

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**Captura de Carbono en el Sistema Agroforestal
de *Theobroma cacao* (Cacao), en el distrito de
Irazola, Región Ucayali**

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

Bach. ANTONIO MARCELINO LIZARBE ÑUFLO

Pucallpa – Perú

2013



COMISION DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Nº 261/2014-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa a los 22 días del mes de abril del 2014 en la Butaca N°01 de la Universidad Nacional de Ucayali, siendo las 11:40 horas am, los miembros del jurado evaluador:

Ing. Mg. GABRIEL MERCADO JÁUREGUI	;	Presidente
Ing. Dr. MARCO ANTONIO CHOTA ISUIZA	;	Secretario
Ing. Dr. CARLOS PANDURO CARBAJAL	;	Miembro

Se reunieron para proceder a evaluar la sustentación de Tesis, titulado: “**CAPTURA DE CARBONO EN EL SISTEMA AGROFORESTAL DE THEOBROMA CACAO (cacao) EN EL DISTRITO DE IRAZOLA, REGION UCAYALI**”, presentado por el Bachiller **ANTONIO MARCELINO LIZARBE ÑUFLO**, de la escuela de Ingeniería Forestal.

Terminado la exposición, se procedió a la formulación de preguntas por parte de los miembros del jurado, siendo absuelto satisfactoriamente, lo que le permitió al jurado calificador llegar ala siguiente conclusión:

El sustentante fue aprobado por **UNANIMIDAD**, quedando expedito para obtener el título de ingeniero Forestal.

Siendo las 12.30 horas pm, se dio por concluido el acto académico.

.....
Ing. Mg. GABRIEL MERCADO JÁUREGUI
Presidente

.....
Ing. Dr. MARCO ANTONIO CHOTA ISUIZA
Miembro

.....
Ing. Dr. CARLOS PANDURO CARBAJAL
Miembro

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis Padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos por su gran apoyo para la culminación de este trabajo de Investigación, por haberme transmitido los conocimientos obtenidos y haberme llevado paso a paso en el aprendizaje.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali (UNU) por haberme brindado la oportunidad de ejecutar el presente trabajo de tesis y al Fondo de Desarrollo Socioeconómico de Camisea – FOCAM por el apoyo financiero durante el periodo de ejecución del Proyecto.

De manera especial al Ing. Frank Dick Vidal Ruíz, por sus importantes y valorados aportes científicos, apoyo logístico, acertada orientación en cada una de las etapas de desarrollo del presente trabajo de Investigación.

Al Ing. M.Sc. Rubén Manturano Pérez, asesor del presente trabajo y catedrático principal de la Universidad Nacional de Ucayali, por su motivación constante, recomendaciones oportunas y valiosas, para lograr así el éxito de la presente tesis.

A los Técnicos Forestales Rony Ríos, Wilson Saldaña y al Bach. Ronald Longa, por la eficiente colaboración y participación para los trabajos de campo, donde me brindaron todo sus conocimientos y experiencia para la obtención de buenos resultados para el presente trabajo

INDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
LISTA DE FOTOS	xiii
RESUMEN	xiv
SUMARY	xv
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- OBJETIVOS	3
III.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Generalidades de Theobroma Cacao	4
3.1.1 Origen y distribución del Cacao	4
3.1.2 Taxonomía del cacao	5
3.1.3 Descripción y Clasificación Botánica	5
3.1.4 Biología del Cacao	7
3.2 Sistemas Agroforestales (SAFs)	9
3.2.1 Concepto	9
3.2.2 Características de los Sistemas Agroforestales	9
3.2.3 Clasificación de los Sistemas Agroforestales	10
3.3 Sistemas agroforestales como sumideros de carbono	11
3.4 Protocolo de Kioto y mercado de carbono	12
3.4.1 Comercio de Emisiones (CE)	13
3.4.2 Implementación Conjunta (IC)	13
3.4.3 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)	13
3.5 Comportamiento de la biomasa en ecosistemas	14
3.5.1 Metodologías para estimar biomasa	15
3.5.2 Modelos de biomasa	16
3.6 Ciclo del carbono	17

3.6.1 El Carbono en ecosistemas forestales	17
3.6.2 Carbono almacenado (Ca)	18
3.6.3 Carbono fijado (Cf)	18
3.7 Los bosques, sistemas agroforestales y las reservas de Carbono	19
IV.- MATERIALES Y METODOS	22
4.1. Características generales de la zona de estudio	22
4.1.1. Lugar de ejecución del estudio	22
4.1.2. Clima y ecología	22
4.1.3. Morfología	22
4.2. Materiales y equipos	22
4.2.1. Material cartográfico	23
4.2.2. Material de campo	23
4.2.3. Equipo de campo	23
4.2.4. Equipos de gabinete	23
4.3 Metodología	24
4.3.1 Determinación del área y cobertura del estudio	24
4.3.2 Tamaño y tipo de las parcelas	24
4.3.3 Depósitos de carbono a evaluar	25
4.3.2.1 Biomasa arbórea	25
4.3.2.2 Biomasa de vegetación no arbórea	25
4.3.2.3 Materia orgánica y detritos	26
4.3.4 Medición del diámetro de los árboles	26
4.3.5 Colecta y almacenamiento de las muestras	26
4.3.6 Cálculo de stock de carbono	26
4.3.7 Fórmulas utilizadas para obtener la cantidad de carbono por hectárea en los diferentes depósitos	28
4.3.7.1 Fórmulas para cálculo de hojarasca y herbácea arbustiva (1.5 cm)	28
4.3.7.2 Fórmulas para cálculo de área de la parcela	29
4.3.7.3 Fórmulas para cálculo de arbórea con diámetros Mayores de 10 cm; diámetros entre 5 a 9.9 cm y diámetros entre 1.5 a 4.9 cm	29
4.3.7.4 Fórmulas para cálculo de troncos caídos	31

V.- RESULTADOS	33
5.1 Descripción de los sistemas de uso de suelo evaluados	33
5.1.1. Sistema agroforestal	33
5.2 Descripción de carbono obtenido en los sectores evaluados	34
5.2.1 Sistema agroforestal Nolbert	34
5.2.2 Sistema agroforestal Sauce	35
5.2.3 Sistema agroforestal Libertad de Pasa Raya	36
5.2.4 Sistema agroforestal Mar del Plata	37
5.2.5 Sistema agroforestal Víctor Raúl	38
5.2.6 Sistema agroforestal Virgen del Carmen	39
5.2.7 Sistema agroforestal Unión Centro Raya	40
5.2.8 Sistema agroforestal Miguel Grau	41
5.2.9 Sistema agroforestal Nuevo San Juan	42
5.2.10 Sistema agroforestal Nuevo Palestina	43
5.3 Total de carbono almacenado en sistema agroforestal de cacao	44
VI.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
7.1 Conclusiones	50
7.2 Recomendaciones	51
VIII.- BIBLIOGRAFIA	52
ANEXOS	59
ICONOGRAFIA	120

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1. Resumen de las opciones para la captura de Carbono (C)	11
Cuadro N° 2. Datos generales de la zona de estudio	33
Cuadro N° 3. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos	35
Cuadro N° 4. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos	36
Cuadro N°5. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos	37
Cuadro N° 6. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos	38
Cuadro N° 7. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos	39
Cuadro N° 8. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos	40
Cuadro N° 9. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos	41
Cuadro N° 10. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos	42
Cuadro N° 11. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos	43
Cuadro N° 12. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos	44

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico N° 1. Total de carbono obtenido de los caseríos evaluados	44
Grafico N° 2. Almacenamiento de carbono por depósitos	45

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – NOLBERT_A	60
ANEXO 2. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – NOLBERT_A	61
ANEXO 3. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – NOLBERT_B	63
ANEXO 4. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – NOLBERT_B	64
ANEXO 5. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – SAUCE_A	66
ANEXO 6. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – SAUCE_A	67
ANEXO 7. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – SAUCE_B	69
ANEXO 8. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – SAUCE_B	70
ANEXO 9. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – LIBERTAD DE PASA RAYA_A	72
ANEXO 10. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – LIBERTAD DE PASA RAYA_A	73
ANEXO 11. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – LIBERTAD DE PASA RAYA_B	75

ANEXO 12. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – LIBERTAD DE PASA RAYA_A	76
ANEXO 13. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – MAR DEL PLATA_A	78
ANEXO 14. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – MAR DEL PLATA_A	79
ANEXO 15. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – MAR DEL PLATA_B	81
ANEXO 16. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – MAR DEL PLATA_B	82
ANEXO 17. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – VICTOR RAÚL_A	84
ANEXO 18. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – VICTOR RAÚL_A	85
ANEXO 19. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – VICTOR RAÚL_B	87
ANEXO 20. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – VICTOR RAÚL_B	88
ANEXO 21. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – VIRGEN DEL CARMEN_A	90
ANEXO 22. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – VIRGEN DEL CARMEN_A	91

ANEXO 23. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA –VIRGEN DEL CARMEN _B	93
ANEXO 24. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA – VIRGEN DEL CARMEN_B	94
ANEXO 25. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – UNIÓN CENTRO RAYA_ A	96
ANEXO 26. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CODIGO PARCELA UNIÓN CENTRO RAYA_A	97
ANEXO 27. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA UNIÓN CENTRO RAYA_ B	99
ANEXO 28. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CÓDIGO PARCELA UNIÓN CENTRO RAYA_ B	100
ANEXO 29. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – MIGUEL GRAU_ A	102
ANEXO 30. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CÓDIGO PARCELA – MIGUEL GRAU_ A	103
ANEXO 31. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – MIGUEL GRAU_ B	105
ANEXO 32. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – MIGUEL GRAU_ B	106
ANEXO 33. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – NUEVO SAN JUAN_ A	108

ANEXO 34. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CÓDIGO PARCELA – NUEVO SAN JUAN_ A	109
ANEXO 35. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – NUEVO SAN JUAN_ B	111
ANEXO 36. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 CM, 5 – 9.9 CM, 1.5 – 4.9 CM); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CÓDIGO PARCELA – NUEVO SAN JUAN_ B	112
ANEXO 37. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – NUEVO PALESTINA_ A	114
ANEXO 38. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CÓDIGO PARCELA – NUEVO PALESTINA_ A	115
ANEXO 39. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm), CÓDIGO PARCELA – NUEVO PALESTINA_ B	117
ANEXO 40. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CÓDIGO PARCELA – NUEVO PALESTINA_ B	118

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1. Identificación de la zona agroforestal para las evaluaciones de biomasa	120
Foto 2 y 3. Delimitaciones de las parcelas de estudio para las evaluaciones	120
Foto 4. Plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	121
Foto 5. Codificación de bolsas para las muestras	121
Foto 6. Cortando la biomasa viva y muerta para pesaje	121
Foto 7. Recolectando los detritos para su pesaje	121
Foto 8. Hojarasca y detritos listo para pesaje	121
Foto 9. Pesaje de sub muestras	121
Foto 10. Llenado de sub muestras biomasa viva y detritos	122
Foto 11. Medición biométrica de cacao	122
Foto 12. Medición biométrica de guaba	122
Foto 13. Acopio de sub muestras codificadas	122
Foto 14. Materiales e instrumentos utilizados para el estudio	123

RESUMEN

En las localidades de Neshuya y San Alejandro ubicados en el distrito de Irazola, pertenecientes a la provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali se realizó el trabajo de investigación sobre captura de carbono en un sistema agroforestal de *Theobroma cacao* con el objetivo de determinar el potencial de carbono almacenado en este ecosistema. Para la realización del estudio se seleccionaron parcelas de 10 x 20 metros, con características agroforestales y principalmente con plantaciones de cacao, todas estas parcelas son propiedad de los agricultores de la zona.

El procedimiento y metodología que se aplicó para el estudio consistió en obtener mediciones de diámetros de los árboles y recolección de muestras de herbácea arbustiva, de hojarasca, detritos y ramas caídas; para ello se aplicó los siguientes criterios: dentro de la parcela de 10 x 20 metros se tomó mediciones de diámetro a todos los árboles mayores a 10 cm, en una parcela de 5 x 10 metros se tomó mediciones de diámetros de especies que obtuvieran entre 5 a 9.9 cm y en una parcela de 5 x 5 metros mediciones de 1.5 hasta 4.9 cm.

Las muestras se obtuvieron de una sub parcela de 1 x 1 metro definidos en cuatro puntos dentro de la parcela de 10 x 20 metros, para cada una de las muestras se tomaron dos pesos (peso total y peso sub muestra); todo el ensayo tuvo su repetición respectiva. El promedio total de carbono acumulado en el sistema agroforestal fue de 140.11 toneladas de carbono por hectárea, teniendo el pico más alto un total de 207.20 toneladas de carbono por hectárea y el pico más bajo de 73.33 toneladas de carbono por hectárea.

Por lo tanto, con este estudio se puede tomar en consideración el aporte del sistema agroforestal en favorecer y estabilizar el ecosistema del bosque y mejorar el medio ambiente a través de la captura de carbono y darle un uso potencial para la conservación y obtener beneficios económicos por bonos de carbono que mejoraría aún más la calidad de vida de los pobladores agricultores a corto plazo.

SUMARY

In the towns of Neshuya and San Alejandro located in the district of Irazola, belonging to the province of Padre Abad, department of Ucayali the research on carbon sequestration in agroforestry system of *Theobroma cacao* in order to determine the potential was held carbon stored in the ecosystem. For the study plots of 10 x 20 meters, with agroforestry characteristics and mainly cocoa plantations were selected, all these places are owned by the farmers in the area.

The procedure and methodology applied for the study was to obtain measurements of tree diameters and sample collection herbaceous shrub, litter, debris and fallen branches, for it was applied the following criteria: in the plot of 10 x 20 meters diameter measurements took all trees larger than 10 cm, on a plot of 5 x 10 meter diameter measurements of species that obtain between 5 to 9.9 cm was taken and on a plot of 5 x 5 meter measurements 1.5 to 4.9 cm.

Samples were obtained from a sub plot of 1 x 1 meter defined by four points in the plot of 10 x 20 meters, for each of the samples two weights (total weight and weight sub sample) were taken, the whole trial was their respective repetition. The average total carbon accumulated in the agroforestry system was 140.11 tonnes of carbon per hectare, the highest peak having a total of 207.20 tonnes of carbon per hectare and the lowest peak of 73.33 tonnes of carbon per hectare.

Therefore, with this study we can take into account the contribution of agroforestry system in favor and stabilize the forest ecosystem and improve the environment through carbon capture and give a potential use for conservation and monetize carbon that would further enhance the quality of life of farmers in the short term residents.

I.- INTRODUCCIÓN

A escala global, el cambio de uso de los suelos y las actividades forestales y agrícolas fueron y serán fuentes de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera; sin embargo, con un manejo adecuado, los seres humanos tenemos el potencial para cambiar la dirección de los flujos de carbono entre el suelo y la atmósfera; y paralelamente se proveerían múltiples beneficios ambientales y socioeconómicos logrando así las metas del desarrollo sostenible, esto es un aspecto muy importante para tener en cuenta en los proyectos de captura de carbono en los sistemas agroforestales. Algunos criterios a tener en cuenta en la elección de un sistema de uso de la tierra a evaluar son: el tipo de proyecto, el tamaño del sistema, índices de cambio, dirección de cambio, costo de evaluación, exactitud y precisión alcanzables” (Brown, 1999).

El aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera de la tierra es una preocupación mundial, y se considera como uno de los 6 principales gases que intervienen en el efecto invernadero (GEI) el cual está contribuyendo en mayor proporción al cambio climático (IPCC, 2000). En los últimos 200 años los incrementos del CO₂ en la atmósfera han sido de 280 a 375 ppm, y continua aumentando a una tasa promedio superior a 1.5 ppm por año (ASB, 2005).

Las plantas utilizan CO₂ y liberan O₂ durante el proceso de la fotosíntesis; así mismo, almacenan componentes de carbono en sus estructuras leñosas por periodos prolongados, por lo que se les debe considerar como reservas naturales de carbono. Por otro lado, es conocido que la capacidad de los ecosistemas agroforestales (asociación de árboles con otros cultivos, arbustos, herbáceas o pastos) para almacenar carbono en forma de biomasa aérea, varía en función de la edad, diámetro, altura de los componentes arbóreos como la densidad de población de cada estrato y por comunidad vegetal (Alegre *et al.*, 2000).

Actualmente el Perú cuenta con muy pocos estudios de cuantificación del contenido de carbono en la biomasa aérea, especialmente en sistemas

Agro forestales donde al combinar los cultivos o frutales con especies forestales incrementan sus niveles de captura de carbono, mejorando además su productividad (Lapeyre *et al.*, 2004); sin embargo, se han realizado otros estudios que evalúan las reservas de carbono en otros diferentes sistemas de uso de la tierra en las regiones de Amazonas y Ucayali (Alegre *et al.*, 2000).

El objetivo principal de este estudio fue evaluar en forma cuantitativa el carbono secuestrado en la biomasa aérea para diferentes sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) asociados con especies frutales, maderables e industriales en la provincia de Padre Abad. Este sistema de cacao con especies forestales de sombra es una de las principales actividades agrícolas de esta zona.

II.- OBJETIVOS

Objetivo general.

- Evaluar el potencial de captura de carbono del sistema agroforestal de *Theobroma cacao*, ubicados en el distrito de Irazola, Región Ucayali.

Objetivos específicos.

- Determinar la cantidad de carbono capturado por las especies de sombra permanente instalado (sp. forestales, no maderables, frutales, etc), como estrato más alto del sistema.
- Determinar la cantidad de carbono capturado por las plantas de cacao establecidos como cultivo principal.
- Determinar la cantidad de carbono capturado por la cobertura herbácea, arbustiva viva de y en los rastrojos o materia orgánica muerta, del sistema agroforestal de cacao.

III.- REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Generalidades de *Theobroma Cacao*

3.1.1 Origen y distribución del Cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es nativo del nuevo mundo, y la especie se extiende desde el sur de México hasta las zonas tropicales de selva de Brasil, Bolivia y Perú, se considera que el centro de origen está en la cuenca del Alto Amazonas y del Orinoco (Wood 1982).

Theobroma cacao L.. El cacao es una planta originaria de los trópicos húmedos de América y pertenece a la familia Sterculiaceae. Es una especie umbrófila que requiere de 60 a 70% de sombra en los primeros cuatro años y de 30 a 40% en plantaciones adultas o en áreas con una estación seca mayor de dos meses (Sánchez y Dubón 1994).

El género *Theobroma* es nativo del nuevo mundo y desde México hasta Perú se encuentran especies silvestres, con un aparente centro de origen en la cuenca alta del Amazonas. Se ha encontrado circunscrito a las cuencas del Amazonas y el Orinoco en sur América al este de los Andes y cerca de la frontera entre Perú y Ecuador (Wood, 1959).

Cheessman (1944), señala que, tomando en consideración los rangos de variabilidad encontrada por Pound (1938), en sus expediciones de colecta por el bajo amazonas, indica con mayor precisión que el fenómeno de diferenciación sucedió en los valles formados por los ríos Napo, Putumayo y Caquetá afluentes del Amazonas cerca de las fronteras orientales de Ecuador y Colombia y algunos afluentes del Orinoco tales como el Guaviare y el Inirida, donde según Pound (1938), en esa área ocurre un tipo enteramente silvestre, llamado "Criollo de la montagne", formado por frutos de forma extremadamente variables y con cierto grado de pigmentación.

Soria (1970), indica que la distribución natural de la especie avanza hasta 15° de latitud sur, en los ríos alto Beni y Mamoré, en el territorio Boliviano y por

el norte, hasta cerca de los 10° en los límites de los llanos Venezolanos y por las vertientes bajas de la sierra de Parima y Paraima, que dividen Venezuela de Brasil.

Por su parte Cuatrecasas (1964), confirma esta teoría de que el centro de origen del cacao se sitúa en la cuenca del Amazonas, y además propone la existencia de dos subespecies correspondiente a los Criollos y Forasteros, sugiriendo también que la subespecie correspondiente a los criollos son originarios de América Central, y a la subespecie de los Forasteros le atribuye como su centro de origen el bajo Amazonas mencionando que evolucionaron independientemente.

Finalmente a partir de estudios realizados con ayuda de diferentes tipos de marcadores moleculares; Laurent *et al* (1994), propone un esquema de diferenciación de poblaciones de cacao de acuerdo con la hipótesis de Cuatrecasas (1964), donde los criollos serían dispersados a partir del Alto Amazonas dando lugar al forastero, mientras que el criollo evolucionaría independientemente del otro lado de la cordillera andina.

3.1.2 Taxonomía del cacao

Según Luna y Quico 2005, el cacao presenta la siguiente clasificación taxonómica

División	: Fanerógamas
Clase	: Angiosperma
Subclase	: Dicotiledónea
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculiaceae
Género	: <i>Theobroma</i> .
Especie	: <i>Theobroma cacao</i> L.

3.1.3 Descripción y Clasificación Botánica

Luna y Quico 2005, menciona que *Theobroma cacao* pertenece a la familia de las esterculiáceas, el árbol del cacao alcanza una altura de 5 a 10 m, los

botones aparecen en la madera añeja en viejas axilas foliares en el tronco y en las ramas (cauliflora); las hojas son alargadas, simples, enteras, de color verde bastante variable, el limbo puede alcanzar hasta 50 cm., la vida de la hoja normalmente es de un año.

El árbol puede florecer durante todo el año, siempre que en el curso del año no haya períodos de sequía o variaciones de temperatura muy marcadas. Las frutas de baya se desarrollan de las flores en 5 - 6 meses. Las flores aparecen al principio de la época de lluvias y son polinizadas por insectos, sobre todo por los de las familias *Forcipomyia* y *Lasiocheila*. (Luna y Quico 2005)

El fruto del cacao es una drupa grande, de forma, tamaño y color variable, la pared del fruto es generalmente gruesa y dura (a veces suave y de consistencia como de cuero), presentan cinco surcos profundos y superficiales, tiene aprox. 25 cm de largo, 8 – 10 cm de diámetro y pesa 300 - 400 gr. La cáscara carnosa de 20 mm de grosor cubre la pulpa gelatinosa y agri dulce que contiene un alto grado de azúcar. La fruta contiene 25 – 50 pepas de semilla en forma de almendra, de sabor amargo y dispuestas en 5 - 8 filas oblongas, una junta a la otra. Las almendras son de forma oval, alargadas y redondeadas miden hasta tres cm. de longitud (Luna y Quico 2005)

Hardy (1961), que el cacao es una planta tropical que pertenece a la familia de las *Esterculiáceas*, orden malvales, género *Theobroma* el cual comprende unas veintidós especies; *Theobroma cacao* es la especie más conocida por su importancia económica y social. Otras especies como *T. bicolor* (conocido en el Ecuador como “cacao blanco” o “patas”), y *T. angustifolia* se utilizaron en América Central, desde la época anterior a la conquista, para la preparación del chocolate.

Por mucho tiempo ha existido confusión en la clasificación taxonómica del cacao comercial, debido a su variabilidad genética respecto a caracteres de color, forma y dimensiones de las distintas partes de la flor, del fruto y la

semilla. Sin embargo, como punto de partida se admite que la mayor parte del cacao comercial pertenece a una sola especie *T. cacao*, que comprende tres complejos genéticos; los criollos, forasteros o amazónicos, y trinitarios, este último se originó por el cruce de los dos anteriores (Cuatrecasas 1964).

3.1.4 Biología del Cacao

El cacao es una planta perenne diploide ($2n=20$), principalmente alógama, dispersada en casi todas las regiones húmedas tropicales de baja altitud. Empieza a producir al tercero o cuarto año, considerándosele económicamente rentable durante 25 – 30 años, sin embargo existen ciertos árboles que pueden producir por 100 años o más. El tronco del árbol es vertical de crecimiento continuo, su brotación es discontinua, así como su floración. La flor del cacao es hermafrodita y se da en racimos llamados cojinetes en las partes viejas de la planta (cauliflora), pentámera con cinco lóculos dentro de los cuales existen de 6 a 12 óvulos (Hardy 1961).

La polinización natural es esencialmente entomófila, el polen una vez liberado es viable durante 48 horas, una planta puede producir alrededor de 100 000 a 150 000 flores por año de las cuales solo el 0.1 al 0.3 % es fecundada, sin embargo, existen un sinnúmero de factores que afectan el número final de frutos, uno de estos es el “Cherelle Wilt” o muerte prematura que afecta a estos en su etapa temprana y puede reducirlos en un 20 a 90 % debido a un problema de regulación fisiológica del número de frutos o como consecuencia de un sistema de auto incompatibilidad del cacao, o por efecto de estrés (Cope 1976).

El árbol de cacao generalmente, tiene un tronco recto que puede desarrollar su primer molinillo u horqueta entre los 80 y 120 cm. La raíz principal es pivotante y tiene muchas secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm del suelo. Las hojas son simples y enteras, las flores y frutos se producen en cojines sobre el tejido maduro (Hardy 1961). En condiciones de cultivo, el follaje se limita con la densidad de siembra y las podas.

El cacao crece, se desarrolla y produce en diferentes pisos térmicos, desde el nivel del mar hasta 1.300 m de altura, como sucede en Colombia. En América Central se cultiva hasta los 650 msnm; sin embargo, en Honduras se han observado pequeñas plantaciones a una altura de 800m (Sánchez y Dubón 1994a). Esta especie requiere temperaturas que van de 20°C a 30°C, una precipitación de 1.200 a 2.500 mm año⁻¹ y una humedad relativa de 70 a 90%.

Los frutos del cacao maduran entre cinco a seis meses después de polinizados y pueden contener entre 20 a 40 semillas, las cuales pueden germinar inmediatamente extraídas de la mazorca. La semilla es cotiledónea cubierta de una pulpa mucilaginosa de color blanco, los cotiledones pueden ser de color blanco a violeta, contienen una media del 50% de lípidos que una vez extraídos constituyen la manteca del cacao. La semilla seca generalmente posee un peso de entre 0.8 a 1.5 g.

La auto compatibilidad es un carácter genético de alguna frecuencia en cacao y en algunos cultivos alógamos, consiste en que ciertos genes influyen para que el propio polen de algunas plantas no pueda fecundar sus óvulos, la primera explicación genética que se ha dado para este fenómeno es que la fecundación es controlada por una serie de cinco alelos en el mismo locus, que se ha denominado S, con el siguiente orden de dominancia: $S_1 > S_2 = S_3 > S_4 > S_5$ (Knight y Rogers 1955). Posteriormente propusieron la presencia de un sexto alelo S_6 , recesivo a los otros, y de dos factores adicionales diferentes e independientes a los que le llamó A y B. se cree que estos últimos tienen que ver con la producción de alguna sustancia o sustancias sobre las que actúan los factores S para producir sus propios antígenos y anticuerpos (Cope 1958).

Cuando se buscan altos rendimientos se deben mantener buenos niveles de radiación solar y elevada fertilidad del suelo. En suelos de baja fertilidad se recomienda cultivar el cacao bajo sombra para amortiguar las demandas nutricionales del cultivo (Beer 1987). Los árboles comienzan a fructificar después de los 5 años de edad; sin embargo el material híbrido es muy precoz y puede comenzar a fructificar a los 2 años de establecido en el campo (Sánchez 1982).

Los suelos deben ser sueltos, con contenidos mayores del 5% de materia orgánica y provistos de fósforo y potasio, con buen drenaje y profundidad efectiva superior a 1.2 m (Mejía y Palencia 2000).

3.2 Sistemas Agroforestales (SAFs)

3.2.1 Concepto.- La agroforestería es un sistema complejo de uso de la tierra antiguo y ampliamente practicado, en el que los árboles se combinan espacial y/o temporalmente con animales y/o cultivos agrícolas (Farrel y Altieri 1999). Para lograr los beneficios de la diversificación, se requiere que los cultivos asociados respondan diferencialmente a las condiciones que determinan la producción agrícola o económica (Somarriba 1994).

Según el (ICRAF 1982) “La agroforestería es un sistema sustentable de manejo de cultivos y tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo o arables y/o animales de manera simultánea o secuencial sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local”.

El objetivo de los SAF es optimizar los efectos benéficos de las interacciones del componente maderable con el componente animal o cultivo, según las condiciones económicas, ecológicas y sociales predominantes (Nair citado por Altieri 1982). Estos sistemas representan una alternativa para los productores porque reducen la dependencia de un solo cultivo, permiten desarrollar actividades productivas económica y ambientalmente más sostenibles y representan una práctica con gran potencial para la captura de Carbono (Fassbender 1993).

3.2.2 Características de los Sistemas Agroforestales.

Según Farrell y Altieri, la agroforestería incorpora cuatro características:

- **Estructura:** Combina árboles, cultivos y animales en forma conjunta.

- **Sustentabilidad:** Optimiza los beneficios de las interacciones y mantiene la productividad a largo plazo sin degradar la tierra.
- **Incremento en la productividad:** Al mejorar las relaciones complementarias entre los componentes del sistema, la producción será mayor en comparación a los sistemas tradicionales de uso de la tierra.
- **Adaptabilidad cultural/socioeconómica:** Se aplica a una amplia gama de predios y de condiciones socioeconómicas, aunque tiene mayor impacto en zonas donde los agricultores no pueden adaptar tecnologías muy costosas y modernas.

3.2.3 Clasificación de los Sistemas Agroforestales.

Los SAF se clasifican de varias maneras según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características sociales y económicas vigentes (Montagnini et al 1992).

Montagnini, presenta una clasificación descriptiva de acuerdo al tipo de componente incluido y la asociación existente entre ellos. Esta clasificación presenta tres tipos de SAF, los cuales se describen a continuación:

- ✓ **Sistemas agroforestales secuenciales.** En este tipo de SAF los componentes presentan una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos, es decir que los cultivos anuales y las plantaciones de árboles se suceden en el tiempo. En esta clasificación se incluyen los sistemas taungya y la agricultura migratoria.
- ✓ **Sistemas agroforestales simultáneos.** Consisten en la asociación simultánea y continúa de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple, y/o ganadería. Estos sistemas incluyen asociaciones de árboles con cultivos anuales o perennes, huertos caseros mixtos y sistemas agrosilvopastoriles.

✓ **Sistemas agroforestales de cercas vivas y cortinas rompe vientos.**

Son hileras de árboles que se utilizan para delimitar propiedades o servir de protección para otros componentes u otros sistemas y se los considera como sistemas complementarios de los sistemas nombrados anteriormente.

