



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL

TESIS

**VALORACION ECONOMICA DEL SECUESTRO DE CO₂ EN PLANTACIONES
DE Simarouba amara (Aublet) “marupa” y Cedrelinga cateniformis (Ducke)**

“tornillo” EN EL CIEFOR, PUERTO ALMENDRA,

IQUITOS – PERÚ

Para optar el título de

INGENIERO FORESTAL

Autor

SERGIO JAVIER GONZALO RIBEIRO

IQUITOS – PERU

2013



UNAP

Facultad de
Ciencias Forestales

ACTA DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS Nº 472

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller **SERGIO JAVIER GONZALO RIBEIRO** titulado: **"VALORACION ECONOMICA DEL SECUESTRO DEL CO₂ EN PLANTACIONES DE *Simarouba amara* (Aubl) "marupa" y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) "tornillo" EN EL CIEFOR, PUERTO ALMENDRA, IQUITOS-PERU"**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos:

Con el calificativo de:

APROBADA
BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

APTO

Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal

Iquitos, 22 de mayo del 2013


Ing. CARLOS LUIS VASQUEZ FLORES
Presidente


Ing. JORGE MIGUEL ESPIRITU PEZANTES, M.Sc.
Miembro


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


Ing. ABRAHAM CABUDIVO MOENA, Dr.
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS

A mis padres: LUISA y ANGEL

A mis hermanos: Cesar, Miguel y Ángel Manuel

A mi tía: Socorro

A La Srta. Marines La Fuente Navarro

A mi Abuela: Luisa†

AGRADECIMIENTO

El autor reserva esta página para expresar su sincero agradecimiento:

- Al Ing. Rodil Tello Espinoza, Decano de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, por el apoyo brindado, en la Autorización para realizar el trabajo de la presente tesis en el CIEFOR – Puerto Almendra, Iquitos - Perú.
- Al proyecto “Captura de CO₂ y Stock de Carbono en el CIEFOR – Puerto Almendra”, la cual tiene como responsable al Ing. Saron Quintana V.
- Al Ing. Jarlin Arellano Valderrama, Director del CIEFOR Puerto Almendras de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, por el apoyo brindado. Al Sr. Javier Doñez Pezo, trabajador y encargado del Almacén de Equipos de trabajo en el CIEFOR – Puerto Almendras, por el apoyo incondicional en la prestación de equipos utilizados en la presente tesis; y a Juan Richard Flores y Sr. Marino La Fuente, por el apoyo técnico en las labores de campo.
- A todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible la culminación de este trabajo.

ÍNDICE

Dedicatoria	
Agradecimiento	
Lista de cuadros	iii
Lista de figuras	iv
Lista de siglas y abreviatura	v
Resumen	vii
I. INTRODUCCION	1
II. EL PROBLEMA	2
2.1 Descripción del problema	2
2.2 Definición del problema	3
III. HIPOTESIS	4
3.1 Hipótesis general	4
3.2 Hipótesis nula	4
IV. OBJETIVOS	5
4.1 Objetivo general	5
4.2 Objetivos específicos	5
V. VARIABLES	6
5.1 Identificación de variables, indicadores e índices	6
VI. MARCO TEORICO	7
6.1 Biomasa	7
6.2 Dióxido de carbono	9
6.3 El carbono	10
6.4 Fijación de carbono	11
6.5. Mercado de carbono	11
6.6. Valoración del Servicio ambiental de carbono	12
VII. MARCO CONCEPTUAL	15
VIII.MATERIALES Y METODO	17
8.1 Lugar de ejecución	17
8.2 Materiales y equipo	17
8.3 Métodos	18
8.3.1 Tipo y nivel de investigación	18

8.3.2	Población y muestra	18
8.3.3	Diseño estadístico	19
8.3.4	Análisis estadístico	20
8.3.5	Procedimiento	20
8.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
8.5.	Técnicas de presentación de resultados	27
IX.	RESULTADOS	28
9.1.	Carbono en plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i>	28
9.2.	Dióxido de carbono (CO ₂) en plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i>	32
9.3.	Valor económico del secuestro de dióxido de carbono (CO ₂) en plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i>	34
9.4	Análisis estadísticos de las plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i>	36
X.	DISCUSION	39
XI.	CONCLUSIONES	42
XII.	RECOMENDACIONES	44
XIII.	BIBLIOGRAFIA	45
	ANEXO	53

LISTA DE CUADROS

Nº	Título	Pág.
01	Población y muestras determinadas	19
02	Densidad básica de la madera de las especies de <i>C. cateniformis</i> y <i>S. amara</i>	23
03	Producción de biomasa y carbono almacenado en plantaciones de <i>S.amara</i> y <i>C. cateniformis</i> , de diferentes edades con distanciamientos de 5m x 5m.	29
04	Secuestro del CO ₂ por hectárea, en plantaciones de <i>S amara</i> y <i>C. cateniformis</i> en diferentes edades con distanciamientos de 5m X 5m.	33
05	Valor económico del secuestro del CO ₂ por hectárea, en plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i> en diferentes edades con distanciamientos de 5m X 5m.	35
06	Valores por defecto de los factores de expansión de la biomasa (FEB)	55
07	Relación media Biomasa bajo el suelo/sobre el suelo.	56
08	Cálculo de área basal, volumen, biomasa, carbono, secuestro del CO ₂ y valor económico del secuestro del CO ₂ , en plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i>	57
09	Toma de datos de las plantaciones de <i>C. cateniformis</i>	58
10	Toma de datos de las plantaciones de <i>S. amara</i>	70
11	Análisis de varianza para la variable carbono almacenado.	75
12	Prueba estadística de F y Tukey del Factor A, y B; para la variable carbono almacenado	75
13	Prueba estadística de F y Tukey de la Interacción de A – B; para la variable carbono almacenado	76
14	Análisis de varianza para la variable secuestro del CO ₂ .	77
15	Prueba estadística de F y Tukey del Factor A y B; para la variable secuestro del CO ₂	77
16	Prueba estadística de F y Tukey de la Interacción A – B; para la variable secuestro del CO ₂ .	78
17	Análisis de varianza para la variable valoración del secuestro de CO ₂	79
18	Prueba estadística de F y Tukey del Factor A y B; para la variable valoración económica del secuestro del CO ₂ .	79
19	Prueba estadística de F y Tukey de la Interacción A – B; para la variable valoración del secuestro del CO ₂	80

LISTA DE FIGURAS

Nº	Título	Pág.
01	Ajuste de la Densidad básica de la madera en plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i> .	30
02	Volumen en plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i> .	30
03	Producción de biomasa en plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i> .	31
04	Carbono en plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i> .	31
05	Secuestro del CO ₂ en plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i> .	33
06	Valor económico del secuestro del CO ₂ en plantaciones <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i> .	35
07	Ubicación de las plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i> en el CIEFOR-Puerto Almendra. (Imagen digital)	54
08	Almacén de equipos de trabajo	81
09	Vía de acceso hacia las plantaciones de <i>S. amara</i> y <i>c. cateniformis</i> .	81
10	Equipos de trabajo.	81
11	Plantación de <i>S. amara</i> y <i>C. cateniformis</i> .	82
12	Enumeración de árboles.	82
13	Medida del DAP.	83
14	Anotando variables dasométricas.	83
15	Geo referenciando los árboles.	84
16	Toma de lectura del Clinómetro.	84

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ANVA	Análisis de varianza
BF	Biomasa del fuste
BT	Biomasa total
bh – T	Bosque húmedo tropical
C	Carbono
CAT	Carbono aéreo total
CH	Contenido de humedad
CIEFOR	Centro de Investigación y Enseñanza Forestal
CITME – UAH	Círculo de Innovación en Tecnologías Medioambientales y Energía en la Universidad Alcalá de Henares
cm	centímetro
CO ₂	Dióxido de carbono
CR	Carbono radicular
CT	Carbono total
CV	Coefficiente de variación
DAP	Diámetro a la altura del pecho
Db	Densidad básica de la madera
FAO	The Food and Agriculture Organization of the United Nations
FEB	Factor de expansión de biomasa
f	Factor de forma
G	área basal
GEI	Gases de efecto invernadero
GPS	Sistema global de posicionamiento

H	altura
ha	hectárea
kg/m ³	kilogramo sobre metro cúbico
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
Lc	Lectura del clinómetro
m	metro
m ²	metro cuadrado
m ² /ha	metro cuadrado por hectárea
PPM	Parcela permanente de muestro
REDD	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques
S	Desviación estándar
t	tonelada
tC	tonelada de carbono
tC/ha	tonelada de carbono por hectárea
tCO ₂	tonelada de dióxido de carbono
t/ha	tonelada por hectárea
V	Volumen
US\$/ha	Dólares americanos por hectárea
%	por ciento
	3,1416

RESUMEN

En el CIEFOR Puerto Almendra de la UNAP, Iquitos - Perú se evaluó el carbono almacenado y el dióxido de carbono (CO₂) en plantaciones de *Simarouba amara* (Aubl) “marupa” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) “tornillo” de >15 a 20 años, > 20 a 30 años y de >30 a 40 años de haber sido establecidas, con el objetivo de determinar el valor económico del secuestro del CO₂. Fueron inventariadas todos los árboles de dichas especies, teniendo en cuenta la medición de estos con un diámetro no menor a los 10 cm. Empleando datos dasométricos provenientes de las plantaciones se realizó diversos cálculos para hallar el carbono almacenado, el secuestro de CO₂ y el valor económico del secuestro del CO₂. Los resultados muestran que ambas especies y en especial las de mayor edad presentan mayor capacidad de almacenamiento y valor económico. Entre los >30 a 40 años de establecido la plantación, *S. amara* posee 1500 t/ha de biomasa, 928 tC/ha y 3408 t/ha de CO₂ equivalente a US\$ 20 924/ha; mientras que la plantación de *C. cateniformis* tiene 8776 t/ha de biomasa, 5440 tC/ha y 19 952 t/ha de CO₂ siendo su valor económico de US\$ 122 552/ha. En ambas plantaciones existen una relación directa, a mayor edad de la plantación, mayores valores referente a biomasa, carbono almacenado, secuestro del CO₂ y valoración económica del secuestro del CO₂. En esta investigación las variables carbono almacenado, secuestro del CO₂ y la valorización económica del secuestro del CO₂ presentan diferencias significativas.

Palabras claves: *S. amara*, *C. cateniformis*, valoración económica, plantaciones, Loreto.

I. INTRODUCCION

El cambio climático representa una de las amenazas más preocupantes para el medio ambiente global, debido al gran impacto negativo que está causando en la salud humana, la seguridad alimentaria, la economía mundial, los recursos naturales y la infraestructura física. El dióxido de carbono es el más importante de los gases por la actividad humana, este es producido cuando se usa combustible fósil para generar energía y cuando los bosques son deforestados y quemados. Estas concentraciones son emitidas de las actividades agrícolas, cambios de uso de suelo, etc., la cual son intercambiadas entre la atmosfera, los océanos y la vegetación terrestre (Ortiz y Riascos, 2006).

En la selva baja de la Amazonía peruana, existen algunas plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis* que mejor se han adaptado a los suelos ácidos de la selva baja. Estas están ubicadas en Jenaro Herrera, INIA carretera Iquitos-Nauta km 32,5; CIEFOR Puerto Almendra en Loreto e inclusive en los bosques de Von Humboldt en Pucallpa (Cabudivo *et al.*, 2011); sin embargo carecen de estudios referentes a la valoración económica del secuestro del CO₂ en diferentes edades de su desarrollo. La finalidad principal de este trabajo de investigación, es de conocer el valor económico del secuestro del CO₂ en el área de estudio. Esta información puede ser de utilidad tanto para la zona estudiada como para la región, permitiendo su valoración económica en el mercado internacional y de alguna manera contribuir a la economía de la zona. A la vez se espera demostrar la necesidad de conservar los bosques naturales por el importante servicio ambiental que provee.

II. EL PROBLEMA

2.1 Descripción del problema

Una de las principales causas del incremento de los gases de efecto invernadero (GEI), son las actividades antropogénicas como la deforestación, el cambio de uso del suelo y la quema de combustibles fósiles. Cerca del tercio del calentamiento de la atmósfera y el cambio climático proviene de la agricultura, sobre todo de la deforestación, quema y descomposición de la materia orgánica (FAO, 2001).

La falta de valoración de los servicios que los recursos naturales proveen a la sociedad ha sido uno de los motivos más importantes detrás de su uso no sostenible en América Latina. Por este motivo la creación de mecanismos internacionales para que diversos países puedan comprar y vender servicios de absorción de CO₂, siendo potencialmente una fuente importante de financiamiento para proteger los bosques de América Latina y de otros países en desarrollo, a la vez que respondan a la preocupación global por el deterioro ambiental mundial, como también mejorar su economía propia (Chambi, 2001).

El secuestro del CO₂ es temporal por lo que su valoración debe ser tomando en cuenta. Dada la temporalidad del secuestro, solamente retrasa los impactos del cambio climático a los esfuerzos por reducción de emisiones.

2.2 Definición del problema

¿Cuánto será el valor económico del secuestro de CO₂ en plantaciones de *Simarouba amara* (Aublet) “marupa” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) “tornillo” de diferentes edades en el CIEFOR Puerto Almendras, Rio Nanay, Iquitos – Perú?

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis general

Existe diferencia significativa en el valor económico del secuestro del CO₂, en plantaciones de diferentes edades de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) “tornillo” y *Simarouba amara* (Aublet) “marupa” en el CIEFOR Puerto Almendras, Rio Nanay, Iquitos – Perú.

3.2. Hipótesis nula

No existe diferencia significativa en el valor económico del secuestro del CO₂, en plantaciones de diferentes edades de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) “tornillo” y *Simarouba amara* (Aublet) “marupa” en el CIEFOR Puerto Almendras, Rio Nanay, Iquitos – Perú.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar el valor económico del secuestro del CO₂ en plantaciones de *Simarouba amara* (Aublet) “marupa” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) “tornillo” de diferentes edades en el CIEFOR Puerto Almendras, Rio Nanay, Iquitos – Perú.

4.2. Objetivos específico

Determinar el secuestro del CO₂ en plantaciones de *Simarouba amara* (Aublet) “marupa” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) “tornillo” de diferentes edades en el CIEFOR Puerto Almendras. Iquitos – Perú.

Determinar el valor económico del secuestro de CO₂ en plantaciones de *Simarouba amara* (Aublet) “marupa” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) “tornillo” de diferentes edades en el CIEFOR Puerto Almendras. Iquitos – Perú.

V. VARIABLES

5.1 Identificación de variables, indicadores e índices

VARIABLES	INDICADORES	INDICES
A. Especies:	– Área basal	m ²
– <i>S. amara</i>	– Volumen	m ³
– <i>C. cateniformis</i>	– Densidad básica	kg/m ³
	– Biomasa del fuste	t
B. Edad de la plantación	– Carbono aéreo.	t
– > 15 – 20 años	– Carbono radicular	t
– > 20 – 30 años	– Secuestro del CO ₂	t
– > 30 – 40 años	– Valor económico	US\$/ha

VI. MARCO TEORICO

6.1. Biomasa

La biomasa, es aquel material orgánico biodegradable y no fosilizado originado de plantas, animales y microorganismos; incluye productos, subproductos, residuos y desechos de la agricultura, forestería e industrias afines, así como las fracciones orgánicas y no fosilizadas de los desechos industriales y municipales. La biomasa también incluye los gases y líquidos recuperados de la descomposición de materiales orgánicos biodegradables y no fosilizados (Salinas y Hernández, 2008).

La biomasa en un bosque es el resultado de la diferencia entre la producción a través de la fotosíntesis y el consumo por la respiración, y procesos de cosecha (Bennaceur *et al.*, 2005).

La biomasa forestal cumple un papel importante en el cambio climático, sirve como sumidero. Con el cálculo de la biomasa se obtiene un valor aproximado de la cantidad de carbono almacenado, porque existe una estrecha relación entre la biomasa y el Carbono (Ciesla, 1996).

La biomasa arbórea es la cantidad total de materia orgánica viva de la parte aérea de los árboles (hojas, ramas, tronco, corteza) expresada en t de peso seco al horno/unidad de área (árbol, ha, región, país); es la cantidad de carbono almacenado en el bosque (Brown, 1997; FAO, 1998).

Son importantes la biomasa aérea total y del fuste: Biomasa aérea total (BT), se refiere al peso seco de material vegetal del árbol sobre el suelo, incluyendo fuste, corteza, ramas y hojas. Mientras que la biomasa de fuste (BF), se refiere al peso seco del fuste. Corresponde a la biomasa del fuste comercial del árbol, desde el tocón hasta la primera bifurcación o inicio de la copa (Salinas y Hernández, 2008)

Factor de expansión de biomasa (FEB): El FEB es la proporción directa entre la biomasa aérea total (BT) y biomasa de fuste (BF). Se trata de un factor variable que depende de la especie arbórea, las condiciones ambientales, la densidad de plantación, el tipo de bosque y la edad de los individuos, entre otros aspectos. Este factor se utiliza para estimar la biomasa total de un árbol cuando únicamente se cuenta con datos de biomasa del fuste (Salinas y Hernández, 2008).

Existen dos métodos comúnmente usados para estimar la biomasa: el método directo y el indirecto. Dentro del primero está el destructivo, que consiste en cortar el árbol y determinar la biomasa pesando directamente cada componente. Para la determinación indirecta se utilizan métodos de cubicación del árbol donde se suman los volúmenes de madera, se toman muestras de ésta y se pesan en el laboratorio para calcular los factores de conversión de volumen a peso seco, es decir, la gravedad o densidad específica. Otra forma de estimar la biomasa es mediante ecuaciones o modelos basados en análisis de regresión, que utilizan variables colectadas en el campo tales como el diámetro a la altura del pecho, la altura comercial y total, el crecimiento dimétrico, el área basal y la densidad específica de la madera (Fonseca *et al.*; 2009).

