% en 90 días; y las semillas plantadas de 20 a 30 días obtuvieron una pululación de 55% en 120 días. (p.2)

López (1968) afirma que la germinación no se debe utilizar el aserrín fresco como sustrato para la pululación de semillas de aguaje, menos aún la escarificación mecánica y el método con agua caliente a más de 50° C porque a esa temperatura provocaría la muerte del embrión; se sugiere guardar en refrigeradora a 5° C durante 20 días para lograr un alto porcentaje de pululación, y si no se tuviera una refrigeradora sumergir las semillas en agua de 40 a 60 días antes de sembrarlas. (p.2)

Villachica et., al (1996) afirma que lo contrario, una vez que la semilla se disgrega de la pulpa, esta debe ponerse de inmediato en camas de aserrín, de lo contrario desperdiciaría el 50% de su fuerza germinativa en 30 días, la germinación empieza a los 82 días y alcanza 40% a los 101 días. (p.256)

#### **g). - Producción y cosecha**

La cosecha se inicia alrededor de los ocho años y se presenta en forma constante durante muchos años, aminorando a partir de los 40 a 50 años.

IIAP (2006) afirma que el momento apropiado de cosecha del racimo, es cuando los frutos toman una coloración marrón más intenso y los frutos se desgajan fácilmente. La cosecha del fruto en forma natural y sin manejo, se derriba la planta y cuando es manejada la cosecha, se utilizan subidores para poder alcanzar los racimos y cortar con machete. Incluso, se utilizan palos largos provistos de ganchos que desprenden los racimos y los frutos se recolectan manualmente del suelo. La producción en sistemas naturales, se estima en 6,1 TM/ha en el Perú y 9,1 TM/ha en Colombia; bajo cultivo, en plantaciones de monocultivo de 100 palmas/ha, se obtiene 19 TM/ha con promedio de 190 kg/planta por año.

Kahn & Mejía, (1988) asegura que la fruta cosechada antes de que esta maduración puede tolerar hasta siete días, después de lo cual se descompone rápidamente. Durante este tiempo se debe separar la pulpa, sumergiéndolo en agua caliente por pocos minutos, para luego ser despulpado a mano y quitarle la cáscara.

## h). - Plagas y enfermedades

Pedersen & Balslev, (1993) afirman que “no se pudieron encontrar reconocidas plagas de trascendencia para *Maurita flexuosa*, ni tampoco ocurre con grandes poblaciones que tienen una sola especie conocida”.

Villachica et al., (1996) manifiesta que, con respecto a las plagas y enfermedades, el Aguaje no ha sido estudiado correctamente desde su estado de cultivo, tampoco se conocen sus plagas y enfermedades, afirma que se apreció *Castinia sp*, un barrenador del raquis de los frutales, descubriéndose su presencia por los agujeros de salida de la larva del lepidóptero a lo largo del raquis; se hallan en arboles el *Rynchophorus palmarum* (Suri). (p.256)

### 2.2.8 *Bertholletia excelsa* HBK (Castaña).

#### 2.2.8.1 Generalidades de la especie.

##### a). -Descripción taxonómica de castaña *Bertholletia excelsa* H.B.K.

**Tabla 3**

*Taxonomía de Bertholletia excelsa* H.B.K

Taxonomía	
Reino:	Vegetal
Tipo:	Fanerógama
Subtipo:	Angiosperma
Sub clase	Dilleniidae
Clase:	Dicotiledónea
Orden:	Mirtales
Familia:	Lecythidaceae
Genero:	Bertholletia
Especie:	excelsa, H.B.K.
Nombre científico:	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.

*Nota:* Fuente: Comité Técnico Multisectorial de la Castaña. (CTMC, 2006)

##### b). -Distribución de la especie:

Corvera (2007) realizó una descripción de la especie afirmando que la Castaña del Brasil, Castaña amazónica, Árbol de la Castaña, Castaño, Castaña y Almendra, dichas especie son nativas de la región, que se encuentra en la zona

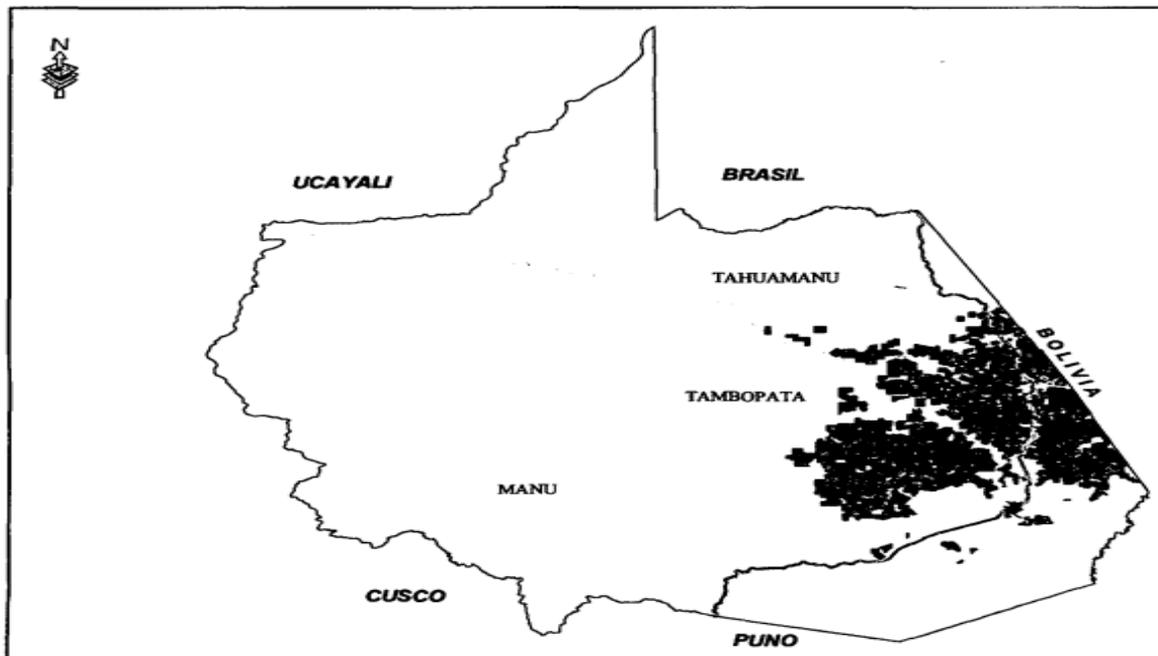
del sur este de América del Sur, la cual está dispersa en las diferentes cuencas amazónicas de los países de: Bolivia, Perú, Venezuela, Brasil, Colombia, Surinam y Guyana. En el Perú se le encuentra en forma natural en los bosques de selva baja, ubicados en la Región de Madre de Dios, donde se encuentran enormes extensiones de castañales y, lo contrario ocurre en la Región de Loreto y Ucayali. (p.20)

Rubio (2001) afirma que, en el Perú, la *Bertholletia excelsa* H.B.K. Se sitúa en la Región de Madre de Dios e Iquitos, el aprovechamiento del fruto de castaña se hace de manera comercial en la Región de Madre de Dios, donde se encuentra manchas o espacios naturales en asociación con otras plantas.

El IIAP (2002) expresa que la distribución de la especie se da en las zonas castañeras del Bajo Madre de Dios, también podemos mencionar las cuencas de Tambopata, Paríamanu, Paríamarca y las Piedras, la castaña se encuentra a lo largo de toda la carretera interoceánica va desde la localidad de Mazuco hasta la localidad de Iñapari.

## Figura 2

*Distribución de Bosques Naturales de la Bertholletia excelsa B.H.K en Madre de Dios.*



Nota: Fuente IIAP-MDD (2002).

### **c). –Características**

(Suri 2007) expresa que la castaña “crece en forma natural en bosques de selva baja con un clima húmedo. La mayor densidad de la especie ocurre en regiones donde prima el clima tropical y lluvioso, pero con una posibilidad de menguante de agua definida” (p.53).

Cuculiza (1998) asegura que el mejor suelo para el crecimiento de la castaña son los de tierra firme, profundos, de textura media a pesados, pero no mal desaguados, la especie no tolera los terrenos inundables o que favorezcan la retención de agua, es decir la especie no se desarrollara. Las poblaciones nativas de castaña están ubicadas en suelos arcillosos o arcilloso arenosos, con pH entre 4,5 y 6,0. (p.36)

TCA (1997) dice que “la humedad relativa durante todo el año, varía en porcentaje de 79 a 86 % y con variaciones mensuales en porcentaje de 66 a 91%: Así mismo el nivel de la capa freática debe tener una profundidad, como mínimo de 3.5 a 4 metros en la época lluviosa. La planta de castaña cuenta con una raíz pivotante bien grande, la cual necesita suelos que tengan un buen drenaje para favorecer el crecimiento de la planta. (p.195) ·

Pereira et al. (2000) describe que las semillas de castaña poseen un tegumento áspero, duro y leñoso, y en su interior dispone de una nuez de color blanquecino envuelta en una epidermis marrón. Muestra un embrión de tipo hipocotilar que tiene la función de acopiar material de provisión. La composición química de 100 gr de la almendra o nuez está conformada por: 3,5 gr de agua, 16,4 gr de proteínas, 69,3 gr de lípidos, 3,2 gr de carbohidratos, 3,5 gr de sales minerales y 4,6 gr de fibras. Asimismo, estas semillas contienen minerales como: el calcio, fósforo, selenio y potasio, vitamina A, vitamina B1, y vitamina B2. (p. 11-19)

### **d). -Marco legal para el aprovechamiento de la castaña.**

INRENA (2003) sostiene que el fruto de la castaña (*B. excelsa*), como el látex extraído del árbol de la Shiringa (*Hevea brasiliensis*), son productos forestales diferentes a la madera que están dispuestos a ser usados de manera comercial, por lo que su utilización se encuentra normado en el Perú por el enunciado de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 273084, en adelante LFFS, por su reglamento, aprobado por el Decreto Supremo N° 014-2001-AG, y por algunas normas adicionales sobre los productos forestales diferentes a

la madera. En el marco de la legislación forestal, para la castaña se ubica dentro de la categoría de productos forestales diferentes a la madera. De igual manera la legislación forestal y de fauna silvestre considera una regla para el uso forestal de bosques en tierras públicas y otro parecido para bosques en tierras privadas. (p.79)

Es sugerente destacar que, a través de una Resolución Ministerial del sector Agricultura del año 1981, (Resolución Ministerial No· 729-1981-AG-DGFF), se dispuso el impedimento de seguir con la tala y quema de árboles de castaña.

## **2.3 Definición de Términos**

### **2.3.1 Biomasa**

La FAO (1998) determina “Que la biomasa de un árbol es un componente primordial para establecer la cantidad de carbono almacenado en el bosque”. De acuerdo con el IPCC (1996) afirma “Que la biomasa es apreciada como la masa absoluta que tiene un organismo vivo en un sector o cuerpo definido”.

### **2.3.2 Biomasa aérea**

Rugnitz et al (2009) dice que “Son todas las biomásas vivas que están sobre el suelo como: ramas, troncos, fuste, corteza, hojas, semillas, etc., y se separa toda materia que está en putrefacción” (p. 92).

### **2.3.3 Ciclo del carbono**

Lazcano & Cesar (2003) manifiestan que el aire atmosférico está conformado por: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), se le puede encontrar diluido en el agua y este es aprovechado por: algas, plantas y bacterias que al realizar el proceso de fotosíntesis, van a integrar el carbono a su metabolismo en forma de carbohidratos (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), y transformarlos en proteínas y grasas , que sirven de nutrición a los herbívoros, carnívoros y estos a su vez a los omnívoros formando una cadena trófica; al finalizar la vida de estos especímenes, las bacterias y hongos desintegradores realizan su trabajo insertando el CO<sub>2</sub> al aire a través de la respiración, descomposición y putrefacción. De igual manera se puede integrar el CO<sub>2</sub> al aire a través de la respiración de las plantas, animales y bacterias aeróbicas. (p.22)

#### **2.3.4 Almacenamiento de carbono**

Segura (1997) afirma. “Es la cualidad que tiene el bosque de realizar el almacenamiento, de una determinada cantidad promedio de carbono por hectárea, la cual será liberado, en forma gradual a la atmosfera en un periodo definido. La unidad de medida es mega gramo de carbono (Mg C)” (p. 147).

#### **2.3.5 Almacenamiento de CO<sub>2</sub>**

Carvajal et al (2014) expresa que el CO<sub>2</sub> almacenado por la biomasa aérea de las plantas, es la consecuencia de las diferencias que hay entre el CO<sub>2</sub> atmosférico captado durante el proceso de la fotosíntesis y el CO<sub>2</sub> emanado a la atmosfera durante el proceso de respiración. Dicha diferencia es usada por la planta para la elaboración de su biomasa, por lo tanto, a mayor biomasa producida por la planta, mayor será la cantidad de CO<sub>2</sub> que quede acopiado en la planta. (p.3)

#### **2.3.6 Reservorios de carbono**

Angelsen et al. (2010) afirma que “Son depósitos que acopian o remiten carbono. Los Acuerdos de Marrakesh determinan, que todas las variaciones que hay en los depósitos de carbono son: biomasa de superficie, biomasa subterránea, basura, madera muerta y carbono orgánico del suelo” (p.370).

#### **2.3.7 Carbono**

Lino (2009) asegura que es un “Elemento químico sólido y no metálico que se localiza en todos los elementos orgánicos y algunos inorgánicos. En su estado puro se halla como diamante o grafito, su símbolo es C y su número atómico es 6” (p.70).

#### **2.3.8 Productos no maderables**

Baluart et al (2000) manifiesta que los productos diferentes a la madera, forman asociaciones entre sí mismas y a la vez forman parte de la holocenosis de un determinado bosque y pueden ser útiles para la nutrición, construcción, artesanías, medicina, etc. Se podría citar algunas palmeras como productos no maderables (aguaje, irapay, yarina, pijuayo, etc.), y sogas como: sangre de grado, uña de gato, tamishi, etc. que se consideran productos diferentes a la madera.

### **2.3.9 Stock de carbono**

Rugnitz et al (2009) afirma que es “Es la cuantía absoluta de carbono almacenado en un reservorio, en un instante determinado, regularmente representado en Mg/ha o T/ha”.

### **2.3.10 Carbono equivalente**

Winrock (2006) y AIDER (2011) sostienen que es la “cantidad de CO<sub>2</sub> almacenado y el cual tiene la capacidad de absorber el carbono presente en la atmósfera e incorporarlo a través de la fotosíntesis a su estructura en un depósito determinado”.

### **2.3.11 Valoración económica**

ADGER et al, (1995) dice que es la “Retribución de valores cuantitativos a los bienes y servicios provenientes de los recursos ambientales, imparcialmente de si existen o no los costos en el mercado”.

## **2.4 Generalidades (Área de Estudio)**

### **2.4.1 Área de estudio**

El estudio se realizará en el predio agrícola del señor Froilán Aliaga que cuenta con una extensión de 22.14 ha, para el predio agrícola y un área de 904.24 ha para la concesión castañera, se empleara una hectárea del predio agrícola que tiene plantaciones de (aguaje) y una hectárea de plantaciones de (castaña) que se encuentran en la concesión castañera, estos terrenos se encuentran ubicados en la región de Madre de Dios, Provincia de Tambopata, Distrito de Tambopata, en el sector San Bernardo km 29 carretera inter oceánica Puerto Maldonado-Cuzco.

**Tabla 4**

*Coordenadas UTM WGS 84 de los Vértices del Predio Agrícola.*

<b>Vértices</b>	<b>Este (X)</b>	<b>Norte (Y)</b>	<b>Vértices</b>	<b>Este (X)</b>	<b>Norte (Y)</b>
1	456437.14	8590184.06	8	455867.15	8591268.92
2	456381.28	8590071.60	9	456101.23	8591445.82
3	456349.54	8590152.98	10	456159.83	8591209.81
4	456266.70	8590405.43	11	456212.65	8591013.06
5	456150.78	8590645.11	12	456258.41	8590839.54
6	456021.78	8590938.71	13	456312.53	8590607.00
7	455902.14	8591170.69	14	456383.99	8590392.21

*Nota:* Elaboración propia 2019.

**Tabla 5**

*Coordenadas UTM WGS 84 de los Vértices de la Parcela de 100 x 100 metros de Aguaje.*

<b>Vértices</b>	<b>Este (X)</b>	<b>Norte (Y)</b>
1	456150	8590791
2	456250	8590791
3	456250	8590691
4	456150	8590691

*Nota:* Elaboración propia 2019.



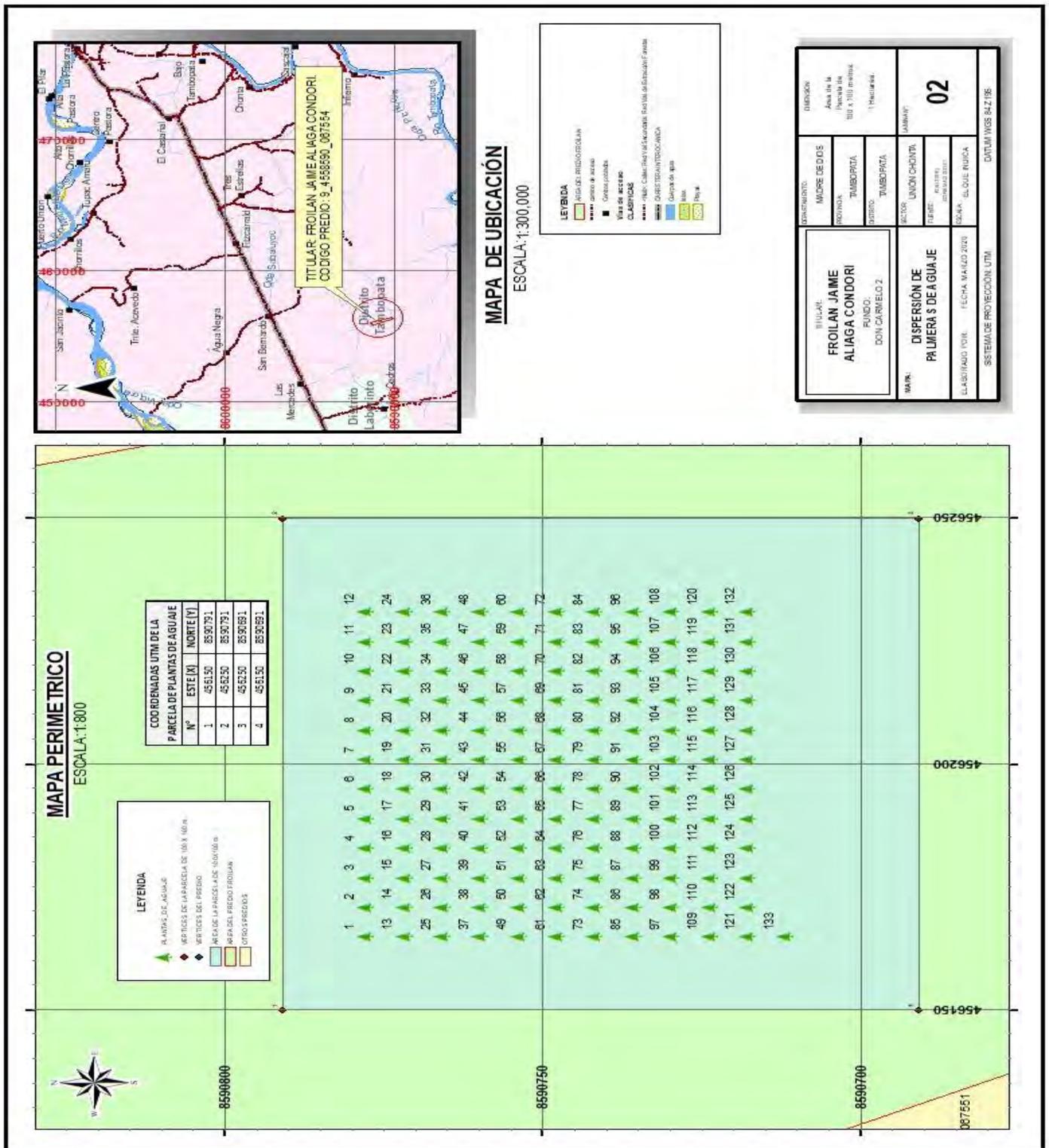


Figura 4

Plano de ubicación de la parcela de 100 x 100 metros y dispersión de la plantación de aguaje.

Nota: Elaboración propia 2019.