3.3 Sistemas agroforestales como sumideros de carbono

En principio, la capacidad de secuestrar carbono de cualquier ecosistema terrestre depende principalmente de dos componentes: el área total de esos ecosistemas y el número de árboles por unidad de área. Los SAF pueden contener sumideros considerablemente grandes de Carbono y en algunos casos se asemejan a los encontrados en bosques secundarios (Cuadro 1). Asimismo, la cantidad de Carbono acumulada en el suelo aumenta en los sistemas agroforestales (Somarriba y Beer 1986).

Cuadro 1. Resumen de las opciones para la captura de Carbono (C).

<i>Opción</i>	<i>Densidad de Carbono</i>	<i>Secuestro (Corto plazo)</i>	<i>Costo de C</i>
Reducir deforestación y protección de bosques	Alta	Bajo	Bajo
Reforestación	Moderada	Alto	Moderado
Silvicultura	Alta	Moderado	Bajo
Agroforestería	Baja	Moderado	Moderado
Plantaciones de Madera para Leña	Moderada	Alto	Alto
Productos Forestales	Baja	Bajo	Bajo

Fuente: KANINEN, 1997.

Dixon (1995), afirma que los sistemas agroforestales pueden ser manejados para estabilizar la emisión de gases en tres maneras: 1) por el secuestro de CO₂ en las plantas y captura de carbono y nitrógeno en la vegetación perenne y suelo a largo plazo, 2) por la producción de alimentos y fibra, lo cual ayuda a reducir la deforestación y degradación de las tierras y 3) por la producción sostenida de leña, lo cual puede contribuir en la reducción del uso de combustible fósil.

Brown *et.al.* 1996, sugieren que 245 millones de hectáreas (Mha) de 700Mha globales de tierra, podrían estar disponibles para conservación y secuestro de C en plantaciones y agroforestería. Sin embargo, la disponibilidad real de tierra para estos programas depende de factores económicos, sociales, culturales e institucionales, que influyen en el uso del suelo (Godoy 1998).

Estudios realizados por Dixon (1995), revelan que el almacenamiento de Carbono en SAF, incluyendo el Carbono del suelo, oscila entre 12 y 228 tnC ha⁻¹ y que el potencial para la acumulación de carbono a través de la biomasa es mayor en el trópico húmedo. Mientras tanto, Alegre quien evaluó las reservas de carbono en diferentes sistemas de uso de la tierra, encontró que los cultivos de árboles perennes basados en sistemas de multiestratos alcanzan el 20-46% del Carbono secuestrado en bosques primarios comparado con solo 10% de los sistemas de cultivos anuales o bi-anuales.

Otros autores (Somarriba y Beer 1999 y FAO 2006), demostraron que en plantaciones bajo cacao *Theobroma cacao* L. y bajo cacao - *Erythrina* sp, se puede fijar entre 10 y 22 tnC ha⁻¹ año⁻¹, a los 10 años de edad. Según Ávila (2002) la cantidad de Carbono secuestrado directamente por los árboles dentro de los diferentes SAF se encuentra entre los valores de 3 a 25 tnC ha⁻¹.

3.4 Protocolo de Kioto y mercado de carbono

El *Protocolo de Kioto* (PK) es el instrumento legal a través del cual se regulan límites y reducciones de emisiones de GEI mandatorias y vinculantes a los países industrializados con obligaciones ante la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (UNFCCC por sus siglas en inglés). Los países industrializados se comprometieron en Kioto a reducir sus emisiones de GEI en al menos un 5.2% con respecto al nivel de emisiones de 1990 y a evaluar resultados durante el período 2008-2012 (Ocic 1998).

En el PK también se establecieron los mecanismos que facilitarían el cumplimiento de las reducciones de emisiones de GEI en los países industrializados (partes del anexo I) de un modo costo-efectivo. Estos mecanismos son: 1) *Comercio de Emisiones* (CE), 2) *Implementación Conjunta* (IC) y 3) *Mecanismo de Desarrollo Limpio* (MDL) (Castro et al 2002).

3.4.1 Comercio de Emisiones (CE). Este mecanismo permite la transferencia de reducciones de Carbono “no usadas”, entre países industrializados que tengan sus derechos de emisión por debajo de los límites permitidos, con aquellos que han excedido sus niveles en un período de cumplimiento dado. Las unidades de venta se denominan *Assigned Amount Units* (AAU's por sus siglas en inglés) (Ipcc 1995).

3.4.2 Implementación Conjunta (IC). Como su nombre lo indica, este mecanismo permite la reducción de emisiones de Carbono de manera conjunta entre los países del anexo I. En este caso, se acreditan unidades de reducción de emisiones a favor del o los países que financian proyectos de mitigación de cambio climático. Las unidades de venta se denominan *Emission Reduction Units* (ERU's por sus siglas en inglés) (Eguren 2004).

Un país desarrollado que para el 2012 tenga emisiones que superen los límites previstos por el Protocolo, puede asociarse con otro país desarrollado que para ese período cuente con emisiones por debajo de los límites para él establecidos, siempre y cuando en conjunto, no superen los niveles sumados de ambos (PNUMA 1998).

3.4.3 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). El MDL es uno de tres mecanismos de mercado que permite que proyectos encaminados a fijar, reducir o evitar emisiones de gases de efecto invernadero en países en desarrollo, obtengan beneficios económicos adicionales a través de la venta de *Certificados de Emisiones Reducidas* (CER's). Este es el único de

los tres mecanismos al que pueden acceder estos países, entre ellos, los de América Latina (Ocic 1998).

Este Protocolo entró en vigencia en febrero de 2005, después de la ratificación de Rusia en septiembre de 2004, con un total de 127 países que suman el 61.6% de la emisión global (Gurus 2004). Con la aprobación del *PK*, en la tercera Conferencia de las Partes (COP-3) en 1997, se sentaron las bases para desarrollar el *Mercado del Carbono* a nivel internacional. Este mercado, es un conjunto de transacciones donde se intercambian cantidades de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (Ecos 2005).

Según Eguren (2004), América Latina se ha convertido en la región de países en desarrollo más activa en este mercado emergente, con alrededor de US\$210,6 millones de créditos de Carbono en negociación en el marco del MDL, basada en la convicción de que este mercado puede significar una herramienta útil para promover el desarrollo sostenible de la región.

Aunque el valor de estos certificados aún no es claro en este mercado, se pueden distinguir dos grandes escenarios en donde se están negociando. Uno, definido por las transacciones de Carbono que buscan cumplir con el marco establecido por el Protocolo de Kioto y otro, por las iniciativas paralelas de comercio de emisiones fuera del protocolo, como son las iniciativas voluntarias de restricción de emisiones y las decisiones federales y estatales de EE.UU. para mitigar GEI, país que no hace parte del Protocolo de Kioto.

3.5 Comportamiento de la biomasa en ecosistemas

La biomasa de una comunidad de plantas se define como su masa seca total, considerándose dentro de esta, a la biomasa aérea como el compartimiento más importante en proyectos de captura de Carbono, tanto en peso como en su tasa de cambio (Zapata et al 2003).

Su acumulación se produce cuando la cantidad de CO_2 fijado en el proceso de fotosíntesis, es exactamente igual a la cantidad de energía liberada durante la respiración (*punto de compensación de la luz*) y va hasta un límite en el cual un aumento en la intensidad de la luz, no ocasiona un aumento en la tasa fotosintética (*punto de saturación lumínica*). Ambos puntos dependen de la especie, el tipo de follaje del árbol, condiciones ambientales, nivel de nutrientes disponible y potencial hídrico (Vásquez 1987).

Los estudios sobre crecimiento de biomasa, tienen como fin entender los ciclos de energía y de los nutrientes. También se usan para estudiar el efecto de la vegetación en el ciclo global del CO_2 (Brown 1997).

3.5.1 Metodologías para estimar biomasa. Según Segura y Kanninen 2002, para estimar la biomasa sobre el suelo se pueden emplear dos métodos: 1) *los métodos directos* o destructivos, y 2) *los métodos indirectos*, que generalmente se aplican cuando los árboles son de grandes dimensiones (Parresol 1999). En los dos casos, los valores obtenidos se extrapolan a una hectárea.

Los métodos destructivos incluyen mediciones en campo, cosecha y toma de muestras de la totalidad de la vegetación, teniendo en cuenta algunos criterios de evaluación. Aunque este método es más costoso y requiere de mayor tiempo, arroja resultados de alta confiabilidad, en comparación con el segundo método (Segura y Kanninen 2002).

Entre los métodos indirectos para estimar biomasa, se encuentra el *uso de modelos de biomasa específicos para cada especie*, donde los valores de inventarios forestales como diámetro (DAP) y altura, se transforman a términos de biomasa con la ayuda de modelos generales (Macdiken 1997).

Andrade e Ibrahim, aconsejan emplear modelos específicos para cada especie y que hayan sido construidos bajo condiciones similares a las del

lugar donde se quieran aplicar, principalmente en términos de tamaño de árboles y densidad arbórea.

Dentro de los estudios de biomasa, la medición de raíces representa un trabajo más amplio y tedioso con niveles bajos de precisión (Macdiken 1997). Por esta razón, algunos autores recomiendan utilizar valores reportados en literatura para bosques tropicales, donde el porcentaje de biomasa radical puede encontrarse en un rango entre 11 y 54%, aportando en promedio 18% de la biomasa total (Sierra *et al* 2003).

3.5.2 Modelos de biomasa. Los modelos de biomasa son modelos matemáticos (o alométricos) donde se relaciona la masa seca de algún componente o del árbol completo, con variables del tamaño del árbol (diámetro, altura, área basal y volumen) (Zapata *et al* 2003). Según Zapata, Colorado y del Valle el procedimiento más recomendado para estimar la biomasa en bosques tropicales, consiste en relacionar estas variables en una regresión lineal bajo las escalas logarítmicas, lo cual simplifica los cálculos e incrementa la validación estadística al homogeneizar la varianza sobre el rango de los datos.

Ortiz 1993, recomienda construir gráficos de puntos entre la variable dependiente y cada una de las variables independientes, para probar cuales modelos o ecuaciones de regresión explican mejor esta relación. Después se debe aplicar un análisis de varianza y escoger el o los modelos de mejor ajuste con la ayuda de algunos estadígrafos. Según Mac Diken 1997, estos modelos pueden ser contruidos usando como mínimo una muestra representativa de 30 árboles.

Los estadígrafos más conocidos y ampliamente usados en el campo forestal son: el *Coeficiente de Determinación* (R^2), el *Coeficiente de determinación ajustado* (R^2 -ajust), el *Coeficiente de variación* (CV%), la raíz del cuadrado medio del error o *error estándar de estimación* (RMSE) y el *Índice de furtival*

(IF), donde los valores del R^2 y del R^2 -ajust deben ser altos, en tanto que los valores del CV% y del IF deben procurarse bajos (Segura y Venegas 1999).

3.6 Ciclo del carbono

El ciclo del Carbono comienza con la fijación del anhídrido carbónico (CO_2) atmosférico a través de los procesos de la fotosíntesis realizados por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, el CO_2 y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno a la atmósfera. Parte del carbohidrato se consume directamente para suministrar energía a la planta y el CO_2 así formado, se libera a través de sus hojas o de sus raíces. Otra parte es consumida por los animales que también respiran y liberan CO_2 . Las plantas y los animales mueren y son finalmente descompuestos por microorganismos del suelo lo que da como resultados que el Carbono de sus tejidos se oxide en CO_2 y regrese a la atmósfera (Ordoñez 1999).

3.6.1 El Carbono en ecosistemas forestales. El CO_2 atmosférico es incorporado a los procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis. Este CO_2 participa en la composición de todas las estructuras necesarias para que el árbol pueda desarrollarse (follaje, ramas, raíces y tronco). Según Snowdon *et al.* 2001, los agro ecosistemas acumulan Carbono en cuatro grandes componentes: biomasa aérea (o biomasa sobre el suelo), hojarasca, sistema radical y Carbono orgánico del suelo. La influencia de la vegetación herbácea en el almacenamiento y fijación de Carbono es muy baja, por lo que puede omitirse dentro de un estudio de Carbono (Macdiken 1997).

Durante el tiempo en que el CO_2 se encuentra constituyendo alguna estructura del árbol y hasta que es enviado nuevamente al suelo o a la atmósfera, se considera *almacenado*. En el momento de su liberación (ya

sea por la descomposición de la materia orgánica y/o por la quema de la biomasa) el CO_2 fluye para regresar al ciclo del Carbono (Pnuma 1998).

Entre los métodos empleados para determinar la cantidad de CO_2 presente en la biomasa total, se encuentra el *método del factor de conversión*. Este consiste en multiplicar los datos de biomasa por un factor de conversión o *fracción de carbono* que involucra la relación entre el peso de la molécula de CO_2 y el peso del átomo de Carbono (C). Este factor generalmente, asume un valor de 0.5g de C con respecto a un gramo de biomasa (Brown y Lugo 1992).

3.6.2 Carbono almacenado (Ca). Hace referencia a la cantidad de Carbono que se encuentra en un ecosistema vegetal, en un determinado momento. Tiene en cuenta criterios como tipo de bosque o vegetación, densidad de la madera, factores de ajuste que se basan en datos de biomasa calculada a partir de volúmenes por hectárea de inventarios forestales (Segura 1997). Generalmente, este tipo de carbono se paga por conservación de bosques y no puede ser liberado a la atmósfera si se accede a un pago por servicios ambientales (Ramírez y Gómez 1999). El Carbono almacenado se expresa en tnC ha^{-1} .

3.6.3 Carbono fijado (Cf). Se refiere al flujo de Carbono dentro de una unidad de área cubierta con vegetación en un lapso de tiempo dado. Su cuantificación permite predecir el comportamiento del C en cualquier momento durante el crecimiento de la población (Segura 1997).

Este tipo de Carbono depende de las características de la especie, la tasa de crecimiento y la longevidad, así como también de las condiciones del sitio, como localización, clima y rotación. Se expresa en $\text{tnC ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Gutiérrez y Lopera 2005).

3.7 Los bosques, sistemas agroforestales y las reservas de Carbono.

Los Bosques naturales son los principales secuestradores de dióxido de carbono, pero existen otras alternativas de uso de la tierra como los sistemas agroforestales o la reforestación planificada, pasturas bien manejadas con sistemas silvopastoriles, que pueden secuestrar en promedio 95 toneladas de carbono por hectárea en 15 años, además de proporcionar bienes y servicios que pueden potencialmente evitar que se deforesten de 5 a 20 hectáreas manejadas con sistemas tradicionales". (Arévalo et al, 2003).

La cantidad de carbono almacenado se relaciona con la capacidad del bosque de mantener cierta cantidad de biomasa por hectárea, la cual está en función a su heterogeneidad, condiciones de clima y suelo. Se asume que el 45% de la biomasa vegetal seca es carbono. Existe en los bosques una acumulación de carbono que no es liberado a la atmósfera. En ecosistemas de bosques tropicales la biomasa seca puede variar de 150 y 382 tn/ha, por lo tanto el carbono almacenado varía entre 67,5 a 171 tn/ha. (Alegre et al. 2001).

Según el ICRAF (International Council for Research in Agroforestry) "La agroforestería es un sistema sustentable de manejo de cultivos y tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo o arables y/o animales de manera simultánea o secuencial sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local". Citado por: Altieri, M., 1999.