La medición directa en raíces o muestreo destructivo se realiza con excavadora, palas y picota, los trozos de raíces se lavan y pesan para luego medir el carbono almacenado; pero determinar la biomasa radicular es un proceso muy costoso, ésta se estima como un porcentaje de la biomasa arbórea sobre el suelo. En algunas investigaciones se determinan la biomasa radicular gruesa de especies importantes, lo que sirve para tener mejores estimaciones del carbono total del ecosistema en ciertos tipos de bosques. (Nadler *et al.*; 2001; Schlegel *et al.*; 2001).

Para evitar el muestreo destructivo se recurre a los valores por defecto de las relaciones raíz-tallo, estos valores se utiliza para estimar la biomasa bajo el suelo. Para un bosque húmedo subtropical la relación media entre biomasa bajo el suelo y sobre el suelo es 0,24. (IPCC, 2003)

6.2. Dióxido de Carbono

Los valores finales de todos los cálculos deben representar toneladas de CO₂, pues esta es la unidad que se utiliza en los mercados del carbono (Schlegel *et al.*; 2001).

Es muy importante no confundir Carbono (C) con CO₂. En una molécula de CO₂ existen dos átomos de oxígeno (con peso atómico $2 \times 16 = 32$) y un átomo de carbono (con peso atómico 12). Por lo tanto el peso molecular del CO₂ es 44 ($= 2 \times 16 + 12$), de los cuales solamente 12 corresponden a carbono. De lo anterior se deduce que se necesitan $44/12 = 3,667$ t de CO₂ para tener 1 t de carbono (Cornejo y Fernández, 2000).

6.3. El carbono

El carbono cumple un papel fundamental en los procesos fisicoquímicos y biológicos del planeta a través del ciclo de carbono. Los procesos de captura y emisión de CO₂ son parte de un sistema de cuatro reservorios de carbono (vegetación aérea y radical- materia en descomposición- suelos- productos forestales), con tiempos de residencia y flujos asociados muy diferentes y estrechamente interrelacionados (Taiz y Zeiger, 1998).

La estimación del carbono son medidos de diferentes componentes de una determinada tipología vegetal, esos son encontrados tanto arriba como abajo del suelo; encima del suelo la biomasa viva está constituida por troncos, ramas, flores, frutos y hojas y la biomasa muerta está compuesta por material orgánico depositado sobre el suelo proveniente de la vegetación al igual que de animales muertos; abajo del suelo se encuentran las raíces vivas y muertas, la materia orgánica del suelo y los microorganismos, (Miranda *et al.*; 2006),

La fracción de carbono de la biomasa tiene un valor por defecto de 0,5; aunque en niveles metodológicos superiores hay un margen de variación en función de las especies, de los componentes de un árbol o de un rodal (tallo, raíces y hojas) y de la edad del rodal (IPCC, 2003).

6.4. Fijación de Carbono

(Marquez, 2000), manifiesta que monitorear la fijación de Carbono requiere una serie de inventarios para cuantificar los cambios a lo largo del tiempo. Frecuentemente, los inventarios utilizan parcelas permanentes de medición (PPM)

como un medio para obtener datos estadísticamente más confiables y reducir costos para llevar a cabo el monitoreo. Estas parcelas permiten evaluar eficientemente los cambios en la fijación o almacenamiento de carbono.

Los suelos son importantes fijadores a largo plazo, se ha encontrado que el cambio del uso de la tierra del bosque a la agricultura puede reducir a la mitad el carbono fijado en tan solo 10 años de cultivos consecutivos (Marquez, 2000).

6.5. Mercado de carbono

Uno de los servicios ambientales más promocionados es la capacidad de los bosques de absorber CO₂. Es lo que se conoce como mercado de carbono. En estos se compran y venden permisos para contaminar mediante los llamados “créditos de carbono”, o permisos de emisiones.

Para realizar acciones de mercado existen Mecanismos de Desarrollo Limpio, que se ejecutan en países del Sur. Entre ellos se financian por ejemplo la construcción de hidroeléctricas, plantaciones forestales y otros. Recientemente se está avanzando en otros mecanismos conocidos como programas REDD que son para planes de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (Peña, y Bent, 2007).

El mercado ambiental es un mercado en continuo avance y desarrollo ya que se ve afectado por numerosos impactos que le obligan a evolucionar, impactos como el cambio climático, cambios en la legislación de la Unión Europea que implica restricciones, incentivos para introducir mejoras tecnológicas, avances en

investigación, desarrollo e innovación, aparición de nuevos mercados emergentes como Asia, Europa del Este, China o India y la mayor concienciación de los consumidores (CITME-UAH, 2008).

6.6. Valoración del servicio ambiental secuestro del CO₂

Ramírez et al. (1994), sostiene que para establecer la valoración del servicio del sumidero de carbono se han utilizado varios precios de referencia, por ejemplo el gobierno de Costa Rica, en una negociación con el gobierno de Noruega, acordó un precio de US\$ 10,00 por tonelada de carbono para las opciones de carbono almacenado, parqueado o retenido y secuestro de carbono para todas sus negociaciones de ejecución conjunta.

Los precios del gobierno de Costa Rica eran mucho menores que los encontrados por Segura (1999), los cuales varían para la zona de Corinto entre US\$ 18,30 y US\$ 43,50 por tonelada de carbono. Es importante remarcar que esta valorización fue hecha en terrenos de aptitud de conservación, los cuales son exclusivos para este uso.

IPCC (1996) hizo una revisión de los costos de protección de bosques y deforestación omitiendo los costos de oportunidad del terreno, y en función de ellos, determinó el costo del secuestro de carbono. Los resultados mostrados varían alrededor de US\$ 0,50/tC y US\$ 15,00/tC.

Comparando estos datos con los de otros autores, para emisiones que ocurran en los períodos de 1991 a 2010, el promedio general de todas las estimaciones es de aproximadamente US\$ 20,00/tC. Por lo tanto debería ser éste el precio del servicio de sumidero de carbono atmosférico, es decir, secuestro y almacenamiento permanente de carbono (Ramírez *et al.*; 1994).

Smith *et al.* (1997), con agricultores de Pucallpa estimó que el costo/tC fue de US\$ 0,51, a US\$ 1,88 para agricultores dispuestos a preservar sus bosques, y de US\$ 1,14 a US\$ 1,36 para agricultores dedicados a la agroforestería.

El precio del carbono esta valorizada en US\$ 4,30/t/ha/año, según la bolsa de valores. Incluyéndose el CCX – Chicago Climate Exchange (190 South La Salle Street, Chicago, Illinois, USA), que funcionó del 2003 al 2006, actualmente le tomó la posta Oregon – Estados Unidos; New South Wales NSW Australia y Europa (Esquema de comercio de emisiones de la Unión Europea - European Union Emissions Trading Écheme – EU ETS) en (www.ecosystemmarketplace.com, 2007).



El precio por tonelada de CO₂ para el día 25/03/2013 esta valorizada en € 4.39, que es decir igual a US\$ 6,14252/t/ha, según el Sistemas de Electrónico de negociación de derechos de Emisiones de Dióxido de Carbono (Fuente: La Bolsa de SENDECO₂)

PRECIOS CO₂/ha	25/03/2013
Precios	EUA
Euro	4,39 €
US\$	6,14252

VII. MARCO CONCEPTUAL

Almacenamiento de carbono: Cantidad del bosque (ha) para mantener una determinada cantidad de carbono por hectárea, que será liberado gradualmente a la atmosfera en un tiempo determinado (Segura, 1999 citado por Perez *et al.*; 2005).

Biomasa: total de la materia orgánica, en ella se encuentra almacenado la energía de los organismos vivos (Zamora *et al.* 2000).

Biomasa aérea: Es la vegetación herbácea, vegetación arbustiva y árboles. El componente más importante de estas fuentes son los árboles. (Alvarez, 2006). Conformada por las estructuras leñosas aéreas de especies arbóreas, frutales y arbusto por encima del suelo productivo (Medina, 2006).

Biomasa radicular: Está representado por los sistemas radiculares, constituyendo otros sumideros de carbono (Medina, 2006).

Carbono fijado: Cantidad de carbono que una unidad de área cubierto por vegetación tiene la capacidad de captar en un periodo de tiempo determinado (Segura, 1999).

Dióxido de carbono: Gas producido naturalmente, también es derivado de la combustibles fósiles y de la biomasa, así como de los cambios de uso de suelo y otros procesos industriales (Perez *et al.*; 2005).

Hojarasca: Materia orgánica que se encuentra en diferentes procesos de descomposición (Medina, 2006).

Valoración económica: Asignación de valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos ambientales, independientemente de si existen o no precios de mercado (Adger *et al.*; 1995).

Mega gramo de carbono: Es la asignación de un valor cuantitativo que se le da a una tonelada que equivale a un millón de gramos (Rocha, 1994).

Densidad de la madera: Es la relación entre la masa (Kg.) de una pieza de madera con su volumen (m^3) y se la expresa en Kilo gramos por centímetro cúbico. (Kollman, 1959).

VIII. MATERIALES Y METODOS

8.1 Lugar de ejecución

El presente estudio se ejecutó en las plantaciones > 15 a 20 años, > 20 a 30 años, > 30 a 40 años, instaladas en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR), de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana –Puerto Almendra, ubicado al margen derecho del río Nanay a 22 Km de distancia en dirección Sur-Oeste desde la ciudad de Iquitos; geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas 3° 49' 40'' Latitud Sur y 73° 22' 30'' Longitud Oeste, a una altitud aproximada de 122 msnm (Quintana, 2009). (Ver figura 07)

La precipitación media anual está en 2979,3 mm; la temperatura media anual es de 26,4 °C; las temperaturas máximas y mínimas promedio anuales alcanzan 31,6 °C y 21,6 °C, respectivamente; la humedad relativa media anual es de 82,1 %. El área de estudio se localiza dentro de la zona de vida denominada bosque húmedo tropical (bh – T). El área es accesible por dos vías, la terrestre que cuenta con una parte asfaltada comunicándose en su trayecto con diferentes poblaciones, y la otra vía es exclusivamente fluvial, por el río Nanay, (Quintana, 2009).

8.2 Materiales y equipo

De Campo: Libreta de campo, cinta diamétrica, receptor GPS, botas, hilo pabilo, clinómetro SUUNTO, machete, capota, plástico, wincha y jalones.

De Gabinete: papel bond A4, bolígrafos, computadora, cartuchos de tinta, USB, impresora, plumón indeleble y cámara fotográfica.

8.3. Método

8.3.1. Tipo y nivel de investigación

El presente estudio es del tipo cuasi experimental y de nivel básico (Alvitres, 2004).

8.3.2. Población y muestra

La población del estudio estuvo conformada por todos los árboles de diferentes edades de *Simarouba amara* (Aublet) y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke), que se encuentran establecidas en el CIEFOR - Puerto Almendra, dentro del área de cada plantación según inventario realizado. (Cabudivo, 2011). Mientras que la muestra a la vez, fue de todos los árboles con DAP de a 10 cm. que se encuentran dentro de las plantaciones de diferentes edades de dichas especies antes mencionadas, en el CIEFOR - Puerto Almendra, dentro del área de cada plantación.

Cuadro 01: Población y muestras determinadas

No. Plantación	Especies	Edad (Años)	Área total (ha)	Población y Muestra
P-20	<i>C.cateniformis</i>	40	8.90	211
P-11	<i>C.cateniformis</i>	30	0,75	276
P-07	<i>S. amara</i>	40	0,14	88
P-5M	<i>S. amara</i>	15	0,36	08
P-5T	<i>C.cateniformis</i>	15	0,36	09
P-10	<i>S. amara</i>	24	0,34	112

Fuente: Proyecto "Turno tecnológico de aprovechamiento de la madera de *Simarouba amara* "marupa" y *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" de diferentes edades en Puerto Almendra, Iquitos-Perú." (Cabudivo *et al.*, 2011)

8.3.3. Diseño estadístico

Para evaluar el valor económico del secuestro del CO₂ de las plantaciones de "marupa" y "tornillo" se estudio el efecto simultáneo de 2 variables (especies – edades).

Factor A: Especies

Nivel a0 *S. amara*

Nivel a1 *C. cateniformis*

Factor B: Edad de la plantación

Nivel b0 > 15 – 20 años

Nivel b1 > 20 – 30 años

Nivel b2 > 30 - 40 años

8.3.4 Análisis estadístico

Los resultados totales del valor económico del secuestro del CO₂ en plantaciones de > 15 a 20 años, > 20 a 30 años y > 30 a 40 años de *S. amara* y *C. cateniformis*, se analizaron mediante la estadística descriptiva, hallándose el promedio que es una tendencia central.

Las variables comparadas fueron el carbono almacenado (tC), el secuestro del CO₂ (tCO₂) y la valoración económica del secuestro del CO₂ (US\$). Se realizó el Análisis de Variancia (ANVA) con el fin de determinar si existe diferencia significativa en el valor económico del secuestro del CO₂, se utilizó la Prueba F al $\alpha=0,05$ de nivel de significancia y luego se utilizó la Prueba de Tukey para ver el grado de significancia entre los factores.

8.3.5. Procedimiento

a) Inventario de los árboles

En cada plantación de > 15 a 20 años, > 20 a 30 años y > 30 a 40 años, se inició con la numeración de todos los árboles libres de defectos naturales visibles, a continuación se procedió a medir la circunferencia de cada árbol a 1,30 m de altura de acuerdo a sus características, tomando en cuenta solo los de ≥ 10 cm. de DAP registrándose en la libreta de campo.

Luego se procedió a georeferenciar cada árbol para ubicar su localización exacta en el mapa, con la ayuda del programa ARCVIEW; y para finalizar se determinó la altura de todos los árboles y se registró en la libreta de campo.

En gabinete se determinó la altura de los árboles haciendo uso de la siguiente fórmula propuesta por el manual de usuario del Clinómetro Óptico Suunto.(Suunto, 2007)

$$H = (L / 10 * d) + h_o$$

Donde:

H = Altura total del árbol (m)

Lc = Lectura del clinómetro (%)

d = Distancia entre el operador y el árbol (m)

ho = Altura hasta el ojo del operador (m)

En gabinete se determinó los diámetros de los árboles haciendo uso de la siguiente fórmula propuesta por (Chambi, 2001)

$$D = \frac{c}{\pi}$$

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1,30 m)

c = circunferencia

= 3,1416

Se halló el área basal de los árboles en metros cuadrados por hectárea, por medio de la siguiente fórmula propuesta por (Chambi, 2001)

$$G = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

G = área basal en m²

= 3,1416

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1,30 m)

Se determinó el volumen que se expresa en metros cúbicos por hectárea, por medio de la siguiente fórmula propuesta por (Pizzurno, 2010).

$$V = G * h * f$$

Donde:

V = volumen en m³

G = área basal en m²

f = factor de forma según Hutchinson, 1974 (0,7)

h = altura en metro

b) Modelo de análisis e interpretación de datos

Se midió todos los árboles para luego obtener mediante los datos dasométricos, la totalidad de carbono. Las mediciones correspondientes se realizaron para árboles libres de defectos naturales visibles.

Para obtener el carbono total se procedió a hallar en primer lugar el volumen, luego la biomasa leñosa y mediante el factor de expansión de biomasa la biomasa total que se convertirá a carbono. A continuación se desglosa los pasos a seguir:

- **Biomasa leñosa**

Para el cálculo de la biomasa leñosa se utilizó tablas de factor de expansión de biomasa, o también relación media biomasa bajo el suelo/ sobre el suelo (IPCC, 2003).

- **Ajuste de la densidad básica de la madera**

Se utilizó la siguiente ecuación desarrollada por Reyes *et al.* (1992), para evitar la sobreestimación de la cantidad de carbono en los distintos tipos de bosques, a partir de la densidad básica de la madera.

$$Y = 0,0134 + 0,8 * X$$

Donde:

Y = ajuste de la densidad básica de la madera kg/m³

X = densidad básica de la madera en kg/m³

Cuadro 02: Densidad básica de la madera de las especies de *C. cateniformis* y *S. amara*.

Plantación	Edad (años)	Densidad básica (kg/m³)
<i>C. cateniformis</i>	> 15 - 20	423.02
	> 20 - 30	469.99
	> 30 - 40	470.00
<i>S. amara</i>	> 15 - 20	326.77
	> 20 - 30	365.00
	> 30 - 40	369.66

Fuente: Tesis “Evaluación de las propiedades Físico - Mecánicas de la madera de plantaciones de *Simarouba amara* (Aublet) y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) de diferentes edades. Iquitos-Perú.” (Cabudivo, J. 2012)

- **Conversión de volumen a biomasa del fuste**

Para obtener la biomasa se utilizó la fórmula propuesta por Brown (1997)

$$B = \frac{V * Y}{1000}$$

Donde:

BF = biomasa leñosa en toneladas (t)

V = volumen en m³

Y = ajuste de la densidad básica de la madera kg/m³

- **Cálculo de biomasa total**

Posteriormente se procedió calcular la biomasa total, a partir del producto de la biomasa del fuste con el factor de expansión de biomasa, cuyo valor es de 3,4 en zonas tropicales (IPCC, 2003).

$$B = BF * F$$

Donde:

BT = biomasa total en toneladas (t)

BF = biomasa del fuste en toneladas (t)

FEB = factor de expansión de biomasa.