**Tabla 6**

*Coordenadas UTM WGS 84 de la Concesión Castañera.*

Vértices	Este(X)	Norte(Y)	Vértices	Este(X)	Norte(Y)	Vértices	Este(X)	Norte(Y)
1	451500	8588006	7	456042	8590042	13	455360	8589177
2	451501	8589503	8	456079	8589914	14	454519	8589112
3	452803	8590170	9	456621	8588933	15	454609	8588284
4	454539	8590173	10	456510	8588482	16	453752	8588302
5	454918	8589979	11	456536	8588477	17	453751	8587348
6	556009	8590054	12	455516	8599065	18	453419	8587214

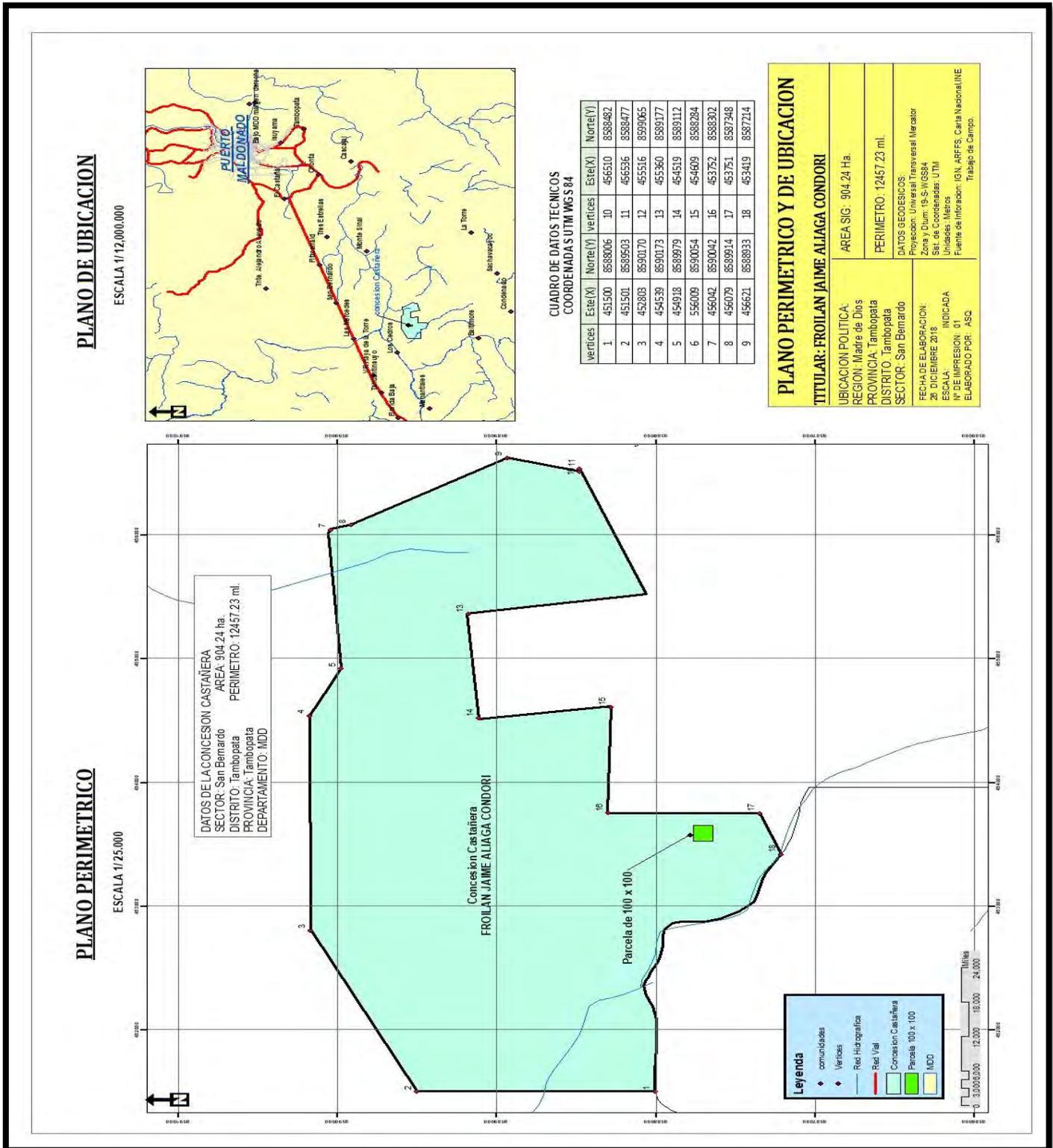
*Nota:* Elaboración propia 2019.

**Tabla 7**

*Coordenadas UTM WGS de los Vértices de la Parcela de 100 x 100 Metros de Castaña.*

Vértices	Este (X)	Norte (Y)
1	453550	8587690
2	453650	8587690
3	453650	8587590
4	453550	8587590

*Nota:* Elaboración propia 2019.



**Figura 5**

*Plano de ubicación del área de estudio en la concesión castañera.*

*Nota: Elaboración propia 2019.*



## 2.4.2 Ubicación política

**Tabla 8**

*Ubicación del Proyecto.*

<b>Departamento:</b>	Madre de Dios.
<b>Provincia:</b>	Tambopata.
<b>Distrito:</b>	Tambopata.
<b>Sector:</b>	San Bernardo

*Nota:* Elaboración propia 2019.

## 2.4.3 Características del área

GOREMAD, (2010) describe que la región en estudio presenta un bosque húmedo-Subtropical (bh-s) que abarca gran parte de los territorios de los distritos de Tambopata, Las Piedras y Laberinto; comprendiendo el territorio de los centros poblados de: Puerto Maldonado, La Pastora, Infierno, Izuyama, San Bernardo, Tres Islas, en el distrito de Tambopata; Sudadero, Mavila, Planchón y Alegría en el distrito de Las Piedras; Puerto Rosario de Laberinto, Boca Unión y Florida Alta en el distrito de Laberinto.

Se sitúa por debajo de 250 m.s.n.m., tiene un clima húmedo y cálido, posee una temperatura máxima de 38.7 °C y una mínima de 22.5 °C, y una media anual cambiante de temperatura de 24°C y 25°C; en cambio, en los meses de junio, julio y agosto, logra un descenso en la temperatura de más de 8 °C, por causa de los friajes provocados por las corrientes aéreas procedentes del sur. Sus precipitaciones son altas mostrando dos periodos estacionales: uno seco, entre los meses de mayo y noviembre, y otro lluvioso, entre los meses de diciembre y abril; en la última década se registró una precipitación mensual de 695 mm y una precipitación anual de 2791 mm. Los terrenos del área del predio son de colinas bajas con pendientes que varían de 5 al 10% y presentan forma redondeada y suave, la red de drenaje es rápida y disminuye a medida que se aproxima a una zona inundable. (p.182)

## 2.4.4 Tipo de bosque

IIAP (2006) manifiesta que el tipo de bosque que presenta el área de estudio en la concesión castañera es primario, donde se efectúa el aprovechamiento

de especies maderables como: Ishpingo (*Amburana cearensis*), tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) y la cosecha de castaña (*Bertholletia excelsa*). El terreno presenta en la actualidad especies forestales en crecimiento, para ser aprovechadas y otras en situación de regeneración todas asociadas a plantas epifitas, helechos, orquídeas, bromelias, pacales, etc. El estrato inferior es de poco crecimiento y mortandad debido a la poca repercusión de luz que ingresa en la superficie de la tierra, así mismo se encuentra vegetaciones de pacal y aguajal.

A sí mismo, se encuentran palmeras como el aguaje (*Mauritia flexuosa*), Ungurahui (*Oenocarpus bataua*), Cashapona (*Socrotea sp*), Sinamillo, Pana (*Jriarteia sp*), Huasaí (*Euterpe precatoria*), etc. El predio agrícola cuenta con plantaciones de aguaje, plátano, cacao, cítricos, yuca, guabas, paltas, piscigranjas, etc.

#### **2.4.5 Accesibilidad al área de estudio.**

Es posible acceder al predio por vía terrestre empleando la ruta siguiente: Puerto Maldonado- San Bernardo, por vía interoceánica (Maldonado-Cusco) a una distancia de 29 km empleando un tiempo de viaje aproximado de 20 minutos y de la interoceánica al predio, se realiza a través de camino vecinal a una distancia aproximada de 10 km empleando un tiempo promedio de 20 minutos hasta llegar al mismo predio del señor Froilán Aliaga Condori.

### 3. Metodología de la Investigación

#### 3.1 Operacionalización de Variables

Tabla 9

Operacionalización de Variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADORES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICE	ESCALA DE MEDIDA
<b>INDEPENDIENTE ( X )</b>  Biomasa aérea en las plantaciones de <i>Bertholletia excelsa.</i> y <i>Mauritia flexuosa</i>	Rugnitz et al (2009) menciona que la biomasa aérea “Son todas las biomasa vivas que están sobre el suelo como: ramas, troncos, fuste, corteza, hojas, semillas, etc., y se separa toda materia que está en putrefacción “(p. 92).	<b>CAP</b>	Es la medida tomada a toda la circunferencia del árbol a una altura de 1.30 cm.	<b>cm</b>	razón
		<b>DAP</b>	Diámetro a la altura de pecho (1.30 cm), es el resultado de la medida de la CAP entre el valor de pi.	<b>m</b>	razón
		<b>HT</b>	Es la medida tomada desde la base del fuste hasta el ápice del árbol.	<b>m</b>	razón
		<b>DENSIDAD</b>	Es la relación de masa entre el volumen.	<b>kg/m3</b>	razón
<b>DEPENDIENTE ( Y )</b>  Almacenamiento y valoración económica del CO2.	Carvajal et al, (2014) afirma que “El CO2 almacenado por la biomasa aérea de las plantas, es la consecuencia de las diferencias que hay	<b>BIOMASA</b>	La FAO (1998) “Determina que la biomasa de un árbol es un componente primordial para establecer la cantidad de carbono almacenado en el bosque”.	<b>t/ha</b>	razón  razón

entre el CO<sub>2</sub> atmosférico captado durante el proceso de la fotosíntesis y el CO<sub>2</sub> emanado por la atmosfera durante el proceso de respiración. Dicha diferencia es usada por la planta para la elaboración de su biomasa, por lo tanto, a mayor biomasa producida por la planta, mayor será la cantidad de CO<sub>2</sub> que quede acopiado en la planta". (p.3)

**STOCK DE CARBONO**

Rugnitz et al (2009) afirma que es "Es la cuantía absoluta de carbono almacenado en un reservorio, en un instante determinado, regularmente representado en Mg/ha o T/ha".

**tC/ha**

**CARBONO EQUIVALENTE**

Winrock (2006), AIDER (2011) manifiesta que es la "cantidad de CO<sub>2</sub> almacenado y el cual tiene la capacidad de absorber el carbono presente en la atmósfera e incorporarlo a través de la fotosíntesis a su estructura en un depósito determinado".

**tCO<sub>2</sub>/ha**

razón

**VALORACION ECONOMICA**

ADGER et al, (1995) expresa que es la "Retribución de valores cuantitativos a los bienes y servicios provenientes de los recursos ambientales, imparcialmente de si existen o no los costos en el mercado".

**\$ tCO<sub>2</sub>**

razón

---

### **3.2 Método**

La investigación va a tener un enfoque cuantitativo y comparativo en función al tipo de datos empleados, dichos resultados dasometricos, serán cuantificados, comparados y procesados estadísticamente y con ello se va a contrarrestar las hipótesis planteadas en la investigación.

### **3.3 Diseño de la Investigación**

El nivel de investigación que se va a aplicar es descriptivo y comparativo, no experimental lo cual implica que no se hayan manipulado las variables. El objetivo del estudio es de realizar un análisis donde se puede determinar el CO2 acumulada en la biomasa aérea de una plantación de diez años de *Bertholletia excelsa* y *Mauritia flexuosa*, para esto se va a realizar la recolección de datos en las plantaciones y luego se realizará los cálculos estadísticos empleando formulas alometrica para responder los objetivos trazados, estuvo basado en la metodología de (Honorio et al ,2010) y Araujo (2011).

### **3.4 Tipo de Investigación**

El presente estudio que se va a realizar es transeccional de tipo aplicada en relación al objetivo, y descriptivo al nivel de profundidad de la investigación. Esta investigación se da en función a metodologías y conocimientos adquiridos de otras investigaciones relacionadas al tema. Por el método y técnica de investigación utilizada de observar, medir, y comparar la variación entre poblaciones (plantaciones).

### **3.5 Población**

La población de la investigación va a estar conformada por las dos plantaciones de diez años una de *Bertholletia excelsa* y la otra de *Mauritia flexuosa*, con un área de una hectárea para cada especie, en la localidad de San Bernardo km 29 carretera Puerto Maldonado- Cusco. Espíritu et al (2013)” cabe mencionar que se va a censar el 100 % de las especies en cada plantación.” (p.59).

### **3.6 Muestra**

La muestra va a ser igual a la de la población, es decir se va a censar todas especies de *B. excelsa* y *M flexuosa* y que se encuentren en la plantación, no va a ver la necesidad de dividir o fragmentar el área de estudio.

### 3.7 Materiales

**Tabla 10**

*Materiales Utilizados en la Tesis.*

Materiales de campo	Equipos	Cartografía
-Linterna	-Ordenador portatil	-Mapa del Predio
- Botas	-GPS Garmin	Agrícola
-Pilas duracell 2A	-Cámara digital	-Mapa de la Concesión
-Tablero de campo	-Distanciometro Laser	Castañera
- Suero antiofidico	Leica DISTO D810.	
Cinta de agua roja		
-Cinta masking tape blanca		
-Plumón indeleble		
-Lapiceros		
-Lápiz		
-Cinta de agua roja		
-Formatos de campo		
-Poncho de plástico		
-Pintura Spray color rojo		

---

*Nota:* Elaboración propia 2019.

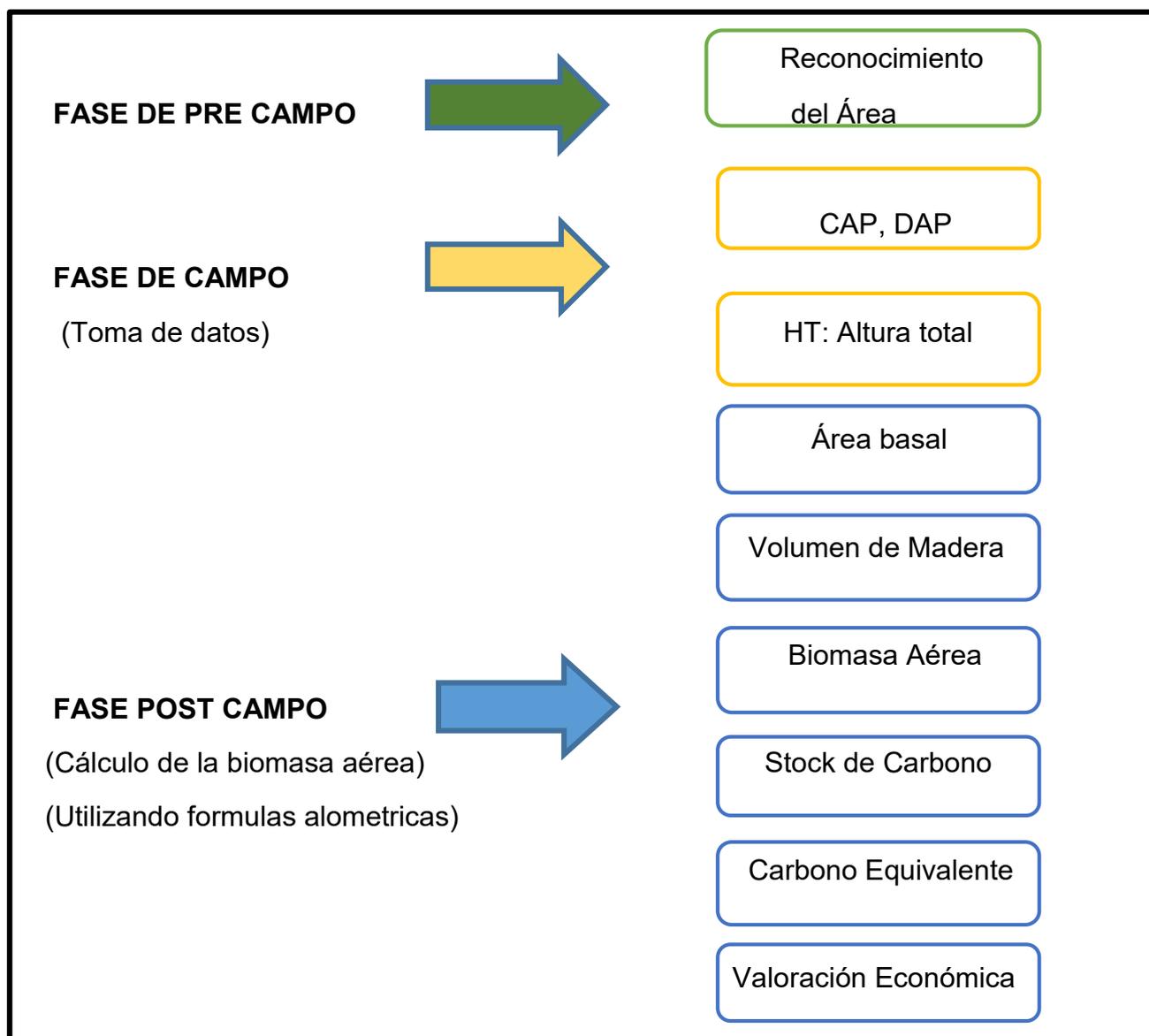
### 3.8 Técnicas e Instrumentos de Colecta de Datos

La técnica e instrumentos de colecta de datos del estudio se realizará empleando métodos indirectos, el censo que se va a llevar a cabo en las plantaciones será al 100% y los datos dasometricos obtenidos se registrarán en formatos (Anexo 4).

El procedimiento que se va a seguir es el siguiente:

### Figura 7

*Flujograma del Procedimiento empleado en la Tesis.*



*Nota:* Elaboración propia 2019.

También se utilizarán formatos, tablas, figuras y mapas para determinar el área basal, volumen de madera, biomasa aérea, stock de carbono, carbono equivalente y valoración económica del CO<sub>2</sub>, que sirvieron para elaborar los resultados y la discusión y formular las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

### 3.9 Procedimiento

La presente investigación se va a desarrollar en tres fases: Fase de pre campo, fase de campo y una fase de post- campo (análisis de datos). La metodología que se va a emplear en cada fase se describe a continuación.

#### 3.9.1 Fase de pre campo

En esta fase se va a proceder a ubicar el área de estudio en el predio agrícola y la concesión castañera, que cuentan con las plantaciones de *Bertholletia excelsa* y *Mauritia flexuosa*, las cuales se identificaron, junto al propietario del área, esto con la finalidad de recabar información de dichas plantaciones.

#### 3.9.2 Fase de campo

Una vez ubicada y reconocida las plantaciones de *B. excelsa* y *M flexuosa*, se realizará un inventario al 100% del área de estudio, dicha investigación se va a llevar a cabo utilizando el método indirecto o no destructivo, luego se tomará los siguientes datos:

a). -Se procedió a tomar el diámetro CAP de cada árbol utilizando una cinta métrica, a una altura de 1.30 m sobre el suelo.

Arévalo (2015) utilizo la siguiente fórmula para la conversión CAP a DAP:

$$DAP = CAP/\pi$$

- ✓ **DAP:** Diámetro a la altura del pecho (m).
- ✓ **CAP:** Circunferencia a la altura del pecho (m).
- ✓  $\pi(Pi)$ : 3.1416

b). -Para la estimación de la altura total de los árboles no maderables se empleará el **Distanciómetro Laser Leica DISTO D810**. (Facilitado por la UNSAAC).

c). -Se va a georreferenciar cada árbol, utilizando el sistema de posicionamiento global (GPS).

d). -Luego se va a poner cintas en los fustes con plumón poniendo números correlativos.

e). -Posteriormente se anotarán los datos dasometricos en formatos.

Además, se utilizó los protocolos de Honorio y Beker (2010).

### 3.9.3 Fase de post-campo (análisis de datos).

En esta fase de post-campo se va a proceder a calcular la biomasa aérea de cada plantación utilizando los datos dasométricos obtenidos.

#### 3.9.3.1 Determinación de la biomasa aérea.

Para la determinación de la biomasa aérea se va a utilizar el método indirecto o no destructivo, el cual consiste en usar fórmulas alométricas para estimar la biomasa de las plantaciones de *Bertholletia excelsa* y *Mauritia flexuosa*.

##### a). -Determinación del área basal

Para la determinación del área basal de cada palmera y árbol de castaña se va a aplicar la siguiente fórmula citada por Arévalo (2015):

$$Area (AB) = \pi/4 * DAP^2$$

Donde:

- ✓ **AB:** área basal (m<sup>2</sup>).
- ✓ **Constante  $\pi$**  = 3.1416/4 = **0.7854**
- ✓ **DAP<sup>2</sup>** : Diámetro a la altura el pecho (m).

##### b). -Determinación del volumen

Para determinar el volumen de cada palmera y árbol de castaña se multiplica el área basal (**AB**), por la altura (**H**) y por el factor de forma (**Ff**) para ello se utilizará la siguiente fórmula propuesta por Russo (2009):

$$V = AB * H * Ff.$$

Donde:

- ✓ **V:** Volumen (m<sup>3</sup>).
- ✓ **AB:** Área basal (m<sup>2</sup>).
- ✓ **H:** Altura total del árbol (m).
- ✓ **Ff:** Factor de forma (0.65) INRENA (1996).

### c) Determinación de la biomasa aérea

Para la determinación de la biomasa aérea se multiplica el volumen de madera (**V**) por la densidad de la madera (**D**) correspondiente a la especie y por el factor de corrección (**Fc**) para ello se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Ruiz (2013) y citada por Lao (2017)

$$\mathbf{Ba = V * D * Fc.}$$

Donde:

- ✓ **Ba:** Biomasa aérea (t/ha).
- ✓ **V:** Volumen (m<sup>3</sup>).
- ✓ **D:** Densidad (kg/m<sup>3</sup>).
- ✓ **Fc:** Factor de corrección (1.18).

Densidades de la *Mauritia flexuosa*

**Densidad básica** 0,46 g/cm<sup>3</sup> =460 kg/m<sup>3</sup> **Fuente:** Wordl Woods

Densidad de la *Bertholletia excelsa*

**Densidad básica** 0,63 g/cm<sup>3</sup> =630kg/m<sup>3</sup> **Fuente:** Chavesta et al. (2005).

**Nota:** Cabe mencionar que:

1000000 gr=Mg mega gramos =1000 kilos= 1 tonelada, es decir:

1Mega gramo = 1Tonelada

### d). -Cálculo del stock de carbono

Para determinar el stock de carbono se multiplica la biomasa aérea (**Ba**) por el factor del carbono (**Fc**) que es de 0.5 debido a que la materia seca contiene en promedio un 50% de carbono almacenado citado por IPCC, (2002), Mamani (2012), Pereira (2013), Del Águila (2014), Vilca (2017) y se aplica la siguiente formula:

$$\mathbf{Stock\ de\ C.\ =\ Ba * Fc}$$

Dónde:

- ✓ **Stock de C.:** Carbono total en toneladas (tC/ha).
- ✓ **Ba:** Biomasa aérea en toneladas (t/ha).
- ✓ **Fc:** Factor de carbono: 0.5 IPCC (2002).