La foresta y los barbechos antiguos tuvieron los contenidos más altos de C en ambos sitios. El barbecho natural comparado con los barbechos de ciclo corto aumentó ligeramente el contenido de C con el tiempo. El nivel de C de la biomasa en todos los sistemas manejados es más bajo que el de los bosques naturales. Sin embargo entre los sistemas manejados el contenido de C en

los sistemas pererines con árboles fue más alto y fluctuó desde 63 tn/ha para la plantación de amburana hasta 99 tn / ha para la plantación de marupa. Los huertos. Familiares tuvieron 85 tn / ha vs. 53 tn / ha plantaciones de cacao (Pucallpa). En el sistema agroforestal de Yurimaguas estos valores fueron bajos para los barbechos cortos y aumentan ligeramente cuando se combinan con especies arbóreas de rápido crecimiento como Inga con las coberturas con centrosema que almacenaron 33 tn / ha en 3 años y solo 9 tn / ha con un bosque secundario natural de la misma edad. (Alegre et al. 2001).

Estos resultados resaltan que los cultivos de árboles perennes basados en sistemas de multiestratos como el cacao o huertos semilleros o plantaciones a campo abierto alcanzan del 17 al 27% del C secuestrado del bosque primario de 200 años comparado con solo 1% con los sistemas de coberturas o pastos. Los cultivos perennes y los sistemas de multiestratos como cacao o huertos son más económicos y atractivos para los agricultores que los cultivos anuales tal vez aun pastos. Los flujos de C variaron entre 1 hasta 11 tn / ha siendo las plantaciones perennes así como los barbechos cortos con inga los que presentaron los mayores flujos. (Alegre et al, 2003).

Lapeyre (2004), determinó las reservas en sistemas de bosque primario, secundario de diferentes edades, sistemas agrícolas típicos de la zona: Maíz (*Zea maíz*), arroz (*Oriza Sativa*) y pastos (*Brachiarias*) y en sistemas agroforestales (café (*Coffea arbica*) bajo sombra y cacao (*Theobroma cacao L.*), en cada uno de éstos sistemas se establecieron al azar cinco transectos donde se evaluó la biomasa arbórea; dentro de éstos transectos se establecieron cuadrantes también al azar para cuantificar la biomasa herbácea y la biomasa de hojarasca. El carbono total en el bosque primario fue de 485 tn C/ha, habiéndose reducido las reservas en más de 50% con el bosque secundario de 50 años (234 tn C /ha).

El bosque descremado de 20 años perdió más del 80% de reservas (62 tn C/ha). Se observó que los sistemas boscosos alterados, difícilmente

recuperan sus reservas de carbono y mucho más si son frecuentemente perturbados, como se observó en el bosque secundario de 20 años. El nivel de reservas de carbono en la biomasa de hojarasca de los sistemas boscosos, no es significativo al compararlo con el total de las reservas de carbono de la biomasa aérea; sin embargo si es significativo para sistemas agroforestales. Así mismo se constata que la dispersión en los datos de sistemas boscosos no perturbados es mucho mayor que aquellos perturbados y más que sistemas agroforestales y agrícolas. Los sistemas agroforestales presentaron 19 y 47 tn C/ha, dependiendo de la cantidad de especies forestales, tipo de cultivo, edad y tipo de suelo; sistemas que si bien no llegan a tener las reservas de carbono de los sistemas boscosos naturales, ayudan a recuperar el potencial de captura en forma productiva, ya que los sistemas agrícolas puros no llegan a capturar ni 5 tn C/ha, además los sistemas agrícolas pueden generar fugas de gases efecto invernadero (GEI) cuando se usan agroquímicos y quema de rastrojos, entre otros.

Tuesta (2011), en un estudio realizado en el ámbito de la laguna de Imiría determinó, cuantificó la biomasa y el carbono almacenado en 5 tipos de vegetación, herbáceo, arbóreo, arboles parados muertos, árboles caídos muertos y hojarasca; seleccionó 4 tipos de bosques secundarios de diferentes edades y los resultados obtenidos de biomasa para dos años de edad fue de 11,28 t.ha⁻¹ ; para 4 años, 11,07 t.ha⁻¹ ; para 6 años, 11,27 t.ha⁻¹ y para 8 años, 25,04 t.ha⁻¹ ; no encontrando diferencia significativa de carbono almacenado entre edades evaluadas, pero sí entre tipos de vegetación. El incremento promedio anual de biomasa fue de 5,19 t.ha⁻¹ y la tasa de secuestro de carbono de 2,34 t.ha⁻¹ año⁻¹.

IV.- MATERIALES Y METODOS

4.1. Características generales de la zona de estudio

4.1.1. Lugar de ejecución del estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en las localidades de Neshuya y San Alejandro a 60 y 110 km de la ciudad de Pucallpa respectivamente, ubicados en el Distrito de Irazola, Provincia de Padre Abad; en la Región de Ucayali.

Las características topográficas que presenta son de terrazas planas, medianas y altas con un clima tropical y abundante vegetación. En el margen de la carretera Federico Basadre y cuenca del río San Alejandro se encuentran las mayores plantaciones de cultivo de cacao y la mayoría de los pobladores del lugar tienen de 2 a 5 hectáreas aproximadamente, con una producción de 800 kg/ha, el cual es un cultivo de alta rentabilidad y calidad para el mercado nacional e internacional.

4.1.2. Clima y ecología

El clima es tropical con temperaturas medias anuales que oscilan alrededor de los 24 °C, llegando hasta los 33 °C en los meses de verano y 20 °C aproximadamente en los meses de invierno (UFSC, 2002).

4.1.3. Morfología

La zona de estudio presenta suelos planos ondulados, con colinas bajas y pequeños valles o llanuras en su interior, aptos para el desarrollo forestal y agropecuario. De acuerdo a la clasificación de capacidad de Uso Mayor de los Suelos, la mayor extensión son aptos para producción de pastos y protección forestal (FLOAGRI, 2006).

4.2. Materiales y equipos

Para la ejecución del trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos.

4.2.1. Material cartográfico

- Mapas temáticos(googlemap.)
- Imagen satelital (engesat 2008)

4.2.2. Material de campo

- Balanza analítica
- Bolsas de papel
- Bolsas plásticas,
- Cinta diamétrica
- Costales de polietileno de 50 kg
- Cuadrante de polietileno de 1 m x 1m
- Libreta de campo,
- Machetes
- Plumón indeleble
- Rafia
- Tijera de podar
- Wincha de 50 m.
- Guantes
- Cinta de agua

4.2.3. Equipo de campo.

- GPS (Sistema de Posición Geográfica)
- Cámara fotográfica digital
- Brújula

4.2.4. Equipos de gabinete y de cómputo.

- Balanza analítica
- Estufa

- computadora
- Impresora

4.3 Metodología

Para la presente investigación se aplicó la metodología de Rügnitz *et. al.* 2009 (ICRAF/ IA).

4.3.1 Determinación del área y cobertura del estudio

Para determinar el área de estudio se identificó primero las plantaciones de cacao que estén asociadas con especies forestales maderables y no maderables, ya que es de gran interés para la obtención de créditos de carbono futuros. Para la elección del área se contó con mapas para facilitar la decisión de elección del área a evaluar, el mapeo se realizó directamente en las zonas de estudio.

Se determinó el perímetro de cada área a evaluar, para ello se utilizó medios de georeferenciación como GPS y sistemas cartográficos, además se consideró que la parcela a evaluar con su respectiva repetición tenga un área mayor de 4 hectáreas.

4.3.2 Tamaño y tipo de las parcelas

Las parcelas de estudio para el muestreo son tipo permanente, se considera que el uso de muestreo permanente es estadísticamente más eficiente. El tamaño de parcela debe representar un equilibrio entre la exactitud, la precesión y el tiempo; para el caso de mediciones del componente arbóreo el tamaño de la parcela estará relacionado con la cantidad de árboles, diámetro a la altura del pecho.

El área de las parcelas fueron 10 m x 20 m, en esta área se tomaron mediciones de todos los árboles mayores de 10 cm de diámetro, y en las sub parcelas establecidas es de 10 m x 10 m se midieron todos los árboles mayores de 5 a 9.9 cm de diámetro, finalmente en las micro parcelas de 5 m

x 5 m se tomaron datos de todos los árboles que sus diámetros estén entre 1.5 a 4.9 cm.

Las parcelas estudiadas tuvieron más de 1 hectárea de plantación de cacao y por lo general se evaluó a 50 metros alejado de cualquier borde de ríos o caminos (trochas), para obtener de esta manera resultados óptimos en la investigación.

En cada uno de los sistemas de uso de la tierra evaluados se ha determinado transeptos en forma aleatoria y en direcciones diferentes, tratando de tener una mayor dispersión y variación. Se ha tomado muestras de los diferentes tipos de biomasa aérea para la estimación de la cantidad total de carbono en cada sustrato considerando.

4.3.3 Depósitos de carbono a evaluar

Se determinó evaluar y recolectar muestras de depósitos de carbono en todas las parcelas seleccionadas como son la biomasa viva.

4.3.2.1 Biomasa arbórea

El método que usó fue indirecto, esto consiste en utilizar las mediciones básicas a la altura del pecho con una cinta métrica o forcípula de todas las diferentes especies que conforma el sistema agroforestal.

4.3.2.2 Biomasa de vegetación no arbórea

Para muestreos arbustivos se hizo en parcelas temporales aleatorias establecidas por medio de un cuadrante de 1m x 1m; el proceso consistió en tirar en forma aleatoria el marco dentro de la parcela, luego se cortó al ras del suelo todo el material localizado dentro del cuadrante para posteriormente ser pesada en una balanza; de cada muestra fresca se obtuvo una sub muestra que oscila entre de 180 a 280 gramos, dependiendo de la cantidad de biomasa que se encontró.

Toda esta colecta de biomasa fue colocada en una bolsa de papel debidamente identificado y codificado, luego se envió al laboratorio para el secado respectivo en estufa en donde se determinó el peso contante de cada muestra.

4.3.2.3 Materia orgánica y detritos

La materia orgánica seca y detritos se recolectó del cuadrante de 1 m², se aplicó el mismo procedimiento de recolección y pesado; es decir, se pesó todo el material encontrado en el cuadrante y se obtuvo una sub muestra del total, estas sub muestras fueron debidamente guardados y codificados en bolsas de papel, para luego ser secados en estufa.

4.3.4 Medición del diámetro de los árboles

Los diámetros de los arboles fueron medidos incluyendo la corteza, para los árboles forestales la medición se hizo a la altura del pecho (1.3 m), para plantas de cacao se consideró la medición en el punto medio entre la base e inicio de sus ramificaciones. Las mediciones se realizaron con cinta diamétrica y con instrumento forcípula. En este caso no se sacaron mediciones de altura de los árboles ya que existe información y ecuaciones alométricas en sistemas agroforestales de cacao (ICRAF).

4.3.5 Colecta y almacenamiento de las muestras

Las muestras fueron colectadas en bolsas de papel debidamente codificadas, luego se embaló en costales de polietileno, la manipulación se realizó con mucho cuidado para evitar que las bolsas se dañen y no perder la información recolectada.

4.3.6 Cálculo de stock de carbono

Para el cálculo del stock de carbono en el sistema agroforestal de cacao se siguió la metodología de ICRAF. Para calcular el carbono total del área definida por la investigación se sumó el carbono calculado

parcialmente para cada uno de los estratos y categorías de uso de la tierra.

$$\Delta C_{\text{proyecto}} = \Delta C_{\text{estratos}}$$

$\Delta C_{\text{proyecto}}$ = Cantidad de carbono del área proyecto definido (tC)

$\Delta C_{\text{estratos}}$ = Sumatoria de la cantidad de carbono de todos los estratos de todas las categorías de uso de la tierra medidas (tC)

Para el cálculo de carbono de un estrato de una determinada categoría de uso de la tierra (sistema agroforestal), simplemente se sumó todos los depósitos medidos.

$$\Delta C_{\text{estrato}} = (\Delta C_{\text{BSA}} + \Delta C_{\text{BS}} + \Delta C_{\text{MM}} + \Delta C_{\text{HD}} + \Delta C_{\text{SO}}) * \text{área del estrato}$$

$\Delta C_{\text{estrato}}$ = Cantidad de carbono de un determinado estrato de una categoría de uso de la tierra (tC)

Área del estrato: en hectáreas (ha)

Donde los subíndices se refieren a los siguientes depósitos de carbono:

BSA= biomasa sobre el suelo (t C/ha)

BS = biomasa subterránea (t C/ha)¹

MM = madera muerta (t C/ha)

HD= hojarasca y detritos (t C/ha)

SO= suelos (t C/ha)²

¹La biomasa subterránea no fue evaluada.

²En el caso de este estudio solo se consideró depósitos de biomasa sobre el suelo (Arbórea con diámetros mayores de 10 cm, herbácea arbustiva hasta 1.5cm, arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm,), madera muerta (tocones, troncos caídos, árboles muertos en pie); hojarasca y detritos.

4.3.7 Fórmulas utilizadas para obtener la cantidad de carbono por hectárea en los diferentes depósitos

Las fórmulas utilizadas y aplicadas para el cálculo de carbono total por hectárea en este estudio fueron establecidas por ICRAF.

4.3.7.1 Fórmulas para cálculo de hojarasca y herbácea arbustiva (1.5 cm).

Para el cálculo del peso seco de la biomasa de cada sub parcela (1 x1 m) se utilizó la siguiente fórmula :

$$\text{PSB} = \text{BH} * \text{PSm} / \text{PHm}$$

En donde:

PSB = Peso seco biomasa (Kg)

BH = Biomasa húmeda (Kg)

PSm = Peso seco de la muestra (Kg)

PHm = Peso húmedo de la muestra (Kg)

Seguidamente se calculó el total de la biomasa de las cuatro sub parcelas, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{TB} = \sum \text{PSB} \text{ (4 sub parcelas)}$$

En donde:

TB = Total biomasa de las cuatro sub parcelas (Kg)

Luego se realizó el cálculo de la biomasa seca utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{BS} = [(10000/4) \text{ TB}/1000]^*$$

En donde:

BS = Biomasa seca (Tn/ha)

* 4, viene a ser la sumatoria de las áreas de las cuatro parcelas.

Finalmente para la obtención del carbono total se utilizó la siguiente fórmula:

$$CT = BS \cdot 0.5$$

Donde:

CT = Carbono total (Tn/ha)

4.3.7.2 Fórmulas para cálculo de área de la parcela.

Para determinar el área de la parcela con una pendiente se aplicó la siguiente fórmula:

$$A = [L^2 - (L / \cos(\text{radianes}[(Pe^2/100)])) \cdot An]$$

En donde:

A = Área de la parcela (m²)

L = Largo de la parcela (m)

An = Ancho de la parcela (m)

Pe = Pendiente de la parcela (%)

4.3.7.3 Fórmulas para cálculo de arbórea con diámetros mayores de 10 cm; diámetros entre 5 a 9.9 cm y diámetros entre 1.5 a 4.9 cm.