- **Cálculo de carbono aéreo total en toneladas**

La biomasa total se multiplicó por 0,5 debido a que la materia seca contiene en promedio un 50 % de carbono almacenado, para ello se utilizó la siguiente. Fórmula (IPCC, 2003).

$$C = B * 0,5$$

Donde:

CAT = carbono aéreo total en toneladas (t)

BT = biomasa total en tonelada (t)

o **Cálculo de carbono radicular**

El valor de carbono radicular se obtuvo a través del método indirecto de cálculo, que consiste en relacionar el carbono aéreo de cada especie a través de la siguiente fórmula. Se utilizó la relación media entre biomasa bajo/sobre el suelo de 0,24 para bosque húmedo tropical y subtropical (IPCC, 2003).

$$C = 0,24 * C$$

Donde:

CR = carbono radicular en tonelada (t)

CAT = carbono aéreo en tonelada (t)

o **Cálculo de carbono total**

Para estimar el carbono total se procedió a sumar el carbono aéreo total y el carbono radicular.

Fórmula (IPCC, 1996).

$$C = C + C$$

Donde:

CT = carbono total en toneladas (t)

CAT = carbono aéreo total en toneladas (t)

CR = carbono radicular en tonelada (t)

- **Cuantificación de dióxido de carbono (CO₂)**

Para estimar la cantidad de dióxido de carbono se procedió a multiplicar el carbono total expresado en toneladas, con el factor kr.

Fórmula (IPCC, 1996).

$$C_{2} = C * k$$

Donde:

CO₂ = Dióxido de Carbono en toneladas (t)

CT = Carbono total en toneladas (t)

kr = 44/12 = 3,67

- **Calculo del valor económico del secuestro CO₂**

Para calcular el valor económico del secuestro de CO₂, se procedió a multiplicar la cantidad total de dióxido de carbono, con el respectivo precio en el mercado, que tiene el CO₂ en un determinado lugar.

Fórmula (IPCC, 1996).

$$V = C_{2} * P_{e e m}$$

Donde:

VE = Valor económico (US\$)

CO₂ = Dióxido de carbono

Precio en el mercado = 6,14252 US\$, (Fuente: La Bolsa de SENDECO₂).

8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas empleadas fueron de observación y descripción de las medidas realizadas y los instrumentos de observación empleados fueron las fichas de observación y los formatos de toma de datos.

Instrumentos: ficha de observación, formato de toma de datos

8.5. Técnica de presentación de resultados

Los resultados son presentados en cuadros de doble entrada y en figuras de barras, los cuales permitieron interpretar los ensayos y elaborar la discusión y las conclusiones correspondientes.

IX. RESULTADOS

9.1. Carbono almacenado en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis*

En el cuadro 03 y en las figuras 1, 2, 3, 4, se presentan los valores de ajuste de la densidad básica (kg/m^3), volumen (m^3/ha), producción de biomasa (t/ha) y del carbono almacenado (t/ha) de plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis* de diferentes edades con distanciamientos de 5m X 5m.

La plantación de *S. amara* de >15 a 20 años presenta el menor ajuste de densidad básica de $261,43 \text{ kg}/\text{m}^3$, menor volumen de $1,09 \text{ m}^3$, menor producción de biomasa de $0,97 \text{ t}$ y un menor almacenamiento de carbono de $0,60 \text{ t}$ en un área de $0,36 \text{ ha}$, lo que significa que estimativamente almacena $240 \text{ t}/\text{ha}$. Mientras que la plantación de >30 a 40 años presenta el mayor ajuste de densidad básica de $295,74 \text{ kg}/\text{m}^3$, mayor volumen de $3,73 \text{ m}^3$, mayor producción de biomasa de $3,75 \text{ t}$ y un mayor almacenamiento de carbono de $2,32 \text{ t}$ en un área de $0,14 \text{ ha}$, lo que significa que estimativamente almacena $928 \text{ t}/\text{ha}$ respectivamente.

La plantación de *C. cateniformis* de >15 a 20 años presenta el menor ajuste de densidad básica de $338,43 \text{ kg}/\text{m}^3$, menor volumen de $3,36 \text{ m}^3$, menor producción de biomasa de $3,87 \text{ t}$ y un menor almacenamiento de carbono de $2,4 \text{ t}$ en un área de $0,36 \text{ ha}$, lo que significa que estimativamente almacena $960 \text{ t}/\text{ha}$.

Mientras que la plantación de >30 a 40 años presenta un ajuste de densidad básica de 376,01 kg/m³, mayor volumen de 17,16 m³, mayor producción de biomasa de 21,94 t y un mayor almacenamiento de carbono de 13,60 t en un área de 8,90 ha, lo que significa que estimativamente almacena 5440 t/ha respectivamente.

Cuadro 03: Producción de biomasa y carbono almacenado en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis* en diferentes edades, con distanciamientos de 5m x 5m.

Plantación	Edad (años)	Ajuste de densidad básica (kg/m³)	Volumen (m³/ha)	Producción Biomasa (t/ha)	Carbono Almacenado (t/ha)
S. amara	>15-20	261,43	436	388	240
	>20-30	292,01	1012	1008	624
	>30-40	295,74	1492	1500	928
C. cateniformis	>15-20	338,43	1344	1548	960
	>20-30	376,01	2212	2828	1752
	>30-40	376,01	6864	8776	5440

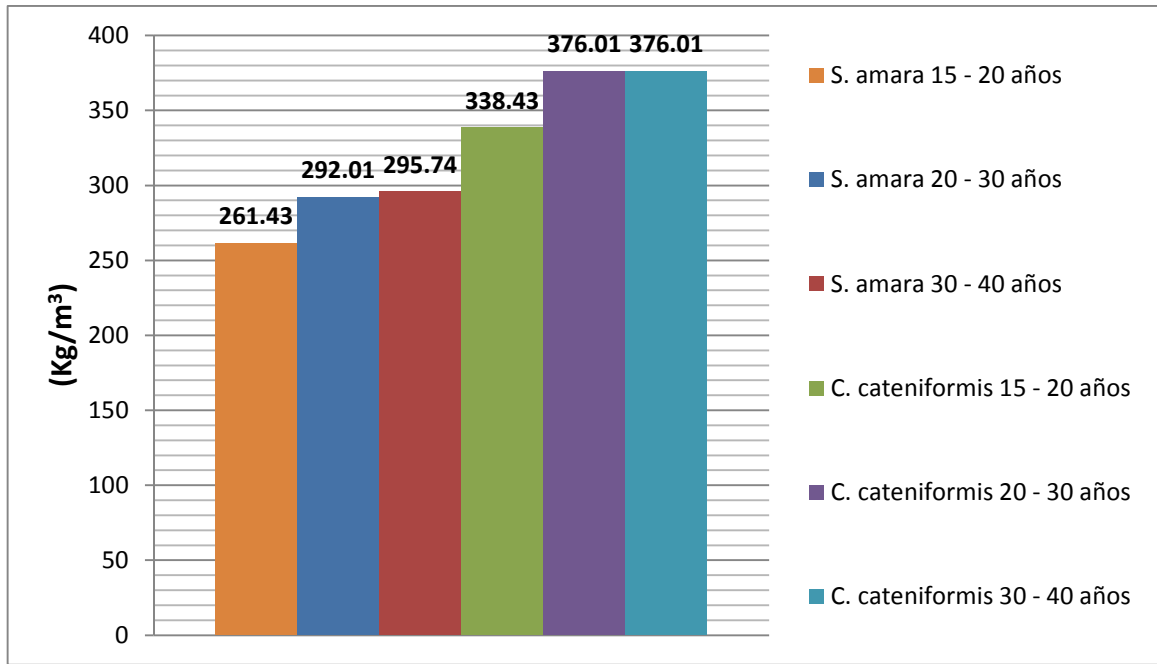


Figura 01: Ajuste de densidad básica de la madera en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis*

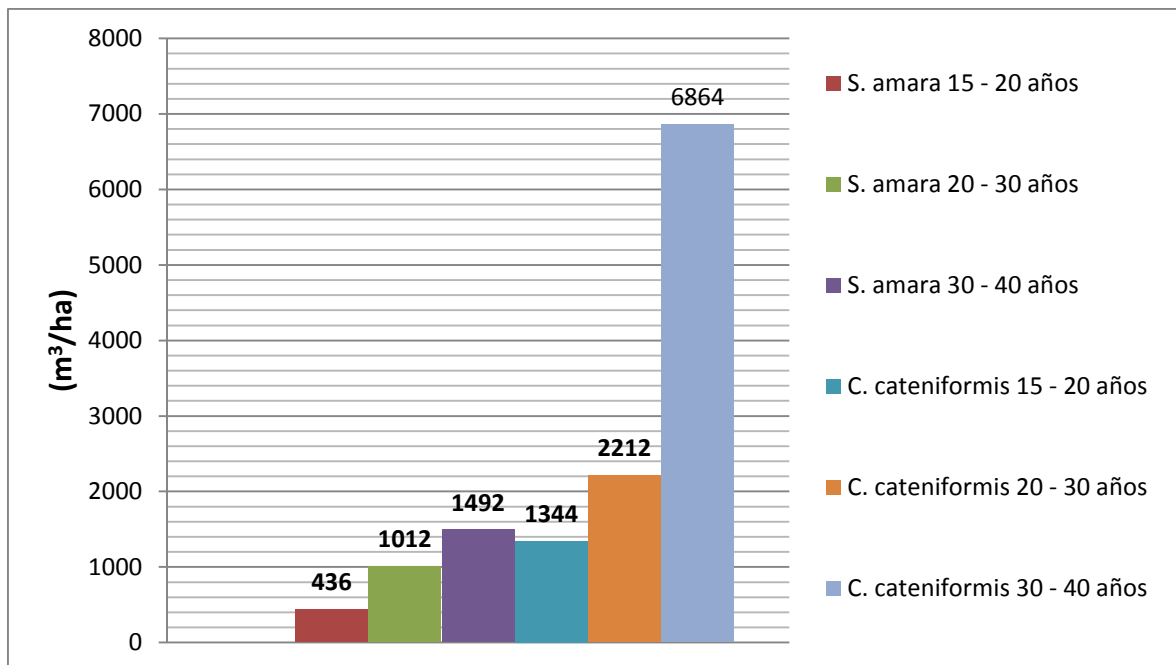


Figura 02: Volumen de la madera en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis* con distanciamientos de 5m X 5m.

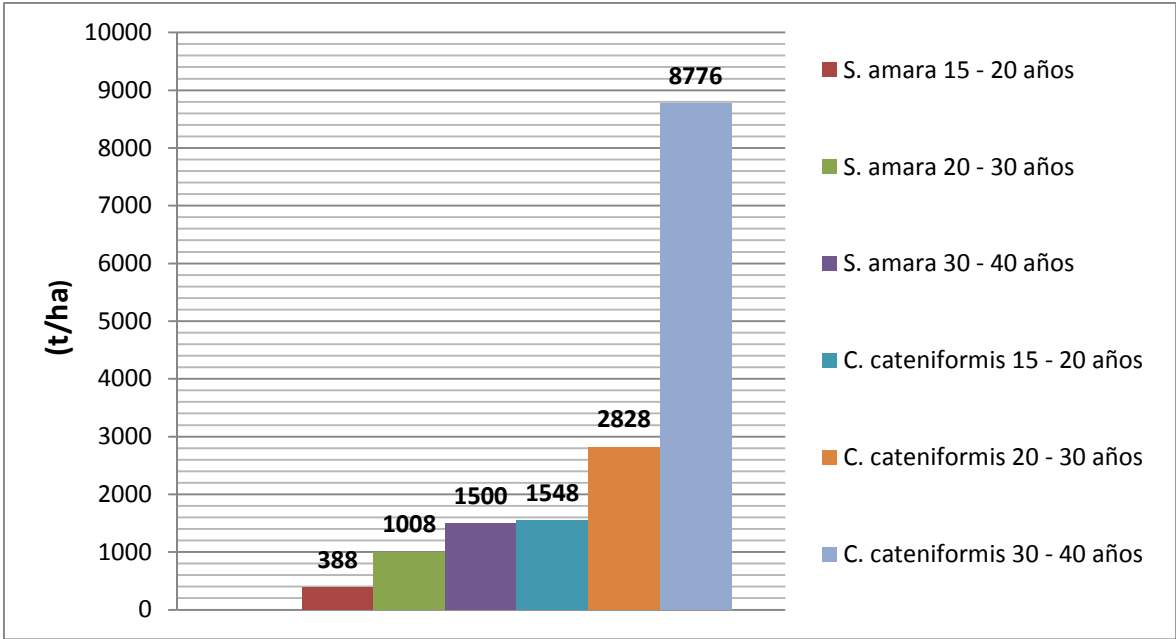


Figura 03: Producción de biomasa en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis* con distanciamientos de 5m X 5m.

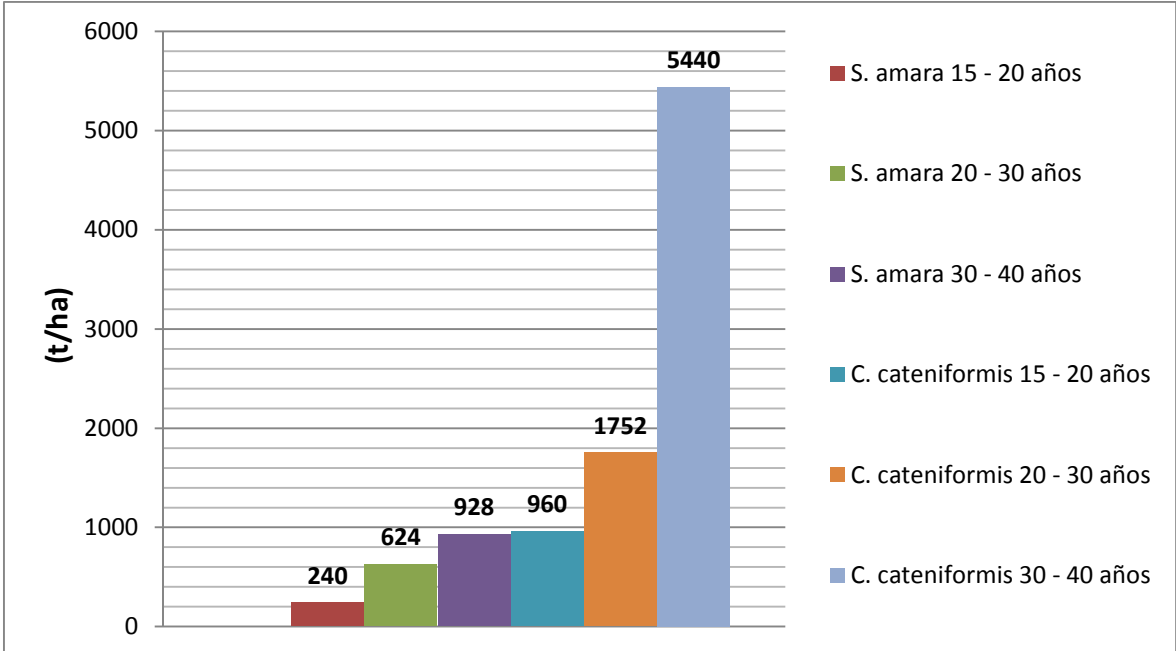


Figura 04: Carbono almacenado en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis* con distanciamientos de 5m X 5m.

9.2. Secuestro del dióxido de carbono (CO₂) en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis*.

En el cuadro 04 y en la figura 05, se presentan los valores del secuestro de CO₂ expresado en t/ha, en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis* de diferentes edades con distanciamientos de 5m x 5m.

La plantación de *S. amara* de >15 a 20 años presenta la menor capacidad de secuestro de CO₂ con un valor de 2,20 t en un área de 0,36 ha, lo que significa que estimativamente almacena 880 t/ha. Mientras que la plantación de >30 a 40 años presenta la mayor capacidad de secuestro de CO₂ con un valor de 8,52 t en un área de 0,14 ha, lo que significa que estimativamente almacena 3 408 t/ha.

La plantación de *C. cateniformis* de >15 a 20 años presenta la menor capacidad de secuestro de CO₂ con un valor de 8,80 t, en un área de 0,36 ha, lo que significa que estimativamente almacena 3 520 t/ha.

Mientras que la plantación de >30 a 40 años presenta la mayor capacidad de secuestro de CO₂ con un valor de 49,88 t, en un área de 8,90 ha, lo que significa que estimativamente almacena 19 952 t/ha.

Cuadro 04: Secuestro del CO₂ por hectárea, en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis* en diferentes edades con distanciamientos de 5m X 5m.