#### e). –Determinación el carbono equivalente o secuestro del carbono

Para determinar el cálculo del carbono equivalente de CO<sub>2</sub>, se multiplica el stock de carbono total por el factor de conversión, luego se empleó la siguiente formula, propuesta por: IPCC (2003), citadas por Huamani & Béjar (2013) y Mozambique (2015).

$$\text{Carbono eqv.} = \text{Stock de C.} * 3.67$$

Donde:

- ✓ **Carbono eqv.:** Dióxido de carbono equivalente o secuestro de carbono en (tCO<sub>2</sub>/ha).
- ✓ **Stock de C:** Carbono total en toneladas (tC/ha).
- ✓ **3.67:** Factor de conversión resultante del cociente de los pesos moleculares del dióxido de carbono y del carbono. Rüginitz et al (2009).

Para estimar el factor de conversión en el almacenamiento de CO<sub>2</sub> se toma como base los pesos moleculares (CO<sub>2</sub>/C), (44/12), cabe señalar que una tonelada de carbono equivale a 3.67 toneladas de CO<sub>2</sub>/ha. De esta manera para poder saber la cantidad de CO<sub>2</sub> capturado, se multiplicó las toneladas de carbono almacenado por el valor de 3.67 (FOREST TRENDS ,2010), citado por Vilca (2017).

#### f). -Valoración económica del CO<sub>2</sub>

Para determinar el precio del mercado del servicio del secuestro del CO<sub>2</sub>, se tendrá en cuenta el valor referencial dado por la bolsa Española de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono (SENDECO<sub>2</sub>) citado por Barbagelata (2014), Mozambique (2015) y Ramírez (2019) de esa manera se procede a calcular el valor económico del carbono equivalente o secuestro de CO<sub>2</sub> en las plantaciones de *B. excelsa* y *M flexuosa*, se tuvo que multiplicar las toneladas de CO<sub>2</sub> encontradas por 24.55 euros equivalente a 27.01 \$.

$$\mathbf{Ve = Carbono\ eqv.\ x\ 27.01\ \$}$$

Dónde:

- ✓ **Ve:** Valoración económica en dólares americanos.
- ✓ **Carbono eqv.:** Toneladas de CO2 fijadas por hectárea (tCO2/ha).
- ✓ **27.01 \$:** Precio utilizado para cada tonelada de CO2.

Para este caso se utilizó el valor 24.55 euros equivalentes a 27.01 \$dólares americanos de SENDECO2 del mes de noviembre del año 2019.

### **3.9.3.2 Método de análisis de datos**

Los análisis de datos que se van a desarrollar en la investigación serán con el Programa Excel el cual permite ordenar la información para poder procesarlo y determinar el área basal, el volumen de la madera , la biomasa aérea ,cálculo del stock de carbono, determinación de carbono equivalente o secuestro de carbono CO2 y la valorización económica de CO2 en las plantaciones de *Bertholletia excelsa* y *Mauritia flexuosa* ,también se va usar el SPSS para realizar la prueba de hipótesis y así poder obtener las conclusiones de la investigación.(Ver anexo 5).

### **3.9.3.3 Aspectos éticos**

El estudio de investigación procede de manera ética, con la finalidad de solicitar el consentimiento del dueño del predio agrícola y concesión castañera, para realizar dicha investigación y al término del estudio de investigación se le informara al propietario los resultados obtenidos, otorgándole un informe pormenorizado del estudio. (Ver anexo 2).

El investigador se compromete a coleccionar los datos de una manera natural, respetando el medio ambiente y la biodiversidad existente en las plantaciones.

## 4. Resultados

### 4.1 Generalidades del área de estudio.

**A.-El estudio de investigación se desarrolló en dos plantaciones:**

1.-Plantacion de Castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.).

2.-Plantacion de Aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.).

**Tabla 11**

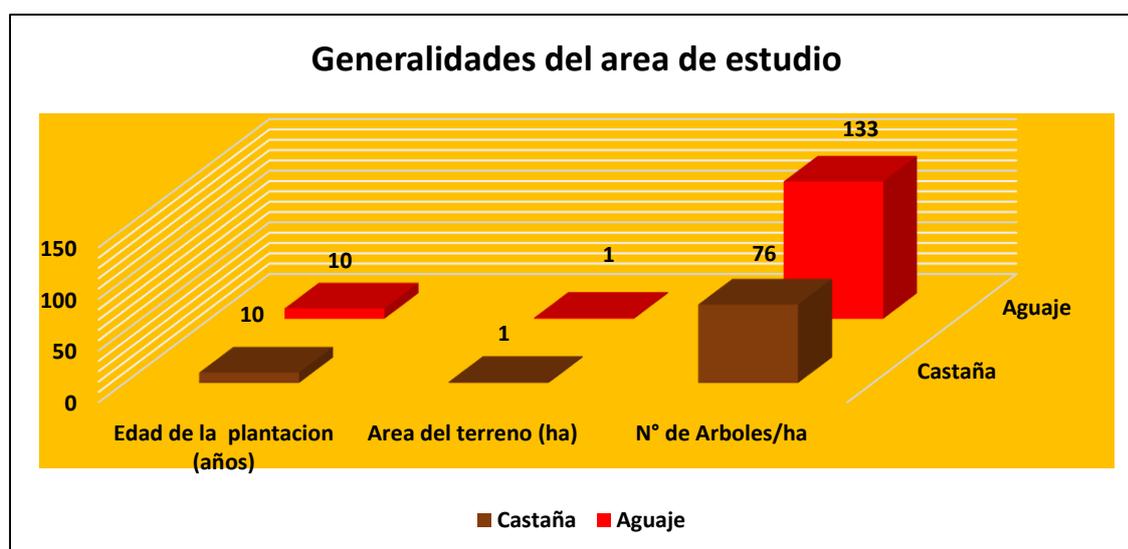
*Inventario del Área de Estudio.*

Especie	Nombre científico	Edad de la plantación (años)	Área del terreno (ha)	N° de Arboles /ha
Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	10	1	133
Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	10	1	76

*Nota:* Elaboración propia 2019.

**Figura 8**

*Características de las Plantaciones Inventariadas.*



*Nota:* Elaboración propia 2019.

### Análisis e interpretación.

En la tabla 11 y figura 8, se observan, que el área cuenta con dos plantaciones de diez años de edad de *B. excelsa* y *M. flexuosa*, la plantación de Aguaje cuenta con **133** árboles en **1** hectárea, la cual se encuentra en el predio agrícola, mientras que la plantación de Castaña cuenta con solo **76** árboles en **1** hectárea, ubicados en la concesión castañera.

### B.-Promedio obtenido por las plantaciones de Aguaje y Castaña en: Cap-Dap-Alt.

Tabla 12

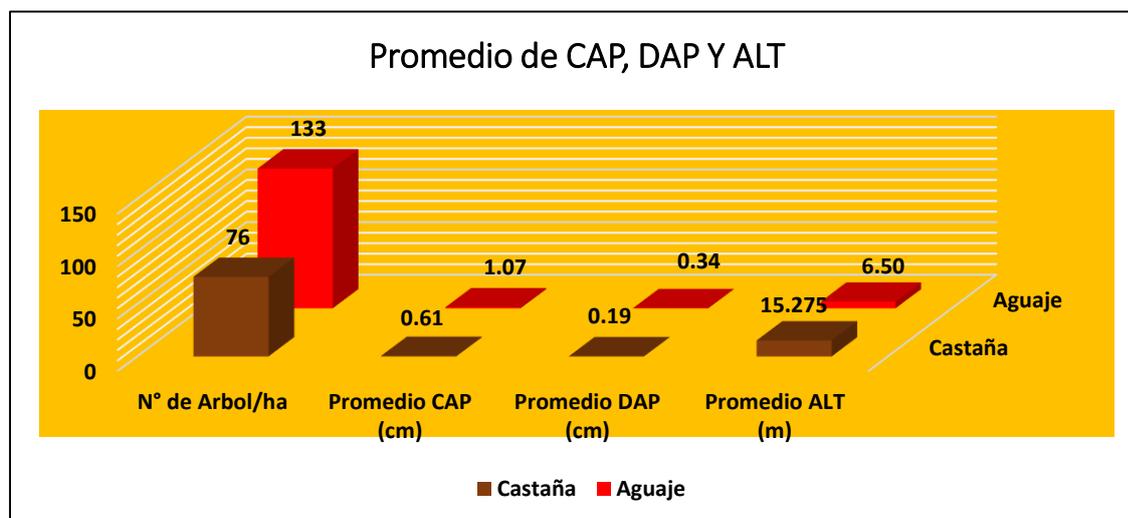
Promedio de CAP, DAP Y ALT Entre las Plantaciones.

Nombre común	Nombre científico	N° de Árbol/ha	Promedio CAP (cm)	Promedio DAP (cm)	Promedio ALT (m)
Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	133	1.07	0.34	6.50
Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	76	0.61	0.19	15.275

Nota: Elaboración propia 2019.

Figura 9

Promedio de CAP, DAP y ALT, en las Plantaciones de Aguaje y Castaña.



Nota: Elaboración propia 2019.

### Análisis e interpretación.

En la tabla 12 y figura 9, se observan, que la plantación de Aguaje cuenta con **133 árboles**, y con un promedio de **1.07 cm** de CAP, y un DAP de **0.34 cm** los cuales son mayores a los obtenidos por la plantación de Castaña que cuenta con un promedio de **0.61 cm** de CAP, y un DAP de **0.19 cm**. Con respecto al promedio de altura la plantación de Castaña obtuvo un promedio de **15.275 cm**, la cual es mayor al promedio logrado por la plantación de Aguaje que obtuvo una altura de **6.50 cm**.

#### 4.2 Carbono almacenado en la biomasa aérea en el fuste y estípites de las plantaciones de *B. excelsa* y *M. flexuosa*.

Tabla 13

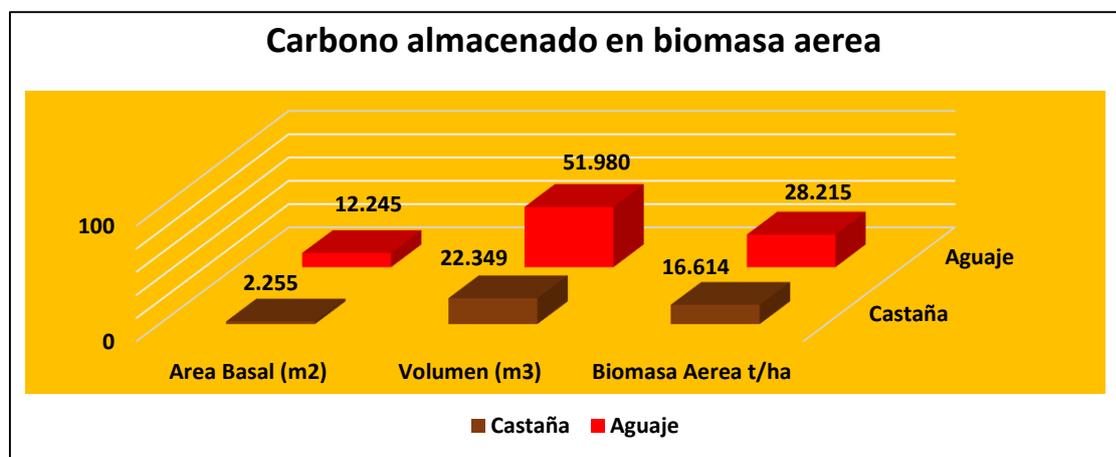
Resultado de Carbono Almacenado en la Biomasa Aérea.

Especie	Área Basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Biomasa Aérea t/ha	% de Biomasa aérea t/ha
Aguaje	12.245	51.980	28.215	62.939
Castaña	2.255	22.349	16.614	37.061

Nota: Elaboración propia 2019.

Figura 10

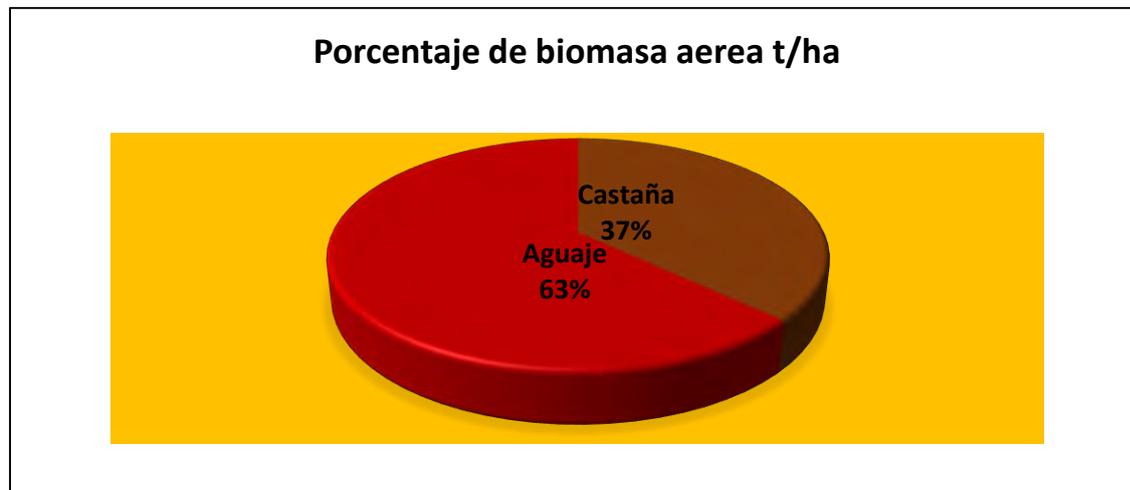
Carbono Almacenado en Biomasa Aérea, en Plantaciones de Aguaje y Castaña



Nota: Elaboración propia 2019.

Figura 11

Porcentaje de Carbono Almacenado en Biomasa Aérea.



Nota: Elaboración propia 2019.

#### Análisis e interpretación.

En la tabla 13 y figura 10, se observan, los resultados sobre la cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea en el fuste y estípote de las plantaciones de diez años de edad de *B. excelsa*. y *M. flexuosa*. La plantación de Aguaje obtuvo un área basal de **12.245 m<sup>2</sup>**, la cual es mayor a la obtenida por la plantación de Castaña que tuvo un área basal de **2.255 m<sup>2</sup>**, con respecto a la obtención del volumen se observa que la plantación de Aguaje tiene **51.980 m<sup>3</sup>**, el cual es mayor al volumen de **22.349 m<sup>3</sup>** que presentó la plantación de Castaña, también se observa que la plantación de Aguaje obtuvo la mayor cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea con **28.215 t/ha**, mientras que la plantación de Castaña solo generó un almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de **16.614 t/ha**.

En la figura 11, se observa que la plantación de Aguaje obtuvo un mayor porcentaje de carbono almacenado en la biomasa aérea con un **63%**, mientras que la plantación de Castaña cuenta con un **37%** de carbono almacenado en la biomasa aérea.

#### Contrastación de hipótesis

- Hi: La cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea en fuste y estípote de las plantaciones de diez años de edad de *B. excelsa* es menor al de *M. flexuosa*.
- Ho: La cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea en fuste y estípote de las plantaciones de diez años de edad de *M. flexuosa* es menor al de *B. excelsa*.

## Pruebas no paramétricas

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Biomasa aérea es la misma entre categorías de Plantaciones.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

**Interpretación:** Con un nivel de confianza del 95% y con un p valor obtenido ( $p=0.01 < \alpha= 0.05$ ), se concluye con rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ), y aceptar la hipótesis alterna ( $H_i$ ) planteada por el investigador. Este resultado confirma que el carbono fijado en la biomasa aérea en el fuste de la plantación de Castaña con **16.614 t/ha** es menor a las **28.215 t/ha**, del estípite de la plantación de Aguaje.

#### 4.3 Stock de carbono almacenado en el fuste de la plantación de *B. excelsa*. y estípite de la plantación de *M. flexuosa*.

Tabla 14

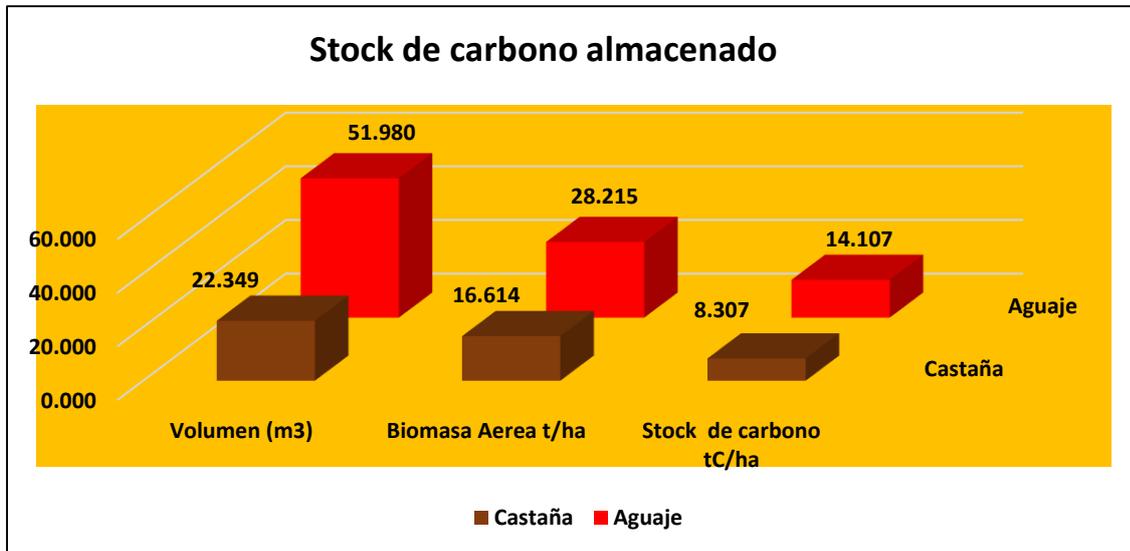
Resultados de Stock de Carbono Almacenado.

Especie	Volumen (m3)	Biomasa Aérea t/ha	Stock de carbono tC/ha	% de Stock de carbono tC/ha
Aguaje	51.98	28.215	14.107	62.939
Castaña	22.349	16.614	8.307	37.061

Nota: Elaboración propia 2019.

Figura 12

Stock de Carbono Almacenado en las Plantaciones de Aguaje y Castaña.



Nota: Elaboración propia 2019.

Figura 13

Porcentaje de Stock de Carbono Almacenado.



Nota: Elaboración propia 2019.

#### Análisis e interpretación.

En la tabla 14 y figura 12, se observan, los resultados sobre el stock de carbono almacenado en el fuste de la plantación de *B. excelsa*. y estípice de la plantación de *M. flexuosa*. Con respecto a la obtención del volumen se observa que la plantación de Aguaje tiene **51.980 m3**, el cual es mayor al volumen de **22.349 m3** que presento

la plantación de Castaña, con respecto a la biomasa aérea la plantación de Aguaje obtuvo un total de **28.215 t/ha** y la plantación de Castaña obtuvo un **16.614 t/ha**, también se observa que la plantación de Aguaje obtuvo la mayor cantidad de **Stock de carbono** con **14.107 tC/ha**, mientras que la plantación de Castaña solo genero **8.307 tC/ha** de almacenamiento de **Stock carbono**.

En la figura **13**, se observa que la plantación de Aguaje obtuvo un mayor porcentaje de **almacenamiento** de Stock carbono con un **63%**, y la plantación de Castaña conto con un **37%** de almacenamiento de Stock carbono.

### Contrastación de hipótesis

- Hi: El stock de carbono almacenado en el fuste de la plantación de *B. excelsa* es menor al del estípite de la plantación de *M. flexuosa*.
- Ho: El stock de carbono almacenado en el estípite de la plantación de *M. flexuosa*. es menor al del fuste de la plantación de *B. excelsa*.

### Pruebas no paramétricas

#### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
<b>1</b>	La distribución de Stock de carbono es la misma entre categorías de Plantaciones.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

**Interpretación:** Con un nivel de confianza del 95% y con un p valor obtenido ( **$p=0.01 < \alpha= 0.05$** ), se concluye con rechazar la hipótesis nula (Ho), y aceptar la hipótesis alterna (Hi) planteada por el investigador. Este resultado confirma que el Stock de carbono almacenado en el fuste de la plantación de Castaña con **8.307 tC/ha**, es menor a las **14.107 tC/ha**, del estípite de la plantación de Aguaje.

#### 4.4 Carbono equivalente que se encuentra almacenado en el fuste de la *B. excelsa* y estípites de la *M. flexuosa*.

Tabla 15

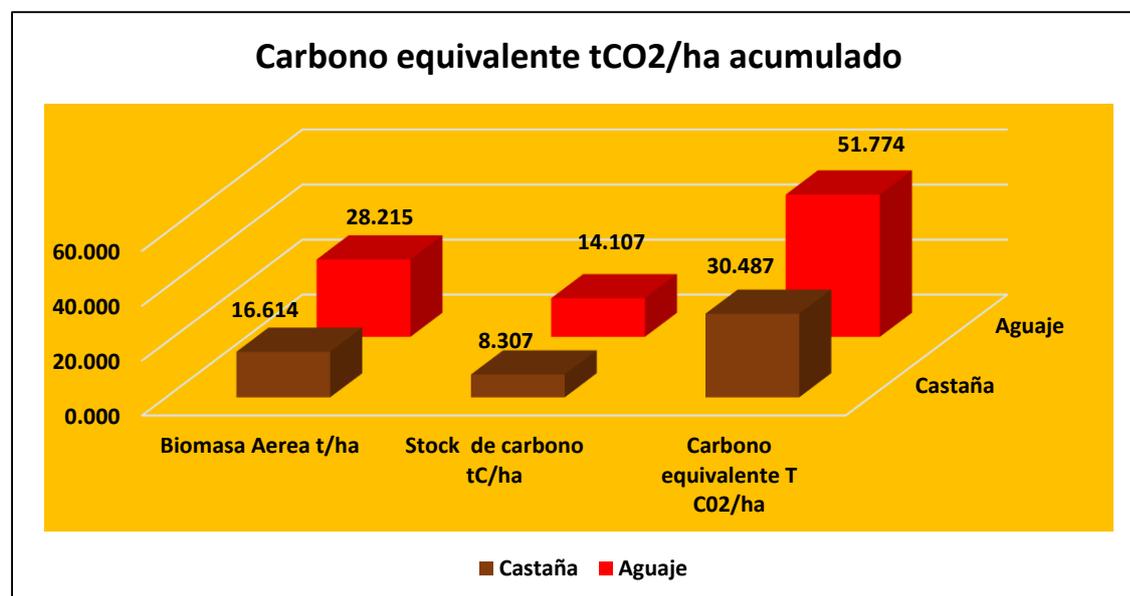
Resultados de (CO<sub>2</sub>-eqv.) Almacenado.