Para la obtener el diámetro promedio de los fustes de los árboles medidos en el estudio se utilizó la siguiente fórmula:

$$D = d_1 + d_2 / 2$$

En donde:

D = Diámetro promedio (cm)

d₁ = Diámetro mayor (cm)

d₂ = Diámetro menor (cm)

Luego para el cálculo de la biomasa se aplicó la siguiente fórmula:

$$B = \exp [- 2.289 + 2.649 * \ln (D) - 0.021 * ((\ln (0.6))^2)]$$

En donde:

B = Biomasa (Kg)

Exp = Exponencial

Ln = Logaritmo natural

Luego para obtención de biomasa total se utilizó la fórmula siguiente:

$$BT = (\sum B_n \text{ datos} / 1000) * (10000 / A)$$

Donde:

BT = Biomasa total (Tn/ha)

A = Área de la parcela (m²)

Finalmente para obtención del carbono total se usó la siguiente fórmula:

$$CT = BT * 0.5$$

Donde:

CT = Carbono total (Tn/ha)

4.3.7.4 Fórmulas para cálculo de troncos caídos.

Los troncos caídos encontrados en las parcelas fueron evaluadas y medidas, se clasificó en tres categorías (sólido, intermedio y podrido), para cada uno de ellos se aplicó la misma fórmula independientemente; por lo tanto la fórmula que se aplicó es la siguiente:

$$\left. \begin{array}{l} T_s = d_s^2 \\ T_i = d_i^2 \\ T_p = d_p^2 \end{array} \right\} T_c$$

En donde:

T_s = Tronco sólido (cm)
 T_i = Tronco intermedio (cm)
 T_p = Tronco Podrido (cm)
 d_s = diámetro del tronco sólido (cm)
 d_i = diámetro del tronco intermedio (cm)
 d_p = diámetro del tronco podrido (cm)
 T_c = Troncos caídos (cm²)

Luego se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo del volumen de troncos caídos.

$$V = \pi^2 * [T_c/8*dt]$$

En donde:

Dt = Distancia de transepto (m)

Seguidamente se calculó la biomasa de troncos caídos, siendo la fórmula:

$$\mathbf{BTc = Vs*0.5 + Vi*0.3 + Vp*0.15}$$

Donde:

BTc = Biomasa de troncos caídos (Tn MS/ha)

Vs = Volumen de categoría tronco sólido (cm³)

Vi = volumen de categoría tronco intermedio (cm³)

Vp = Volumen de categoría tronco podrido (cm³)

Finalmente para obtener el carbono total se aplicó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CTTc = BTc*0.5}$$

Donde:

CTTc = Carbono total de troncos caídos (Tn/ha).

V.- RESULTADOS

5.1 Descripción de los sistemas de uso de suelo evaluados

5.1.1. Sistema agroforestal

Sistema generalmente conformado por árboles dispersos, instalados o manejados por regeneración natural, los agricultores aprovechan las especies forestales tanto para sombra, leña, madera, medicina, entre otros. Para el presente trabajo se evaluó sistemas agroforestales (SAF) constituidos por la asociación de *Theobroma cacao*. Con especies forestales principalmente *Inga edulis*, *Guazuma crinita*, *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*. El componente agrícola en el sector presentó distanciamiento de 6 m x 6 m; además, el manejo y mantenimiento de este sistema, se realiza con tecnología intermedia, utilizando fertilizantes como abono orgánico y el control de maleza se realiza mediante deshierbo manual con machetes y palas (dos veces por año). El terreno donde se ubican estos SAF no son inundables y poseen una topografía casi plana.

Cuadro N° 2. Datos generales de los propietarios de las parcelas de la zona de estudio

N°	CASERIO	PROPIETARIO	CÓD. PARCELA
1	Nolbert	Hernán Castillo Córdova	NOECSAF
2	Sauce	Helmer Satalaya Ismiño	SAESSAF
3	Libertad Pasa Raya	Zuly Paredes del Águila	LIZPSAF
4	Mar del Plata	Ernesto Vásquez Burga	MPEVSAF
5	Víctor Raúl	Reyna Isabel Tamaska Arévalo	VRRISAF
6	Virgen del Carmen	Gilberto Cabanillas Villanueva	VCGCSAF
7	Unión Centro Raya	Abel Asencio Espinoza	UCAASAF
8	Miguel Grau	Margarita Malevi Calixto	MGMMSAF
9	Nuevo San Juan	Antonio Maca Santos	NSAMSAF
10	Nuevo Palestina	James Ordoñez Ramírez	NPJOSAF

5.2 Descripción de carbono obtenido en los sectores evaluados.

5.2.1 Sistema agroforestal Nolbert

El sistema agroforestal de Nolbert fue establecido hace 8 años conformado principalmente por *Theobroma cacao* con algunas asociaciones como guaba, plantas herbáceas (cortadera, borrieria, pegapega, sachá zapotillo, gramínea), especies maderables como Shihuahuaco (*Dipterex micrantha*) e Ishpingo (*Amburana cearensis*); el terreno presentó una pendiente promedio en ambos casos de 45% con una superficie de 6 has.

Luego de realizado los cálculos y análisis de datos obtenidos en campo para cuantificación de carbono, se obtuvo en la primera parcela para hojarasca 0.79 tn/ha C; para herbácea arbustiva hasta 1.5 cm de diámetro, 0.58 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores a 10 cm, 26.52 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 11.18 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 1.35 tn/ha C; troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 19.95 tn/ha C.

En la segunda parcela o repetición, se obtuvo en hojarasca 4.23 tn/ha de C, herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 1.92 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores a 10 cm, 46.55 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 5.66 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 3.91 tn/ha y finalmente troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones 5.24 tn/ha de C.

En el cuadro N° 3 se muestra el total de carbono obtenido en las dos parcelas correspondientes, en donde los árboles con diámetros mayores a 10 cm obtuvo el más alto índice de carbono 73.06 tn/ha de C.

Cuadro N° 3. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos.

DEPOSITOS	Carbono (t/ha)
Hojarasca	5.02
Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm	2.50
Arbórea con diámetros mayores de 10 cm	73.06
Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm	16.84
Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm	5.26
Troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones	25.19

5.2.2 Sistema agroforestal Sauce

En este sector se ha realizado 1 evaluación con su respectiva repetición, se determinó que la plantación de cacao tuvo una edad de 5 años, estuvo asociado con guaba, plátano, limón dulce, y con especies reforestadas como tornillo, Ishpingo y capirona. El terreno presentó una pendiente de 25%, como plan de manejo de la plantación se aplicaron herbicidas en distintas concentraciones para el control de las malezas.

Se determinó en la primera parcela un total de carbono para hojarasca de 7.07 tn/ha; para herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 2.37 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 26.63 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 11.94 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 3.67 tn/ha C y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones 11.56 tn/ha C; en la segunda parcela evaluada se obtuvo 9.40 tn/ha C para hojarascas, herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 3.28 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 25.69 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 5.47 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 1.55 tn/ha C, y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 7.39 tn/ha de C.

En el cuadro N° 4 se observa que el depósito de hojarasca logró alcanzar 16.47 tn/ha C, arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 52.33 tn/ha C y arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 17.42 tn/ha C, siendo estos los valores más representativos.

Cuadro N° 4. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos

DEPOSITOS	Carbono (t/ha)
Hojarasca	16.47
Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm	5.65
Arbórea con diámetros mayores de 10 cm	52.33
Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm	17.42
Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm	5.22
Troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones	18.95

5.2.3 Sistema agroforestal Libertad de Pasa Raya.

En la primera parcela se encontró plantaciones de cacao de 3 años sembradas en un área de 2.5 hectáreas y asociado con bolaina blanca y guaba. Se determinó 2.72 tn/ha de C en lo que respecta a hojarasca; para herbácea arbustiva hasta 1.5 cm se obtuvo 1.45 tn/ha C; para arbórea con diámetro mayores de 10 cm, 32.41 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 6.55 tn/ha C; arbórea con diámetro entre 1.5 a 4.9 cm, 1.67 tn/ha C, y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 2.00 tn/ha de C.

En la segunda parcela evaluada se determinó que la hojarasca adquirió 3.24 tn/ha de C; con herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 2.25 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 25.92 tn/ha C; arbórea con diámetro entre 5 a 9.9 cm, 12.65 tn/ha C; arbórea con diámetro entre 1.5 a 4.9 cm, 2.23 tn/ha C, y en troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 20.54 tn/ha de C.

En el cuadro N° 7 se resume el total de carbono obtenido para las dos parcelas obteniéndose para hojarasca 5.96 tn/ha C, y para los arboles con diámetros mayores de 10 cm se obtuvo 58.33 tn/ha de C.

Cuadro N° 5. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos

DEPÓSITOS	Carbono (t/ha)
Hojarasca	5.96
Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm	3.70
Arbórea con diámetros mayores de 10 cm	58.33
Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm	19.20
Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm	3.90
Troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones	22.55

5.2.4 Sistema agroforestal Mar del Plata.

En este sistema el terreno es totalmente plano; la plantación de cacao tiene un área de 6 has y con una edad de plantación de 8 a 10 años, estuvo asociada con bolaina blanca (50% de la plantación), capirona, guaba, pijuayo. Se identificó diversidad de especies arbustivas como atadijo, cortadera, chanca piedra, carricillo, ocuera, entre otros.

En la primera parcela la hojarasca acumuló 6.31 tn/ha C; para herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 1.95 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 35.51 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 6.04 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 1.51 tn/ha C, y para los tocones, troncos caídos y árboles muertos en pie, 5.00 tn/ha de C.

En la segunda parcela la hojarasca alcanzó 3.24 tn/ha C; las herbáceas arbustivas hasta 1.5 cm, 0.82 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 38.15 tn/ha C; las arbóreas con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 4.94 tn/ha C; las arbóreas con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 2.26 tn/ha C, y para los troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 2.56 tn/ha de C.

En el cuadro N° 6, los índices más elevados de carbono total obtenido de las dos parcelas fue para los arboles con diámetros mayores de 10 cm, 73.66 tn/ha de C y para arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, con 10.98 tn/ha C.

Cuadro N° 6. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos

DEPOSITOS	Carbono (t/ha)
Hojarasca	9.54
Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm	2.77
Arbórea con diámetros mayores de 10 cm	73.66
Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm	10.98
Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm	3.77
Troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones	7.56

5.2.5 Sistema agroforestal Víctor Raúl.

La plantación de cacao estuvo asociada con especies como guabas, cedro, caoba, yarina, shapaja y capirona, la edad de la plantación fue de 4 años aproximadamente; el terreno tiene una pendiente de 2%. Entre las especies arbustivas encontradas se identificó torourco, cordoncillo, cortadera, yanavarilla y kutzu.

En la primera parcela se logro obtener 3.81 tn/ha de C en hojarasca, en herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 0.85 tn/ha C; arbórea con diámetro mayores de 10 cm, 113.42 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 10.43 tn/ha C; arbórea con diámetro entre 1.5 a 4.9 cm, 1.45 tn/ha C, y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 22.57 tn/ha C.

En la segunda parcela la hojarasca obtuvo 4.77 tn/ha C; herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 1.49 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 30.77 tn/ha C; arbórea con diámetro entre 5 a 9.9 cm, 2.51 tn/ha C; arbórea con diámetro entre 1.5 a 4.9 cm, 0.42 tn/ha C, y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 6.65 tn/ha.

En el cuadro N° 7 se observa el total de carbono obtenido en las dos parcelas, hojarasca obtuvo 8.57 tn/ha C y en arbórea con diámetro mayor de 10 cm, 144.18 tn/ha C.

Cuadro N° 7. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos

DEPÓSITOS	Carbono (t/ha)
Hojarasca	8.57
Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm	2.34
Arbórea con diámetros mayores de 10 cm	144.18
Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm	12.94
Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm	1.87
Troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones	29.22

5.2.6 Sistema agroforestal Virgen del Carmen

En este sector se tuvo una plantación de cacao de 7 años de edad y con un área de 5 hectáreas, de las cuales 2 estuvieron en producción y las 3 restantes en crecimiento, este sistema estuvo asociado con guaba y capirona, la pendiente del terreno fue de 2%.

En la primera parcela la hojarasca acumuló 5.79 tn/ha de C; herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 9.97 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 61.44 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 8.02 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 2.56 tn/ha C, y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 2.63 tn/ha C.

En la segunda parcela la hojarasca obtuvo 8.50 tn/ha C; herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 7.63 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 41.64 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 4.54 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 1.25 tn/ha C, y para tocones, árboles muertos en pie y troncos caídos, 23.93 tn/ha C.

En el cuadro N° 8 se tiene el total de carbono acumulado en ambas parcelas, obteniendo para arbórea con diámetros mayores de 10 cm, el valor más alto 103.09 Tn/ha C, seguido de troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones 26.56 tn/ha C.

Cuadro N° 8. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos

DEPÓSITOS	Carbono (t/ha)
Hojarasca	14.30
Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm	17.60
Arbórea con diámetros mayores de 10 cm	103.09
Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm	12.56
Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm	3.81
Troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones	26.56

5.2.7 Sistema agroforestal Unión Centro Raya

En este sistema se encontró plantaciones de cacao de 10 y 8 años de edad, estas plantaciones estuvieron asociadas con especies forestales como sangre de grado, capirona y bolaina; el terreno presentó una pendiente de 2%.

Se encontraron especies arbustivas como la conmelina, cortadera, arrocillo, ocuera y guaba.

En la primera parcela la hojarasca obtuvo 2.91 tn/ha de C; herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 13.22 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 94.23 tn/ha C; arbóreas con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 5.19 tn/ha C; arbórea con diámetro entre 1.5 a 4.9 cm, 1.87 tn/ha C, y para los troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 0.96 tn/ha C.

En la segunda parcela la hojarasca acumuló 2.94 tn/ha de C; herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 10.23 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 61.70 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 2.61 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 0.90 tn/ha de C y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 0.41 tn/ha de C.

En el cuadro N° 9 se observa que la biomasa arbórea con diámetros mayores de 10 cm alcanzó 155.93 tn/ha C, fue el valor más elevado que se registró en este sistema.

Cuadro N° 9. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos

DEPÓSITOS	Carbono (t/ha)
Hojarasca	5.85
Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm	23.45
Arbórea con diámetros mayores de 10 cm	155.93
Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm	7.80
Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm	2.77
Troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones	1.37

5.2.8 Sistema agroforestal Miguel Grau

En este sector la plantación de cacao tuvo una edad de 8 años, distribuido en un área de 8 Has, estuvo asociado con diferentes especies tales como guaba, plátano, bolaina de 6 años de edad aproximadamente. El terreno presentó una pendiente de 5%.

En la primera parcela la hojarasca obtuvo 3.58 tn/ha de C; herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 1.55 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 21.73 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 7.89 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 3.10 tn/ha C, y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 3.41 tn/ha C.

Para la segunda parcela la hojarasca obtuvo 3.48 tn/ha de C; herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 1.69 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 12.60 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 7.46 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 2.33 tn/ha C, y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 11.74 tn/ha C.

En el cuadro N° 10, se visualiza que el valor más alto obtenido de carbono fue de la biomasa arbórea con diámetros mayores de 10 cm, alcanzando 34.33 tn/ha C.

Cuadro N° 10. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos

DEPÓSITOS	Carbono (t/ha)
Hojarasca	7.06
Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm	3.25
Arbórea con diámetros mayores de 10 cm	34.33
Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm	15.36
Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm	5.43
Troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones	15.15

5.2.9 Sistema agroforestal Nuevo San Juan

En este sector la plantación de cacao tuvo una edad de 10 años, distribuido en un área de 12 has, estuvo asociado con diferentes especies forestales como el cedro, capirona y bolaina de 10 años de edad aproximadamente. El terreno fue completamente plana.