Plantación	Edad (años)	Secuestro del CO ₂ (t/ha)
S. amara	>15-20	880
	>20-30	2288
	>30-40	3408
C. cateniformis	>15-20	3520
	>20-30	6428
	>30-40	19 952

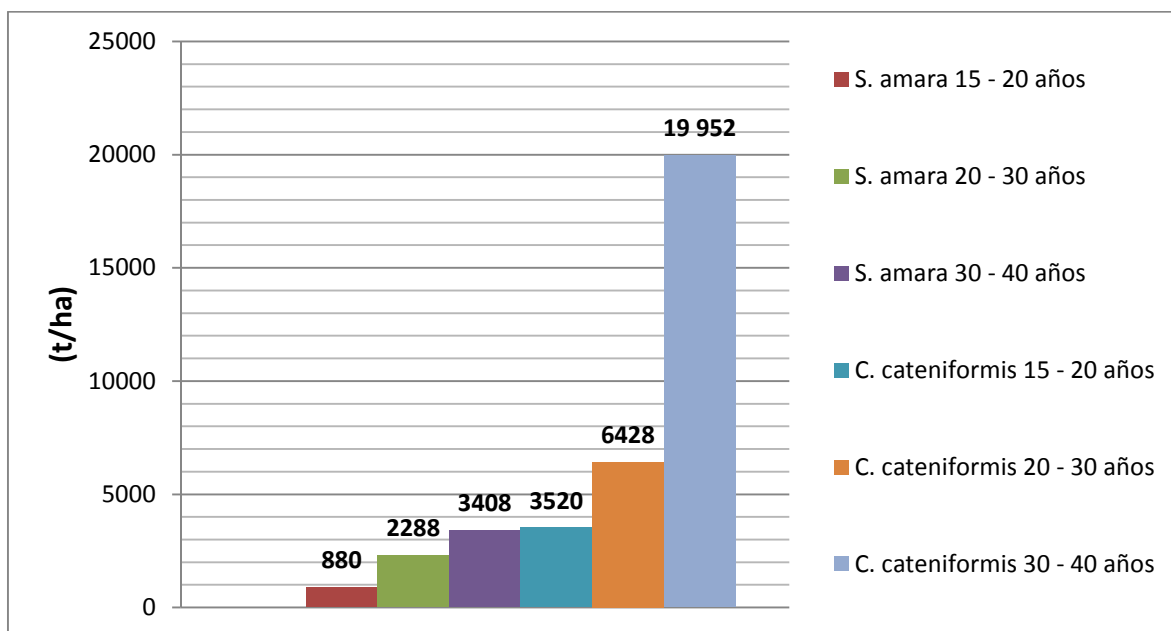


Figura 05: Secuestro del CO₂ en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis* con distanciamientos de 5m X 5m.

9.3. Valor económico del secuestro de dióxido de carbono (CO₂) en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis*.

En el cuadro 05 y en la figura 6, se presentan el valor económico del secuestro del CO₂ expresado en US\$/ha, en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis* de diferentes edades con distanciamientos de 5m x 5m.

La plantación de *S. amara* de >15 a 20 años presenta un menor valor económico de US\$ 13,54 en un área de 0,36 ha, lo que significa que estimativamente obtiene un valor de US\$ 5405/ha. Mientras que la plantación de >30 a 40 años presenta un mayor valor económico de US\$ 52,31 en un área de 0,14 ha, lo que significa que estimativamente obtiene un valor de US\$ 20 934/ha respectivamente.

La plantación de *C. cateniformis* de >15 a 20 años presenta un menor valor económico de US\$ 54,03 en un área de 0,36 ha, lo que significa que estimativamente obtiene un valor de US\$ 21 622/ha.

Mientras que la plantación de >30 a 40 años presenta un mayor valor económico de US\$ 306,38 en un área de 8,90 ha, lo que significa que estimativamente obtiene un valor de US\$ 122 556 /ha respectivamente.

Cuadro 05: Valor económico del secuestro del CO₂ por hectárea, en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis* en diferentes edades con distanciamientos de 5m X 5m.

Plantación	Edad (años)	Secuestro del CO ₂ (t/ha)	Precio en el mercado (US\$/ha)	Valor Económico del secuestro del CO ₂ (US\$/ha)
S. amara	>15-20	880	6,14252	5405
	>20-30	2288	6,14252	14 054
	>30-40	3408	6,14252	20 934
C. cateniformis	>15-20	3520	6,14252	21 622
	>20-30	6428	6,14252	39 484
	>30-40	19952	6,14252	122 556

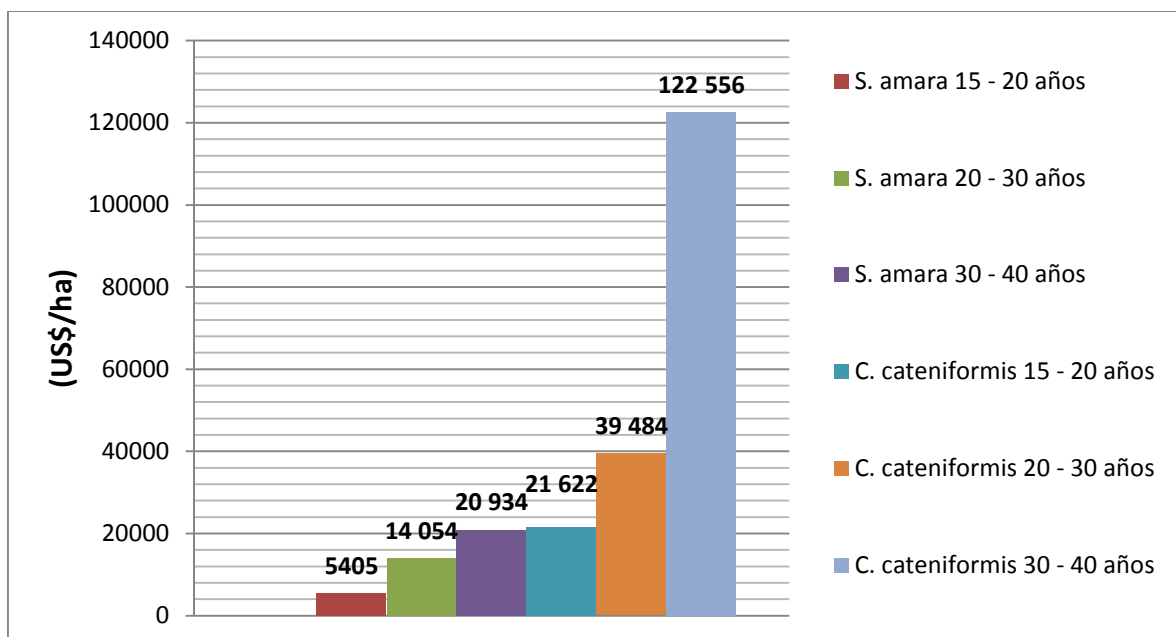


Figura 06: Valor económico del secuestro del CO₂ en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis*, con distanciamientos de 5m X 5m.

9.4. Análisis estadístico de las plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis*

Con respecto al análisis estadístico, en los cuadros 13 y 14 del Anexo, se presenta el Análisis de Varianza para la variable carbono almacenado y su significancia con la Prueba de F al 95% de probabilidad; donde indica que los tratamientos, el factor B (Edad de la plantación) y la interacción de los Factores A-B no son significativos, es decir que todos ellos no influyen para tener un mayor o menor producción de carbono almacenado. Mientras que el factor A (Especie) es significativo, por lo tanto influyen respectivamente.

Con respecto a la Prueba de Tukey en los cuadros 14 y 15 del Anexo, se muestran que los tratamientos, el factor A (Especie), el factor B (edad de la plantación) entre >15 – 20 años y la interacción de A-B para las especies de *S. amara* entre >15 – 20, >20 – 30, >30 – 40 años y *C. cateniformis* entre >15 – 20 años no son significativos, es decir que todos ellos no influyen para tener un mayor o menor producción de carbono almacenado; mientras que el factor B (edad de la plantación) entre >20 – 30, >30 – 40 años y la interacción de A-B para la especie de *C. cateniformis* entre >20 – 30 y >30 – 40 años son significativas, por lo tanto influyen respectivamente.

Con respecto al análisis estadístico, en los cuadros 16 y 17 del Anexo, se presenta el Análisis de Varianza para la variable secuestro del CO₂ y su significancia con la Prueba de F al 95% de probabilidad; donde indica que los tratamientos, el factor B (edad de la plantación) y la interacción de los Factores A-B no son significativos, es decir que todos ellos no influyen para tener una mayor o menor capacidad de secuestro de CO₂. Mientras que el factor A (Especie) es significativo, por lo tanto influyen respectivamente.

Con respecto a la Prueba de Tukey en los cuadros 17 y 18 del Anexo muestran que los tratamientos, el factor A (Especie), el factor B (edad de la plantación) entre >20 – 30, >30 – 40 años y la interacción de A-B para la especie de *C. cateniformis* entre >20 – 30 y >30 – 40 años son significativos, es decir que todos ellos influyen para tener una mayor o menor capacidad de secuestro de CO₂; mientras que el factor B (edad de la plantación) entre >15 – 20 años y la interacción de A-B para las especies de *S. amara* entre >15 – 20, >20 – 30, >30 – 40 años y *C. cateniformis* entre >15 – 20 años no son significativas, por lo tanto no influyen respectivamente.

Con respecto al análisis estadístico, en los cuadros 19 y 20 del Anexo, se presenta el Análisis de Varianza para la variable valoración económica del secuestro el CO y su significancia con la Prueba de F al 95% de probabilidad; donde indica que los tratamientos, el factor B (edad de la plantación) y la interacción de los Factores A-B no son significativos, es decir que todos ellos no influyen para tener un mayor o menor valor del secuestro de CO₂. Mientras que el factor A (Especie) es significativo, por lo tanto influyen respectivamente.

Con respecto a la Prueba de Tukey en los cuadros 20 y 21 del Anexo muestran que los tratamientos, el factor A (Especie), el factor B (edad de la plantación) entre >20 – 30, >30 – 40 años y la interacción de A-B para la especie de *C. cateniformis* entre >20 – 30 y >30 – 40 años son significativos, es decir que todos ellos influyen para tener un mayor o menor valor económico del secuestro de CO₂; mientras que el factor B (edad de la plantación) entre >15 – 20 años y la interacción de A-B para las especies de *S. amara* entre >15 – 20, >20 – 30, >30 – 40 años y *C. cateniformis* entre >15 – 20 años no son significativas, por lo tanto no influyen respectivamente.

X. DISCUSION

La cantidad de carbono almacenado y el secuestro del dióxido de carbono (CO₂) en las plantaciones, están influenciados por la edad de la plantación, la densidad de la madera y la relación entre la altura y los diámetros de los árboles tal como lo indica Gómez *et al.*, (2000); en su estudio realizados en los sitios quinta Buenos Aires, Estelí y Aurora, Nueva Segovia, que los árboles que presentan mayor altura y diámetro van a secuestrar mayor Dióxido de Carbono en su biomasa aérea, comparados con los de menor altura y diámetro.

Siu *et al.*, (2001), menciona sobre la estimación y almacenamiento de carbono en el refugio de vida silvestre de Chacocente, con la finalidad de estimar el contenido de carbono y almacenamiento en el bosque en diferentes niveles de edades; de cero, doce, veinte y cincuenta años. Los resultados obtenidos en su investigación mostraron estimación de carbono en el nivel cero año de 212,05 tC/ha, nivel doce años 216,4 – 297,4 tC/ha, nivel de veinte años 231,2 – 312,1 tC/ha y el nivel de cincuenta años 244,9 – 306,4 tC/ha.

Segura (1999), menciona que el precio promedio de US\$ 10, es el costo promedio de la captura de CO₂ obtenido por el Proyecto Piloto Internacional para la captura de carbono y Desarrollo Silvicultural Comunitario de Chiapas (México 1999) y los protocréditos de carbono se pueden conseguir a este precio. Este es el precio aceptado por la International Carbon Sequestration Federation en la compra de 5000 toneladas anuales de CO₂ del Proyecto Chiapas por la Federación Internacional de Automóvil Fórmula 1.

Marquez (2000), indica que los resultados que el bosque de *Eucaliptus globulus* contiene unas 137,05 tC/ha. Es importante notar que la fuente de mayor importancia como contribuyente al carbono almacenado son los árboles y si se desea optimizar el esfuerzo de inventario se podría considerar medir únicamente árboles y en ves de usar parcelas podrían hacer transeptos dentro de las plantaciones.

En relación a reservas de carbono encontradas en la biomasa aérea de diferentes sistemas de uso de la tierra, se cuenta con la tesis de Lapeyre, (2004); quien realizó su evaluación en San Martín, entre dichos sistemas, evaluó un sistema de cacao en la localidad de Cachiyacu, cerca al río Cumbaza, en la ciudad de Tarapoto, la edad promedio del sistema fue de 15 años, con especies de sombra de edades entre 15 y 20 años, como lo son la guaba (*Inga edulis*), pumaquiro (*Simira sp.*), bolaina blanca (*Guazuma crinita*), bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*), shimbillo blanco (*Inga sp.*), el cacao presentó un distanciamiento de 4m X 4m, dicho sistema acumulo una reserva de 47 tC/ha, los cuales arrojaron valores superiores a los sistemas agrícolas que evaluó (arroz, maíz, pastos, café – guaba). El flujo encontrado para este sistema de cacao fue de 3,15 tC/ha/año.

Según el estudio de Alegre *et al.* (2001). El sistema de 20 años de cacao localizado en Pucallpa fijó 200 tC/ha. Con un flujo encontrado de 2,3 tC/ha/año.

El trabajo de investigación de Ortiz y Riascos (2006), fue llevado a cabo en la Reserva Indígena de Talamanca, Costa Rica y tuvo como fin simular la capacidad de almacenamiento y fijación de carbono del sistema agroforestal cacao – laurel *Cordia alliodora*, en dos condiciones de relieve (valle y loma), bajo tres densidades de siembra para laurel (6m x 6m, 9m x 9m y 12m x 12 m) y una densidad de siembra para cacao (3m x 3m), en un período de 25 años. Esta simulación incluyó el carbono almacenado promedio de los compartimientos suelo, necromasa y vegetación herbácea del sistema. La cantidad promedio de carbono almacenado en el sistema agroforestal con cacao y laurel (SAF-CL) fue de 126,4 tC/ha en valle y de 114,5 tC/ha en loma bajo la densidad 6m x 6 m. El carbono promedio almacenado en las densidades 9m x 9 m. y 12m x 12 m, fue de 109,7 y 97,9 tC/ha, respectivamente, en un período de 25 años.

XI. CONCLUSIONES

1. El volumen de la madera en plantaciones de *S. amara* se incrementa en 436 m³/ha, 1012 m³/ha y 1492 m³/ha en >15-20 años, >20-30 años y >30-40 años respectivamente. De manera similar ocurre en plantaciones de *C. cateniformis* tiende a incrementarse en 1344m³/ha, 2212m³/ha y 6864m³/ha en >15-20 años, >20-30 años y >30-40 años respectivamente.
2. La producción de biomasa en plantaciones de *S. amara* se incrementa en 388 t/ha, 1008 t/ha y 1500 t/ha en >15-20 años, >20-30 años y >30-40 años respectivamente. De manera similar ocurre en plantaciones de *C. cateniformis* tiende a incrementarse en 1548 t/ha, 2828 t/ha y 8776 t/ha en >15-20 años, >20-30 años y >30-40 años respectivamente.
3. El carbono almacenado en plantaciones de *S. amara* se incrementa en 240 t/ha, 624 t/ha y 928 t/ha en >15-20 años, >20-30 años y >30-40 años respectivamente. Mientras que en plantaciones de *C. cateniformis* tiende a incrementarse en 960 t/ha, 1752 t/ha y 5440 t/ha en >15-20 años, >20-30 años y >30-40 años respectivamente.
4. El secuestro del dióxido de carbono (CO₂) en plantaciones de *S. amara* se incrementa en 880 t/ha, 2288 t/ha y 3408 t/ha en >15-20 años, >20-30 años y >30-40 años, respectivamente. Mientras que en plantaciones de *C. cateniformis* tiende a incrementarse en 3520 t/ha, 6428 t/ha y 19952 t/ha en >15-20 años, >20-30 años y >30-40 años, respectivamente.

5. El valor económico del secuestro del dióxido de Carbono (CO₂) en plantaciones de *S. amara* se incrementa en US\$ 5405/ha, US\$ 14 054/ha y US\$ 20 934/ha en >15-20 años, >20-30 años y >30-40 años respectivamente. Mientras que en plantaciones de *C. cateniformis* tiende a incrementarse en US\$ 21 622/ha, US\$ 39 484/ha y US\$ 122 556/ha en >15-20 años, >20-30 años y >30-40 años respectivamente.
6. En ambas plantaciones existen una relación directa entre el volumen y la edad, a mayor volumen mayor edad y mayores valores referentes a biomasa, carbono almacenado, secuestro del dióxido de carbono (CO₂) y valoración económica del secuestro del dióxido de carbono (CO₂).
7. Mediante el ANVA se determinó que para las variables carbono almacenado, secuestro del dióxido de carbono (CO₂) y la valorización económica del secuestro del dióxido de carbono (CO₂); el Factor A (Especie) es significativo lo cual lo hace influyente; sin embargo el Factor B (edad de la plantación) y la Interacción de A – B no son significativos, es decir que no tienen ninguna influencia en las variables.
8. En vista a los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis de la investigación que plantea que existen diferencias significativas en el valor económico del secuestro del CO₂, en plantaciones de mayores edades de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) “tornillo” y *Simarouba amara* (Aublet) “marupa” en el CIEFOR – Puerto Almendras, Rio Nanay, Iquitos – Per

XII. RECOMENDACIONES

1. La Facultad de Ciencias Forestales en convenio con el Gobierno Regional de Loreto realicen programas de capacitación para los concesionarios forestales, silvicultores y comunidad en general referente al manejo de plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis*.
2. Realizar la remediación de las plantaciones de modo a estimar la variación de carbono con el transcurso del tiempo, a la vez se recomienda aumentar el número de plantaciones y especies para contar con más información relacionado al tema.
3. A instituciones correspondientes como el Gobierno Regional de Loreto, a trabajar en insertar a la región al mercado de carbono en escala pequeña, promocionando la oferta de captura de carbono.
4. Aprovechar los inventarios en plantaciones que realizan otras instituciones para realizar estimaciones de biomasa, asimismo efectuar cálculos de contenido de carbono a bajos costos.