Especie	Biomasa Aérea t/ha	Stock de carbono t C/ha	Carbono equivalente tCO <sub>2</sub> /ha	% de Carbono equivalente tCO <sub>2</sub> /ha
Aguaje	28.215	14.107	51.774	62.939
Castaña	16.614	8.307	30.487	37.061

Nota: Elaboración propia 2019.

Figura 14

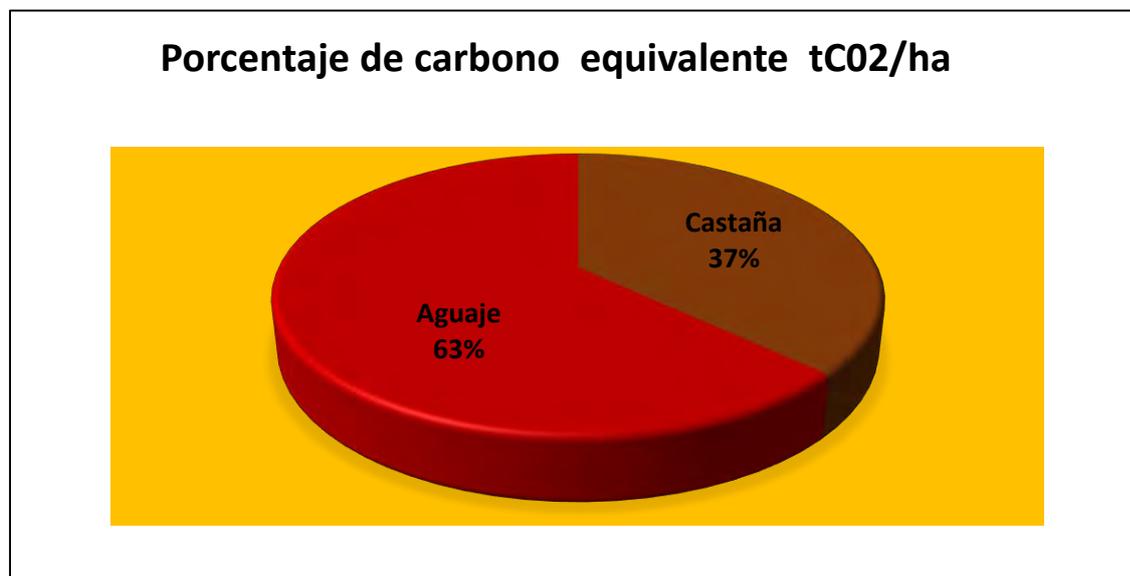
Cantidad de (CO<sub>2</sub>-eqv.) Almacenado, en las Plantaciones de Aguaje y Castaña



Nota: Elaboración propia 2019.

Figura 15

Porcentaje de (CO<sub>2</sub>-eqv.) Almacenado



Nota: Elaboración propia 2019.

#### **Análisis e interpretación.**

En la tabla 15 y figura 14, se observan, los resultados sobre la cantidad de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eqv.) que se encuentran almacenados en el fuste de la *B. excelsa* y estípite de la *M. flexuosa*. Con respecto a la obtención del volumen se observa que la plantación de Aguaje tiene **51.980 m<sup>3</sup>**, el cual es mayor al volumen de **22.349 m<sup>3</sup>** que presentó la plantación de Castaña, con respecto a la biomasa aérea la plantación de Aguaje obtuvo un total de **28.215 t/ha** y la plantación de Castaña obtuvo un **16.614 t/ha**, también se observa que la plantación de Aguaje obtuvo la mayor cantidad de Stock de carbono con **14.107 tC/ha**, mientras que la plantación de Castaña solo generó **8.307 tC/ha** de Stock carbono, y todos estos resultados generaron un (CO<sub>2</sub>-eqv.) almacenado, en la plantación de Aguaje de **51.774 tCO<sub>2</sub>/ha**, mientras que la plantación de Castaña obtuvo un (CO<sub>2</sub>-eqv.) almacenado de **30.487 tCO<sub>2</sub>/ha**.

En la figura 15, se observa que la plantación de Aguaje obtuvo un mayor porcentaje de (CO<sub>2</sub>-eqv.) almacenado con un **63%**, mientras que la plantación de Castaña obtuvo un **37%** de (CO<sub>2</sub>-eqv.) almacenado.

### Contrastación de hipótesis

- Hi: El carbono equivalente que se encuentra almacenado en el fuste de la *B. excelsa* es menor al del estípite de la *M. flexuosa*
- Ho: El carbono equivalente que se encuentra almacenado en el estípite de la *M. flexuosa* es menor al del fuste de la *B. excelsa*

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Carbono equivalente es la misma entre categorías de Plantaciones.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

**Interpretación:** Con un nivel de confianza del 95% y con un p valor obtenido ( $p=0.01 < \alpha = 0.05$ ), se concluye con rechazar la hipótesis nula (Ho), y aceptar la hipótesis alterna (Hi) planteada por el investigador. Este resultado confirma que la cantidad de (CO<sub>2</sub>-eqv.) almacenado en el fuste de la plantación de Castaña es de **30.487 tCO<sub>2</sub>/ha**, el cual es menor a las **51.774 tCO<sub>2</sub>/ha**, del estípite de la plantación de Aguaje.

#### 4.5 Pago de valoración económica del CO<sub>2</sub> almacenado en el fuste de la *B. excelsa* y estípite de la *M. flexuosa*.

Tabla 16

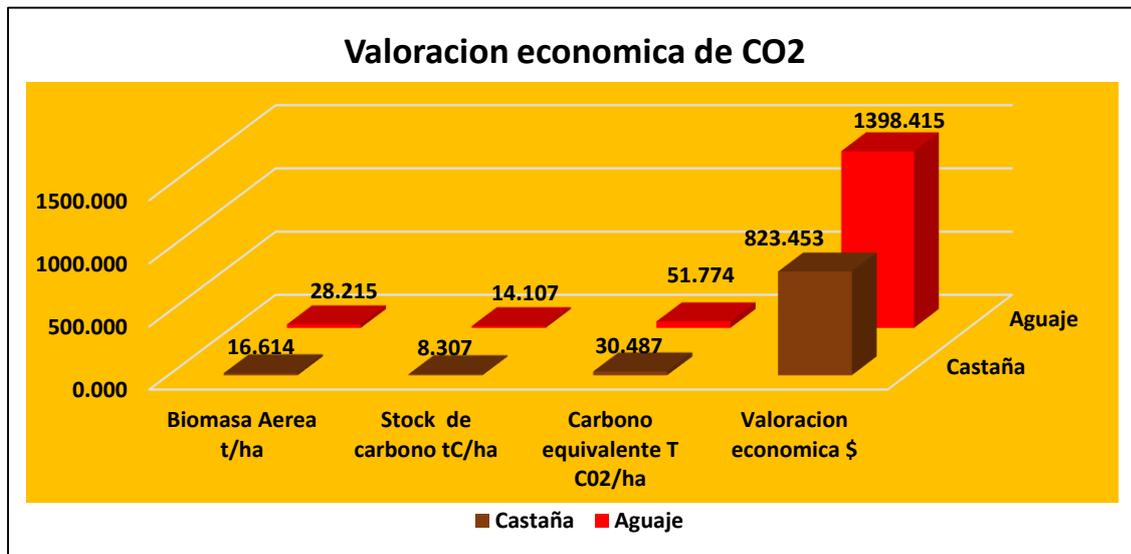
*Resultados de la Valoración Económica de CO<sub>2</sub> Almacenado*

Especie	Volumen (m <sup>3</sup> )	Biomasa Aérea t/ha	Stock de carbono tC/ha	Carbono equivalente t CO <sub>2</sub> /ha	Valoración económica \$	% de Valoración económica
Aguaje	51.980	28.215	14.107	51.774	1,398.415	62.939
Castaña	22.349	16.614	8.307	30.487	823.453	37.061

Nota: Elaboración propia 2019

Figura 16

Valoración Económica de CO<sub>2</sub>, en la Plantación de Aguaje y Castaña.



Nota: Elaboración propia 2019.

Figura 17

Porcentaje de la Valoración Económica de CO<sub>2</sub>



Nota: Elaboración propia 2019.

#### Análisis e interpretación.

En la tabla 16 y figura 16, se observan, los resultados sobre el pago de la valoración económica de CO<sub>2</sub> almacenado en el fuste de la *B. excelsa* y estípites de la *M. flexuosa*. La plantación Aguaje obtuvo una biomasa aérea total de **28.215 t/ha** y la plantación de Castaña obtuvo un **16.614 t/ha**, también se observa que la

plantación de Aguaje obtuvo la mayor cantidad de Stock de carbono con **14.107 tC/ha**, mientras que la plantación de Castaña solo genero **8.307 tC/ha** de Stock carbono, y se obtuvo un (CO<sub>2</sub>-eqv.) almacenado, en la plantación de Aguaje de **51.774 tCO<sub>2</sub>/ha**, mientras que la plantación de Castaña obtuvo un (CO<sub>2</sub>-eqv.) almacenado de **30.487 tCO<sub>2</sub>/ha**, y todos estos resultados generaron un pago de **valoración económica de CO<sub>2</sub>** en la plantación de Aguaje de **1,398.415 dólares** por hectárea y en la plantación de Castaña de **823.453 dólares** por hectárea.

En la figura 17, se observa que la plantación de Aguaje obtuvo un mayor porcentaje en Valoración económica de CO<sub>2</sub> con un **63%**, mientras que la plantación de Castaña cuenta con un **37%** de Valoración económica de CO<sub>2</sub>.

#### Contrastación de hipótesis

- Hi: El pago de la valoración económica de CO<sub>2</sub> almacenado en el fuste de la *B. excelsa* es menor al del estípite de la *M. flexuosa*.
- Ho: El pago de la valoración económica de CO<sub>2</sub> almacenado en el estípite de la *M. flexuosa* es menor al del fuste de la *B. excelsa*.

#### Pruebas no paramétricas

##### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Valoración económica es la misma entre categorías de Plantaciones.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

**Interpretación:** Con un nivel de confianza del 95% y con un p valor obtenido (**p=0.01 < α= 0.05**), se concluye con rechazar la hipótesis nula (Ho), y aceptar la hipótesis alterna (Hi) planteada por el investigador. Este resultado confirma que el pago de **valoración económica de CO<sub>2</sub>** en el fuste de la plantación de Castaña es de **823.453 dólares** por hectárea siendo menor a lo obtenido por el estípite de la plantación de Aguaje, que contó con una valoración económica de **1,398.415 dólares** por hectárea.

#### 4.6 Total, de almacenamiento de CO<sub>2</sub>, acumulado entre ambas plantaciones de B. excelsa y M. flexuosa.

Tabla 17

Resultados en Almacenamiento de CO<sub>2</sub> Acumulado entre Ambas, Plantaciones de B. excelsa y M. flexuosa.

Especie	N° de Árboles/ha	Área Basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Biomasa Aérea t/ha	Stock de carbono tC/ha	Carbono equivalente t CO <sub>2</sub> /ha	Valoración económica \$	Porcentaje %
Castaña	76	2.255	22.349	16.614	8.307	30.487	823.453	37.061
Aguaje	133	12.245	51.980	28.215	14.107	51.774	1,398.415	62.939
<b>Total</b>	<b>209</b>	<b>14.500</b>	<b>74.329</b>	<b>44.829</b>	<b>22.414</b>	<b>82.261</b>	<b>2,221.868</b>	<b>100</b>

Nota: Elaboración propia 2019.

#### Análisis e interpretación.

En la tabla 17 se observa el total de resultados obtenidos en el almacenamiento de CO<sub>2</sub> acumulado entre ambas, plantaciones de B. excelsa y M. flexuosa, las cuales dieron los siguientes resultados: Se inventariaron **209** plantas en las 2 hectáreas donde se desarrolló la investigación, se obtuvo un total de área basal de **14.500 m<sup>2</sup>**, un volumen **74.329 m<sup>3</sup>**, una biomasa aérea de **44.829 t/ha**, un stock de carbono de **22.414 tC/ha**, un carbono equivalente de **82.261 t CO<sub>2</sub>/ha** y una valoración económica de **\$ 2,221.868** dólares americanos. La plantación de Castaña obtuvo los menores resultados, comparados a los obtenidos por la de Aguaje.

#### 4.7 Prueba estadística

**Tabla 18**

*Distribución de la Media, Varianza Poblacional, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación en la Plantación de Castaña.*

	CAP	DAP	ALT	Área basal	Volumen	Biomasa aérea t/ha	Stock de carbono tC/ha	Carbono equivalente t CO2/HA
<b>Mediana</b>	0.608	0.194	15.275	0.029	0.264	0.178	0.089	0.346
<b>Varianza poblacional</b>	0.00175942	0.00018262	0.81503289	1.58700E-05	0.00152338	0.00084289	0.000210497	0.00283732
<b>Desviación estándar</b>	0.0419	0.0135	0.9027	0.0039	0.040	0.0290	0.0145	0.0532
<b>Coeficiente de variación %</b>	6.88	6.94	5.91	13.42	13.27	13.27	13.27	13.27

*Nota:* Elaboración propia 2019

**Tabla 19**

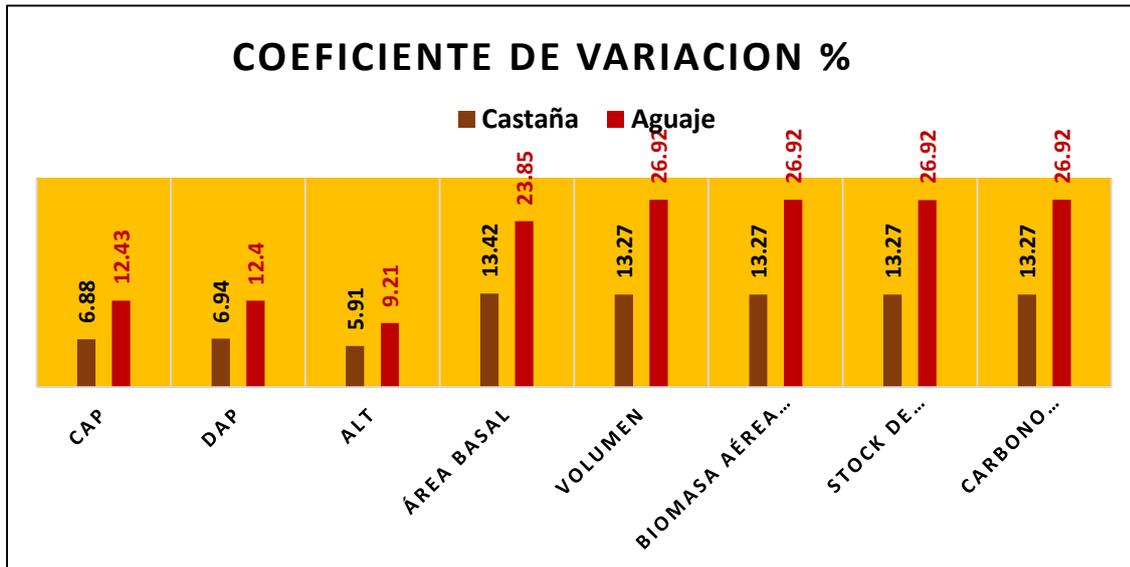
*Distribución de la Media, Varianza Poblacional, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación en la Plantación de Aguaje.*

	CAP	DAP	ALT	Área basal	Volumen	Biomasa aérea t/ha	Stock de carbono tC/ha	Carbono equivalente t CO2/HA
<b>Mediana</b>	1.07	0.339	6.500	0.092	0.391	0.212	0.106	0.389
<b>Varianza poblacional</b>	0.0176	0.00177514	0.35836452	0.00048195	0.01107155	0.00326197	0.00081296	0.01098862
<b>Desviación estándar</b>	0.1328	0.0421	0.5986	0.0219	0.1052	0.0571	0.0285	0.1048
<b>Coeficiente de variación %</b>	12.43	12.40	9.21	23.85	26.92	26.92	26.92	26.92

*Nota:* Elaboración propia 2019.

**Figura 18**

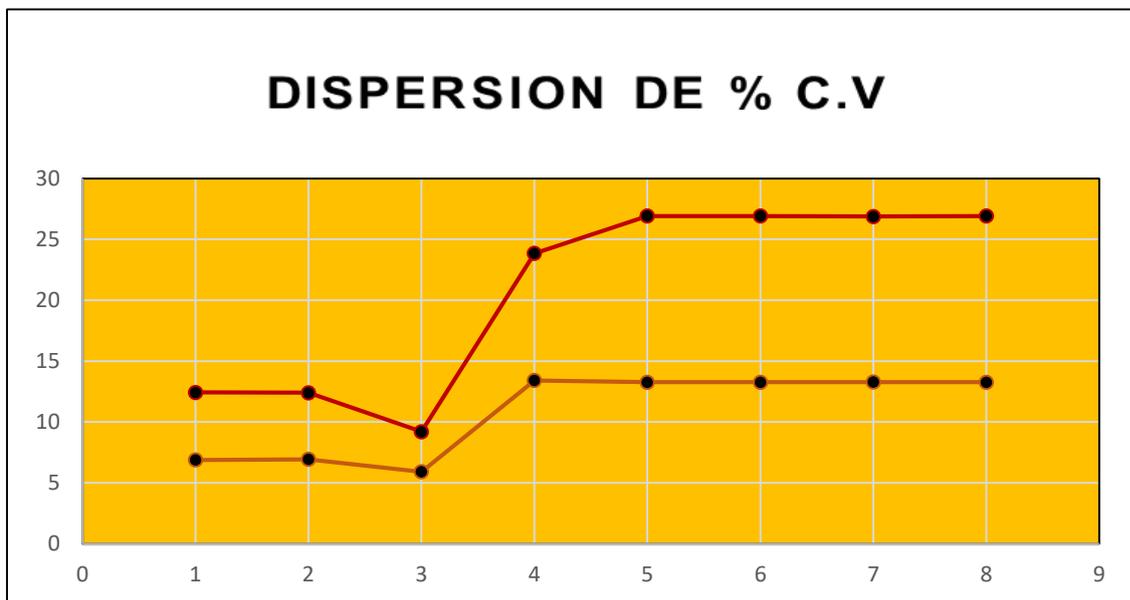
*Coefficiente de Variación % de Castaña y Aguaje.*



*Nota:* Elaboración propia 2019.

**Figura 19**

*Dispersión de Datos de la Plantación de Castaña y Aguaje.*



*Nota:* Elaboración propia 2019.

### **Análisis e interpretación.**

En la tabla **18** y **19** se observan, los resultados sobre la distribución de la mediana, varianza poblacional, desviación estándar y coeficiente de variación en la

plantación de Castaña y de Aguaje. En la figura **18 y 19**, la plantación de Aguaje obtuvo una dispersión heterogénea de sus datos con respecto a su media con un coeficiente de variación de **26.92%**, en Volumen, Biomasa aérea, Stock de carbono y Carbono equivalente, mientras que la plantación de Castaña obtuvo una dispersión homogénea de sus datos con respecto a su media con un **13.27%** de coeficiente de variación con respecto a su Volumen, Biomasa aérea, Stock de carbono y Carbono equivalente; lo que indica que la distribución de los datos tienen diferentes densidades, diámetros y alturas para cada plantación, por ende, el CO<sub>2</sub> almacenado en cada plantación es diferente, por ello los resultados encontrados en la presente investigación.

## 5. Discusiones de resultados

a). - A partir de los hallazgos encontrados se acepta la hipótesis alternativa general sobre el almacenamiento y valoración económica del CO<sub>2</sub> en la biomasa aérea de la plantación de *Bertholletia excelsa* es menor que la de *Mauritia flexuosa*, en el sector San Bernardo-Madre de Dios-2019.

b). - De los resultados obtenidos se establece que el carbono fijado en la biomasa aérea en el fuste de la plantación de Castaña es de **16.614 t/ha** siendo menor a **28.215 t/ha**, del estípite de la plantación de Aguaje. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (Hi) planteada por el investigador y se rechaza la hipótesis nula (Ho).

C.- Referente a los resultados obtenidos se establece que el stock de carbono almacenado, en el fuste de la plantación de Castaña es de **8.307 tC/ha**, siendo menor a **14.107 tC/ha**, del estípite de la plantación de Aguaje. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (Hi) planteada por el investigador y se rechaza la hipótesis nula (Ho).

d). - Concerniente a los resultados obtenidos se establece que la cantidad de (CO<sub>2</sub>-eqv.) almacenados, en el fuste de la plantación de Castaña es de **30.487 tCO<sub>2</sub>/ha**, siendo menor a las **51.774 tCO<sub>2</sub>/ha**, del estípite de la plantación de Aguaje. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna planteada por el investigador (Hi).

e). - De los resultados obtenidos se establece que, el pago de **valoración económica de CO<sub>2</sub>** en el fuste de la plantación de Castaña es de **823.453 dólares** por hectárea siendo menor a lo obtenido por el estípite de la plantación de Aguaje, que contó con una valoración económica de **1,398.415 dólares** por hectárea. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna planteada por el investigador (Hi).