En la primera parcela la hojarasca obtuvo 2.80 tn/ha de C; herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 2.08 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 28.85 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 5.88 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 3.35 tn/ha C, y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 1.29 tn/ha C.

Para la segunda parcela la hojarasca obtuvo 1.78 tn/ha de C; herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 1.34 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 19.26 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 4.41 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 0.40 tn/ha C, y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 1.88 tn/ha C.

En el cuadro N° 11, se visualiza que el valor más alto obtenido de carbono fue de la biomasa arbórea con diámetros mayores de 10 cm, alcanzando 48.11 tn/ha C.

Cuadro N° 11. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos

DEPÓSITOS	Carbono (t/ha)
Hojarasca	4.58
Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm	3.42
Arbórea con diámetros mayores de 10 cm	48.11
Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm	10.29
Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm	3.75
Troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones	3.18

5.2.10 Sistema agroforestal Nuevo Palestina

En este sector la plantación de cacao tuvo una edad de 10 años, distribuido en un área de 10 has, estuvo asociado con diferentes especies forestales como el cedro, bolaina, ubos; árboles frutales como naranja y caimito.

La topografía del terreno presentó superficie completamente plana. En la primera parcela la hojarasca obtuvo 3.57 tn/ha de C; herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 4.48 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 70.77 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 4.61 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 0.42 tn/ha C, y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 0.77 tn/ha C.

Para la segunda parcela la hojarasca obtuvo 5.86 tn/ha de C; herbácea arbustiva hasta 1.5 cm, 2.10 tn/ha C; arbórea con diámetros mayores de 10 cm, 91.35 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm, 5.03 tn/ha C; arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm, 1.02 tn/ha C, y para troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones, 17.23 tn/ha C.

En el cuadro N° 12, se visualiza que el valor más alto obtenido de carbono fue de la biomasa arbórea con diámetros mayores de 10 cm, alcanzando 162.11 tn/ha C; seguido de Hojarasca con 9.43 tn/ha de C.

Cuadro N° 12. Almacenamiento de carbono obtenido por depósitos

DEPÓSITOS	Carbono (t/ha)
Hojarasca	9.43
Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm	6.58
Arbórea con diámetros mayores de 10 cm	162.11
Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm	9.64
Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm	1.44
Troncos caídos, árboles muertos en pie y tocones	18.00

5.3 Total de carbono almacenado en sistema agroforestal de cacao

En el gráfico N° 1, se observa el total de carbono acumulado en los diferentes sectores o caseríos, en donde el caserío N° 10 obtuvo un total de 207.20 tn/ha de C, seguido del caserío Víctor Raúl con 199.14 tn/ha de C; y en el tercer caserío alcanzó 197.18 tn/ha de C, siendo estos tres lo que obtuvieron los valores más altos; consecuentemente los demás caseríos alcanzaron valores mucho menores, esto variabilidad se debió principalmente a factores influyentes como la edad de las plantaciones, tipos de suelos, manejo de la plantación, clima, etc. El promedio obtenido de todos los sectores es de 140.11 tn/ha de C.

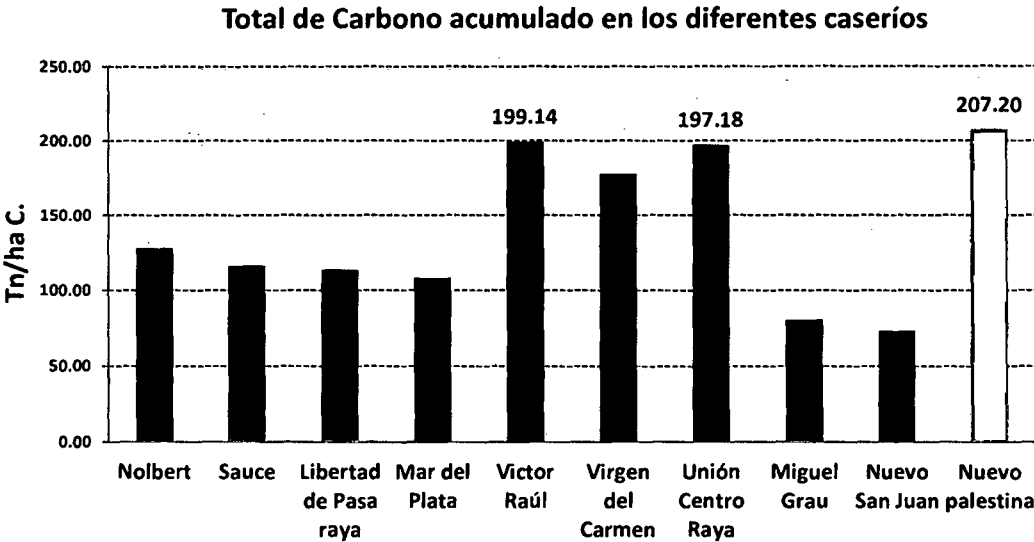


Grafico N° 1. Total de carbono obtenido de los caseríos evaluados.

En el gráfico N° 2, se tiene los promedios de los depósitos evaluados cada caserío, en donde la biomasa arbórea con diámetros mayores de 10 cm alcanzó un valor de 90.51 tn/ha de C, cinco veces más que el segundo valor más representativo que es el de los depósitos de troncos caídos, tocones y árboles muertos en pie que solo obtuvo 16.77 tn/ha de C; los depósitos restantes obtuvieron valores por debajo de 14 tn/ha de C.

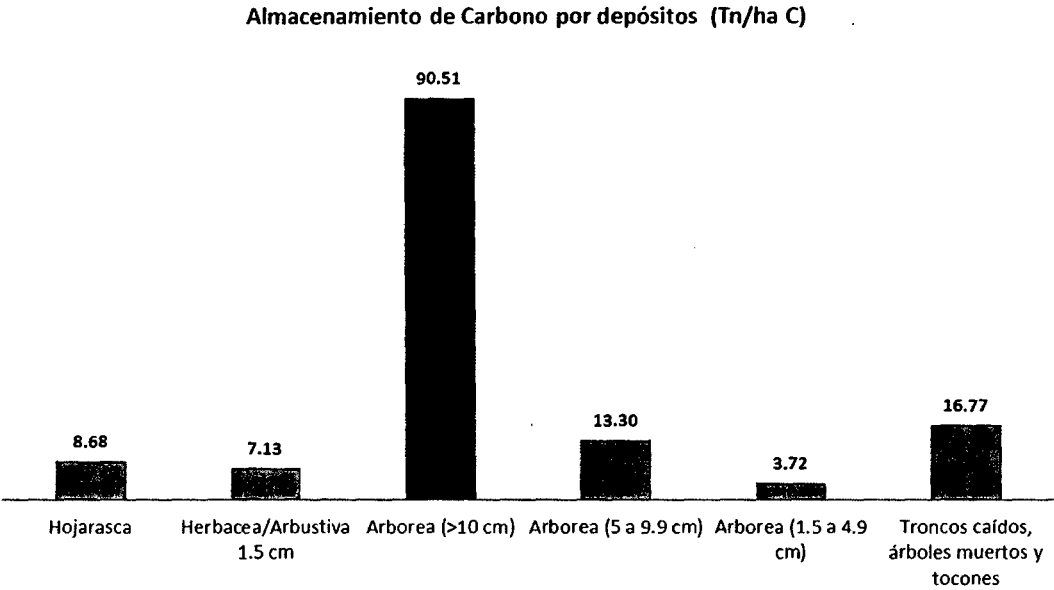


Grafico N° 2. Almacenamiento de carbono por depósitos

VI.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Segura 1997, encontró que en promedio el almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de cacao con regeneración natural de laurel en la región de Talamanca en el año 2005, alcanzó $132.8 \text{ tnC ha}^{-1}$ en pendiente, y de $112.5 \text{ tnC ha}^{-1}$ en planicie, por lo tanto los resultados obtenidos en el sistema agroforestal de cacao asociado con especies forestales maderables y no maderables alcanzó un promedio de 140.11 tn/ha C , similar a lo obtenido por Segura 1997; lo cual indica que el carbono almacenado en este sistema se determina de acuerdo a factores de asociatividad, de la edad de la plantación, topografía del terreno, clima, entre otros.

Aristizabal y Guerra 2002, en un estudio en Caldas – Colombia, estimaron el almacenamiento de carbono en un sistema agroforestal de laurel con *Theobroma cacao* en un período de 15 años, encontrándose valores de $64.54 \text{ tnC ha}^{-1}$; estos resultados son menores a lo obtenido en este estudio ($140.11 \text{ tnC ha}^{-1}$); lo cual indicaría que la diferencia podría deberse a la edad de la plantación, ya que el proceso de fijación de dióxido de carbono por las hojas a través de la fotosíntesis disminuye cuanto mayor edad tenga dicha plantación.

Ortiz y Riascos 2006, determinaron el contenido de Carbono almacenado en sistema agroforestales de *Theobroma cacao*- Laurel, en donde encontraron que en terreno de planicie el promedio de Carbono fue de $126.4 \text{ tnC ha}^{-1}$ en el primer escenario, de $113.98 \text{ tnC ha}^{-1}$ en el segundo escenario y de $100.4 \text{ tnC ha}^{-1}$ en el tercer escenario. En terreno de pendiente, la cantidad de Carbono almacenado promedio por el sistema agroforestal de cacao - Laurel fue de $114.5 \text{ tnC ha}^{-1}$ en el cuarto escenario, de $105.3 \text{ tnC ha}^{-1}$ en el quinto escenario y de 95.3 tnC ha^{-1} en el sexto escenario, en un período de 25 años. Estos resultados incluyen los valores promedios de Carbono almacenado en los

compartimientos suelo, necro masa y vegetación herbácea; por lo tanto todos estos valores encontrados son registros menores pero no significativo a lo obtenido en promedio en el presente estudio $140.11 \text{ tnC ha}^{-1}$. Esta mínima diferencia se podría reflejar en ambos casos por las condiciones ambientales, de suelo, clima y densidad de la plantación.

Lapeyre 2004; 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 (*Simiravsp*), bolaina blanca (*Guazuma crinita*), bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*), shimbillo blanco (*Inga sp*), dicho sistema acumuló una reserva de 47 tn C/ ha . Cabe señalar que a pesar de la similitud de ambos sistemas agroforestales, la edad de la plantación es un factor influyente en los resultados obtenidos, ya que en los diez sistemas evaluados en el presente estudio, la edad de las plantaciones fluctúan entre 3 a 10 años, a comparación del sistema evaluado por Lapeyre 2004, que son hasta de 20 años, y que las condiciones de sitio son totalmente diferentes. En cambio Alegre et al., 2001; realizó investigación en un sistema agroforestal de cacao 20 años localizado en Pucallpa; fijó 200 tn C/ha ; un valor por encima del promedio encontrado en esta investigación $140.11 \text{ tnC ha}^{-1}$, pero que en algunos caseríos (gráfico N° 1) ha igualado los resultados obtenidos por Alegre et al., 2001. Esta similitud de resultados podría deberse por las parecidas condiciones de sitio, de plantaciones y asociaciones.

Alegre et al/2002, estudió diferentes sistemas de uso de tierras evaluados en Yurimaguas, el contenido de carbono en los sistemas agroforestales de cacao con plantaciones de *Bactris gasipaes* (Palmeras) de 16 años, multiestratos con *Bactris/Cedrelinga/Inga* obtuvieron en hojarasca 8.25 tn/ha de carbono, un valor estadísticamente igual a lo obtenido en este estudio 8.68 tn/ha C , y el total de carbono almacenado (arbórea, hojarasca, herbácea, troncos caídos), alcanzó 263.1 tn/ha C , valor superior a lo obtenido en este estudio.

En el sector de Aucayacu, el sistema agroforestal de cacao asociado con *Inga edulis* de 6 años acumuló 96.56 tn/ha C y para arbórea de 8 años 30.77 tn/ha; cacao asociado con especies forestales de 25 años se logró obtener 155.12 tn/ha C. En el sector de Pucayacu las asociaciones de cacao con *Inga edulis* de 8 años acumuló 104.78 tn/ha de carbono, con asociaciones con especies forestales de 25 años alcanzó 209.65 tn/ha de C y en el sector de Pucayacu acumuló 209.65 tn/ha de C.

En todos los estudios de investigación realizados en diferentes sectores y sistemas agroforestales de *Theobroma cacao* asociados con múltiples especies tanto forestales y agrícolas, el carbono acumulado tiende a incrementarse o a disminuir con respecto a la edad de los sistemas; tal como lo describen ALEGRE *et al.* (2002), CALLO *et al.* (2002) y LAPEYRE *et al.* (2004); es decir, los sistemas con mayor crecimiento e incremento de la biomasa presentan los valores más altos de acumulación de carbono; puesto que los árboles, al crecer, absorben carbono de la atmósfera y que lo fijan en su madera (FONAM, 2005); que también está apoyada por reportes de LAPEYRE *et al.* (2004), quien detalla que el almacenamiento de carbono por parte de los árboles no es uniforme a lo largo de su vida, sino que está en relación directa con su crecimiento: dado que aproximadamente el 50 % de la biomasa está formada por carbono.

Por otro lado, el carbono almacenado en los diferentes sistemas de uso de tierras evaluados es variable, incluso en sistemas de la misma edad, al respecto, LAPEYRE *et al.* (2004) menciona que los niveles de carbono presentan una alta dispersión entre zonas, debido a la variabilidad innata de los sistemas y que también está influenciado por el tipo de suelo en que se desarrollan. Mientras que, FONAM (2005) afirma que el potencial de almacenamiento de carbono varía considerablemente dependiendo del tipo de especies, clima, condiciones de suelo y manejo de los sistemas. De igual forma, ACOSTA *et al.* (2001) indica que la captura de carbono depende

principalmente de las condiciones edafológicas y climáticas, además de la capacidad de respuesta que presenten las especies.

Referente a los sistemas agroforestales el grado de almacenamiento de carbono varía principalmente de acuerdo al tipo de asociación que existe entre los cultivos agrícolas y las especies forestales, así como la distribución espacial en la que se presentan; tal como se compara el SAF “cacao” *Theobroma cacao* con “guaba” *Inga edulis* de 6 años en el sector Aucayacu (96,56 tC/ha), que almacenan mayor cantidad de carbono que el SAF “cacao” *Theobroma cacao* con “bolaina” *Guazuma crinita* de 7 años en el sector Maronilla (89,54 tC/ha); por lo que, SALGADO (2004) manifiesta que la capacidad de captura y almacenamiento de carbono depende de las especies utilizadas, densidad de los árboles, manejo silvicultural, condiciones ecológicas, calidad de sitio y posibles fugas.

Asimismo, en todos los sectores evaluados sobresalen los SAF, puesto que en algunos casos superan en almacenamiento de carbono a los bosques secundarios, razón por la cual, BROWN y LUGO (1992) aseveran que los sumideros superficiales de carbono en sistemas agroforestales son similares a aquellos encontrados en bosques secundarios. Además, SÁNCHEZ *et al.* (1999), LAPEYRE *et al.* (2004) y CALLO *et al.* (2002) resaltan la importancia del establecimiento de estos sistemas para la recuperación del potencial de captura de carbono en áreas anteriormente perturbadas.