XIII. BIBLIOGRAFIA

- ADGER, W. N., K. BROWN, R. CERVIGNI Y D. MORAN, 1995. Total economic value of forests in Mexico. *Ambio* 24: 286-296.
- ALEGRE J. C., ARÉVALO L., RICSE A., CALLO-CONCHA D., PALM C. 2001. Carbon sequestration For different land use systems in the humid tropics of Peru. Annual Meeting of American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Charlotte North Carolina October 21-25. Disponible en internet: <http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/vbconfe7.htm>
- ALVAREZ, PEDRO. A y J.C. VARONA. (2006). Silvicultura, Editorial Felix Valera, La Habana.
- ALVITRES, V., J. FUPUY, A. CHAMBERGO, 2004. Proceso y registro de fuentes documentales: Fichas de Investigación. Manglares, Revista de Investigación de la Universidad Nacional de Tumbes 2(1): 65-85
- BENNACEUR, K.; MONEA, M.; SAKURAI, S.; GRUPTA, N.; RAMAKRISHNAN, T. S.; WHITTAKER, S.; RANDEN, T. 2005. Captación y almacenamiento de CO₂: una solución al alcance de la mano (en línea). EUA. Disponible en http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish04/win04/05_co2_capture_and_storage.pdf
- BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a Primer: FAO forestry paper – 134 (en línea). Roma. Disponible en www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e00.htm
- CIESLA, W. M. 1996. Cambio climático, bosques y ordenación forestal. Roma: FAO. 146 p.

CABUDIVO, A., VALDERRAMA. H., PANDURO, R., ESPIRITU, J., ANGULO, P., VASQUEZ, C., MEDER, B., ARELLANO, J., MORI, W., Y ESCOBAR, J. 2011. Turno tecnológico de aprovechamiento de la madera de *Simarouba amara* “marupa” y *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” de diferentes edades en Puerto Almendra, Iquitos-Perú. Proyecto de Investigación. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Oficina General de Investigación. Iquitos, Perú. 18 p.

CABUDIVO J. M. 2012, Evaluación de las propiedades Físico - Mecánicas de la madera de plantaciones de *Simarouba amara* (Aublet) y *Cedrelingacateniformis* (Ducke) de diferentes edades. Iquitos-Perú.” Tesis (Ingeniero Forestal). Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de ciencias Forestales. 74 p.

CHAMBI C. P. 2001. Valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa del río Inambari y Madre de Dios, de, Perú. Instituto de investigación y capacitación para el fomento de oportunidades económicas con base en la conservación de los recursos naturales (IICFOE). Av. San Francisco 1837 – Urbanización NOE-Tacna – Perú. 20 p.

CIESLA W. M. 1996. Cambio climático, bosque y ordenación forestal. Una visión de conjunto, Roma, Italia FAO 115 p.

CITME-UAH, 2008. Círculo de Innovación en Tecnologías Medioambientales y Energía en la Universidad Alcalá. Madrid. 20 p.

CORNEJO, J.; FERNANDEZ, M. 2000. Inventario nacional de gases de efecto Invernadero: sector forestal (en línea). EC. Consultado en 02 nov 2010. Disponible

en:<http://www.ambiente.gob.ec/WEB/Publicaciones/Archivos%20pdf/GEI%20Forestal.pdf>.

ECOSYSTEM MARKET PLACE – THE KATOOMBA GROUPS, 2007. Tracking transactions, pricing trends, and buyers listings across 14 markets where ecosystem services are paid for. Markets are arranged under the categories of biodiversity, carbon, and water. www.ecosystemmarketplace.com Last Update: March 2nd 2006.

FAO, 1998. (The Food and Agriculture Organization of the United Nations). Volumen y biomasa (en línea). Roma. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/007/ae218s/AE218S06.htm#P368_42667

FONSECA, W.; ALICE, F.; REY, J. M. 2009. Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona caribe de Costa Rica. 30(1): 36-47

GAYOSO, J. y GUERRA J. 2002. Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos en Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Proyecto Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Valdivia. 70 p.

GÓMEZ, V. Y OVIEDO, S. 2000. Estudio sobre Sobre Fijación de Carbono en Plantaciones de *Pinus oocarpa*, de 11 años de edad de los Sitios Quinta Buenos Aires, Estelí y aurora, Managua, Nicaragua. UNA 57 p.

HUTCHINSON, I. T. 1974. Inventario forestal de reconocimiento. Proyecto de desarrollo forestal y de industrias forestales. Roma: FAO.

IDEAM. 1999. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Inventario nacional de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero 1990. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá – Colombia.

- IPCC. 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 green house gas inventories. Mexico city, 11 – 13.
- IPCC. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES) – IPCC. 628 p
- JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, PADT - REFORT. 1984. Tablas de propiedades físicas y mecánicas de la madera de 20 especies del Perú. Junta del Acuerdo de Cartagena, PADT - REFORT. 53 p.
- KAUPPI, P. E.; MIELIKÄINEN, K. y KUUSELA, K. 1992. Biomass and Carbon Budget of European Forests, 1971 to 1990. 256 p.
- KOLLMAN, F. 1959. Tecnología de la Madera y sus Aplicaciones. Tomo I. Traducción del Alemán al Español. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigación y Servicios de la madera. Madrid. 675 p.
- MEDINA, C. 2006. Indicadores de impacto de los sistemas Forestales y agroforestales. POSAF II p 1, 28 p.
- LAPEYRE, T. 2004. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín, Perú. Tesis de Maestría. . *Ecol. apl.*, ene./dic. 2004, vol.3, no.1-2, p. 35-44. ISSN 1726-2216. tlapeyre@mtc.gob.pe
- LOPEZ, A (1998) Cuantificación del carbono almacenado en el suelo de un sistema silvopastoril en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 50 p.

- MACDICKEN, K. G. 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects (en línea). USA. Consultado en 28 jun 2010. Disponible en http://www.winrock.org/clean_energy/files/carbon.pdf
- MARQUEZ, L. 2000. Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo. Guatemala. Consultado en 20 jun 2010. Disponible en <http://www.winrock.org/fnrm/files/fundacionsolar.pdf>
- MIRANDA DE BRITTEZ, R.; BORGIO, M.; TIEPOLO, G.; FERRETTI, A CALMON, M.; HIGA, R. 2006. Estoque e incremento de carbono em Florestas e povoamentos de espécies arbóreas comênfase na floresta atlântica do sul do Brasil. BR: Embrapa Florestas. 165 p.
- NADLER, A.; MEZA, A.; TORRES, R.; JARA, M. 2001. Medición del carbono almacenado en los bosques de la reserva nacional Malleco, IX región, Chile (en línea). CL. Consultado en 23 set 2010. Disponible en http://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/32_Nadler.PDF
- ORTIZ, A; RIASCOS, L. 2006. Almacenamiento y Fijación de carbono del sistema agroforestal cacao *Theobroma cacao L* y laurel *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken en la Reserva Indígena de Talamanca, Costa Rica. CATIE. 33-62 p.
- PAGIOLA, S. 2003. ANEXO 19. Revisión de literatura sobre valoración económica. Métodos de valoración: consideraciones importantes. Disponible en: <http://www.politica.era-mx.org/psahanx19.pdf>
- PARRA, A.; AMARILLA, S.; LEIVA, D.; BALBUENA, C.; SANTAGADA, E. 2009. Guía para la elaboración de proyectos MDL forestales. Asunción, PY: IDEA / SEAM / FAO. 60 p.

- 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, PY: CATIE / Guyra Paraguay. 30 p.
- PEÑA, E. Y BENT, L. 2007. Miembros del comité de medio ambiente. Cámara de Comercio Colombo Americana. Colombia.
- PEREZ, E.; MÉNDEZ, J.; FLORES, B.; LEÓN, F.; MARTÍNEZ, M. 2005. Potencial de plantación y fijación de carbono. Tomo II. MAGFOR – PROFOR PP 15, 16, 18, 165 p.
- PIZZURNO, M. M. 2010. Estimación Preliminar del Stock de Carbono en diferentes tipos de bosque en el Parque Nacional Caazapá en el Departamento de Caazapá. San Lorenzo – Paraguay. Disponible en: http://www.araucaria.seam.gov.py/attachments/article/.../tesis_ceciliapizzurro.pdf
- QUINTANA, S. 2009. Descripción preliminar de cinco especies de maderas provenientes de las cuencas del Nanay y Napo, UNAP Iquitos – Perú.
- RAMIREZ O. A; FINNEGAN B. RIDRIGUEZ 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; FallonScura L; Carpenter R.A y Sherman P.B. Edición Latinoamericana. Turrialba, Costa Rica.
- REYES, G., BROWN, S.; CHAPMAN, J.; LUGO, A. E. 1992. Wood densities of tropical tree species. New Orleans, USA: United States of Department of Agriculture/ Forest Service/ Southern Forest Experiment Station. 18 p

- ROCHA, J. S. 1994. A segurança de estruturas de madeira determinada a partir da variabilidade da densidade básica e de propriedades mecánicas de madeiras amazónicas. Dissertação apresentada a Escola Superior de Agricultura "LuizQueiroz" da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Madeiras. Piracicaba. Estado de São Paulo, Brasil. 141p.
- SALINAS, Z.; HERNÁNDEZ, P. 2008. Guía para el diseño de proyectos MDL Forestales y de bioenergía. Turrialba, C.R.: CATIE. 171 p.
- SENDECO2, La Bolsa de CO2, Sistemas de Electrónico de negociación de derechos de Emisiones de Dióxido de Carbono. Paseo de Gracia, 19 - 3ra. Planta 08007 Barcelona. Teléfono: +34 93 241 47 23; Fax: +34 93 304 16 94. Código de Localización Reuters: Sendeco. Disponible en :www.sendeco2.com; info@sendeco2.com
- SMITH J.; SABOGAL C.; JONG W.; AND D. KAIMOWITZ 1997. Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. En taller internacional sobre el estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina. Pucallpa. Perú.
- SEGURA M. 1999. Valoración del servicio y almacenamiento de carbono en bosques privados en áreas de conservación cordillera volcánica central de Costa Rica. CATIE. Turrialba Costa Rica. 132p.
- SCHLEGEL, B.; GAYOSO, J.; GUERRA, J. 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales: medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial(en línea). CL. Consultado en 23 set 2010. Disponible en

https://www.bmi.gob.sv/pls/portal/docs/PAGE/BMI_HTMLS/BMI_HTMLS_PULSO_FORESTAL/MANUAL%20MEDICIONES%20DE%20CARBONO%20FORESTAL%20CHILE.PDF

SUUNTO. 2007. Clinómetro óptico, PM – 5/ PM – 5 / 1520.. Manual de usuario Suunto 042 / 2006,3 / 2006, 8. Finlandia. <https://www.suunto.com>

SIU, Y. y ORDEÑANA, W. 2001. Estimación del contenido de Carbono en el bosque seco Secundario de vida Silvestre Chacocente. Tesis, Managua, Nicaragua, UNA 5,12, 77 p.

TAIZ, L. A. ZEIGER., EDUARDO. 1998. Plant physiology. Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates, Inc., Publishers.

VALDERRAMA, H. 2001. Utilización de la madera redonda en la construcción de viviendas rurales en la zona de Puerto Almendra, Zúngarococha y Nina Rumi, Iquitos-Perú". 140 p.

VALDERRAMA, H. 2002. Plan de Desarrollo del Jardín Botánico – Arboretum el “Huayo” en el CIEFOR Puerto Almendra. Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonia Peruana (BIODAMAZ). Perú – Finlandia. Instituto de Investigaciones de la amazonia Peruana (IIAP), Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP). Iquitos, Perú. 152 p.

ZAMORA, J.; QUIROS, M. 2000. Terminología forestal de uso común en centro América. Manejo Forestal tropical. CATIE, Unidad de manejo de bosques natural. N 14, Junio, 2000. ISSN. 1409 – 345.

A N E X O



Fuente: Image @ digital globe, fecha de imagen

Figura 07: Ubicación de las plantaciones de *S. amara* y *C. ceteniformis* en el CIEFOR-Puerto Almendra

Cuadro 06: Valores por Defecto de los Factores de Expansión de la Biomasa (FEB)

<p align="center">CUADRO 3A.1.10 VALORES POR DEFECTO DE LOS FACTORES DE EXPANSIÓN DE LA BIOMASA (FEB) (FEB₂ se utilizará en relación con los datos sobre la biomasa en pie de la Ecuación 3.2.3; y FEB₁ se utilizará en relación con los datos incrementales de la Ecuación 3.2.5)</p>				
Zona climática	Tipo de bosque	Valor mínimo del diámetro a la altura del pecho (cm)	FEB ₂ (con corteza) para utilizar en relación con los datos de la biomasa en pie (Ecuación 3.2.3)	FEB ₁ (con corteza) para utilizar en relación con los datos incrementales (Ecuación 3.2.5)
Región boreal	Coníferas	0-8,0	1,35 (1,15-3,8)	1,15 (1-1,3)
	Hoja ancha	0-8,0	1,3 (1,15-4,2)	1,1 (1-1,3)
Templada	Coníferas: Picea-abeto	0-12,5	1,3 (1,15-4,2)	1,15 (1-1,3)
	Pinos	0-12,5	1,3 (1,15-3,4)	1,05 (1-1,2)
	Hoja ancha	0-12,5	1,4 (1,15-3,2)	1,2 (1,1-1,3)
Tropical	Pinos	10,0	1,3 (1,2-4,0)	1,2 (1,1-1,3)
	Hoja ancha	10,0	3,4 (2,0-9,0)	1,5 (1,3-1,7)

Nota: Los valores de FEB₂ aquí indicados representan promedios de madera en pie o de edad; el límite superior de la escala representa bosques jóvenes o bosques con poca madera en pie; los límites inferiores de la escala aproximan los valores de los bosques adultos o con mucha madera en pie. Estos valores son aplicables a la biomasa de madera en pie (peso seco), incluida la corteza, para un diámetro mínimo a la altura del pecho; el diámetro superior mínimo y el tratamiento de las ramas no están especificados. El resultado representa biomasa arbórea sobre el suelo.

Fuentes: Isaev *et al.*, 1993; Brown, 1997; Brown y Schroeder, 1999; Schoene, 1999; ECE/FAO TBFRA, 2000; Lowe *et al.*, 2000; consultar también en los documentos de trabajo 68 y 69 de la ERF los promedios para los países en desarrollo (<http://www.fao.org/forestry/index.jsp>)

Fuente: IPCC (2003)

Cuadro 07: Relación media Biomasa bajo el suelo/sobre el suelo.

CUADRO 3A.1.8 RELACION MEDIA BIOMASA BAJO EL SUELO/SOBRE EL SUELO (RELACION RAIZ-VASTAGO, R) EN LA REGENERACION NATURAL, POR CATEGORIAS GENERALES (toneladas de materia seca/tonelada materia seca) (Sirve para el valor de R en la Ecuación 3.2.5)							
	Tipo de vegetación	Biomasa sobre el suelo (t/ha)	Media	DE	tramo inferior	tramo superior	Referencias
Bosque tropical/subtropical	Bosque secundario tropical/subtropical	<125	0,42	0,22	0,14	0,83	5, 7, 13, 25, 28, 31, 48, 71
	Bosque húmedo primario tropical/subtropical	NE	0,24	0,03	0,22	0,33	33, 57, 63, 67, 69
	Bosque seco tropical/subtropical	NE	0,27	0,01	0,27	0,28	65
Bosque/plantación de coníferas	Bosque/plantación de coníferas	<50	0,46	0,21	0,21	1,06	2, 8, 43, 44, 54, 61, 75
	Bosque/plantación de coníferas	50-150	0,32	0,08	0,24	0,50	6, 36, 54, 55, 58, 61
	Bosque/plantación de coníferas	>150	0,23	0,09	0,12	0,49	1, 6, 20, 40, 53, 61, 67, 77, 79
Bosque/plantación de hoja ancha región templada	Robledal	>70	0,35	0,25	0,20	1,16	15, 60, 64, 67
	Plantación de eucaliptos	<50	0,45	0,15	0,29	0,81	9, 51, 59
	Plantación de eucaliptos	50-150	0,35	0,23	0,15	0,81	4, 9, 59, 66, 76
	Bosque/plantación de eucaliptos	>150	0,20	0,08	0,10	0,33	4, 9, 16, 66
	Otros bosques de hoja ancha	<75	0,43	0,24	0,12	0,93	30, 45, 46, 62
	Otros bosques de hoja ancha	75-150	0,26	0,10	0,13	0,52	30, 36, 45, 46, 62, 77, 78, 81
Praderas	Estepa/tundra/pantanal de pradera	NE	3,95	2,97	1,92	10,51	50, 56, 70, 72
	Praderas de región templada/subtropical/tropical	NE	1,58	1,02	0,59	3,11	22, 23, 32, 52
	Pradera semiárida	NE	2,80	1,33	1,43	4,92	17-19, 34
Otras	Tierras boscosas/sabanas	NE	0,48	0,19	0,26	1,01	10-12, 21, 27, 49, 65, 73, 74
	Tierras arbustivas	NE	2,83	2,04	0,34	6,49	14, 29, 35, 38, 41, 42, 47, 67
	Marisma con mareas	NE	1,04	0,21	0,74	1,23	24, 39, 68, 80

NE = No especificado

Fuente: IPCC (2003)

Cuadro 08: Cálculo de Área Basal, Volumen, Biomasa, Carbono, secuestro del CO₂ y el Valor Económico del secuestro del CO₂, en plantaciones de *S. amara* y *C. cateniformis*