Los resultados encontrados en la investigación realizada en: **Biomasa aérea t/ha, stock de carbono tC/ha, carbonó equivalente t CO<sub>2</sub>/ha y valoración económica t CO<sub>2</sub>/ha en \$**, en el fuste y estípite de las plantaciones de Castaña y Aguaje, difieren con los resultados obtenidos en las investigaciones mencionadas: A nivel internacional, nacional y regional.

### 5.1 Discusiones de resultados a nivel internacional.

1.-**ARANGO, A. & CAMARGO, J. (2012)**. Estimaron el potencial de almacenamiento de carbono en bosque de bambú (*Guadua angustifolia*) localizados

en la región del eje carretero de Colombia, entre los 900 y los 2000 msnm. **ARANGO, A. & CAMARGO, J.** Obtuvo una biomasa aérea de **364 t/ha**, y encontró en los bosques de bambú un almacenamiento en promedio de  $126 \pm 4 \text{ t C/ha}$  de Stock de carbono.

Los resultados de la investigación fueron los siguientes: En la plantación de Aguaje **28.215 t /ha**, en biomasa aérea y **14.107 t C/ha** de Stock de carbono y en la plantación de Castaña **16.614 t /ha**, en biomasa aérea y **8.307 t C/ha** de Stock de carbono, los cuales son menores que los obtenidos por **ARANGO, A. & CAMARGO, J.** esto se debe, Al número de árboles por hectárea, diferente altura, CAP, DAP, los años de crecimiento, la altitud de los bosques de bambú que son de 900 m a 2000 m, mientras que las plantaciones se encuentran a 140 msnm, todo estos factores propician a obtener diferentes resultados.

**2.-LOPEZ, G. (2017)** con esta investigación, estimó la cantidad de biomasa y carbono aéreo, almacenado en plantaciones de teca (*Tectona grandis L.f.*) de catorce y quince años de edad, en 161.2 ha en la finca Sacuitz, Chahal, Alta Verapaz Guatemala. Obteniendo una biomasa aérea anual de **68.333 t/ha**.

La investigación realizada tuvo como resultado: **28.215 t /ha** de biomasa aérea para la plantación de Aguaje y **16.614 t /ha**, para la plantación de Castaña. Los resultados obtenidos son menores a los obtenidos por **LOPEZ**, debido a la diferencia de: número de árboles por hectárea, altura, DAP, densidad de cada madera, años de crecimiento de la plantación, métodos utilizados (Directo e Indirecto) para la toma de datos, los cuales van a con llevar a obtener diferentes resultados.

**3.- PATIÑO et, al. (2018)** realizaron la investigación sobre: Captura de Carbono en Biomasa en Plantaciones Forestales y Sistemas Agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia. Los resultados encontrados en las PF de entre 5 y 25 años almacenaron entre 18,6 y 64,4 Mg C ha<sup>-1</sup>; mientras que los SAF capturaron 85, Mg C ha<sup>-1</sup> (10-15 años).

Los resultados encontrados en la investigación sobre stock de carbono capturado fueron los siguientes: En la plantación de Aguaje se obtuvo **14.107 t C/ha** y en la plantación de Castaña **8.307 t C/ha** de Stock de carbono. Los resultados obtenidos por **PATIÑO et, al.**, en las plantaciones forestales (**P F**) de 5 y 25 años, difieren con respecto a lo encontrado en la plantación de castaña, pero con respecto a la plantación de aguaje hay un resultado más estrecho, esto es debido a la diferencia de edades de las plantaciones, número de árboles por hectárea, altura, DAP,

densidad de cada madera, métodos utilizados (Directo e Indirecto). Además, la investigación solo se basó en la obtención de la biomasa aérea y no considero el carbono del suelo, hojarasca y vegetación herbácea, los cuales van a con llevar a obtener diferentes resultados.

## 5.2 Discusiones de resultados a nivel nacional.

**1.-ARAUJO (2014)** realizó la investigación de secuestro y valoración económica de CO<sub>2</sub> en tres plantaciones de *Simarouba amara* del CIEFOR Puerto Almendras departamento de Iquitos. Los resultados obtenidos en la plantación de *Simarouba amara* de edad 27 años se determinó el mayor secuestro de CO<sub>2</sub> con **454,72 tCO<sub>2</sub>/ha** obteniendo un valor económico de **US\$ 2791,98/ha**, así mismo en la plantación de *Simarouba amara* de 34 años se determinó un secuestro de CO<sub>2</sub> de **173,84 tCO<sub>2</sub>/ha**, con un valor económico de **US\$ 1067,38/ha**, mientras que en la plantación de *Simarouba amara* de 43 años se determinó el menor secuestro de CO<sub>2</sub> con **83,36 tCO<sub>2</sub>/ha** obteniendo así un valor económico de **US\$ 511,83t/ha**.

Mientras que la investigación realizada obtuvo los siguientes resultado: En la plantación de 10 años de Aguaje **28.215 t /ha**, en biomasa aérea, **14.107 t C/ha** de Stock de carbono, con un carbono equivalente o secuestro de CO<sub>2</sub> de **51.744 tCO<sub>2</sub> /ha**, generando una valoración económica de **\$ 1,398.415** y la plantación de Castaña con **16.614 t /ha**, en biomasa aérea y **8.307 t C/ha** de Stock de carbono y un carbono equivalente o secuestro de CO<sub>2</sub> de **30.487 tCO<sub>2</sub> /ha**, generando una valoración económica de **\$ 823.453**.

Estos resultados no son parecidos a los encontrados por **ARAUJO, E.** debido a la cantidad de árboles inventariados, los cuales tienen diferente altura, CAP, DAP, densidad, años de crecimiento, tipo de especie utilizada en la plantación, y el área del terreno a estudiar, tanto la investigación de **ARAUJO, E.** y la de nosotros utilizan como referencia el valor consignado en la bolsa de SENDECO<sub>2</sub>, obteniendo diferentes resultados en el valor económico, debido a las diferentes cantidades de carbono equivalente acumulado.

**2.-DEL AGUILA, C. (2014)** investigo el almacenamiento de carbono en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis Ducke* "tornillo" en tres diferentes edades de 27, 35 y 43 años en el CIEFOR, Iquitos. Los resultados obtenidos muestran una biomasa de **301,50 t /ha**, **222,26 t/ha** y **56,93 t /ha**, un Stock de carbono de **186,93 t C/ha**, **137,80 t C/ha** y **35,30 t C/ha** y un secuestro de CO<sub>2</sub> de **685,33 tCO<sub>2</sub>/ha**, **303,14**

**t CO/ha y 77,64 tCO<sub>2</sub>/ha**, para las plantaciones de 43, 35 y 27 años, respectivamente; respectivamente.

Los resultados de la investigación fueron: En la plantación de Aguaje **28.215 t /ha**, en biomasa aérea, **14.107 t C/ha** de Stock de carbono y un carbono equivalente o secuestro de CO<sub>2</sub> de **51.744 tCO<sub>2</sub> /ha**, y en la plantación de Castaña **16.614 t /ha**, en biomasa aérea y **8.307 t C/ha** de Stock de carbono y un carbono equivalente o secuestro de CO<sub>2</sub> de **30.487 tCO<sub>2</sub> /ha**. Dichos resultados son menores a los obtenidos por **DEL AGUILA, C**. Se debe al número de árboles que están en cada plantación, densidad de cada madera, altura, DAP, diferentes tipos de especie, los años de crecimiento que tiene cada plantación y dimensión del terreno estudiado que es de 2.63 ha.

**3.-ESPINOZA et al. (2014)** realizaron un estudio con las plantaciones de aguaje y palma aceitera en Pucallpa - Ucayali. Las plantaciones de palma aceitera con 29 años y el aguaje con 20 años, fueron instalados en suelos degradados. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: En la palma aceitera fue de **62.522 Mg/ha**, en biomasa aérea y **31.2610 Mg C /ha** de Stock de carbono, y del aguaje es **4.328 Mg/ha** de biomasa aérea y **2.164 Mg C/ha** de Stock de carbono.

La investigación tuvo como resultado: En la plantación de Aguaje **28.215 t /ha**, en biomasa aérea y **14.107 t C/ha** de Stock de carbono y en la plantación de Castaña **16.614 t /ha**, en biomasa aérea y **8.307 t C/ha** de Stock de carbono. Los resultados son menores a los obtenidos por **ESPINOZA**, con respecto a la palma aceitera y mayores para el aguaje. Estos resultados se dan debido a la cantidad de árboles que se encuentran en el inventario, por la diferente altura, CAP, DAP, densidad de cada madera, los años de crecimiento de la plantación, dimensión del terreno estudiado, además la investigación de **ESPINOZA**, se realizó en suelos no degradados y la del estudio se dio en una plantación.

**4.-VILCA, N. (2017)** realizó un estudio de investigación en un área de ecosistema aguajal ubicado en la región San Martín 2017. Identifico 556 individuos para el aguajal semi denso y 355 para el aguajal mixto. Los resultados que se obtuvieron de biomasa aérea para el aguajal semi-denso fueron: La familia Arecaceae con **42.5 Mg/Ha** de Stock de carbono y un secuestro de carbono de **156 MgCO<sub>2</sub> /ha**, la para familia Bombacaceae es de **10.9 Mg/Ha** de Stock de carbono y secuestro de carbono de **40 MgCO<sub>2</sub> /ha**. Para el aguajal mixto la familia Arecaceae obtuvo un **40.3 Mg /ha** de Stock de carbono y un secuestro de carbono de **148 MgCO<sub>2</sub> /ha** y la familia

Bombaceae un **7.7 Mg /ha**, de Stock de carbono, un secuestro de carbono de **28.3 MgCO<sub>2</sub> /ha**, generando una valoración económica de aguajal mixto la familia Arecaceae obtuvo **873.5\$ dólares /ha** y la familia Bombacaceae alcanzo un total de **167.5\$ haciendo** un total de **1041 dolaraes/ha**. Se llegó a la conclusión, que la familia Arecaceae posee el mayor almacenamiento de CO<sub>2</sub> que la familia Bombacaceae, haciendo un total de **1303.4 Mg** para toda el área de estudio y el pago por el servicio ambiental es **7690.1** dólares americanos.

Mientras que la investigación realizada obtuvo los siguientes resultados: En la plantación de Aguaje **28.215 t /ha**, en biomasa aérea, **14.107 t C/ha** de Stock de carbono, con un carbono equivalente o secuestro de CO<sub>2</sub> de **51.744 tCO<sub>2</sub> /ha**, generando una valoración económica de **\$ 1,398.415** y la plantación de Castaña con **16.614 t /ha**, en biomasa aérea y **8.307 t C/ha** de Stock de carbono y un carbono equivalente o secuestro de CO<sub>2</sub> de **30.487 tCO<sub>2</sub> /ha**, generando una valoración económica de **\$ 823.453**.

Estos resultados no son parecidos debido a la cantidad de número de árboles codificados, los cuales tienen diferente altura, DAP, densidad, años, tipo de bosque, además la investigación solo se basó en la obtención de la biomasa aérea en las plantaciones de Aguaje y Castaña y la investigación de **VILCA** se desarrolló en un ecosistemas de un aguajal , con respecto a la valoración económica la investigación de **VILCA** utilizó el precio de **5.9\$** dólares americanos establecidos por FORES TRENDS (2016), mientras que el estudio de investigación utilizó el precio de SENDECO<sub>2</sub> (2019) del mes de noviembre, de **27.01\$** dólares americanos, los cuales van a con llevar a obtener diferentes resultados.

**5.-LAO, L. (2017)** realizo un estudio sobre la captura de carbono en biomas aérea y necromasa en la zona de aguajales en alto mayo San Martin. El resultado obtenido de biomasa aérea es de **165.458 Mg/ha**, y un Stock de carbono de **82.7293938 Mg C/ha**.

Los resultados del estudio realizado son: En la plantación de Aguaje **28.215 t /ha**, en biomasa aérea y **14.107 t C/ha** de Stock de carbono y en la plantación de Castaña **16.614 t /ha**, en biomasa aérea y **8.307 t C/ha** de Stock de carbono. Dichos resultados son menores que los obtenidos por **LAO**, es debido: Al mayor número de árboles por hectárea, tener diferente altura, CAP, DAP, años de crecimiento además la investigación solo se basó en la obtención de la biomasa aérea y no considero la necromasa, todos estos factores nos llevan a obtener diferentes resultados.

### 5.3 Discusiones de resultados a nivel regional.

**PEREIRA, M. (2013)** investigo sobre el: Stock de carbono almacenado en bosque primario intervenido de terraza baja, región tropical húmeda del Departamento de Madre de Dios. Los resultados obtenidos fueron de 933 árboles/ha con biomasa aérea de 208,28 t/ha y 104,14 tC/ha de carbono aéreo, con necromasa de 12,57 m<sup>3</sup>, en las 25 parcelas estudiadas; con un total 5,02 tC/ha en la hojarasca.

Los resultados del estudio realizado son: En la plantación de Aguaje **28.215 t /ha**, en biomasa aérea y **14.107 t C/ha** de Stock de carbono y en la plantación de Castaña **16.614 t /ha**, en biomasa aérea y **8.307 t C/ha** de Stock de carbono. Los cuales son menores que los obtenidos por **PEREIRA** esto se debe: Al número de árboles por hectárea, diferente altura, CAP, DAP, los años de crecimiento, además la investigación solo se basó en la obtención de la biomasa aérea en plantaciones, mientras que la investigación desarrollada por **PEREIRA**, se da en un bosque primario de terrazas baja, todos estos factores propician a obtener diferentes resultados.

**2.-FLORES, L. & PILLACA, J. (2014)** investigaron sobre el stock de carbono en la biomasa aérea y necromasa en diferentes tipos de vegetación en Madre de Dios. Obtuvieron en las Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o Aguajales una biomasa aérea **243 Mg/ha**, y un Stock de carbono **121.72 Mg C/ha**.

Los resultados de la investigación fueron: En la plantación de Aguaje **28.215 t /ha**, de biomasa aérea y **14.107 t C/ha** de Stock de carbono y en la plantación de Castaña **16.614 t /ha**, de biomasa aérea y **8.307 t C/ha** de Stock de carbono los cuales son menores que los obtenidos por **FLORES, L. & PILLACA, J.** esto se debe, Al número de árboles por hectárea, diferente altura, CAP, DAP, los años de crecimiento, además la investigación solo se basó en la obtención de la biomasa aérea en plantaciones, mientras que la investigación desarrollada por **FLORES, L. & PILLACA, J.** se basó en la obtención de la biomasa aérea y necromasa, en las Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o Aguajales, en diferentes tipos de vegetación, todo estos factores propician a obtener diferentes resultados.

**3.-LOPEZ (2015)** Valorización Económica del Servicio Ambiental de Captura de Carbono en el Fundo Violeta Tahuamanu-Madre de Dios. Los resultados del trabajo son: Vegetación arbórea 60.84 t C/ha, Vegetación no arbórea: 24.57 t C/ha., y en *stock* de carbono de la biomasa muerta: 7.39 t C/ha. El stock total del área del fundo con bosque primario, es: 92.80 t C/ha en fundo primario y en el Fundo agrícola

7.3 t C/ha. Generando una valoración económica de US \$ 186,128.23 por las 20.05 ha FP, y \$ 1460.18 en el FA de 2 ha.

Mientras que la investigación realizada obtuvo los siguientes resultados: En la plantación de Aguaje **28.215 t /ha**, en biomasa aérea, **14.107 t C/ha** de Stock de carbono, con un carbono equivalente o secuestro de CO<sub>2</sub> de **51.744 tCO<sub>2</sub> /ha**, generando una valoración económica de \$ 1,398.415 y la plantación de Castaña con **16.614 t /ha**, en biomasa aérea y **8.307 t C/ha** de Stock de carbono y un carbono equivalente o secuestro de CO<sub>2</sub> de **30.487 tCO<sub>2</sub> /ha**, generando una valoración económica de \$ 823.453. Referente a los resultados obtenidos por la plantación de castaña, estos son parecidos a los obtenidos en el Fundó agrícola por **LOPEZ** pero dichos resultados generan diferentes valores económicos, esto se debe a que el Fundo Agrícola tiene 2 ha y la plantación de castaña cuenta con una hectárea por ende tienen diferentes cantidades de Carbono equivalente, con respecto a la plantación de aguaje los resultados obtenidos son menores a los generados por **LOPEZ** en el Fundo de bosque primario estos resultados se dan debido a la cantidad de árboles que son censados en el área de estudio, así mismo se da por la diferente altura, CAP, DAP, densidad de cada especie, por los años de crecimiento que tiene cada plantación, la dimensión del terreno, el tipo de bosque, etc. Con respecto a la valoración económica **LOPEZ**, utilizo como referencia el modelo de SOHNGEN Y BEACN (NATURE CONSERVACY 2013) de 27.5 \$ dólares americanos por hectárea, mientras que nuestra investigación utilizó como referencia el valor consignado en la bolsa el precio de SENDECO<sub>2</sub> (2019) de 27.01\$ dólares americanos, si bien los valores casi son los mismos, pero ambas investigaciones tuvieron resultados distintos debido a las diferentes cantidades de carbono equivalente tCO<sub>2</sub> /ha, que arrojó cada área de estudio.

## 6. Conclusiones

1.- Se determinó que el fuste de la plantación de *B. excelsa*, tuvo menor almacenamiento de carbono, que el estípite de la plantación de *M. flexuosa*., debido al rápido crecimiento de *M. flexuosa*.

2.- Existen diferencias significativas en el almacenamiento de stock de carbono, ya que el fuste de la plantación de *B. excelsa*, obtuvo un menor stock de carbono almacenado, con relación a lo obtenido por el estípite de la plantación de *M. flexuosa*, debido a la asimilación mayor de carbono acumulada en biomasa aérea total (t/ha) que tienen cada plantación.

3.- Se determinó que fuste de la plantación de *B. excelsa*, tuvo menor cantidad de (CO<sub>2</sub>-eqv.), en comparación a lo obtenido por el estípite de la plantación de *M. flexuosa*, debido a las diferentes cantidades de stock de carbono (tc/ha), acumulado para cada plantación.

4.- Se determinó que el fuste de la plantación de *B. excelsa* obtuvo un menor pago de valoración económica de CO<sub>2</sub> almacenado, con relación a lo obtenido por el estípite de la plantación de *M. flexuosa*, debido a la diferencia de cantidades de (CO<sub>2</sub>-eqv.) almacenado que hay en cada plantación, se utilizó el valor de 27.01 \$ dólares americanos de SENDECO<sub>2</sub> para cada plantación.

## 7. Recomendaciones

1.- Ampliar el uso de esta metodología a plantaciones no maderables, con la finalidad de promover estudios de investigación sobre el almacenamiento y valoración económica de CO<sub>2</sub>, tanto a nivel local y regional.

2.- Para complementar la investigación sobre la captura de carbono, se sugiere realizar estudios en necromasa y subsuelo, aplicando el método directo e indirecto, lo que permitiría una indagación más completa del almacenaje de carbono que contienen estas plantaciones.

3.-Evaluar y complementar el estudio en biomasa, stock y carbono equivalente en plantaciones de diferentes especies, con lo cual podríamos determinar que especies son las que almacenan más carbono.

4.-El pago de valorización económica del CO<sub>2</sub> en plantaciones no maderables, se debe incentivar a las organizaciones vinculadas al sector forestal, que se dediquen a promover los mercados de captura de carbono en los bosques de la Región de Madre de Dios, y de esa manera poder determinar un precio que sea coherente, con la particularidad de cada plantación.

### Referencias Bibliográficas

- ADGER, W., BROWN, K.; CERVIGNI, R. y MORAN, D. (1995). Total econome value of forests in México.
- ALVAREZ, M., (2016) Captura de carbono en plantaciones de *pinus patula* schltl. et cham en Tonalaco, Veracruz, México. Universidad Veracruzana.
- ANDERSON, C., ASNER, G., CHAWICK, K., FARFAN, W., HIGGINS, M., KNAPP, D., LLACTAYO, W., MARTIN, R., MASCARO, J., NEYRA, A., SILMAN, M., SINCA, F., SOUSAN, S. y TUPAYACHI, R. (2014) Geografía del Carbono en Alta resolución del Perú: Un Informe Conjunto del Observatorio Aéreo Carnegie y el Ministerio del Ambiente del Perú. 69p.
- ANGELSEN, A., BROCKHAUS, M., KANNINEN, M., SILLS, E., SUNDERLIN, W. D. y WERTZ-KANOUNNIKOFF, S. (2010). La implementación de REDD+: estrategia nacional y opciones de política. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Bogor, Indonesia. 390 p.
- ARANGO, Á MARIA, CAMARGO, J CARLOS. (2012). Bosques de guadua del eje cafetero de Colombia: Oportunidades para su inclusión en el mercado voluntario de C y el programa REDD+. [En línea] Revista Recursos Naturales y Ambiente/n°.61: 77-85.
- ARAUJO, B. (2014). Secuestro y valoración económica de CO<sub>2</sub> en tres plantaciones de *Simarouba amara* en CIEFOR puerto Almendras el departamento de Iquitos. Universidad Nacional de la Amazonia del Perú.65 p.
- ARAUJO, T. M., N. HIGUCHI, & CARVALHO. (1999). Comparison of formulae for Biomass.
- AREVALO, C. (2015). Medición de carbono del estrato arbóreo en un área del bosque natural Tinajillas-Limón Indanza. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Ecuador., pp.187.
- ARNOLD, M. & Ruíz-Pérez. M. (2001). ¿Can NonTimber Forest Products Match Tropical Forest Conservation and Development Objectives? Ecological Economics 39: 437-447. Content determination in a tropical rain forest site in the state of Para Brazil. Foerest Ecology and Management 117: 43-52.
- BALUARTE, et al. (2000). El comercio de los productos forestales no maderables en la ciudad de Iquitos. IIAP. Iquitos, Perú.