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- ✓ De los 10 caseríos evaluados se obtuvo un promedio total de carbono de 140.11 tn/ha; en el caserío N° 10 el carbono máximo encontrado fue de 207.20 th/ha y el valor mínimo encontrado fue en el caserío N° 9, con 73.33 Tn/ha.
- ✓ La cantidad de carbono capturado por la cobertura herbácea arbustiva (hasta 1.5 cm de diámetro), es de promedio 7.13 tn/ha; para arbórea con diámetros entre 5 – 9.9 cm un total de 13.30 tn/ha de C y para arbórea con diámetros entre 1.5 – 4.9 cm, 3.79 tn/ha; y para las arbóreas mayores de 10 cm de diámetro se llegó a obtener 90.51 tnC/ha.
- ✓ La cantidad de carbono almacenado en depósitos de hojarascas es de 8.68 tn/ha y en troncos caídos, árboles muertos en pie, tocones un total de 16.77 tn/ha de carbono.
- ✓ la capacidad de secuestrar Carbono en el sistema agroforestal de cacao, se ve poco influenciado por condiciones específicas de sitio como relieve y que quizás factores como densidad de siembra y características genéticas propias de cada especie tengan más relación con los resultados.

7.2 Recomendaciones.

- ✓ En el caso de las especies de sombra permanente Tomar los diámetros exactamente a la altura del pecho, DAP, (1.30 m) para obtener uniformidad y resultados exactos.
- ✓ Para la medición del diámetro de las plantas de *Theobroma cacao* se recomienda definir en campo la forma de medición ya que las ramificaciones de estas plantas son distintos; en el caso de cacao híbrido se puede tomar un DAP sin problemas, en los árboles clónales la ramificación se inicia a poca distancia del suelo, generando dificultades al momento de tomar las medidas pues la metodología de ICRAF pide tomar medidas de DAP a todas las ramillas, elevando el tiempo de la evaluación y con ello los costos operativos de la verificación.

VIII.- BIBLIOGRAFIA

1. **ALEGRE J., ARÉVALO L., RICSE A., BARBARAN J. & PALM C. 2001.** Reservas de Carbono y emisión de gases con diferentes sistemas de uso de la tierra en dos sitios de la Amazonía peruana. Symposium Internacional de Agroforestería. Manaus, Brazil EMBRAPA 21-24 de Noviembre 2000.
2. **ALEGRE, J. y RICSE, A.** Reservas de Carbono con diferentes sistemas de uso de la tierra en dos sitios de la Amazonía peruana. [en línea]. s.f. Disponible en internet: <http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/vbconfe7.htm>.
3. **ARGENTINA. DIRECCIÓN NACIONAL DE POLÍTICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIVIL SIFEM. 2005.** [en línea]. Cambio climático. 2000. [Citado el 8 de mayo de 2005]. Disponible en internet: <http://www.proteccioncivil.gov.ar/calentamiento.html>.
4. **ARAYA, V, 2005.** [en línea]. Algunas experiencias en el Pago de Servicios Ambientales con énfasis en Captura de Carbono. Proyecto Centroamericano PROCAFOR, S.f. 6 p. [Citado el 10 de ene de 2005]. Disponible en internet: <http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo2.htm>
5. **ASB. 2005.** Alternatives to slash and burn in Peru .Summary report and synthesis of phase I. edited: D Whites, Velarde S., Alegre J., and Tomich T. ASB programme ICRAF.
6. **ÁVILA V.2002.** Gabriela. Fijación y almacenamiento de Carbono en sistemas de café bajo sombra, café a pleno sol, sistemas silvopastoriles y pasturas a pleno sol. 82, Turrialba, Costa Rica, 2002. 99 p. Trabajo de grado (Magíster Scientiae). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE.
7. **ALEGRE J., RICSE A., ARÉVALO L., BARBARÁN J. & PALM C. 2000.** Reservas de carbono en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonía peruana. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de Ucayali (CODESU) Boletín informativo. 12: 8-9.
8. **BEER, John. 1987.** Advantages. Disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffe, cacao and tea. En: Agroforestry Systems. Vol 5, 3-13.
9. **BRADEAU, J. 1981.** El cacao, México, Edit. Blume pp. 30-56
10. **BROWN, SANDRA. 1996.** Mitigation of carbon emissions to the atmosphere by forest management. En: Commonwealth Forestry Review, no. 75.

11. **BROWN, S. 1997.** Estimating biomass and biomass change of tropical forest: a primer. Roma: FAO, Montes 134, 55 p.
12. **BROWN, y LUGO, A.E.1992.**Aboveground biomass estimates for tropical moist forest of the Brazilian Amazon. En: Interciencia. Vol. 17, no. 1, p.8-18.
13. **CAMACHO, María A. et al.2002.**Gestión local y participación en torno al pago por servicios ambientales: Estudios de caso en Costa Rica. Costa Rica: FORD-PRISMA, 2002. 111 p.
14. **CHEESMAN, EE. 1944.** Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cacao populations. Trop. Agric (Trinidad), 21(8), 144-159.
15. **COPE, FW. 1976.** Cacao. *Theobroma cacao* L. (Sterculiaceae), IM: Simmonds N.W. (ed). Evolution of Crop Plants. Longman, London and New York, pp. 285-289.
16. **COPE, FW. 1958.** Incompatibility in cacao. Unpublished paper. 12p.
17. **COPE, FW. 1976.** Cacao. *Theobroma cacao* L. (Sterculiaceae), IM: Simmonds N.W. (ed). Evolution of Crop Plants. Longman, London and New York, pp. 285-289.
18. **CASTRO, R.; CORDERO, S. y ACEVEDO, C. 2002.**Casos latinoamericanos de cambio climático y desarrollo. San José: Copieco de San Pedro, 320 p.
19. **CONAM. 2001.** Primera Comunicación Nacional del Perú para la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Lima.
20. **CIESLA, W. 1996.**Cambio climático, Bosques y Ordenación Forestal: una visión en conjunto. Roma: Estudios FAO, Montes, no. 120, 1996. 146 p.
21. **DIXON, R. K. 1995.**Sistemas agroforestales y gases invernadero. En: Agroforestería en las Américas. Turrialba, Vol. 2. no. 7, 22-26.
22. **ERICKSON, J. 1992.**El efecto invernadero: el desastre del mañana, hoy. Madrid: Mc Graw-Hill / Interamericana, 1992. 217 p.
23. **EGUREN, L.2004.** El mercado de Carbono en América Latina y el caribe: Balance y perspectivas. Santiago de Chile: CEPAL, 2004. 83 p. (Serie Medio Ambiente y Desarrollo).
24. **ECOS CORPORATION. 2005.** Australia, s.f. [Citado el 23 de jun de 2005]. Disponible en internet: www.carbonmarket.com

25. FIGUEIRA, AJ; JANICK, J; LEVY, M; GOLDSBROUGH, P. 1994. Reexamining the classification of *Theobroma cacao* L. Using molecular markers J. Amer. Soc. Hort. Sci 119 (5): 1073-1082.
26. FASSBENDER, H. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Turrialba, 49 p. (Serie de materiales de enseñanza no. 29).
27. FARREL, J. y ALTIERI, M. 1999. Sistemas agroforestales. En: ALTIERI, Miguel. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan-Comunidad, p. 229-243.
28. FAO.2006. Manejo de la tierras forestales, de pastoreo y cultivadas para aumentar la captura de Carbono en los suelos. [en línea].s.f. [Citado el 1 de mar de 2006]. Disponible en internet: www.fao.org/DOCREP/005/Y2779S/y2779s07.htm-43k.
29. GODOY, J.C. *et al.* 1998. Análisis económico y financiero de los incentivos a la reforestación implementados en Costa Rica. En: CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO (1o.: Valdivia, 1998) Actas del I Congreso Latinoamericano IUFRO Chile: IUFRO.
30. GUTIÉRREZ V.H. y LOPERA G.J.2002. [en línea]. Metodología para la cuantificación de existencias y flujo de Carbono en plantaciones forestales. En: SIMPOSIO INTERNACIONAL: MEDICIÓN Y MONITOREO DE LA CAPTURA DE CARBONO EN ECOSISTEMAS FORESTALES. (2002, Valdivia). Valdivia: Universidad Austral de Chile, [Citado el 17 de jun de 2005]. Disponible en internet: www.elsevier.com
31. GORMLEY, H.J. y SINCLAIR, Fergus L. 2003. Modelaje participativo del impacto de los árboles en la productividad de las fincas y la biodiversidad regional en paisajes fragmentados en América Central. En: Agroforestería en las Américas. Vol. 10, no. 39-40, 103-108.
32. GURUS. 2004. [Citado 2 nov. 2004]. Disponible en internet: www.gurusblog.com/archives/protocolo-de-Kioto
33. HARDY, F. 1961. Manual del cacao Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas 362 p.
34. HARDY, F.1961. Manual de cacao. Edición español. Turrialba: Hardy, p. 28-29.
35. HUGHELL, D 1990. Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de: *Eucalyptus camaldulensis*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* en América Central. Turrialba: CATIE, 57 p. (Serie Técnica. Boletín Técnico No. 22).

36. **ICRAF. 1982. Citado por: ALTIERI, Miguel.** Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan-Comunidad, 1999. p. 229-243.
37. **IPCC.1995.**Climate Change The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Inglaterra: Cambridge University Press, 1995.
38. **INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC. 2001.** [en línea] Technical Summary of the Third Assessment Report. IPCC working Group I. 63 p. [Citado el 3 de mayo de 2005]. Disponible en internet: <http://home3.worldonline.es/jaguijar/ipcc.html>
39. **IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). 2000.** Land use, Land-use Change, and Forestry. Cambridge University, Press, Cambridge, UK.
40. **INRENA. 1996.** Monitoreo de la Deforestación en la Amazonía Peruana. Ministerio de Agricultura-Instituto Nacional de Recursos Naturales.
41. **JIMENEZ, W.1984.** Evolución del crecimiento de *Quercus copeyensis* M. en un bosque de roble no intervenido de San Gerardo de Dota, Costa Rica. San José, 192 p. Trabajo de grado (Lic. Ciencias Forestales). Universidad Nacional.
42. **KNIGHT R. & ROGERS, H 1955.** Incompatibility in *Theobroma cacao*. Heredity 9(1):69-77.
43. **LAURENT, V; RISTEURICCI, AM; LANAUD, C. 1993.** Variability for nuclear ribosomal genes within *Theobroma cacao*. Heredity 71:96-103.
44. **LAPEYRE T., ALEGRE J. & ARÉVALO L. 2004.** Determinación de las Reservas de Carbono de la Biomasa Aérea en diferentes sistemas de uso de tierra en San Martín, Perú. Ecología Aplicada. 3(1,2): 35-44.
45. **LUNA P.,Y QUICO J. 2005.** Manual Cultivo Ecológico del Cacao (*Theobroma cacao*). Folleto 02-05. Cusco – Perú. 44p.
46. **LOJAN,1967.** Leoncio. Periodicidad del clima y del crecimiento de especies forestales en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Vol. 17, no. 1, p. 71-83.
47. **LOUMAN, B; VALERIO, J. y JIMÉNEZ W. En: LOUMAN, B; QUIRÓS, D. y NILSSON M. 2000.**Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba: CATIE, p. 68-69.
48. **MARIACA, MR; Y HERNÁNDEZ, XE. 1992.** Origen y Domesticación del cacao (*Theobroma cacao* L.), Tierra y Agua. La antropología en Tabasco 3: 7-16.

49. **MACDIKEN, K.G. A, 1997.** To monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Forest Carbon Monitoring Program. S.L.: Winrock International Institute for Agricultural Development, 84 p.
50. **MAYRAND, K. y PAQUIN, M. 2006.** Pago de servicios ambientales: estudio y evaluación de esquemas vigentes. Citado por: Experiencias de servicios ambientales en países de Centroamérica y del cono sur. [en línea] S.f. 58 p. [Citado el 1 de mar. de 2006]. Disponible en internet: www.conafor.gob.mx/.../PSA_CABSA1.pdf
51. **MEJIA, L. y PALENCIA, G, 2000.** Manejo integrado del cultivo de cacao. En: RAMÍREZ, N. s.t. Bucaramanga: CORPOICA, 2000. 24 p.
52. **MERLO, F, 2005.** Exploración de herramientas de dinámica de sistemas para la elaboración de un modelo de decisión forestal boliviano. [en línea]. s.f. [Citado el 8 de ene. de 2005]. Disponible en internet: <http://www.infor.cl/webinfor/.../Froil%C3%A1n%20Merlo.%20Bolivia.pdf>.
53. **NOSTI, NJ. 1953.** Cacao, Café y Té. Barcelona, España, Salvat. P 1-137p.
54. **NAIR, P.K.R. 1982.** Soil productivity aspects of agroforestry. Nairobi: ICRAF., Citado por: ALTIERI, Op. Cit., p. 231
55. **MONTAGNINI, FLORENCIA, IBID.1992.** Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. Costa Rica: organización para Estudios Tropicales ET, *et al.*, 624 p.
56. **OFICINA COSTARRICENSE DE IMPLEMENTACIÓN CONJUNTA OCIC.** Actividades de Implementación conjunta en Costa Rica. San José, 1998. 6 p.
57. **PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE PNUMA et al.1998.** La lucha contra el cambio climático: El compromiso del Parlamento Latinoamericano. Buenos Aires: _____, 1998. 174 p. (Serie de Ciudadanía Ambiental).
58. **PARRESOL, B. R.1999.** Assessing tree and stand biomass. A review with examples and critical comparisons. En: Forestal. Science. Vol. 45, no. 4, 573-593.
59. **SÁNCHEZ, J. y DUBÓN, A. 1994.** Establecimiento y manejo de cacao con sombra. Guía técnica para el extensionista forestal. Turrialba: CATIE, 82 p. (Serie Técnica. Manual Técnico no 10).
60. **SOMARRIBA, 1994.** Eduardo. Sistemas agroforestales con cacao-plátano-laurel. En: Agroforestería en las Américas. No. 4, 22-24.
61. **SORIA, VJ. 1970.** The latest cocoa expeditions to the Amazon basin. Cacao (Turrialba) 15(1) 5-15.