Especie	Edad (años)	Área Basal		Volumen		Biomasa			Carbono				Secuestro del CO ₂		Valor económico del secuestro de CO ₂	
		(m ²)	(m ² /ha)	(m ³)	(m ³ /ha)	Fuste (t)	Total (t)	Total (t/ha)	Aéreo (t)	Radicular (t)	Total (t)	Total (t/ha)	(t)	(t/ha)	(\$)	(US\$/ha)
<i>S. amara</i>	>15 - 20	0.10	0.27	1.09	3.03	0.29	0.97	2.69	0.48	0.12	0.60	1.67	2.20	6.12	13.54	37.61
	>20 - 30	0.20	0.59	2.53	7.45	0.74	2.52	7.40	1.23	0.30	1.56	4.59	5.72	16.82	35.14	103.34
	>30 - 40	0.25	1.81	3.73	26.61	1.10	3.75	26.76	1.87	0.45	2.32	16.59	8.52	60.83	52.31	373.66
<i>C. cateniformis</i>	>15 - 20	0.22	0.62	3.36	9.34	1.14	3.87	10.75	1.93	0.46	2.40	6.66	8.80	24.43	54.03	150.09
	>20 - 30	0.33	0.43	5.53	7.37	2.08	7.07	9.43	3.54	0.85	4.38	5.84	16.07	21.43	98.73	131.64
	>30 - 40	0.85	0.10	17.16	1.75	6.45	21.94	2.47	10.97	2.63	13.60	1.53	49.88	5.60	306.38	34.42

Cuadro 09: Toma de datos de las plantaciones de *C. cateniformis*

EDAD (AÑOS)																					
>15 – 20								>20 – 30								>30 - 40					
N°	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
1	18.2	7.5	22	1.62	18.12	680538	9577032	14.3	8.8	17	1.62	16.58	680570	9576796	80.0	31	17.25	1.62	23.01	680434	9576516
2	29	12.4	21	1.62	27.66	680537	9577016	15.4	9	17	1.62	16.92	680571	9576800	68.0	36	17.75	1.62	27.18	680443	9576520
3	29.5	8.3	22	1.62	19.88	680525	9577010	43.5	14	22	1.62	32.42	680571	9576800	46.0	46	19.75	1.62	37.96	680449	9576526
4	18.4	8.6	22	1.62	20.54	680518	9577018	52.2	12.2	23	1.62	29.68	680570	9576812	79.0	42	23.35	1.62	40.85	680452	9576528
5	31.4	8.6	27	1.62	24.84	680496	9576998	29.6	12.4	16	1.62	21.46	680570	9576816	28.0	35	20.19	1.62	29.89	680462	9576538
6	24.7	11.2	19	1.62	22.9	680493	9576990	22.2	10	17	1.62	18.62	680568	9576820	47.5	25	20.35	1.62	21.97	680465	9576544
7	27.1	8.1	26	1.62	22.68	680490	9576998	40.4	10.4	21	1.62	23.46	680570	9576824	76.0	35	22.57	1.62	33.22	680469	9576550
8	28.3	10.7	19	1.62	21.95	680488	9576976	31.1	13	21	1.62	28.92	680570	9576828	62.0	27	24.37	1.62	27.94	680473	9576558
9	29.3	12	20	1.62	25.62	680477	9576964	30.3	12	20	1.62	25.62	680569	9576826	45.5	24	24.68	1.62	25.31	680476	9576562
10								23.6	12	21	1.62	26.82	680569	9576822	39.0	23	23.30	1.62	23.06	680479	9576564
11								20.7	7	20	1.62	15.62	680570	9576820	75.0	27	23.38	1.62	26.87	680487	9576574
12								26.5	10.2	16	1.62	17.94	680567	9576808	26.5	22	22.40	1.62	21.33	680488	9576578
13								50.2	12.4	30	1.62	38.82	680570	9576802	51.0	20	21.90	1.62	19.14	680490	9576580
14								42.5	12	27	1.62	34.02	680567	9576798	47.0	25	24.50	1.62	26.12	680492	9576586
15								13	9.4	13	1.62	13.84	680569	9576796	61.0	31	24.10	1.62	31.50	680496	9576594
16								21.6	12.2	16	1.62	21.14	680569	9576790	40.0	23	24.28	1.62	23.96	680499	9576598
17								28.1	7.4	22	1.62	17.9	680570	9576790	65.0	25	23.70	1.62	25.32	680503	9576606
18								14.9	11.2	16	1.62	19.54	680570	9576796	28.0	33	21.49	1.62	29.99	680503	9576612
19								14.6	10	13	1.62	14.62	680564	9576814	57.0	26	24.56	1.62	27.16	680506	9576614
20								30.5	11.6	25	1.62	30.62	680583	9576826	74.0	35	22.57	1.62	33.22	680512	9576620
21								48.6	9.2	29	1.62	28.3	680579	9576834	22.5	14	19.14	1.62	12.34	680517	9576626

EDAD (AÑOS)																					
>15 – 20							>20 – 30							>30 - 40							
N°	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
22								56.6	7	32	1.62	24.02	680579	9576836	48.0	27	23.18	1.62	26.65	680527	9576644
23								27	14	19	1.62	28.22	680570	9576820	56.0	40	25.43	1.62	42.31	680532	9576654
24								43.9	12	27	1.62	34.02	680570	9576814	51.0	40	20.17	1.62	33.89	680533	9576662
25								24.8	11.2	20	1.62	24.02	680566	9576804	46.0	41	19.68	1.62	33.90	680538	9576670
26								33.4	11.2	25	1.62	29.62	680566	9576800	36.0	35	21.15	1.62	31.23	680538	9576672
27								39.6	10.4	28	1.62	30.74	680566	9576792	47.0	34	22.73	1.62	32.53	680540	9576676
28								24.8	9.6	23	1.62	23.7	680565	9576816	49.5	30	21.72	1.62	27.68	680545	9576684
29								28.5	11	15	1.62	18.12	680566	9576824	27.0	17	15.53	1.62	12.18	680547	9576688
30								41.3	12.2	24	1.62	30.9	680567	9576828	66.5	47	17.77	1.62	35.03	680554	9576702
31								37.6	13	25	1.62	34.12	680564	9576830	62.5	41	20.20	1.62	34.75	680560	9576710
32								28.8	14.2	20	1.62	30.02	680568	9576838	49.0	33	19.22	1.62	26.99	680573	9576728
33								15.3	9.4	15	1.62	15.72	680568	9576830	17.0	23	17.73	1.62	17.93	680579	9576742
34								17.4	9.4	18	1.62	18.54	680567	9576824	54.0	34	21.15	1.62	30.38	680587	9576756
35								21.1	12	20	1.62	25.62	680567	9576822	63.4	36	21.43	1.62	32.48	680590	9576762
36								49.5	11.4	26	1.62	31.26	680564	9576814	27.5	29	16.55	1.62	20.82	680607	9576766
37								17.5	7.8	19	1.62	16.44	680561	9576804	40.0	33	15.85	1.62	22.54	680607	9576760
38								20	9.4	19	1.62	19.48	680561	9576802	50.0	30	18.00	1.62	23.22	680598	9576744
39								18.2	10.6	20	1.62	22.82	680561	9576796	37.0	28	18.10	1.62	21.89	680596	9576738
40								21	6	25	1.62	16.62	680561	9576792	79.0	50	19.50	1.62	40.62	680596	9576734
41								28.9	9.2	29	1.62	28.3	680568	9576788	40.0	27	16.45	1.62	19.39	680592	9576740
42								23.2	11.4	21	1.62	25.56	680564	9576798	31.0	46	17.00	1.62	32.90	680584	9576728
43								12.4	5	21	1.62	12.12	680559	9576790	50.0	45	18.85	1.62	35.55	680583	9576726
44								19.6	10.8	17	1.62	19.98	680559	9576792	39.0	33	18.83	1.62	26.48	680582	9576722
45								32.8	12.4	23	1.62	30.14	680557	9576790	42.0	42	15.68	1.62	27.96	680579	9576716

EDAD (AÑOS)																					
>15 – 20							>20 – 30							>30 - 40							
N°	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
46								44.6	9.8	30	1.62	31.02	680561	9576798	42.0	35	18.70	1.62	27.80	680574	9576712
47								39.1	12	24	1.62	30.42	680562	9576812	51.0	53	12.08	1.62	27.23	680571	9576704
48								32.2	9.2	24	1.62	23.7	680562	9576824	46.0	45	15.77	1.62	30.01	680569	9576696
49								22.7	10	17	1.62	18.62	680567	9576830	59.0	45	15.05	1.62	28.71	680569	9576686
50								44.3	11.4	21	1.62	25.56	680567	9576834	22.0	34	14.70	1.62	21.61	680566	9576676
51								35.7	12	25	1.62	31.62	680564	9576830	69.0	35	18.10	1.62	26.96	680565	9576672
52								29.9	10	24	1.62	25.62	680565	9576826	66.0	43	12.90	1.62	23.81	680546	9576660
53								16	6	23	1.62	15.42	680564	9576824	49.0	60	12.00	1.62	30.42	680544	9576660
54								37.4	11.4	25	1.62	30.12	680564	9576824	77.0	30	14.85	1.62	19.44	680538	9576646
55								16.8	12.6	17	1.62	23.04	680557	9576802	47.5	27	18.60	1.62	21.71	680537	9576642
56								47.7	14.4	24	1.62	36.18	680555	9576802	32.0	30	16.57	1.62	21.50	680533	9576634
57								41.7	12.4	25	1.62	32.62	680553	9576804	59.0	27	28.60	1.62	32.51	680527	9576626
58								25.2	11.2	27	1.62	31.86	680557	9576812	38.5	25	24.40	1.62	26.02	680523	9576618
59								21.7	6.3	27	1.62	18.63	680558	9576820	60.0	33	20.84	1.62	29.13	680518	9576612
60								25.9	10	24	1.62	25.62	680559	9576816	64.5	40	22.90	1.62	38.26	680513	9576602
61								43.5	10.4	28	1.62	30.74	680550	9576792	51.5	30	23.60	1.62	29.94	680504	9576592
62								20.8	10.2	24	1.62	26.1	680549	9576792	62.4	33	22.45	1.62	31.25	680494	9576576
63								23.9	9	19	1.62	18.72	680554	9576810	44.5	28	25.84	1.62	30.56	680490	9576568
64								22.5	8.2	23	1.62	20.48	680549	9576812	42.0	21	28.95	1.62	25.94	680488	9576564
65								39.9	11	22	1.62	25.82	680557	9576836	94.0	26	29.60	1.62	32.40	680476	9576546
66								30	8.8	25	1.62	23.62	680556	9576832	70.0	30	25.75	1.62	32.52	680472	9576530
67								50.2	11	29	1.62	33.52	680558	9576828	36.0	19	27.60	1.62	22.60	680467	9576522
68								38	10.8	29	1.62	32.94	680558	9576826	46.0	28	23.50	1.62	27.94	680463	9576518
69								30.4	10	26	1.62	27.62	680558	9576818	66.0	35	21.10	1.62	31.16	680465	9576502

EDAD (AÑOS)																					
>15 – 20						>20 – 30						>30 – 40									
N°	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
70								37.3	10.2	25	1.62	27.12	680552	9576812	29.0	24	21.42	1.62	22.18	680467	9576504
71								21.5	8.8	24	1.62	22.74	680548	9576810	74.2	25	18.05	1.62	19.67	680468	9576506
72								37.1	11	25	1.62	29.12	680551	9576810	66.0	47	20.00	1.62	39.22	680468	9576506
73								32.1	12.4	25	1.62	32.62	680554	9576804	54.5	35	20.68	1.62	30.57	680474	9576520
74								26.3	9.6	20	1.62	20.82	680548	9576804	61.5	27	24.50	1.62	28.08	680474	9576522
75								49.5	10.4	19	1.62	21.38	680549	9576802	74.0	32	28.00	1.62	37.46	680491	9576546
76								23.7	13.8	16	1.62	23.7	680542	9576796	60.0	27	27.50	1.62	31.32	680499	9576562
77								21.1	13	20	1.62	27.62	680551	9576802	34.5	23	21.90	1.62	21.77	680501	9576564
78								19.7	11	20	1.62	23.62	680548	9576790	48.0	28	23.65	1.62	28.11	680507	9576578
79								18.6	10.6	17	1.62	19.64	680552	9576790	37.0	30	20.54	1.62	26.27	680518	9576592
80								42	13	23	1.62	31.52	680552	9576794	75.5	29	23.70	1.62	29.11	680519	9576596
81								34.6	9.4	25	1.62	25.12	680553	9576800	36.5	24	24.40	1.62	25.04	680524	9576608
82								41.8	12.4	24	1.62	31.38	680552	9576820	30.5	28	20.55	1.62	24.64	680525	9576608
83								16.3	9	14	1.62	14.22	680558	9576828	35.5	29	18.09	1.62	22.60	680526	9576610
84								28.4	9.8	24	1.62	25.14	680559	9576828	35.0	19	21.85	1.62	18.23	680526	9576612
85								16.5	6.7	16	1.62	12.34	680554	9576836	36.5	26	15.70	1.62	17.95	680529	9576616
86								19.5	7.8	18	1.62	15.66	680554	9576836	51.0	37	18.93	1.62	29.64	680534	9576624
87								53.1	10.8	29	1.62	32.94	680555	9576836	19.5	25	19.20	1.62	20.82	680538	9576628
88								23.5	7.6	18	1.62	15.3	680554	9576836	48.0	26	26.10	1.62	28.76	680541	9576636
89								20.4	9.4	17	1.62	17.6	680553	9576836	51.0	45	17.90	1.62	33.84	680551	9576646
90								32.4	12	20	1.62	25.62	680558	9576828	75.0	27	25.10	1.62	28.73	680576	9576676
91								14.9	6.6	20	1.62	14.82	680552	9576838	72.0	46	20.10	1.62	38.60	680570	9576666
92								37.4	11	20	1.62	23.62	680552	9576836	39.9	37	20.57	1.62	32.06	680564	9576656
93								26.9	11.2	23	1.62	27.38	680552	9576828	51.5	33	29.17	1.62	40.12	680558	9576650

EDAD (AÑOS)																					
>15 – 20							>20 – 30							>30 - 40							
N°	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
94								32.3	9.4	16	1.62	16.66	680552	9576818	50.5	30	24.75	1.62	31.32	680557	9576648
95								24.8	12.8	18	1.62	24.66	680554	9576810	17.5	17	22.62	1.62	17.00	680551	9576640
96								34.5	8.4	19	1.62	17.58	680554	9576810	16.5	23	23.04	1.62	22.82	680550	9576638
97								27	10.8	20	1.62	23.22	680553	9576804	97.5	27	26.63	1.62	30.38	680550	9576636
98								29.9	11.6	21	1.62	25.98	680550	9576792	98.3	26	21.30	1.62	23.77	680550	9576630
99								16.5	13.4	15	1.62	21.72	680548	9576802	99.2	26	23.70	1.62	26.27	680547	9576628
100								26.9	13.2	18	1.62	25.38	680549	9576804	32.0	27	22.37	1.62	25.78	680543	9576624
101								30	12.4	20	1.62	26.42	680550	9576806	36.0	30	24.60	1.62	31.14	680541	9576620
102								37.8	10.2	25	1.62	27.12	680550	9576828	39.0	20	24.30	1.62	21.06	680537	9576614
103								23.2	7.4	24	1.62	19.38	680553	9576832	41.0	25	23.05	1.62	24.67	680534	9576610
104								28.8	7.6	22	1.62	18.34	680552	9576838	58.0	35	21.19	1.62	31.29	680530	9576604
105								21.6	6.9	20	1.62	15.42	680545	9576840	37.0	30	17.14	1.62	22.19	680528	9576602
106								40.6	13	21	1.62	28.92	680548	9576836	30.5	32	19.78	1.62	26.94	680521	9576590
107								23.7	7.4	18	1.62	14.94	680546	9576836	43.0	24	23.00	1.62	23.70	680513	9576576
108								30.2	11.6	21	1.62	25.98	680542	9576826	25.0	28	21.00	1.62	25.14	680510	9576568
109								38.3	11.2	27	1.62	31.86	680546	9576808	48.0	24	27.50	1.62	28.02	680498	9576544
110								27.7	8	25	1.62	21.62	680543	9576794	45.0	33	22.37	1.62	31.15	680493	9576536
111								34.4	12.8	22	1.62	29.78	680545	9576806	46.5	24	26.18	1.62	26.75	680493	9576536
112								28.9	7	22	1.62	17.02	680545	9576808	52.0	25	25.27	1.62	26.89	680493	9576532
113								17.4	11.4	16	1.62	19.86	680549	9576834	40.0	30	26.35	1.62	33.24	680489	9576518
114								21.7	12	16	1.62	20.82	680545	9576836	39.0	39	25.20	1.62	40.93	680486	9576510
115								36	12.6	24	1.62	31.86	680541	9576840	46.0	50	14.05	1.62	29.72	680492	9576514
116								28.1	12.8	20	1.62	27.22	680544	9576812	52.5	50	16.00	1.62	33.62	680502	9576522
117								19	10.6	18	1.62	20.7	680544	9576810	75.0	50	17.60	1.62	36.82	680503	9576524