- BEJAR, N. & HUAMANI, L. (2013). Determinación de la reserva de carbono en un bosque de terraza alta mediante el método de ecuaciones alométricas fondo el bosque distrito las Piedras, departamento de Madre de Dios. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. 130 p.
- BROWN, S., & LUGO, A. (1984). Biomass of tropical forest: a new estimate based on forest volumes. *Science* 223: 1290-1293
- BURGOS, U. & TARQUI, W. (2018) realizaron estudios sobre la cuantificación de biomasa y carbono en la parcela permanente de monitoreo en el fundo primavera de la EPIF de la UNSAAC-Madre de Dios, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. 117 p.
- CABRERA, D. & RIVAS, J. (2014). Cuantificación de servicios ambientales de secuestro de carbón en *Mauritia flexuosa* en el predio estatal denominado zona de conservación y recuperación de ecosistemas (ZOCRE) humedal del alto mayo sector tingana Moyobamba. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. 64 p.
- CABUDIVO, C. (2017). Secuestro de CO<sub>2</sub> y producción de oxígeno en árboles urbanos de la av. Abelardo quiñones - distrito san juan bautista, Loreto – Perú, 2016 51 p.
- CARVAJAL, M.; MOTA, C.; ALCARAZ, C.; IGLESIAS, M. y Martínez, M. (2014) Investigación sobre la absorción de CO<sub>2</sub> por los cultivos más representativos. p. 3.
- CHAVE J., ANDALO C., BROWN S., CAIRNS M., CHAMBERS J., EAMUS D., FOLSTER H., FROMARD F., HIGUCHI N., KIRA T., LESCURE J., NE'LSON B., OGAWA H., PUIG H., RIERA B. YAMAKURA T. (2005) Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and biomass balance in tropical forests. *Oecología*. 145: 87- 99.
- CHAVESTA, M. & CONDORI, C. (2005). Maderas Peruanas y Exóticas. Características Tecnológicas y Usos de 10 Especies Forestales.
- CJUNO, K. & PAUCAR, E. (2015). Stock de carbono de la biomasa aérea y necromasa en un bosque de terraza alta presente en dos concesiones de reforestación en el sector Santa Rita baja, distrito de Inambari, Madre de Dios. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios 167 p.

- CORVERA R. (2007). Sistemas de producción de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) con fines comerciales. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Puerto Maldonado, Perú. 20 p.
- CTMC (2006). Comité Técnico Multisectorial de la Castaña. La cadena de valor de la castaña amazónica del Perú. Primera edición. CANDELA PERÚ.
- CUCULIZA, P. (1998). Aspectos agroeconómicos y técnicos sobre *Bertholletia excelsa*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Puerto Maldonado, Perú. 36 p.
- DELGADO, C; COUTURIER, G; MEJIA, K. (2007). *Mauritia flexuosa* (Arecaceae: Calamoideae), an Amazonian palm with cultivation purposes in Peru. *Fruits*, 62(3): 157-169.
- DEL ÁGUILA, C. (2014). Secuestro de co<sub>2</sub> y almacenamiento de carbono en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* ducke “tornillo” en tres edades diferentes en el ciefor -puerto almendra rio nanay. iquitos, Perú. Tesis ing. en ecología de bosques tropicales. fcf-unap, iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- DE BEER, J. H. & M. MCDERMOTT. (1989). the Economic Value of Non-Timber Forest Products in South-East Asia. The Netherlands Committee for uicn. Amsterdam. Pg. 197.
- ESPINOZA, D. MIRANDA, M., & PANDURO, E. (2014). Almacenamiento y fijación de carbono en una plantación de aguaje (*mauritia flexuosa*) y palma aceitera (*elaeis guineensis*) en campus de la universidad nacional de Ucayali p.153-164.
- FAGAN, B. (2008). La pequeña edad de hielo. Como el clima afecto a la historia de Europa 1300-1850. España: Gedisa.
- FAO. (1998). Volumen y biomasa (en línea). Roma. Disponible en: [http://www.fao.org/docrep/007/ae218s/AE218S06.htm#P368\\_42667](http://www.fao.org/docrep/007/ae218s/AE218S06.htm#P368_42667).
- FAO (2010). (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. Inventario Forestal Nacional de Nicaragua. Roma.p.63.
- FLORES, L. & PILLACA, J. (2014). Determinación del stock de carbono en la biomasa aérea y necromasa en diferentes tipos de vegetación en la comunidad nativa de puerto Arturo, las piedras, Madre de dios – Perú” (tesis) Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios 192p.

- FOREST TRENDS. (2010) Getting Started: Un Manual Introductorio para Evaluar y Desarrollar Pagos por Servicios Ambientales [en línea]. Grupo Katoomba, Australia. 2007, pp.71.
- FREITAS, L; OTAROLA, E; DEL CASTILLO, D; LINARES, C; MARTINEZ, C; MALCA, G. (2006). IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, PE). Servicios Ambientales de Almacenamiento y Secuestro de Carbono del Ecosistema Aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria – Loreto. Documento Técnico N° 29. Iquitos, Perú. 65 p.
- GALEANO, G. (1991). Las Palmas de la Región de Araracuara. Primera Edición. TropembosCali-Colombia. Editorial Ricardo Agudelo S. 180 p
- GONSALEZ, P. (2013). Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en plantaciones de *Vochysia lomatophylla* (standl) “quillosa” de diferentes edades en el CIEFOR Puerto Almendra. Tesis (Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales).
- GOREMAD (2010). Gobierno Regional de Madre de Dios. Estudio de Diagnóstico y Zonificación de la Provincia de Tambopata para el tratamiento de la Demarcación Territorial.
- GUZMAN, C. M. (2004). Valoración económica de beneficios ambientales en el manejo sostenible de humedales: Estudio de caso del manejo sostenible “aguajal” en la comunidad de Parinari, Reserva Nacional Pacaya Samiria (Región de Loreto, Perú). IIAP/ Proyecto BIOFOR (INRENA/ USAID). 71 p.
- HONORIO, E. y BAKER, T. (2010). Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Instituto de Investigaciones de amazonia peruana/ Universidad de Leeds. 54 p.
- HOUGHTON, R. (1990) the future role of tropical forests in affecting the carbon dioxide concentration of the atmosphere, *Ambio* 19 (4). 204 – 209.
- ICRAF-CODESOL (2003). Manual de Determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de Uso de la Tierra en Perú. Lima-Perú. Pág7.
- IIAP, (2002). Instituto. De Investigación de la Amazonía Peruana. Propuesta de zonificación ecológica económica de la Región Madre de Dios. Documento de trabajo. BID-CONAM-USAID/BIOFOR.

- IIAP., (2006). Respuesta de las plantas de castaña (*Bertholletia excelsa*) a cuatro niveles de fertilización con Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la amazonia peruana del Centro experimental Fitzcarrald km 21. Madre de Dios. Perú. 14 p.
- IIAP., (2006). Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. Aguaje: La maravillosa palmera de la Amazonía. Pág. 54. ISBN: 9972-667-34-0.
- INE (2009). Página web <http://www.ine.gob.mx>
- INRENA. (1996) Instituto Nacional de Recursos Naturales. Monitoreo de la Deforestación en la Amazonía Peruana. Lima – Perú.
- INRENA. (2003) Instituto Nacional de Recursos Naturales. Base del concurso público N° 003-2003-INRENA de los Bosques de Producción Permanente de Madre de Dios. Lima, Perú. 79 p.
- IPCC. (1996). Intergovernmental Panel on Climate Change. 1996. Report of the twelfth session of the intergovernmental panel on climate change. Reference manual and work book of The IPCC 1996 revised guidelines for national greenhouse gas inventories. México City.
- IPCC. (2000). Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra. Informe especial. Resumen para responsables de políticas. Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Montreal, Canadá. 24 p.
- IPCC. (2002). Cambio climático y biodiversidad [en línea] pp.93.
- IPCC. (2003). Intergovernmental Panel on Climate Change. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES) –IPCC. 628 p.
- IPCC, (2012). International panel of climate change, Glossary of terms. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, y P.M. Midgley (eds.)], A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, EUA, pp. 555-564.
- IPCC (2013). International panel of climate change, Cambio Climático 2013: Bases físicas Resumen para responsables de políticas, OMM-PNUMA, Noruega, p.16.
- KAHN, F. & MEJIA, K. (1988). Las palmeras de importancia económica en la Amazonía peruana. Folia Amazónica 1 (1):99 – 112.

- KAHN, F; MEJIA, K; MOUSSA, F; GÓMEZ, D. (1993). *Mauritia flexuosa* (Palmae): La más acuática de las palmeras amazónicas. En: Kahn, F. León, B. Young, K. 1993. Las 53 plantas vasculares en las aguas continentales del Perú. Tomo 75, Capítulo VIII: 287- 308.
- LAMBERT, A. (2003). Valoración económica de los humedales: un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas. Mayo. Ramsar LAMBERT, A 2003. Valoración económica de los humedales un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas fluviales. Mayo. Ramsar.
- LAO, L. (2017). Captura de carbono mediante estimación de biomasa aérea y necromasa en la zona de aguajales del alto mayo, sector tingana Moyobamba-San Martín 2017. Universidad César Vallejo. 110 p.
- LAZCANO, C. (2003). Taller de Biología y Tratamiento de las Aguas residuales. Lima Perú. Pág. 22.
- 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 para optar el título de ingeniero Forestal Pucallpa. 70 p.
- LLERENA, C. A. (1991). Contaminación atmosférica, efecto invernadero y cambios climáticos: sus impactos forestales. *Revista Forestal del Perú*. 18 (2) 101- 135.
- LOPEZ, G. (2017). Estimación de carbono aéreo en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) de catorce y quince años de edad; chahal, alta verapaz, Guatemala. 92 p.
- LOPEZ, G. (2015). Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono en el fundo violeta (Distrito de Tahuamanu-Madre de Dios) [en línea]. Tesis para optar el título de Licenciado en Geografía y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Perú. P 76.
- MANTA, M. (1997). Apuntes de las clases del curso de silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- MANTA, M. (2007). Evaluación de las causas naturales y socioeconómicas de los incendios forestales en América del Sur. 4<sup>o</sup> Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales. Wildfire 2007. Sevilla. España. 17p.

- MINAM (2011). Ministerio del Ambiente. Carta n°055-2011 – DVMDERN/MINAM. Carta a la Secretaría ejecutiva de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- MONTOYA, G., SOTO L., JONG B., NELSON K., FARIAS P., YAKACTIC P. TAILORR J. (1995). Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas Tzeltal y Tojolab' del estado de Chiapas. México. Universidad de Edimburgo - TheEdinburgh Centre for Tropical Forests. 50 p.
- MOZOMBITE, I. (2015). Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> y de la producción de oxígeno en plantaciones de *Mauritia flexuosa* puerto almendras en Iquitos-Perú. Universidad de la Amazonia Peruana. 51p.
- NACIONES UNIDAS. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.
- ORDOÑES, A. (1999). Estimación de la Captura de Carbono en un Estudio de Caso. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México D.
- ORTIZ, M E. (1993). Técnicas para la estimación del crecimiento y rendimiento de árboles individuales y bosques. Instituto tecnológico de Costa Rica. Departamento de Ingeniería Forestal. Serie de apoyo académico Cartago, Costa Rica. 71 p.
- ORTIZ, R. & KANNINEN, M. (1999). Evaluación Económica del servicio de sumidero de carbón, en diferentes ecosistemas forestales. In semana científica CATIE (4,1999 Turrialba, Costa Rica,). Actas, Turrialba, Costa Rica, CATIE. P .401-408
- PATIÑO, S., LANNI, N., SUÁREZ, H., ANDRADE, M. & SEGURA, A. (2018) Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia
- PEDRONI. L.; PARRA A.; ELSAM R.; PENAYO K.; RODAS, O. (2003) Marco conceptual y diseño de un estudio de carbono para el área protegida de San Rafael. Asunción, Guyra Paraguay: PY. CATIE.
- PERDERSEN, H. & BALSLEY, H., (1993). Evaluación de aguajales, estudio del comportamiento de comunidades asentados en las amazonas. s.J.: s.n.
- PEREIRA, F. (2013). Stock de carbono almacenado en bosque primario intervenido de terraza baja región tropical húmeda en el departamento de Madre de Dios. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana 77 p.

- PEREIRA, L., MAURO, E., LOSADA, M. (2000). Aspectos da anatomía de amendoas e plántulas de Castanheira do Brasil. Sao Paulo, Brasil. p.11 - 19.
- PRONATURALEZA Y AMAZOM IVORY E.I.R.L., (2005). - Planes de Manejo Forestal de Tagua en las comunidades de Veinte de Enero, Buenos Aires, Arequipa.
- RAMIREZ, O. A.; FINNEGAN, B.; RODRIGUEZ L. y ORTIZ, R. (1994). Evaluación económica del servicio ambiental de almacenamiento de carbono: El caso de un bosque húmedo tropical bajo diferentes estrategias del Manejo Sostenible. En Análisis económico de impactos ambientales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE). Editado por Dixon J.A; Fallon Scura L; Carpenter R.A y Sherman P.B. Edición Latinoamericana. Turrialba, Costa Rica. 26 p Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos-Perú. 74 p.
- RAMIREZ, P. (2019) Valoración Económica de la Producción de Oxígeno en Plantaciones de *Vochysia lomatophylla* “quillosa” y *parkia sp.* “Pashaco” de Diferentes Edades en Puerto Almendra, Iquitos-Perú-2014 Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- REYNEL, C; PENNINGTON, R.; PENNINGTON, T; FLORES, C; DAZA, A. (2003). Árboles útiles de la Amazonía Peruana, un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. ICRAF, International Center for Research in Agroforestry. Editorial Breña. Lima, Perú. 510 p.
- RODRIGUEZ, (2005). Evaluación La densidad de dosel forestal, como una nueva alternativa para la estratificación de los bosques en el Valle del Saeta, Cochabamba Bolivia.82 P.
- ROJAS, R. R. (2000). Estado del Conocimiento sobre el Aguaje (*Mauritia flexuosa L.f.*). Iquitos – Perú. 62 p. (en prensa).
- RUBIO, F. (2001). Estudio preliminar sobre la distribución de castaña en Madre de Dios. Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). Diciembre 2001.
- RUGNITZ, T. M.; CHACON, L. M.; PORRO, R. (2009). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. 1era edición. Lima. Perú. Centro Mundial Agroforestal. 79 p.
- RUIZ, R. (2013) Modelos para la estimación de carbono en la biomasa de los sistemas forestales. Instituto Universitario de Investigación y Gestión Forestal Sostenible. Palencia – España.

- RUIZ, S. (2014) Valoración Económica Del Secuestro De CO<sub>2</sub> En Plantaciones De 27 Años en Especies de *Ormosia coccinea*, *Parkia igneiflora*, y *Simarouba amara*, en el CIEFOR-PTO. Almendra, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- SEGURA, M. (1997). Almacenamiento y fijación de carbono en *Quercus costaricensis* en un bosque de altura de la cordillera de Salamanca, Costa Rica. Tesis Licenciatura. Escuela de Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional, Heredia, CR. 147 p.
- SELAYA, G. (2011). Estimación de Carbono en Parcelas Permanentes de Monitoreo en un Bosque Antrópico de Pando. Revista Amazonia Viva, abril-mayo, número 01, Consorcio Madre de Dios –Pando. IICA, USAID. Madre de Dios, Perú. PP. 18-20.
- SURI. W, (2007). Metodología de identificación de áreas para plantaciones agroforestales empleando técnicas de Meso zonificación Agroecológica, Económica y Social. P.53.
- SUUNTO (2007). Clinómetro óptico, PM-5, PM-5,1520 USERGGUIDE. Manual de usuario SUUNTO 042 – 2005. 3, 20006. MADEIN EINLAF.
- TCA. (1997). Tratado de Cooperación Amazónica Cultivos de frutales nativos amazónicos. Tratado de Cooperación Amazónica TCA - SECRETARIA PROTEMPORE, Lima, Perú. 195 p.
- UNFCCC (2007). Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, Actividades en Proyectos de Forestación y Reforestación como Mecanismos de Desarrollo Limpio,
- VALLENAS, J. & PARILLO, M, (2006) Determinación del Secuestro de Carbono por *Dipterix mycrantha* Harms, *Manilkara bidentata* (A OC.) A Chev y *Myroxylon balsamun* L. Harms, En predios agrícolas del distrito de "Tahuamanu" - Madre De Dios. Tesis (Ingeniero Forestal). Madre de Dios, Perú. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Forestales y Medio Ambiente.
- VASQUEZ, N. (2007). Cambio Climatico.org. Recuperado el 13 de noviembre de 2018. Villachica, H., Urano, de C.J.E., Hans, M.C., Díaz, S.C., Almanza, M. (1996). Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonía. Tratado de Cooperación Amazónico. Lima. p.256.

- VILCA, N. (2017). Almacenamiento de  $CO_2$  en biomasa aérea de las familias arecaceae y bombacaceae de un ecosistema aguajal en pósito, San Martín-Perú. Universidad Cesar Vallejo. 70 p.
- VILLACHICA, H. (1996). Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonía. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima, Perú. 367 p
- VINCENT, V. (2018). Estimación de biomasa y carbono en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L. f.) por método indirecto y mapeo mediante sistemas de información geográfica”. Universidad de Guadalajara 75 p.
- ZAPATA, M., COLORADO, G. y DEL VALLE J. (2003). Ecuaciones de biomasa aérea para bosques primarios intervenidos y Húmedos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 119 p.

**Anexos**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Anexo 1 Matriz de consistencia.

**TITULO:** Almacenamiento y valoración económica de CO<sub>2</sub> en biomasa aérea entre las plantaciones de *Bertholletia excelsa* H.B.K. y *Mauritia flexuosa* L. f., en el sector San Bernardo- Madre de Dios -2019.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION	MARCO TEORICO	VARIABLES DE ESTUDIO	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	1.-Efecto invernadero 2.-Cambio climático 3.-Secuestro de carbono 4.-Fijacion de carbono 5. -Sumidero de carbono 6.-Valoracion económica de CO <sub>2</sub> 7. -Métodos para la estimación de la masa aérea 8.- Formulas alometricas 9.-Plantaciones no maderables 10.-Generalidades de <i>Mauritia flexuosa</i> L. f., y <i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K. 11. Almacenamiento de CO <sub>2</sub> .	<b>Variable independiente (X)</b>	<b>Metodología</b>
¿Cuál es la cantidad de almacenamiento y valoración económica del CO <sub>2</sub> en biomasa aérea entre las plantaciones de <i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K. y <i>Mauritia flexuosa</i> L. f., en el sector San Bernardo-Madre de Dios-2019?	Determinar el almacenamiento y valoración económica del CO <sub>2</sub> en biomasa aérea entre las plantaciones de <i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K y <i>Mauritia flexuosa</i> L. f., en el sector San Bernardo-Madre de Dios-2019.	El almacenamiento y valoración económica del CO <sub>2</sub> en biomasa aérea de las plantaciones de <i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K es menor al de <i>Mauritia flexuosa</i> L. f., en el sector San Bernardo-Madre de Dios-2019.		Biomasa aérea en las plantaciones de <i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K y <i>Mauritia flexuosa</i> L. f. <i>Definición:</i> Rugnitz et al (2009) dice que la biomasa aérea "Son todas las biomasa vivas que están sobre el suelo como: ramas, troncos, fuste, corteza, hojas, semillas, etc., y se separa toda materia que está en putrefacción (p. 92).	<b>Método :</b> Cuantitativo                      Cualitativo En función a los datos empleados
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Especificas</b>		<b>Indicadores</b>	<b>Diseño de la investigación</b>
1.- ¿Cuál es la cantidad de carbono almacenado en biomasa aérea en el fuste y estípote de las plantaciones de diez años de edad de <i>B excelsa</i> y <i>M. flexuosa</i> ?	1.-Determinar la cantidad de carbono almacenado en biomasa aérea en el fuste y estípote de las plantaciones de diez años	1.-La cantidad de carbono almacenado en biomasa aérea en el fuste y estípote de las plantaciones de diez años de edad de <i>B.</i>		CAP                      cm DAP                      m AT                          m Densidad                Kg/m <sup>3</sup>	El nivel de investigación que se va aplicar es <b>descriptivo</b> y <b>comparativo, no experimental</b> lo cual implica que no se hayan manipulado las variables.

	de edad de <i>B. excelsa</i> y <i>M. flexuosa</i> .	<i>excelsa</i> es menor al de <i>M. flexuosa</i> .			
<b>2.-</b> ¿Cuánto es el stock de carbono almacenado en el fuste de la plantación de <i>B. excelsa</i> y estípites en la plantación de <i>M. flexuosa</i> ?	<b>2.-</b> Calcular el stock de carbono almacenado en el fuste de la plantación de <i>B. excelsa</i> y estípites en la de <i>M. flexuosa</i> .	<b>2.-</b> El stock de carbono almacenado en el fuste de la plantación de <i>B. excelsa</i> es menor al del estípites de la plantación de <i>M. flexuosa</i> .		<b>Variable dependiente (Y)</b>	<b>Tipo de investigación</b>
<b>3.-</b> ¿Qué cantidad de carbono equivalente se encuentra almacenado en el fuste de la <i>B. excelsa</i> y estípites de la <i>M. flexuosa</i> ?	<b>3.-</b> Estimar la cantidad de carbono equivalente que se encuentra almacenado en el fuste de la <i>B. excelsa</i> y estípites de la <i>M. flexuosa</i> .	<b>3.-</b> El carbono equivalente que se encuentra almacenado en el fuste de la <i>B. excelsa</i> es menor al del estípites de la <i>M. flexuosa</i> .		<b>Almacenamiento y valoración económica del CO2</b> Definición: El CO2 almacenado por la biomasa aérea de las plantas, es la consecuencia de las diferencias que hay entre el CO2 atmosférico captado durante el proceso de la fotosíntesis y el CO2 emanado por la atmósfera durante el proceso de respiración. Dicha diferencia es usada por la planta para la elaboración de su biomasa, por lo tanto, a mayor biomasa producida por la planta, mayor será la cantidad de CO2 que quede acopiado en la planta. (Carvajal et al, 2014, p.3)	Es de tipo <b>aplicada</b> en relación al objetivo, <b>transeccional</b> porque se toman los datos en un solo momento en un tiempo único o momento dado y <b>descriptivo</b> al nivel de profundidad de la investigación. <b>Población y muestra</b> La población de la investigación va a estar conformada por las dos plantaciones de diez años.
<b>4.-</b> ¿Cuánto es el pago por la valoración económica del CO2 almacenado en el fuste de la <i>B. excelsa</i> y estípites de la <i>M. flexuosa</i> ?	<b>4.-</b> Determinar el pago de la valoración económica del CO2 almacenado en el fuste de la <i>B. excelsa</i> y estípites de la <i>M. flexuosa</i> .	<b>4.-</b> El pago de la valoración económica del CO2 almacenado en el fuste de la <i>B. excelsa</i> es menor al del estípites de la <i>M. flexuosa</i> .		<b>Indicadores</b> Biomasa t/ha. Stock de carbono tC/ha. Carbono eqv. t CO2/ha. Valoración eco. \$ t CO2/ha.	<b>Técnicas de recolección de datos</b> Entrevistas, Formatos, Mapas, Fichas bibliográficas y Expedientes <b>Fuentes</b> Bibliografía, docentes, investigadores y registros.

Nota: Elaboración propia 2019.

## Anexo 2 Formatos de Campo.

1.-Datos tomados a la plantación de *Mauritia flexuosa* L. f., (Aguaje).

Formato de Campo.		Coordenadas de la parcela	
Ficha N° 01	Sector: San Bernardo km 30	456150	8590791
Responsables: Amador Velásquez y Elmer Pocco	Área: 01 Hectárea	456250	8590791
Fecha: 08-07-2019 al 30-07-2019	Medidas de parcela: 100 m x 100 m	456250	8590691
Hora de inicio: 8.00 am hora final: 14.00 pm		456150	8590691

N° de árbol	Nombre común	Nombre científico	CAP (cm)	DAP (m)	Altura total (m)	Coordenadas (WGS 84-Proyeccion UTM) Zona 19	
						x	Y
1	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.75	0.24	5.00	456165	8590778
2	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.85	0.27	6.00	456171	8590778
3	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.85	0.27	5.80	456177	8590778
4	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.75	0.24	6.20	456183	8590778
5	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.79	0.25	5.90	456189	8590778
6	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	7.10	456195	8590778
7	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.40	456201	8590778
8	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.80	456207	8590778
9	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	6.90	456213	8590778
10	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	6.30	456219	8590778
11	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.90	456225	8590778
12	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.60	456231	8590778
13	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.97	0.31	7.20	456165	8590772
14	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	7.30	456171	8590772
15	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	6.40	456177	8590772
16	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.85	0.27	6.10	456183	8590772
17	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.82	0.26	6.70	456189	8590772
18	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	7.50	456195	8590772
19	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.50	456201	8590772
20	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	5.60	456207	8590772
21	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.90	456213	8590772
22	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.40	456219	8590772
23	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.70	456225	8590772
24	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.30	456231	8590772
25	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.70	456165	8590766
26	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.60	456171	8590766
27	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	6.90	456177	8590766
28	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	5.80	456183	8590766
29	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	5.80	456189	8590766
30	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	6.90	456195	8590766
31	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	7.20	456201	8590766

32	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.85	0.27	5.20	456207	8590766
33	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	6.50	456213	8590766
34	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	5.50	456219	8590766
35	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	6.90	456225	8590766
36	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	6.80	456231	8590766
37	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	5.60	456165	8590760
38	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.97	0.31	6.90	456171	8590760
39	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.50	456177	8590760
40	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	5.80	456183	8590760
41	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.70	456189	8590760
42	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.97	0.31	6.80	456195	8590760
43	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.97	0.31	5.90	456201	8590760
44	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	6.70	456207	8590760
45	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.40	456213	8590760
46	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	6.60	456219	8590760
47	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	6.60	456225	8590760
48	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.90	456231	8590760
49	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	5.90	456165	8590754
50	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	7.10	456171	8590754
51	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	5.95	456177	8590754
52	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.80	456183	8590754
53	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	6.50	456189	8590754
54	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	5.90	456195	8590754
55	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.70	456201	8590754
56	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	6.80	456207	8590754
57	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	7.10	456213	8590754
58	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	7.30	456219	8590754
59	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.90	456225	8590754
60	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.85	0.27	5.70	456231	8590754
61	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	6.80	456165	8590748
62	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	6.90	456171	8590748
63	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.40	456177	8590748
64	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	6.90	456183	8590748
65	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.70	456189	8590748
66	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	7.30	456195	8590748
67	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.70	456201	8590748
68	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	7.40	456207	8590748
69	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.50	456213	8590748
70	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.90	456219	8590748
71	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	6.70	456225	8590748
72	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	5.90	456231	8590748
73	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	5.80	456165	8590742
74	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.30	456171	8590742
75	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	6.50	456177	8590742

76	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.90	456183	8590742
77	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	6.40	456189	8590742
78	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.80	456195	8590742
79	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	7.30	456201	8590742
80	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	6.70	456207	8590742
81	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.50	456213	8590742
82	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.40	456219	8590742
83	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	5.90	456225	8590742
84	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	6.50	456231	8590742
85	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	6.70	456165	8590736
86	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	6.70	456171	8590736
87	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.20	456177	8590736
88	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	5.40	456183	8590736
89	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.90	456189	8590736
90	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	7.40	456195	8590736
91	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	7.20	456201	8590736
92	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	5.90	456207	8590736
93	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.70	456213	8590736
94	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.70	456219	8590736
95	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	6.40	456225	8590736
96	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.10	456231	8590736
97	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.80	456165	8590730
98	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	7.20	456171	8590730
99	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	7.40	456177	8590730
100	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.60	456183	8590730
101	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	6.90	456189	8590730
102	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	5.90	456195	8590730
103	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	6.20	456201	8590730
104	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.50	456207	8590730
105	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	7.40	456213	8590730
106	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.20	456219	8590730
107	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.70	456225	8590730
108	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	7.10	456231	8590730
109	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.50	456165	8590724
110	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	5.60	456171	8590724
111	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.60	456177	8590724
112	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.32	0.42	7.30	456183	8590724
113	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.90	456189	8590724
114	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	5.80	456195	8590724
115	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.70	456201	8590724
116	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	6.40	456207	8590724
117	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	6.20	456213	8590724
118	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.20	456219	8590724
119	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.29	0.41	6.50	456225	8590724

120	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.80	456231	8590724
121	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	5.70	456165	8590718
122	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.90	456171	8590718
123	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	7.60	456177	8590718
124	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	7.10	456183	8590718
125	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	5.80	456189	8590718
126	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.70	456195	8590718
127	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.60	456201	8590718
128	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	6.80	456207	8590718
129	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	6.70	456213	8590718
130	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	7.10	456219	8590718
131	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.80	456225	8590718
132	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.32	0.42	6.90	456231	8590718
133	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.70	456165	8590712

Nota: Elaboración propia 2019.

2.-Datos tomados a la plantación de *Bertholletia excelsa* H.B.K. (Castaña).

Formato de Campo.		Coordenadas de la parcela	
<b>Ficha N° 02</b>	<b>Sector:</b> San Bernardo km 30	453550	8587690
<b>Responsables:</b> Amador Velásquez y Elmer Pocco.	<b>Área:</b> 01 Hectárea	453650	8587690
<b>Fecha:</b> 07-08-2019 al 28-08-2019	<b>Medidas de parcela:</b> 100 m x 100 m	453650	8587590
<b>Hora de inicio:</b> 8.00 am <b>hora final:</b> 14.00 pm		453550	8587590

N° de árbol	Nombre común	Nombre científico	CAP (cm)	DAP (m)	Altura total (m)	Coordenadas (WGS 84-Proyeccion UTM) Zona 19	
						x	Y
1	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.54	0.172	13.90	453560	8587680
2	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.62	0.197	14.80	453570	8587680
3	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.65	0.206	14.60	453580	8587680
4	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.61	0.193	16.30	453590	8587680
5	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.54	0.171	15.40	453600	8587680
6	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.57	0.183	16.30	453610	8587680
7	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.56	0.178	14.90	453620	8587680
8	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.50	0.158	14.60	453630	8587680
9	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.58	0.185	15.70	453640	8587680
10	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.55	0.176	15.90	453560	8587670
11	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.57	0.181	15.30	453570	8587670
12	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.60	0.192	16.30	453580	8587670
13	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.59	0.187	16.20	453590	8587670
14	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.53	0.169	15.30	453600	8587670
15	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.52	0.166	14.90	453610	8587670
16	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.63	0.202	13.70	453620	8587670
17	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.63	0.201	16.60	453630	8587670
18	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.61	0.193	15.80	453640	8587670
19	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.59	0.189	14.90	453560	8587660
20	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.50	0.159	15.30	453570	8587660
21	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.53	0.168	16.70	453580	8587660
22	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.60	0.192	15.20	453590	8587660
23	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.64	0.204	14.70	453600	8587660
24	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.62	0.198	14.30	453610	8587660
25	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.61	0.194	16.10	453620	8587660
26	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.64	0.205	13.70	453630	8587660
27	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.65	0.208	14.90	453640	8587660
28	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.59	0.189	13.70	453560	8587650
29	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.66	0.211	15.30	453570	8587650
30	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.61	0.194	15.70	453580	8587650
31	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.63	0.199	16.80	453590	8587650
32	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.64	0.204	14.30	453600	8587650

33	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.56	0.178	15.80	453610	8587650
34	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.64	0.205	13.60	453620	8587650
35	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.66	0.211	13.40	453630	8587650
36	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.59	0.188	15.80	453640	8587650
37	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.61	0.194	16.20	453560	8587640
38	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.58	0.184	14.90	453570	8587640
39	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.62	0.196	15.80	453580	8587640
40	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.57	0.183	14.70	453590	8587640
41	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.67	0.212	16.30	453600	8587640
42	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.62	0.197	15.90	453610	8587640
43	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.58	0.184	15.50	453620	8587640
44	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.65	0.206	16.50	453630	8587640
45	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.63	0.199	14.80	453640	8587640
46	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.66	0.211	14.70	453560	8587630
47	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.59	0.188	15.80	453570	8587630
48	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.55	0.175	15.80	453580	8587630
49	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.60	0.192	15.70	453590	8587630
50	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.63	0.202	15.90	453600	8587630
51	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.58	0.185	15.90	453610	8587630
52	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.62	0.198	16.30	453620	8587630
53	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.64	0.204	14.80	453630	8587630
54	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.61	0.193	14.90	453640	8587630
55	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.68	0.218	13.90	453560	8587620
56	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.65	0.208	15.80	453570	8587620
57	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.62	0.197	15.10	453580	8587620
58	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.66	0.209	16.40	453590	8587620
59	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.56	0.179	15.80	453600	8587620
60	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.59	0.188	16.70	453610	8587620
61	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.65	0.206	14.40	453620	8587620
62	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.68	0.216	13.60	453630	8587620
63	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.64	0.204	13.80	453640	8587620
64	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.62	0.197	14.60	453560	8587610
65	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.63	0.202	15.30	453570	8587610
66	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.59	0.188	15.80	453580	8587610
67	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.67	0.212	15.70	453590	8587610
68	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.61	0.193	16.80	453600	8587610
69	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.65	0.206	15.70	453610	8587610
70	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.62	0.198	14.70	453620	8587610
71	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.63	0.199	16.50	453630	8587610
72	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.67	0.213	14.80	453640	8587610
73	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.58	0.186	15.80	453560	8587600
74	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.65	0.207	14.30	453570	8587600
75	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.64	0.205	13.40	453580	8587600
76	Castaña	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.62	0.198	14.90	453590	8587600

Nota: Elaboración propia 2019.

### Anexo 3. Formato de Post Campo.

#### 1.- Resultados de la plantación de *Mauritia flexuosa* L. f. (Aguaje).

N° de Árbol	Nombre científico (Aguaje)	CAP (cm)	DAD (cm)	ALT (m)	AB (m2)	Volumen (m3)	Biomasa Aérea t/ha	Stock de carbono tC/ha	Carbono equivalente tCO2/ha	Valoración económica \$
1	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.75	0.24	5	0.045	0.147	0.080	0.040	0.146	3.955
2	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.85	0.27	6	0.057	0.223	0.121	0.061	0.222	6.007
3	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.85	0.27	5.8	0.057	0.216	0.117	0.059	0.215	5.807
4	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.75	0.24	6.2	0.045	0.182	0.099	0.049	0.182	4.905
5	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.79	0.25	5.9	0.049	0.188	0.102	0.051	0.188	5.065
6	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	7.1	0.062	0.284	0.154	0.077	0.283	7.645
7	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.4	0.066	0.275	0.149	0.075	0.274	7.392
8	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.8	0.066	0.249	0.135	0.068	0.248	6.699
9	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	6.9	0.080	0.361	0.196	0.098	0.359	9.704
10	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	6.3	0.062	0.252	0.137	0.068	0.251	6.784
11	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.9	0.066	0.296	0.161	0.080	0.295	7.97
12	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.6	0.066	0.240	0.131	0.065	0.239	6.468
13	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.97	0.31	7.2	0.075	0.353	0.192	0.096	0.352	9.503
14	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	7.3	0.096	0.457	0.248	0.124	0.455	12.282
15	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	6.4	0.080	0.335	0.182	0.091	0.333	9.001
16	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.85	0.27	6.1	0.057	0.227	0.123	0.062	0.226	6.107
17	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.82	0.26	6.7	0.053	0.231	0.126	0.063	0.230	6.221
18	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	7.5	0.066	0.322	0.175	0.087	0.321	8.663
19	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.5	0.096	0.406	0.221	0.110	0.405	10.936
20	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	5.6	0.119	0.435	0.236	0.118	0.433	11.698
21	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.9	0.066	0.253	0.137	0.069	0.252	6.815
22	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.4	0.102	0.490	0.266	0.133	0.488	13.172
23	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.7	0.066	0.288	0.156	0.078	0.287	7.739
24	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.3	0.066	0.270	0.147	0.073	0.269	7.277
25	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.7	0.119	0.520	0.282	0.141	0.518	13.996
26	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.6	0.066	0.24	0.131	0.065	0.239	6.468
27	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	6.9	0.080	0.361	0.196	0.098	0.359	9.704
28	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	5.8	0.080	0.303	0.165	0.082	0.302	8.157
29	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	5.8	0.096	0.363	0.197	0.098	0.361	9.758
30	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	6.9	0.102	0.457	0.248	0.124	0.455	12.282
31	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	7.2	0.066	0.309	0.168	0.084	0.308	8.316
32	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.85	0.27	5.2	0.057	0.194	0.105	0.053	0.193	5.206
33	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	6.5	0.062	0.260	0.141	0.071	0.259	6.999
34	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	5.5	0.080	0.288	0.156	0.078	0.286	7.735

35	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	6.9	0.086	0.384	0.208	0.104	0.382	10.32
36	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	6.8	0.091	0.401	0.218	0.109	0.400	10.796
37	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	5.6	0.096	0.35	0.190	0.095	0.349	9.422
38	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.97	0.31	6.9	0.075	0.339	0.184	0.092	0.337	9.107
39	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.5	0.102	0.496	0.269	0.135	0.494	13.35
40	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	5.8	0.062	0.232	0.126	0.063	0.231	6.245
41	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.7	0.066	0.288	0.156	0.078	0.287	7.739
42	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.97	0.31	6.8	0.075	0.334	0.181	0.091	0.332	8.975
43	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.97	0.31	5.9	0.075	0.289	0.157	0.079	0.288	7.787
44	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	6.7	0.086	0.372	0.202	0.101	0.371	10.021
45	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.4	0.102	0.490	0.266	0.133	0.488	13.172
46	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	6.6	0.091	0.389	0.211	0.106	0.388	10.479
47	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	6.6	0.102	0.437	0.237	0.119	0.435	11.748
48	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.9	0.066	0.296	0.161	0.080	0.295	7.97
49	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	5.9	0.062	0.236	0.128	0.064	0.235	6.353
50	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	7.1	0.113	0.523	0.284	0.142	0.521	14.081
51	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	5.95	0.080	0.311	0.169	0.084	0.31	8.368
52	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.8	0.096	0.425	0.231	0.115	0.424	11.441
53	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	6.5	0.108	0.454	0.247	0.123	0.452	12.221
54	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	5.9	0.102	0.390	0.212	0.106	0.389	10.502
55	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.7	0.108	0.398	0.216	0.108	0.397	10.717
56	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	6.8	0.091	0.401	0.218	0.109	0.400	10.796
57	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	7.1	0.080	0.371	0.201	0.101	0.370	9.985
58	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	7.3	0.091	0.431	0.234	0.117	0.429	11.59
59	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.9	0.066	0.253	0.137	0.069	0.252	6.815
60	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.85	0.27	5.7	0.057	0.212	0.115	0.058	0.211	5.707
61	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	6.8	0.091	0.401	0.218	0.109	0.400	10.796
62	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	6.9	0.113	0.509	0.276	0.138	0.507	13.684
63	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.4	0.102	0.490	0.266	0.133	0.488	13.172
64	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	6.9	0.108	0.482	0.262	0.131	0.48	12.974
65	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.7	0.096	0.419	0.227	0.114	0.417	11.272
66	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	7.3	0.096	0.457	0.248	0.124	0.455	12.282
67	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.7	0.066	0.288	0.156	0.078	0.287	7.739
68	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	7.4	0.086	0.411	0.223	0.112	0.410	11.068
69	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.5	0.096	0.406	0.221	0.110	0.405	10.936
70	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.9	0.119	0.536	0.291	0.145	0.534	14.414
71	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	6.7	0.091	0.395	0.215	0.107	0.394	10.637
72	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	5.9	0.102	0.390	0.212	0.106	0.389	10.502
73	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	5.8	0.119	0.450	0.244	0.122	0.449	12.116
74	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.3	0.108	0.370	0.201	0.101	0.369	9.965
75	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	6.5	0.113	0.479	0.260	0.130	0.477	12.891
76	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.9	0.096	0.432	0.234	0.117	0.430	11.609

77	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	6.4	0.102	0.423	0.230	0.115	0.422	11.392
78	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.8	0.108	0.405	0.220	0.110	0.404	10.905
79	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	7.3	0.091	0.431	0.234	0.117	0.429	11.59
80	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.01	0.32	6.7	0.080	0.35	0.190	0.095	0.349	9.423
81	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.5	0.066	0.279	0.151	0.076	0.278	7.508
82	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.4	0.119	0.497	0.270	0.135	0.495	13.369
83	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	5.9	0.086	0.328	0.178	0.089	0.327	8.824
84	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	6.5	0.108	0.454	0.247	0.123	0.452	12.221
85	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	6.7	0.086	0.372	0.202	0.101	0.371	10.021
86	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	6.7	0.113	0.494	0.268	0.134	0.492	13.288
87	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.2	0.108	0.363	0.197	0.099	0.362	9.777
88	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	5.4	0.119	0.419	0.228	0.114	0.418	11.28
89	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.9	0.119	0.536	0.291	0.145	0.534	14.414
90	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	7.4	0.108	0.517	0.281	0.140	0.515	13.914
91	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	7.2	0.066	0.309	0.168	0.084	0.308	8.316
92	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.07	0.34	5.9	0.091	0.348	0.189	0.094	0.347	9.367
93	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.7	0.108	0.398	0.216	0.108	0.397	10.717
94	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.7	0.096	0.419	0.227	0.114	0.417	11.272
95	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	6.4	0.113	0.472	0.256	0.128	0.470	12.693
96	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.1	0.119	0.474	0.257	0.129	0.472	12.743
97	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.8	0.119	0.528	0.287	0.143	0.526	14.205
98	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	7.2	0.113	0.531	0.288	0.144	0.529	14.279
99	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	7.4	0.108	0.517	0.281	0.140	0.515	13.914
100	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.6	0.119	0.512	0.278	0.139	0.510	13.787
101	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	6.9	0.108	0.482	0.262	0.131	0.480	12.974
102	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	5.9	0.119	0.458	0.249	0.124	0.456	12.325
103	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	6.2	0.086	0.345	0.187	0.094	0.343	9.273
104	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.5	0.096	0.406	0.221	0.110	0.405	10.936
105	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	7.4	0.119	0.575	0.312	0.156	0.572	15.458
106	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.2	0.102	0.476	0.259	0.129	0.474	12.816
107	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.7	0.119	0.520	0.282	0.141	0.518	13.996
108	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	7.1	0.096	0.444	0.241	0.121	0.442	11.945
109	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	6.5	0.066	0.279	0.151	0.076	0.278	7.508
110	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	5.6	0.102	0.371	0.201	0.101	0.369	9.968
111	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.6	0.119	0.512	0.278	0.139	0.510	13.787
112	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.32	0.42	7.3	0.139	0.657	0.357	0.178	0.655	17.686
113	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.9	0.108	0.412	0.224	0.112	0.411	11.093
114	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	5.8	0.096	0.363	0.197	0.098	0.361	9.758
115	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.7	0.119	0.520	0.282	0.141	0.518	13.996
116	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	6.4	0.113	0.472	0.256	0.128	0.470	12.693
117	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	6.2	0.062	0.248	0.135	0.067	0.247	6.676
118	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.13	0.36	7.2	0.102	0.476	0.259	0.129	0.474	12.816

119	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.29	0.41	6.5	0.132	0.558	0.303	0.151	0.556	15.007
120	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.8	0.119	0.528	0.287	0.143	0.526	14.205
121	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.19	0.38	5.7	0.113	0.420	0.228	0.114	0.419	11.304
122	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	5.9	0.108	0.412	0.224	0.112	0.411	11.093
123	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.16	0.37	7.6	0.108	0.531	0.288	0.144	0.529	14.29
124	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	7.1	0.119	0.551	0.299	0.15	0.549	14.832
125	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	5.8	0.096	0.363	0.197	0.098	0.361	9.758
126	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.7	0.119	0.520	0.282	0.141	0.518	13.996
127	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.91	0.29	5.6	0.066	0.240	0.131	0.065	0.239	6.468
128	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	0.88	0.28	6.8	0.062	0.272	0.148	0.074	0.271	7.322
129	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.04	0.33	6.7	0.086	0.372	0.202	0.101	0.371	10.021
130	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	7.1	0.119	0.551	0.299	0.15	0.549	14.832
131	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.10	0.35	6.8	0.096	0.425	0.231	0.115	0.424	11.441
132	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.32	0.42	6.9	0.139	0.621	0.337	0.169	0.619	16.717
133	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	1.23	0.39	6.7	0.119	0.520	0.282	0.141	0.518	13.996
<b>Total</b>					<b>12.245</b>	<b>51.980</b>	<b>28.215</b>	<b>14.107</b>	<b>51.774</b>	<b>1,398.415</b>

Nota: Elaboración propia 2019.