EDAD (AÑOS)																					
>15 – 20							>20 – 30							>30 - 40							
N°	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
118								51.2	11.2	28	1.62	32.98	680537	9576792	77.0	44	20.10	1.62	37.00	680502	9576526
119								26.1	8	26	1.62	22.42	680535	9576790	19.5	23	18.60	1.62	18.73	680505	9576532
120								24.1	6	27	1.62	17.82	680533	9576788	47.0	29	22.60	1.62	27.84	680505	9576534
121								29.4	8.1	21	1.62	18.63	680527	9576796	53.5	37	20.35	1.62	31.74	680508	9576536
122								63.8	9.6	30	1.62	30.42	680531	9576806	63.0	45	16.80	1.62	31.86	680520	9576548
123								23	9.6	19	1.62	19.86	680543	9576812	20.0	37	13.16	1.62	21.10	680524	9576558
124								23.9	8.3	23	1.62	20.71	680541	9576840	28.0	55	14.79	1.62	34.16	680526	9576560
125								58.9	11	28	1.62	32.42	680540	9576842	61.0	55	16.26	1.62	37.39	680538	9576582
126								31.2	9.2	28	1.62	27.38	680539	9576842	77.0	35	21.20	1.62	31.30	680539	9576586
127								22.6	8	23	1.62	20.02	680539	9576840	25.5	21	20.48	1.62	18.82	680543	9576592
128								39.4	10.8	24	1.62	27.54	680543	9576828	68.0	30	24.35	1.62	30.84	680550	9576610
129								39.5	10.4	24	1.62	26.58	680545	9576826	69.0	27	25.70	1.62	29.38	680559	9576620
130								28.4	12	23	1.62	29.22	680545	9576826	39.0	35	16.80	1.62	25.14	680591	9576682
131								34.4	8.2	28	1.62	24.58	680529	9576790	62.0	30	19.32	1.62	24.80	680597	9576692
132								25.5	9	19	1.62	18.72	680527	9576800	63.5	41	17.40	1.62	30.16	680606	9576708
133								24.3	9.8	21	1.62	22.2	680531	9576808	150.0	50	21.00	1.62	43.62	680620	9576736
134								28.9	7.4	21	1.62	17.16	680540	9576816	32.0	45	15.00	1.62	28.62	680616	9576718
135								51.2	11	27	1.62	31.32	680542	9576822	72.0	41	16.57	1.62	28.79	680610	9576704
136								33.6	11.4	25	1.62	30.12	680539	9576842	55.0	50	19.50	1.62	40.62	680606	9576694
137								25.6	9.6	24	1.62	24.66	680533	9576832	42.0	48	12.85	1.62	26.29	680606	9576692
138								20.7	6.6	27	1.62	19.44	680533	9576836	52.0	50	13.82	1.62	29.26	680601	9576686
139								45.3	7.1	32	1.62	24.34	680531	9576842	17.0	25	10.60	1.62	12.22	680572	9576634
140								28.8	8.4	16	1.62	15.06	680530	9576840	16.5	41.5	10.32	1.62	18.75	680570	9576632
141								22.6	11.2	16	1.62	19.54	680525	9576820	54.0	50	17.00	1.62	35.62	680563	9576622

EDAD (AÑOS)																					
>15 – 20						>20 – 30						>30 - 40									
N°	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
142								29.6	7.4	16	1.62	13.46	680528	9576806	39.0	38	16.33	1.62	26.44	680554	9576608
143								16.8	7.2	19	1.62	15.3	680525	9576798	47.0	32	19.74	1.62	26.89	680541	9576588
144								23.1	9	21	1.62	20.52	680525	9576802	24.0	28	19.90	1.62	23.91	680534	9576562
145								43.1	13	24	1.62	32.82	680531	9576810	16.0	17	18.66	1.62	14.31	680532	9576560
146								38	12.9	18	1.62	24.84	680527	9576818	50.0	21	26.00	1.62	23.46	680508	9576510
147								40.8	12.8	24	1.62	32.34	680531	9576822	26.0	32.5	15.27	1.62	21.47	680506	9576506
148								43.1	10	24	1.62	25.62	680531	9576826	45.0	45	16.37	1.62	31.09	680503	9576504
149								22.2	9	17	1.62	16.92	680530	9576836	47.0	55	13.42	1.62	31.14	680508	9576496
150								34.2	9.8	25	1.62	26.12	680531	9576836	36.0	50	15.66	1.62	32.94	680509	9576498
151								47.3	12.2	27	1.62	34.56	680531	9576838	95.0	42.5	21.26	1.62	37.76	680521	9576514
152								32.6	6.5	26	1.62	18.52	680530	9576842	93.0	49	19.00	1.62	38.86	680540	9576562
153								22.5	9.2	22	1.62	21.86	680530	9576838	60.0	49	15.05	1.62	31.12	680638	9576672
154								29.6	9.4	20	1.62	20.42	680525	9576832	10.0	27.5	8.03	1.62	10.45	680606	9576622
155								21.4	9.6	22	1.62	22.74	680524	9576818	14.0	49	6.47	1.62	14.30	680604	9576620
156								15.4	9.2	15	1.62	15.42	680520	9576810	47.0	50	15.20	1.62	32.02	680603	9576604
157								24.2	12	18	1.62	23.22	680523	9576796	8.5	42	8.15	1.62	15.31	680597	9576600
158								31.5	11.2	23	1.62	27.38	680520	9576794	30.0	26	25.54	1.62	28.18	680590	9576572
159								22	9.2	23	1.62	22.78	680521	9576796	58.5	32	24.77	1.62	33.33	680590	9576548
160								25.2	11.8	21	1.62	26.4	680519	9576802	18.0	42.5	12.68	1.62	23.18	680578	9576524
161								34.2	14	21	1.62	31.02	680519	9576814	17.5	30	13.90	1.62	18.30	680574	9576518
162								30.7	11.6	24	1.62	29.46	680517	9576814	40.0	50	18.00	1.62	37.62	680573	9576526
163								40.4	11.2	28	1.62	32.98	680522	9576832	22.5	39	13.75	1.62	23.07	680568	9576522
164								28.3	8.2	25	1.62	22.12	680525	9576840	20.0	49	14.18	1.62	29.41	680563	9576534
165								30.9	8.4	27	1.62	24.3	680524	9576840	17.0	50	7.38	1.62	16.38	680559	9576530

EDAD (AÑOS)																					
>15 – 20							>20 – 30							>30 - 40							
N°	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
166								19.7	6.7	22	1.62	16.36	680522	9576836	83.0	50	17.07	1.62	35.76	680552	9576528
167								20.8	8.4	20	1.62	18.42	680523	9576836	67.0	50	18.00	1.62	37.62	680551	9576514
168								37.9	7.3	24	1.62	19.14	680522	9576804	37.0	50	14.90	1.62	31.42	680549	9576510
169								45.4	8.8	31	1.62	28.9	680518	9576820	37.0	26	21.70	1.62	24.19	680542	9576498
170								34.3	10.4	28	1.62	30.74	680518	9576816	66.0	45	18.00	1.62	34.02	680536	9576462
171								42	10	28	1.62	29.62	680515	9576808	22.0	30	15.19	1.62	19.85	680546	9576466
172								25.5	10.8	24	1.62	27.54	680520	9576792	35.0	32.5	16.75	1.62	23.40	680571	9576488
173								38.3	9.4	28	1.62	27.94	680506	9576792	55.0	45	14.03	1.62	26.87	680572	9576488
174								27.3	10.8	23	1.62	26.46	680512	9576798	55.0	42.5	16.46	1.62	29.60	680598	9576538
175								27	8.6	21	1.62	19.68	680514	9576800	42.0	32.5	18.74	1.62	25.98	680598	9576580
176								22.7	11.2	21	1.62	25.14	680516	9576812	18.0	49	11.38	1.62	23.92	680603	9576582
177								14.7	4.7	21	1.62	11.49	680517	9576814	58.0	50	14.08	1.62	29.78	680625	9576633
178								31.8	9.6	19	1.62	19.86	680510	9576832	23.0	48	10.70	1.62	22.16	680639	9576636
179								27.5	9.8	24	1.62	25.14	680511	9576834	48.0	50	13.66	1.62	28.94	680640	9576638
180								21.5	9.4	26	1.62	26.06	680511	9576836	13.0	25	10.10	1.62	11.72	680638	9576628
181								23.5	8.8	28	1.62	26.26	680511	9576838	49.0	50	13.85	1.62	29.32	680641	9576632
182								23.6	8.8	22	1.62	20.98	680511	9576840	31.0	32.5	19.52	1.62	27.00	680640	9576624
183								41.3	9.4	28	1.62	27.94	680510	9576840	34.0	45	11.53	1.62	22.37	680660	9576648
184								18.4	9.3	14	1.62	14.64	680509	9576822	26.0	18	9.95	1.62	8.78	680663	9576646
185								14.8	7.1	12	1.62	10.14	680504	9576816	44.5	49	17.38	1.62	35.68	680655	9576628
186								35.5	10.8	23	1.62	26.46	680507	9576802	59.0	50	15.33	1.62	32.28	680658	9576616
187								24.4	9.8	22	1.62	23.18	680506	9576802	32.0	42	15.19	1.62	27.14	680650	9576598
188								18.4	4.5	19	1.62	10.17	680505	9576802	28.5	43	15.94	1.62	29.04	680634	9576568
189								23.8	4.5	22	1.62	11.52	680505	9576806	48.0	45	15.31	1.62	29.18	680615	9576544

EDAD (AÑOS)																					
>15 – 20							>20 – 30							>30 - 40							
N°	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
190								31.3	9.4	28	1.62	27.94	680502	9576816	31.0	48	14.43	1.62	29.33	680587	9576474
191								31.8	8.9	27	1.62	25.65	680501	9576818	46.0	50	16.30	1.62	34.22	680578	9576476
192								25	8.2	28	1.62	24.58	680508	9576836	42.0	50	14.00	1.62	29.62	680571	9576472
193								32.1	8.4	25	1.62	22.62	680506	9576842	36.0	45	12.87	1.62	24.79	680600	9576472
194								29	5.7	24	1.62	15.3	680505	9576844	85.7	50	19.20	1.62	40.02	680611	9576482
195								47.1	8.8	31	1.62	28.9	680506	9576842	20.0	46	17.22	1.62	33.30	680626	9576496
196								35.5	9.6	28	1.62	28.5	680503	9576820	54.5	49	23.50	1.62	47.68	680626	9576524
197								21.3	8.4	17	1.62	15.9	680504	9576806	40.0	42.5	13.17	1.62	24.01	680635	9576540
198								29.2	10.8	19	1.62	22.14	680504	9576804	32.4	40	16.70	1.62	28.34	680658	9576586
199								27.3	10	24	1.62	25.62	680500	9576798	58.0	40	16.78	1.62	28.47	680688	9576574
200								41	9.2	28	1.62	27.38	680501	9576798	72.0	45	25.50	1.62	47.52	680656	9576534
201								29.6	7.8	25	1.62	21.12	680501	9576802	57.0	49	13.65	1.62	28.37	680645	9576504
202								33.2	10.8	26	1.62	29.7	680504	9576832	50.5	30	18.50	1.62	23.82	680626	9576464
203								42.2	10.8	25	1.62	28.62	680503	9576834	80.5	50	18.86	1.62	39.34	680623	9576444
204								12.6	6.2	23	1.62	15.88	680501	9576840	33.7	38	22.50	1.62	35.82	680635	9576426
205								55.4	9.6	29	1.62	29.46	680502	9576842	33.0	47	15.17	1.62	30.14	680658	9576398
206								19.8	3.5	19	1.62	8.27	680499	9576836	58.2	40	18.40	1.62	31.06	680666	9576394
207								28.8	11	23	1.62	26.92	680501	9576830	93.0	25	25.45	1.62	27.07	680685	9576382
208								59.4	10.1	28	1.62	29.9	680500	9576826	39.3	40	17.90	1.62	30.26	680692	9576376
209								28.7	10.6	23	1.62	26	680498	9576814	30.0	27	19.46	1.62	22.64	680697	9576370
210								20.7	6.5	14	1.62	10.72	680495	9576808	52.0	45	14.00	1.62	26.82	680727	9576370
211								49.7	9	31	1.62	29.52	680496	9576800	21.0	35	16.70	1.62	25.00	680735	9576382
212								31.5	6.5	29	1.62	20.47	680495	9576808							
213								27.9	8.9	23	1.62	22.09	680489	9576812							

EDAD (AÑOS)																						
>15 – 20							>20 – 30							>30 - 40								
N°	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y	
262								28	10.4	20	1.62	22.42	680451	9576802								
263								19.7	10.6	17	1.62	19.64	680450	9576804								
264								42	10.8	22	1.62	25.38	680446	9576802								
265								33.4	10	24	1.62	25.62	680440	9576808								
266								33.2	10.4	23	1.62	25.54	680438	9576812								
267								55.3	10.6	25	1.62	28.12	680441	9576810								
268								31.6	8	23	1.62	20.02	680441	9576810								
269								30.6	7.4	23	1.62	18.64	680443	9576812								
270								20.9	6.5	19	1.62	13.97	680456	9576832								
271								31.5	10.4	20	1.62	22.42	680451	9576832								
272								26.1	6.4	18	1.62	13.14	680447	9576838								
273								44.3	10.1	22	1.62	23.84	680448	9576842								
274								19.1	7.4	18	1.62	14.94	680454	9576842								
275								42.2	10.2	20	1.62	22.02	680453	9576844								
276								59.9	11.6	22	1.62	27.14	680454	9576848								

LEYENDA:

A = Diámetro a la altura del pecho en cm. (DAP)
 B = Lectura del Clinómetro (%)
 C = Distancia entre el árbol y el operador (m)
 D = Altura hasta el ojo del operador (m)

E = Altura total del árbol (m)
 F = Geo referencia de cada árbol (Lectura del GPS)

Cuadro 10: Toma de datos de las plantaciones de *S. amara*

EDAD (AÑOS)																					
N°	>15 - 20							>20 - 30							>30 - 40						
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
1	19.4	8.5	23	1.62	21.17	680535	9577018	20.1	9	13	1.62	13.32	680387	9576808	15.6	11	10	1.62	12.62	680550	9576956
2	18	10.9	19	1.62	22.33	680525	9577000	18.3	9	12	1.62	12.42	680388	9576808	38.4	11	20	1.62	23.62	680551	9576962
3	23.6	8.3	19	1.62	17.39	680521	9577006	13.4	6.2	11	1.62	8.44	680390	9576808	15.8	9	15	1.62	15.12	680550	9576960
4	24.8	7.3	22	1.62	17.68	680509	9576996	14.1	8.4	11	1.62	10.86	680390	9576808	27.2	9	20	1.62	19.62	680556	9576958
5	13.5	11	11	1.62	13.72	680452	9576948	12.9	9.6	13	1.62	14.1	680399	9576808	36.5	11	23	1.62	26.92	680559	9576958
6	10.9	9.6	12	1.62	13.14	680468	9576964	23.6	12.2	14	1.62	18.7	680404	9576808	33.7	10	25	1.62	26.62	680562	9576958
7	13.1	9	10	1.62	10.62	680449	9576984	28.3	9.9	21	1.62	22.41	680416	9576806	12.9	5	25	1.62	14.12	680565	9576956
8	10.6	8.1	10	1.62	9.72	680443	9576978	26.7	12.9	19	1.62	26.13	680427	9576806	11.7	4.3	25	1.62	12.37	680575	9576954
9								24.3	7	20	1.62	15.62	680430	9576803	23.2	8	21	1.62	18.42	680575	9576952
10								22.9	11.4	18	1.62	22.14	680426	9576808	15.1	8	15	1.62	13.62	680586	9576952
11								30.8	13.6	19	1.62	27.46	680426	9576808	45.9	10	21	1.62	22.62	680600	9576948
12								33.4	9.4	23	1.62	23.24	680417	9576806	32.9	9	23	1.62	22.32	680596	9576946
13								13	5.5	19	1.62	12.07	680414	9576806	20.3	7.3	20	1.62	16.22	680594	9576944
14								28.1	6.7	25	1.62	18.37	680407	9576808	33.6	12	22	1.62	28.02	680592	9576944
15								29.6	6.8	28	1.62	20.66	680402	9576808	39.5	11	21	1.62	24.72	680587	9576946
16								12	3.5	21	1.62	8.97	680400	9576810	26.5	10.8	20	1.62	23.22	680580	9576948
17								27.4	8.4	25	1.62	22.62	680397	9576812	25.7	7	20	1.62	15.62	680578	9576946
18								19	6.7	27	1.62	19.71	680394	9576812	35.4	9	25	1.62	24.12	680571	9576948
19								23.5	7.6	23	1.62	19.1	680391	9576810	27.1	7.2	21	1.62	16.74	680566	9576950
20								26	6.8	25	1.62	18.62	680389	9576810	42.8	8.6	25	1.62	23.12	680554	9576950
21								16.9	5.7	27	1.62	17.01	680387	9576810	23.9	7	25	1.62	19.12	680551	9576952

EDAD (AÑOS)																					
N°	>15 - 20						>20 - 30						>30 - 40								
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
22								11.8	4.7	24	1.62	12.9	680388	9576812	26.3	8	20	1.62	17.62	680549	9576950
23								16.5	5.3	25	1.62	14.87	680386	9576814	19.4	8.8	23	1.62	21.86	680555	9576948
24								30.5	7.2	26	1.62	20.34	680382	9576816	25.7	10.4	23	1.62	25.54	680560	9576946
25								12.5	4.5	22	1.62	11.52	680384	9576816	29.4	10.8	20	1.62	23.22	680562	9576946
26								22.5	9.6	24	1.62	24.66	680386	9576818	26.9	11	20	1.62	23.62	680567	9576946
27								15.2	7.8	19	1.62	16.44	680388	9576818	30.8	10	25	1.62	26.62	680575	9576946
28								20.1	9.8	20	1.62	21.22	680391	9576816	26.6	10.8	21	1.62	24.30	680575	9576946
29								26.3	9.4	19	1.62	19.48	680394	9576816	30.6	9.8	23	1.62	24.16	680587	9576944
30								17.8	8.4	17	1.62	15.9	680399	9576818	47.5	10	25	1.62	26.62	680592	9576944
31								33	9.6	21	1.62	21.78	680402	9576814	32.5	7.6	22	1.62	18.34	680597	9576942
32								23.9	7.7	21	1.62	17.79	680407	9576814	27.2	11.4	22	1.62	26.70	680588	9576946
33								23.1	7.3	25	1.62	19.87	680409	9576814	20.4	6	18	1.62	12.42	680587	9576944
34								38	8	26	1.62	22.42	680422	9576810	36.8	11.4	22	1.62	26.70	680576	9576944
35								16.4	6.3	23	1.62	16.11	680411	9576812	40.3	11.2	24	1.62	28.50	680570	9576944
36								10.6	4.7	21	1.62	11.49	680416	9576810	17.6	8	18	1.62	16.02	680566	9576944
37								37.1	8	26	1.62	22.42	680419	9576810	29.3	13	21	1.62	28.92	680563	9576944
38								35	7.6	27	1.62	22.14	680422	9576812	22.9	10.6	20	1.62	22.82	680552	9576948
39								21	6.2	26	1.62	17.74	680424	9576810	20.9	8.4	17	1.62	15.90	680547	9576948
40								28.2	6.9	27	1.62	20.25	680426	9576812	37.3	9	23	1.62	22.32	680547	9576952
41								18.8	6.7	23	1.62	17.03	680426	9576812	29.8	7.4	26	1.62	20.86	680547	9576950
42								24.6	8.6	18	1.62	17.1	680416	9576818	23.5	10.2	21	1.62	23.04	680551	9576946
43								15.8	9	18	1.62	17.82	680411	9576816	16.1	10	15	1.62	16.62	680554	9576944
44								19.5	8.5	17	1.62	16.07	680397	9576820	24.7	9.4	21	1.62	21.36	680558	9576942
45								28	9.5	20	1.62	20.62	680394	9576822	15.1	8.8	15	1.62	14.82	680565	9576944

EDAD (AÑOS)																					
N°	>15 - 20						>20 - 30						>30 - 40								
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
46								20.2	8.7	20	1.62	19.02	680387	9576822	19.2	7.6	20	1.62	16.82	680569	9576942
47								13.4	5.4	19	1.62	11.88	680390	9576816	18.1	7.2	20	1.62	16.02	680574	9576942
48								23.7	10.6	22	1.62	24.94	680388	9576818	18.6	6	18	1.62	12.42	680578	9576936
49								14	4.3	21	1.62	10.65	680384	9576818	32.5	11.4	23	1.62	27.84	680578	9576934
50								21.2	5.4	23	1.62	14.04	680381	9576818	33.7	9.4	26	1.62	26.06	680593	9576938
51								38.5	7.6	26	1.62	21.38	680382	9576820	28.8	10	18	1.62	19.62	680596	9576928
52								42.1	8.8	28	1.62	26.26	680385	9576820	34.4	9.4	26	1.62	26.06	680593	9576930
53								17.3	2.3	24	1.62	7.14	680385	9576822	32.7	9.2	22	1.62	21.86	680580	9576936
54								22.3	5.7	27	1.62	17.01	680384	9576828	13.8	6.5	14	1.62	10.72	680577	9576936
55								14.6	2.8	25	1.62	8.62	680385	9576828	24.8	9.6	19	1.62	19.86	680571	9576936
56								32.1	7.6	29	1.62	23.66	680388	9576826	39.9	9.2	25	1.62	24.62	680565	9576936
57								16.1	7	24	1.62	18.42	680388	9576826	25.5	9	21	1.62	20.52	680559	9576938
58								14.3	5.5	15	1.62	9.87	680404	9576820	22.7	7	23	1.62	17.72	680556	9576938
59								39	8.9	22	1.62	21.2	680411	9576818	28.1	8	26	1.62	22.42	680547	9576940
60								19.1	5.7	26	1.62	16.44	680420	9576816	34.3	8.6	29	1.62	26.56	680541	9576942
61								33	6.9	29	1.62	21.63	680421	9576814	36.1	8.2	28	1.62	24.58	680540	9576933
62								35.8	5.9	29	1.62	18.73	680423	9576816	34.1	7.2	30	1.62	23.22	680546	9576938
63								17.3	3.6	28	1.62	11.7	680424	9576816	25.4	7.6	27	1.62	22.14	680552	9576938
64								30.8	7.2	21	1.62	16.74	680420	9576820	20.9	8.6	90	1.62	79.02	680556	9576934
65								27.3	6.8	19	1.62	14.54	680410	9576824	24.5	8.8	17	1.62	16.58	680556	9576934
66								20.7	8.2	21	1.62	18.84	680404	9576824	16.9	7.6	14	1.62	12.26	680560	9576934
67								19.6	7.8	22	1.62	18.78	680399	9576826	24.9	8.6	21	1.62	19.68	680566	9576932
68								30.3	7.8	23	1.62	19.56	680398	9576826	35.2	7.2	22	1.62	17.46	680571	9576932
69								16.3	7.9	22	1.62	19	680392	9576826	16.3	4.7	15	1.62	8.67	680573	9576930

EDAD (AÑOS)																					
N°	>15 - 20						>20 - 30						>30 - 40								
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y
70								18.8	8.4	24	1.62	21.78	680389	9576828	20.5	7.2	21	1.62	16.74	680578	9576930
71								18	8.5	25	1.62	22.87	680388	9576828	22.6	8.2	21	1.62	18.84	680581	9576928
72								15.5	3.9	26	1.62	11.76	680385	9576828	45.8	9	22	1.62	21.42	680590	9576928
73								16	8.8	23	1.62	21.86	680391	9576830	10.1	7	10	1.62	8.62	680588	9576926
74								15	5.4	24	1.62	14.58	680385	9576830	26.7	7.4	22	1.62	17.90	680585	9576924
75								43.5	7.1	25	1.62	19.37	680384	9576830	33.4	8	24	1.62	20.82	680585	9576924
76								39.8	11.1	19	1.62	22.71	680385	9576832	31.9	9.6	24	1.62	24.66	680584	9576924
77								21.3	10.8	21	1.62	24.3	680396	9576828	20.1	6.4	19	1.62	13.78	680578	9576926
78								36.7	8.6	25	1.62	23.12	680390	9576834	24.3	10.2	20	1.62	22.02	680578	9576926
79								15	6.2	15	1.62	10.92	680395	9576834	30.3	8.8	26	1.62	24.50	680569	9576928
80								27.8	10	20	1.62	21.62	680399	9576836	30.8	6.5	30	1.62	21.12	680565	9576928
81								31	5.7	24	1.62	15.3	680426	957686	25.7	9	14	1.62	14.22	680562	9576928
82								26.8	11.9	15	1.62	19.47	680404	9576840	25	9.4	21	1.62	21.36	680552	9576930
83								43.9	9.8	20	1.62	21.22	680389	9576840	21.5	8.6	21	1.62	19.68	680549	9576932
84								35.9	9	17	1.62	16.92	680396	9576844	47.2	9	22	1.62	21.42	680544	9576934
85								40.6	11.2	15	1.62	18.42	680399	9576842	28.7	10	24	1.62	25.62	680543	9576932
86								34.4	9	19	1.62	18.72	680436	9576846	25.2	7.8	23	1.62	19.56	680550	9576924
87								24	7.2	17	1.62	13.86	680433	9576846	23.1	9	20	1.62	19.62	680562	9576920
88								14.9	6.7	15	1.62	11.67	680431	9576844	11.1	8.8	10	1.62	10.42	680584	9576920
89								25.5	9.8	15	1.62	16.32	680431	9576844							
90								29	12.4	16	1.62	21.46	680427	9576844							
91								18.6	11.6	14	1.62	17.86	680424	9576846							
92								21	9.3	16	1.62	16.5	680407	9576850							
93								19.3	5.3	18	1.62	11.16	680404	9576850							

EDAD (AÑOS)																						
N°	>15 - 20						>20 - 30						>30 - 40									
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		
						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y						UTM X	UTM Y	
94								36	10	16	1.62	17.62	680403	9576852								
95								19.4	13	14	1.62	19.82	680407	9576858								
96								20.1	12.1	14	1.62	18.56	680411	9576858								
97								26.3	11	16	1.62	19.22	680420	9576858								
98								13	6.7	16	1.62	12.34	680425	9576852								
99								28.1	10.4	18	1.62	20.34	680427	9576854								
100								26.6	8.9	20	1.62	19.42	680429	9576852								
101								28	11.6	18	1.62	22.5	680421	9576858								
102								14.5	11.2	15	1.62	18.42	680417	9576860								
103								18.4	8.8	14	1.62	13.94	680419	9576858								
104								25.3	9.9	18	1.62	19.44	680411	9576862								
105								33.7	10.3	17	1.62	19.13	680403	9576856								
106								18.7	10.4	17	1.62	19.3	680407	9576858								
107								24.7	11.4	16	1.62	19.86	680406	9576860								
108								28.2	11.1	17	1.62	20.49	680413	9576860								
109								24	10.1	17	1.62	18.79	680419	9576862								
110								27.3	11.4	14	1.62	17.58	680421	9576860								
111								22.5	6.5	20	1.62	14.62	680422	9576860								
112								24.1	6.9	21	1.62	16.11	680426	9576858								

LEYENDA:

A = Diámetro a la altura del pecho en cm. (DAP)
 B = Lectura del Clinómetro (%)
 C = Distancia entre el árbol y el operador (m)

D = Altura hasta el ojo del operador (m)
 E = Altura total del árbol (m)
 F = Geo referencia de cada árbol (Lectura del GPS)

Cuadro 11: Análisis de Varianza para la variable Carbono almacenado.

Fuente de Varianza	gl	SC	CM	F _c	Ft 95%
Tratamiento	2	321 970.65	160 985.32	0.42	3.68
Factor A	1	2 247 200.00	2 247 200.00	5.80	4.54
Factor B	2	2 445 938.76	1 222 969.38	3.15	3.68
Interacción A-B	2	108 949.26	54 474.63	0.14	2.79
Error	15	5 815 456.11	387 697.07		
Total	17	6 137 426.76			

$F_{\text{calculada}} < F_{\text{critica}}$ = La diferencia no es significativa

Cuadro 12: Prueba estadística de F y Tukey del Factor A, y B; para la variable Carbono almacenado.

			Prueba de F	Prueba de Tukey	
		Carbono total (t/ha)	Significancia 95%	Significancia 95%	
Factor A	especies	<i>S. amara</i>	199.11	Significativo	No significativo
		<i>C. cateniformis</i>	905.78	Significativo	No significativo
Factor B	edades	>15 - 20	1200	No significativo	No significativo
		>20 - 30	2376	No significativo	Significativo
		>30 - 40	6368	No significativo	Significativo

Cuadro 13: Prueba estadística de F y Tukey de la Interacción de A – B; para la variable Carbono almacenado.

					Prueba de F	Prueba de Tukey
Interacción A - B	Especie	Edad (años)	Código	Carbono total (t/ha)	Significancia 95%	Significancia 95%
	<i>S. amara</i>	>15 - 20	a0b0	240	No significativo	No significativo
		>20 - 30	a0b1	624	No significativo	No significativo
		>30 - 40	a0b2	928	No significativo	No significativo
	<i>C. cateniformis</i>	>15 - 20	a1b0	960	No significativo	No significativo
		>20 - 30	a1b1	1752	No significativo	Significativo
		>30 - 40	a1b2	5440	No significativo	Significativo

Tukey		Factor A	Factor B	Factor A-B
W	$q_{\alpha} (p, n2) S_x$	-	-	-
W	Valor usada para juzgar la significación	-	-	-
P	Número de tratamientos	2	3	5
n2	Grados de libertad del error	15	14	15
q_a	Obtenido de la tabla de Tukey $q_{0.05}$	3.01	3.67	4.37
S_x	Error estándar de la media	359.49	359.49	359.49
W	$q_a \times S_x$	1082.06	1319.33	1570.97

Cuadro 14: Análisis de Varianza para la variable secuestro del CO₂.

FUENTE DE VARIANZA	gl	SC	CM	F _c	F _t 95%
Tratamiento	2	4 319 402.14	2 159 701.07	0.41	3.68
Factor A	1	30 222 746.80	30 222 746.80	5.79	4.54
Factor B	2	32 919 854.56	16 459 927.28	3.16	3.68
Interacción A-B	2	1 460 161.37	730 080.68	0.14	2.79
Error	15	78 236 030.23	5 215 735.35		
Total	17	82 555 432.37			

$F_{Calculada} < F_{critica}$ = La diferencia no es significativa

Cuadro 15: Prueba estadística de F y Tukey del Factor A y B; para la variable secuestro del CO₂.

				Prueba de F	Prueba de Tukey
			Secuestro del CO ₂ (t/ha)	Significancia 95%	Significancia 95%
Factor A	especies	<i>S. amara</i>	6576	Significativo	Significativo
		<i>C. cateniformis</i>	29 900	Significativo	Significativo
Factor B	edades	>15 - 20	4400	No significativo	No significativo
		>20 - 30	8716	No significativo	Significativo
		>30 - 40	23 360	No significativo	Significativo

Cuadro 16: Prueba estadística de F y Tukey de la Interacción A – B; para la variable secuestro del CO₂.

					Prueba de F	Prueba de Tukey
Interacción A - B	Especie	Edad (años)	Código	Secuestro del CO ₂ (t/ha)	Significancia 95%	Significancia 95%
	<i>S. amara</i>	>15 - 20	a0b0	880	No significativo	No significativo
		>20 - 30	a0b1	2288	No significativo	No significativo
		>30 - 40	a0b2	3408	No significativo	No significativo
	<i>C. cateniformis</i>	>15 - 20	a1b0	3520	No significativo	No significativo
		>20 - 30	a1b1	6428	No significativo	Significativo
		>30 - 40	a1b2	19 952	No significativo	Significativo

Tukey		Factor A	Factor B	Factor A-B
W	$q_{\alpha} (p, n_2) S_x$	-	-	-
W	Valor usada para juzgar la significación	-	-	-
P	Número de tratamientos	2	3	5
n2	Grados de libertad del error	15	14	15
q_a	Obtenido de la tabla de Tukey $q_{0.05}$	3.01	3.67	4.37
S_x	Error estándar de la media	1318.55	1318.55	1318.55
W	$q_{\alpha} \times S_x$	3968.84	4839.08	5762.06

Cuadro 17: Análisis de Varianza para la variable valoración económica del secuestro del CO₂.

FUENTE DE VARIANZA	gl	SC	CM	F _c	Ft 95%
Tratamiento	2	162 885 032.01	81 442 516.01	0.41	3.68
Factor A	1	1140 190 740.58	1140 190 740.58	5.79	4.54
Factor B	2	1241 694 703.92	620 847 351.96	3.15	3.68
Interacción A-B	2	55 668 252.44	27 834 126.22	0.14	2.79
Error	15	2951 734 960.01	196 782 330.67		
Total	17	3114 619 992.03			

$F_{C_{calculada}} < F_{C_{critica}}$ = La diferencia no es significativa

Cuadro 18: Prueba estadística de F y Tukey del Factor A y B; para la variable valoración económica del secuestro del CO₂.

			Prueba de F	Prueba de Tukey	
		Valor económico (US\$/ha)	Significancia 95%	Significancia 95%	
Factor A	especies	<i>S. amara</i>	40 396	Significativo	Significativo
		<i>C. cateniformis</i>	183 656	Significativo	Significativo
Factor B	edades	>15 - 20	27 028	No significativo	No significativo
		>20 - 30	53 548	No significativo	Significativo
		>30 - 40	143 476	No significativo	Significativo

Cuadro 19: Prueba estadística de F y Tukey de la Interacción A – B; para la variable valoración económica del secuestro del CO₂.

					Prueba de F	Prueba de Tukey
Interacción A - B	Especie	Edad (años)	Código	Valor económico (US\$/ha)	Significancia 95%	Significancia 95%
	<i>S. amara</i>	>15 - 20	a0b0	5405	No significativo	No significativo
		>20 - 30	a0b1	14 054	No significativo	No significativo
		>30 - 40	a0b2	20 934	No significativo	No significativo
	<i>C. cateniformis</i>	>15 - 20	a1b0	21 622	No significativo	No significativo
		>20 - 30	a1b1	39 484	No significativo	Significativo
		>30 - 40	a1b2	122 556	No significativo	Significativo

Tukey		Factor A	Factor B	Factor A-B
W	$q_{\alpha(p, n2)} S_x$	-	-	-
W	Valor usada para juzgar la significación	-	-	-
P	Número de tratamientos	2	3	5
n2	Grados de libertad del error	15	14	15
q_a	Obtenido de la tabla de Tukey $q_{0.05}$	3.01	3.67	4.37
S_x	Error estándar de la media	8099.02	8099.02	8099.02
W	$q_a \times S_x$	24 378.05	29 723.40	35 392.72

ACTIVIDADES DE LA TOMA DE DATOS



Figura 08: Almacén de Equipos de trabajo.



Figura 09: Vía de acceso a las Plantaciones.



Figura 10: Equipos de trabajo



Figura 11: Plantación de *S. amara* y *C. cateniformis*



Figura 12: Enumeración de árboles



Figura 13: Medida del DAP



Figura 14: Anotando variables dasométricas



Figura 15: Geo referenciando los árboles.



Figura 16: Toma de lectura del Clinómetro.