2.-Resultados de la plantación de *Bertholletia excelsa* H.B.K. (Castaña).

Nº de Árbol	Nombre científico (Castaña)	DAD (cm)	ALT (cm)	AB (m2)	Volumen (m3)	Biomasa Aérea t/ha	Stock de carbono tC/ha	Carbono equivalente tCO2/ha	Valoración económica \$
1	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.17	13.9	0.023	0.210	0.156	0.078	0.286	7.735
2	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	14.8	0.030	0.293	0.218	0.109	0.400	10.804
3	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	14.6	0.033	0.316	0.235	0.118	0.431	11.654
4	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	16.3	0.029	0.310	0.230	0.115	0.423	11.421
5	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.17	15.4	0.023	0.230	0.171	0.085	0.314	8.47
6	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.18	16.3	0.026	0.279	0.207	0.104	0.380	10.268
7	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.18	14.9	0.025	0.241	0.179	0.09	0.329	8.88
8	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.16	14.6	0.020	0.186	0.138	0.069	0.254	6.856
9	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	15.7	0.027	0.274	0.204	0.102	0.374	10.107
10	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.18	15.9	0.024	0.251	0.187	0.093	0.343	9.264
11	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.18	15.3	0.026	0.256	0.190	0.095	0.349	9.428
12	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	16.3	0.029	0.307	0.228	0.114	0.418	11.303
13	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	16.2	0.027	0.289	0.215	0.107	0.395	10.656
14	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.17	15.3	0.022	0.223	0.166	0.083	0.304	8.22
15	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.17	14.9	0.022	0.210	0.156	0.078	0.286	7.723
16	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	13.7	0.032	0.285	0.212	0.106	0.389	10.515
17	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	16.6	0.032	0.342	0.255	0.127	0.467	12.615
18	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	15.8	0.029	0.300	0.223	0.112	0.41	11.07
19	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	14.9	0.028	0.272	0.202	0.101	0.371	10.011
20	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.16	15.3	0.020	0.197	0.147	0.073	0.269	7.276
21	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.17	16.7	0.022	0.241	0.179	0.089	0.328	8.866
22	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	15.2	0.029	0.286	0.213	0.106	0.390	10.54
23	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.2	14.7	0.033	0.312	0.232	0.116	0.426	11.507
24	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.2	14.3	0.031	0.286	0.213	0.106	0.390	10.545
25	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	16.1	0.03	0.309	0.23	0.115	0.422	11.398
26	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	13.7	0.033	0.294	0.219	0.109	0.401	10.83
27	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	14.9	0.034	0.329	0.245	0.122	0.449	12.126
28	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	13.7	0.028	0.250	0.186	0.093	0.341	9.205
29	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	15.3	0.035	0.348	0.259	0.129	0.474	12.813
30	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	15.7	0.03	0.302	0.224	0.112	0.411	11.115
31	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	16.8	0.031	0.340	0.252	0.126	0.463	12.514
32	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	14.3	0.033	0.304	0.226	0.113	0.414	11.194
33	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.18	15.8	0.025	0.256	0.190	0.095	0.349	9.416
34	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	13.6	0.033	0.292	0.217	0.108	0.398	10.751
35	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	13.4	0.035	0.305	0.226	0.113	0.415	11.222
36	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	15.8	0.028	0.285	0.212	0.106	0.389	10.504
37	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	16.2	0.03	0.311	0.231	0.116	0.425	11.468
38	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.18	14.9	0.027	0.258	0.191	0.096	0.351	9.489

39	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.2	15.8	0.03	0.310	0.23	0.115	0.423	11.417
40	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.18	14.7	0.026	0.251	0.187	0.093	0.343	9.26
41	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	16.3	0.035	0.374	0.278	0.139	0.510	13.78
42	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	15.9	0.03	0.315	0.234	0.117	0.430	11.607
43	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.18	15.5	0.027	0.268	0.199	0.100	0.365	9.871
44	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	16.5	0.033	0.357	0.266	0.133	0.488	13.171
45	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	14.8	0.031	0.299	0.222	0.111	0.408	11.024
46	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	14.7	0.035	0.334	0.248	0.124	0.456	12.31
47	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	15.8	0.028	0.285	0.212	0.106	0.389	10.504
48	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.18	15.8	0.024	0.247	0.184	0.092	0.337	9.102
49	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	15.7	0.029	0.295	0.22	0.110	0.403	10.887
50	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	15.9	0.032	0.331	0.246	0.123	0.452	12.204
51	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	15.9	0.027	0.278	0.207	0.103	0.379	10.236
52	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	16.3	0.031	0.326	0.243	0.121	0.445	12.02
53	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	14.8	0.033	0.314	0.234	0.117	0.429	11.585
54	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	14.9	0.029	0.283	0.211	0.105	0.387	10.44
55	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.22	13.9	0.037	0.337	0.251	0.125	0.460	12.426
56	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	15.8	0.034	0.349	0.259	0.13	0.476	12.858
57	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	15.1	0.030	0.299	0.222	0.111	0.408	11.023
58	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	16.4	0.034	0.366	0.272	0.136	0.499	13.475
59	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.18	15.8	0.025	0.258	0.192	0.096	0.353	9.522
60	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	16.7	0.028	0.301	0.224	0.112	0.411	11.102
61	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	14.4	0.033	0.312	0.232	0.116	0.426	11.494
62	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.22	13.6	0.037	0.324	0.241	0.12	0.442	11.935
63	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	13.8	0.033	0.293	0.218	0.109	0.400	10.803
64	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	14.6	0.03	0.289	0.215	0.108	0.395	10.658
65	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	15.3	0.032	0.319	0.237	0.118	0.435	11.743
66	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	15.8	0.028	0.285	0.212	0.106	0.389	10.504
67	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	15.7	0.035	0.36	0.268	0.134	0.491	13.273
68	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	16.8	0.029	0.319	0.237	0.119	0.436	11.771
69	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	15.7	0.033	0.340	0.253	0.126	0.464	12.532
70	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	14.7	0.031	0.294	0.219	0.109	0.401	10.84
71	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	16.5	0.031	0.334	0.248	0.124	0.455	12.291
72	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	14.8	0.036	0.343	0.255	0.127	0.468	12.63
73	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.19	15.8	0.027	0.279	0.207	0.104	0.381	10.282
74	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	14.3	0.034	0.313	0.233	0.116	0.427	11.526
75	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.21	13.4	0.033	0.287	0.214	0.107	0.392	10.593
76	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	0.20	14.9	0.031	0.298	0.222	0.111	0.407	10.988
<b>Total</b>				<b>2.255</b>	<b>22.349</b>	<b>16.614</b>	<b>8.307</b>	<b>30.487</b>	<b>823.453</b>

Nota: Elaboración propia 2019

#### **Anexo 4. Panel Fotográfico.**

##### **Ilustración 1.**

*Entrada al Predio Agrícola.*



*Nota: Camino a la plantación de aguaje [fotografía] tomada por Pocco E. (2019)*

*Sector San Bernardo.*

##### **Ilustración 2.**

*La Hectárea de Plantación de Aguaje en el Predio Agrícola.*



*Nota: Área de estudio [fotografía] tomada por Velásquez A. (2019) Sector San Bernardo.*

### Ilustración 3

*Medición del DAP de la Plantación de Aguaje.*



*Nota:* La medición se realiza a 1.30 cm del suelo a la altura del pecho [fotografía] tomada por Velásquez A. (2019) Sector San Bernardo.

### Ilustración 4

*Medición de la Altura de la Palmera de Aguaje.*



*Nota:* Realizada con el distanciometro D810 [fotografía] tomada por Pocco E. (2019) Sector San Bernardo.

### Ilustración 5

*Toma de Coordenadas UTM de la Palmera de Aguaje.*



*Nota:* Realizada con GPS [fotografía] tomada por Velásquez A. (2019) Sector San Bernardo.

### Ilustración 6

*Palmeras de Aguaje Codificadas.*



*Nota:* Se utilizó cintas para la codificación [fotografía] tomada por Pocco E. (2019) Sector San Bernardo.

### Ilustración 7

*Numero de Codificación de la Palmera de Aguaje.*



*Nota:* Se utilizó cintas y tubos para la codificación [fotografía] tomada por Velásquez A. (2019) Sector San Bernardo.

### Ilustración 8

*Plantación Inventariada de Aguaje.*



*Nota:* Inventario concluido del área de estudio [fotografía] tomada por Pocco E. (2019) Sector San Bernardo.

## Ilustración 9

*Entrada al Castañoal.*



*Nota:* Camino al área de estudio [fotografía] tomada por Pocco E. (2019) Sector San Bernardo.

## Ilustración 10

*Plantación de una Hectárea de Castaña.*



*Nota:* Comenzando el trabajo en la plantación de castaña [fotografía] tomada por Pocco E. (2019) Sector San Bernardo.

### Ilustración 11

*Medición del CAP de la Castaña.*



**Nota:** La medida tomada se hace alrededor del fuste a una altura de 1.30 cm del suelo de la planta de castaña [fotografía] tomada por Velásquez A. (2019) Sector San Bernardo.

### Ilustración 12

*Medición de Altura de la Castaña.*



**Nota:** Se utilizó el distanciometro *Laser Leica DISTO D810*, para la medición de la planta de castaña en metros [fotografía] tomada por Pocco E. (2019) Sector San Bernardo.

**Ilustración 13**

*Toma de Coordenadas UTM de la Castaña.*



*Nota:* Realizada con GPS [fotografía] tomada por Velásquez A. (2019) Sector San Bernardo.

**Ilustración 14**

*Plantas de Castaña Codificadas.*



*Nota:* Se utilizó cintas para la codificación [fotografía] tomada por Velásquez A. (2019) Sector San Bernardo.

**Ilustración 15**

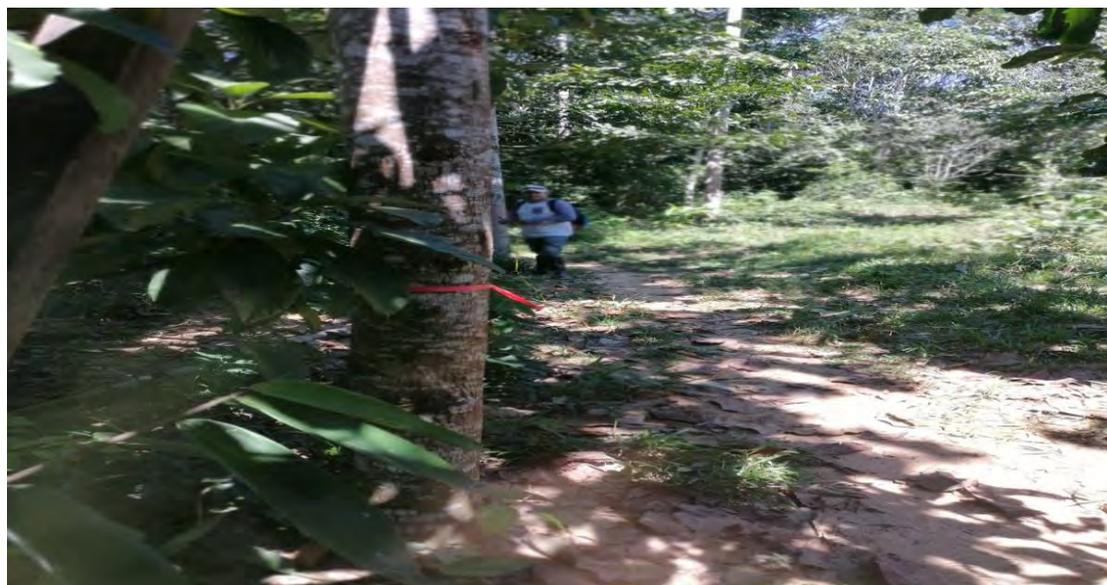
*Numero de Codificación de la Planta de Castaña.*



*Nota:* Se utilizó cintas para la codificación [fotografía] tomada por Pocco E. (2019) Sector San Bernardo.

**Ilustración 16**

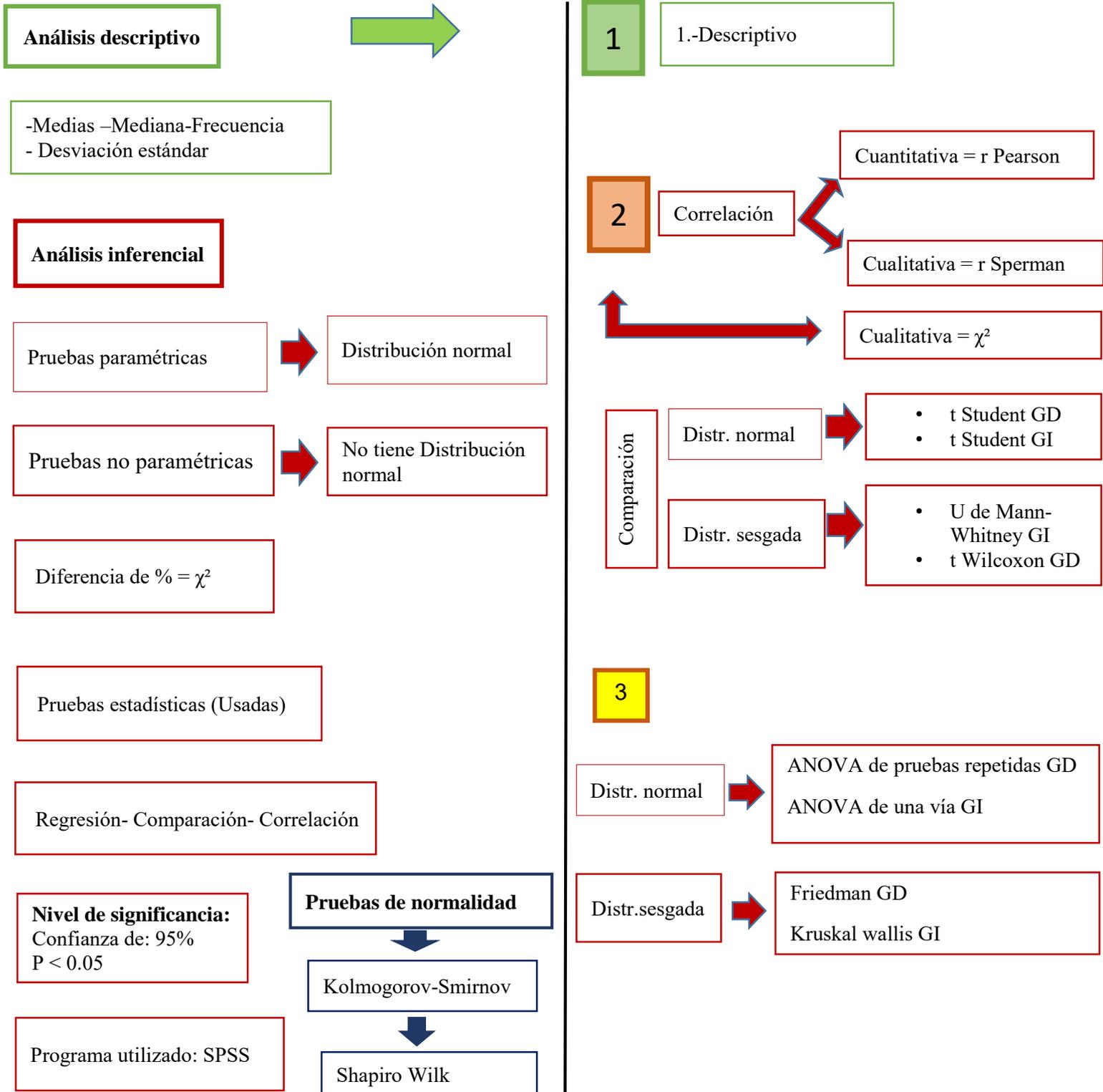
*Plantación Inventariada de Castaña*



*Nota:* Inventario concluido del área de estudio [fotografía] tomada por Pocco E. (2019) Sector San Bernardo.

Anexo 5: Pruebas estadísticas

Análisis estadístico



## Pruebas de normalidad

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		DAP	
N		209	
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	.2869	
	Desv. estándar	.07817	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.192	
	Positivo	.192	
	Negativo	-.135	
Estadístico de prueba		.192	
Sig. asin. (bilateral) <sup>c</sup>		<.001	
Sig. Monte Carlo (bilateral) <sup>d</sup>	Sig.	<.001	
	Intervalo de confianza al 99%	Límite inferior	.000
		Límite superior	.000

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. El método de Lilliefors basado en las muestras 10000 Monte Carlo con la semilla de inicio 299883525.

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Altura	
N		209	
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	9.6911	
	Desv. estándar	4.29295	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.327	
	Positivo	.327	
	Negativo	-.174	
Estadístico de prueba		.327	
Sig. asin. (bilateral) <sup>c</sup>		<.001	
Sig. Monte Carlo (bilateral) <sup>d</sup>	Sig.	<.001	
	Intervalo de confianza al 99%	Límite inferior	.000
		Límite superior	.000

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. El método de Lilliefors basado en las muestras 10000 Monte Carlo con la semilla de inicio 926214481.

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Área basal	
N		209	
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	.0504	
	Desv. estándar	.03517	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.370	
	Positivo	.370	
	Negativo	-.195	
Estadístico de prueba		.370	
Sig. asin. (bilateral) <sup>c</sup>		<.001	
Sig. Monte Carlo (bilateral) <sup>d</sup>	Sig.	<.001	
	Intervalo de confianza al 99%	Límite inferior	.000
		Límite superior	.000

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. El método de Lilliefors basado en las muestras 10000 Monte Carlo con la semilla de inicio 1314643744.

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Volumen	
N		209	
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	.3943	
	Desv. estándar	.09017	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.089	
	Positivo	.044	
	Negativo	-.089	
Estadístico de prueba		.089	
Sig. asin. (bilateral) <sup>c</sup>		<.001	
Sig. Monte Carlo (bilateral) <sup>d</sup>	Sig.	<.001	
	Intervalo de confianza al 99%	Límite inferior	.000
		Límite superior	.000

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. El método de Lilliefors basado en las muestras 10000 Monte Carlo con la semilla de inicio 624387341.

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Biomasa aérea	
N		209	
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	.2152	
	Desv. estándar	.04878	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.094	
	Positivo	.060	
	Negativo	-.094	
Estadístico de prueba		.094	
Sig. asin. (bilateral) <sup>c</sup>		<.001	
Sig. Monte Carlo (bilateral) <sup>d</sup>	Sig.	<.001	
	Intervalo de confianza al 99%	Límite inferior	.000
		Límite superior	.001

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. El método de Lilliefors basado en las muestras 10000 Monte Carlo con la semilla de inicio 334431365.

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Stock de carbono	
N		209	
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	.1077	
	Desv. estándar	.02453	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.146	
	Positivo	.078	
	Negativo	-.146	
Estadístico de prueba		.146	
Sig. asin. (bilateral) <sup>c</sup>		<.001	
Sig. Monte Carlo (bilateral) <sup>d</sup>	Sig.	<.001	
	Intervalo de confianza al 99%	Límite inferior	.000
		Límite superior	.000

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. El método de Lilliefors basado en las muestras 10000 Monte Carlo con la semilla de inicio 1502173562.

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Carbono equivalente	
N		209	
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	.3943	
	Desv. estándar	.09017	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.089	
	Positivo	.044	
	Negativo	-.089	
Estadístico de prueba		.089	
Sig. asin. (bilateral) <sup>c</sup>		<.001	
Sig. Monte Carlo (bilateral) <sup>d</sup>	Sig.	<.001	
	Intervalo de confianza al 99%	Límite inferior	.000
		Límite superior	.001

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. El método de Lilliefors basado en las muestras 10000 Monte Carlo con la semilla de inicio 743671174.

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Valoración económica	
N		209	
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	10.6317	
	Desv. estándar	2.42916	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.078	
	Positivo	.046	
	Negativo	-.078	
Estadístico de prueba		.078	
Sig. asin. (bilateral) <sup>c</sup>		.004	
Sig. Monte Carlo (bilateral) <sup>d</sup>	Sig.	.003	
	Intervalo de confianza al 99%	Límite inferior	.002
		Límite superior	.004

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. El método de Lilliefors basado en las muestras 10000 Monte Carlo con la semilla de inicio 957002199.

## Pruebas no paramétricas

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Biomasa aérea es la misma entre categorías de Plantaciones.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Stock de carbono es la misma entre categorías de Plantaciones.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Carbono equivalente es la misma entre categorías de Plantaciones.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Valoración económica es la misma entre categorías de Plantaciones.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.