62. **SÁNCHEZ, A. 1982.** Cultivos de plantación. México D.F.: Trillas, 122 p.
63. **SÁNCHEZ y DUBÓN 1994a,** Op. Cit., p.79.
64. **SOMARRIBA E; y BEER, J. 1986.** Dimensiones, volúmenes y crecimiento de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales. Turrialba: CATIE, 1986. 23 p. (Boletín Técnico no 16).
65. **SOMARRIBA y BEER, 1999.** Sistemas agroforestales con cacao en Costa Rica y Panamá. En: Agroforestería en las Américas. Turrialba, Vol. 6, no. 22, 1999; 7-11.
66. **ROJO, 2005.** Gustavo, *et al.* Modelos de índice de sitio para *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. del clon IAN-710 en el norte de Chiapas. En: Ra Ximhai. Vol. 1, no. 1 (ene-abr), 153-166.
67. **SEGURA, M y KANNINEN, M, 2002.** Inventarios para estimar Carbono en ecosistemas forestales tropicales. En: OROZCO, L. y BRUMÉR, C. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Turrialba: CATIE, p. 202-22.
68. **SIERRA, C.; DEL VALLE, J. y ORREGO, S.2003.** Ecuaciones de biomasa de raíces en bosques primarios intervenidos y secundarios. En: ORREGO, S.; DEL VALLE, J. y MORENO, F. Medición de la captura de Carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia: Contribuciones para la mitigación del cambio climático. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, p 169-188.
69. **ORTIZ, E, 1993.** Técnicas para la estimación del crecimiento y rendimiento de árboles individuales y bosques. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, no. 16,1993. 71 p.
70. **SEGURA, M. y VENEGAS, G. 1999.** Tablas de volumen comercial con corteza para encino, roble y otras especies del bosque pluvial montano de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. CATIE. Turrialba, 46 p. (Serie Técnica no. 306).
71. **ORDOÑEZ, J.1999.** Captura de Carbono en un bosque templado: el caso de San Juan Nuevo, Michoacán. México D: F: Instituto Nacional de Ecología, 81 p.
72. **SNOWDON et al.2001.** Protocol for sampling tree and stand biomass. En: National carbon accounting system technical report, no. 3. Australia: Greenhouse Office, 114 p.
73. **SEGURA M, 1997.** Almacenamiento y fijación de Carbono en *Quercus costarricensis* en un bosque de altura en la cordillera de Talamanca,

Costa Rica. Turrialba, 1997. 34 p. Trabajo de grado (Lic. Ingeniero Forestal). Universidad de Heredia (Costa Rica).

74. **RAMÍREZ, O. y GÓMEZ, M, 1999.** Estimación y valoración económica del almacenamiento de Carbono. En: Revista Forestal Centroamericana. No 27, (Jul- Sep), 17-22 p.
75. **RÜGNITZ et al 2009.** Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. 1era edición. Lima – Perú. Centro Mundial de agroforestería (ICRAF)/ Consorcio Iniciativa Amazónica (IA). 2009. 79. p.
76. **STANDA-GUNDA, W. et al. 2003.** Participatory modelling to enhance social learning, collective action and mobilization among users to the Mafungautsi Forest, Zimbabwe. Small-scale Forest Economics. En: Management and Policy. Vol. 2, no. 2, 313-326.
77. **TUESTA, T et al. 2011.** Valoración Económica de captura de carbono en el ámbito de la laguna Imiría, cuenca del río Tamaya. Artículo Científico p.27. UNALM, UNU.
78. **URQUHART, DH. 1963.** Cacao Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A Turrialba – Costa Rica 322 p.
79. **VASQUEZ, G. 1987.** Crecimiento de un bosque de guandal explotado en el litoral pacífico colombiano. Medellín, 212 p. Trabajo de grado (Ing. Forestal). Universidad Nacional de Colombia.
80. **WARREN, JM. 1994.** Isozyme variation in a number of populations of *Theobroma cacao* L. Obtained through various sampling regimens. *Euphytica* 72: 121-126.
81. **WOOD G, AR, B.A; DTA 1959.** El cacao en Ecuador. In notes on three cocoa Diseases, Cocoa Growing in Venezuela, Colombia and Ecuador. Cadbury Brothers LTD. Bournville. pp 35-52.
82. **WOOD, G.A.R. 1982.** Trad. Ambrosio, A.M., Cacao. Compañía Editorial Continental S.A de C.V. ed. en Español de la 3 ed. en Ingles, MX. 368 p.
83. **YAMADA, M. 1991.** Genetic studies in cacao (*Theobroma cacao* L.), Ph. D. Thesis University of Wisconsin – Madison 179 p.
84. **ZAPATA, M, COLORADO, G.J. y DEL VALLE, J, 2003.** Ecuaciones de biomasa aérea para bosques primarios intervenidos y secundarios. En: ORREGO, S.A; DEL VALLE, J.I. y MORENO F.H. Medición de la captura de Carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia: contribuciones para la mitigación del cambio climático. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, p. 87-119.

ANEXOS

ANEXO 1. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-NOLBERT_ A

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.254	0.254	0.165	0.165			
2	1	0.304	0.304	0.155	0.155			
3	1	0.300	0.300	0.168	0.168			
4	1	0.287	0.287	0.146	0.146			
						0.63	1.59	0.79

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.261	0.261	0.128	0.128			
2	1	0.282	0.282	0.130	0.130			
3	1	0.213	0.213	0.089	0.089			
4	1	0.234	0.234	0.120	0.120			
						0.47	1.17	0.58

ANEXO 2. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBÓREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE
CODIGO PARCELA-NOLBERT_A

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
45	20	10	186.82				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	14.5	14.2	14.4	117.0		
2	CACAO	12.4	11.4	11.9	71.2		
3	CETICO	13.7	12.9	13.3	95.6		
4	CETICO	14.5	14.1	14.3	115.9		
5	GUABA	11.4	11.2	11.3	62.1		
6	ISHPINGO	16.6	15.8	16.2	161.3		
7	CACAO	15.7	15.6	15.7	147.2		
8	ISHPINGO	14.7	14.2	14.5	119.1		
9	CACAO	13.8	13.4	13.6	101.5		
					990.80	53.03	26.52

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
45	10	10	93.41				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	10.2	10	10.1	46.13		
2	CACAO	8.2	8.1	8.15	26.13		
3	CACAO	7.6	6.9	7.25	19.17		
4	CACAO	12.5	12.1	12.3	77.75		
5	CACAO	9.8	9.3	9.55	39.77		
					208.94	22.37	11.18

Árborea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
20	5	5	24.69				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	SHIHUAHUACO			2	0.63		
2	SHIHUAHUACO			1.9	0.55		
3	GUABA			2.1	0.72		
4	GUABA			2.1	0.72		
5	SHIHUAHUACO			3.7	3.23		
6	GUABA			2.2	0.81		
					6.66	2.70	1.35

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	4			16	0	0
2	6			36	0	0
3	7			49	0	0
4	5			25	0	0
5		5		0	25	0
6			6	0	0	36
Volumen (m3/ha) por categoría				3.89	0.77	1.11
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				2.34		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				1.17		

Árborea muertos en pie				
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)	
10	40	2	79.80	
ID especie	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
	prom. (cm)			
1	8	24.88		
2	16	156.04		
3	10	44.93		
4	12	72.82		
		298.67	37.40	18.70

Tocones muertos					
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)		
0	40	2	80		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		prom. (cm)			
1	10	12	0.34		
2	8	9	0.15		
3	7	9	0.13		
4	11	9	0.21		
			0.84	0.10	0.05

ANEXO 3. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)
CÓDIGO PARCELA-NOLBERT_B

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.500	0.240	0.120	0.750			
2	1	1.700	0.210	0.122	0.988			
3	1	1.200	0.310	0.144	0.557			
4	1	2.540	0.324	0.139	1.090			
						3.38	8.46	4.23

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.940	0.235	0.098	0.392			
2	1	0.980	0.298	0.110	0.362			
3	1	1.234	0.198	0.092	0.573			
4	1	0.876	0.203	0.048	0.207			
						1.53	3.84	1.92

ANEXO 4. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE
CODIGO PARCELA-NOLBERT_B

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
45	20	10	186.82				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	ISHPINGO	12.2	12.1	12.15	75.26		
2	CACAO	12.4	12.1	12.25	76.91		
3	PLATANO	11.7	11.6	11.65	67.33		
4	PLATANO	18.3	18	18.15	217.91		
5	ISHPINGO	20.1	19.8	19.95	279.94		
6	PLATANO	14.6	14.1	14.35	116.96		
7	PLATANO	12.9	12.2	12.55	82.00		
8	BOLAINA BLANCA	18.2	18	18.1	216.33		
9	PLATANO	12.6	12.1	12.35	78.59		
10	ISHPINGO	25.8	24.9	25.35	528.03	93.10	46.55
					1739.26		

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
40	10	10	94.85				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	6.8	6.1	6.45	14.06		
2	CACAO	8.1	8	8.05	25.29		
3	CACAO	6.7	6.3	6.5	14.35		
4	CACAO	7.2	6.8	7	17.47		
5	QUILLOSISA	8.3	7.5	7.9	24.06		
6	CACAO	6.2	6	6.1	12.13		
					107.36	11.32	5.66

Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
20	5	5	24.69				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO			4.8	6.43		
2	ANA CASPI			4.7	6.08		
3	CACAO			4.9	6.79		
					19.30	7.82	3.91

Arbórea muertos en pie				
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)	
10	40	2		
ID especie	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
	prom. (cm)			
1	14	109.55		
		109.55	5.49	2.75

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1		16			256	
2		8			64	
3		12			144	
Volumen (m3/ha) por categoría					14.31	
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)					4.29	
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)					2.15	

Tocones muertos					
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)		
0	40	2	80		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		prom. (cm)			
1	90	18	6.87		
			6.87	0.69	0.34

ANEXO 5. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-SAUCE_A

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	2.450	0.330	0.198	1.470			
2	1	2.630	0.320	0.196	1.611			
3	1	1.980	0.298	0.202	1.342			
4	1	5.230	0.421	0.099	1.230			
						5.65	14.13	7.07

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.382	0.382	0.196	0.196			
2	1	1.800	0.250	0.098	0.706			
3	1	1.256	0.235	0.100	0.534			
4	1	1.134	0.301	0.123	0.463			
						1.90	4.75	2.37

ANEXO 6. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA-SAUCE_A

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
25	20	10	196.08				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	PLATANO	12.8	11.3	12.1	73.6		
2	GUABA	11.8	11.2	11.5	65.1		
3	LIMON	10.3	10.2	10.3	48.0		
4	GUABA	13.8	12.9	13.4	96.6		
5	GUABA	11.9	11.2	11.6	65.8		
6	GUABA	10.4	10.0	10.2	47.3		
7	GUABA	20.6	18.9	19.8	272.6		
8	GUABA	18.4	17.5	18.0	211.6		
9	GUABA	16.8	15.8	16.3	163.9		
					1044.49	53.27	26.63

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
15	10	10	99.30				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	PLATANO	7.20	7.10	7.15	18.47		
2	PLATANO	6.50	6.40	6.45	14.06		
3	PLATANO	5.80	5.80	5.80	10.61		
4	GUABA	5.60	5.30	5.45	9.00		
5	CACAO	5.90	5.70	5.80	10.61		
6	LIMON	8.10	7.90	8.00	24.88		
7	LIMON	6.90	6.50	6.70	15.55		
8	LIMON	6.20	5.90	6.05	11.87		
9	PLATANO	8.20	8.00	8.10	25.71		
10	CACAO	7.50	6.90	7.20	18.82		
11	PLATANO	9.80	9.20	9.50	39.22		
12	PLATANO	7.10	7.00	7.05	17.80		
13	PLATANO	7.80	7.10	7.45	20.60		
					237.21	23.89	11.94

Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
10	5	5	24.92				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	2.50	2.40	2.45	1.08		
2	CACAO	4.10	4.10	4.10	4.23		
3	CACAO	3.90	3.60	3.75	3.34		
4	CACAO	4.20	4.10	4.15	4.37		
5	CACAO	3.70	3.40	3.55	2.89		
6	CACAO	3.40	3.20	3.30	2.38		
					18.31	7.35	3.67

Arbórea muertos en pie				
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)	
	40	2	80.00	
ID especie	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
	prom. (cm)			
1	5	7.16		
2	4	3.97		
3	7	17.47		
4	7	17.47		
		46.06	5.76	2.88

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
Nº Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	3.50			12.25	0.00	0.00
2	7.00			49.00	0.00	0.00
3	6.00			36.00	0.00	0.00
4	9.00			81.00	0.00	0.00
5			4.00	0.00	0.00	16.00
6			7.00	0.00	0.00	49.00
7		5.00		0.00	25.00	0.00
8	4.00			16.00	0.00	0.00
9	4.00			16.00	0.00	0.00
10	27.00			729.00	0.00	0.00
11		7.00		0.00	49.00	0.00
12			6.00	0.00	0.00	36.00
Volumen (m3/ha) por categoría				28.97	2.28	3.12
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				15.64		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				7.82		

Tocones muertos					
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)		
	40	2	80		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		prom. (cm)			
1	25	16	1.51		
2	46	29	9.12		
3	22	18	1.68		
4	20	18	1.53		
			13.83	1.73	0.86

ANEXO 7. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-SAUCE_B

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	3.100	0.320	0.190	1.841			
2	1	3.200	0.300	0.187	1.995			
3	1	2.700	0.290	0.196	1.825			
4	1	2.900	0.300	0.192	1.856			
						7.5	18.79	9.40

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.300	0.193	0.080	0.573			
2	1	1.500	0.183	0.069	0.566			
3	1	1.340	0.192	0.079	0.551			
4	1	1.250	0.120	0.090	0.938			
						2.63	6.57	3.28

ANEXO 8. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE
CODIGO PARCELA-SAUCE_B

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
15	20	10	198.60				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	BOLAINA	13.40	12.70	13.05	90.94		
2	PLATANO	11.90	11.70	11.80	69.65		
3	BOLAINA	15.90	15.80	15.85	152.19		
4	PLATANO	13.00	13.00	13.00	90.02		
5	BOLAINA	17.50	16.90	17.20	188.99		
6	PLATANO	12.30	12.10	12.20	76.08		
7	BOLAINA	13.30	12.50	12.90	88.20		
8	BOLAINA	14.80	14.60	14.70	124.66		
9	BOLAINA	15.50	15.20	15.35	139.80		
					1020.55	51.39	25.69

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	10	10	100.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	PLATANO	9.00	8.30	8.65	30.60		
2	PLATANO	8.20	8.00	8.10	25.71		
3	CACAO	6.40	6.20	6.30	13.21		
4	PLATANO	5.50	5.50	5.50	9.22		
5	PLATANO	7.10	7.00	7.05	17.80		
6	PLATANO	6.30	6.20	6.25	12.94		
					109.47	10.95	5.47

Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
	5	5	25.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	5.20	5.10	5.15	7.75		
					7.75	3.10	1.55

Arbórea muertos en pie				
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)	
	40	2	80.00	
ID especie	DAP prom. (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	4.6	5.74		
2	4	3.97		
		9.71	1.21	0.61

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1			12.00	0.00	0.00	144.00
2		25.00		0.00	625.00	0.00
3		15.00		0.00	225.00	0.00
4	5.00			25.00	0.00	0.00
5	4.00			16.00	0.00	0.00
6	6.00			36.00	0.00	0.00
7	3.00			9.00	0.00	0.00
8	8.00			64.00	0.00	0.00
9	6.00			36.00	0.00	0.00
10	6.00			36.00	0.00	0.00
11	6.00			36.00	0.00	0.00
12	8.00			64.00	0.00	0.00
Volumen (m³/ha) por categoría				9.93	26.22	4.44
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				13.50		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				6.75		

Tocones muertos					
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)		
	40	2	80		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP prom. (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	6	6	0.05		
2	28	5	0.16		
3	31	6	0.26		
4	20	5	0.12		
			0.60	0.07	0.04

ANEXO 9. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-LIBERTAD DE PASA RAYA_A

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.850	0.205	0.123	0.510			
2	1	0.951	0.200	0.129	0.613			
3	1	0.994	0.203	0.100	0.490			
4	1	1.234	0.196	0.089	0.560			
						2.2	5.43	2.72

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.900	0.289	0.098	0.305			
2	1	0.976	0.267	0.111	0.406			
3	1	0.875	0.302	0.102	0.296			
4	1	0.468	0.300	0.100	0.156			
						1.16	2.91	1.45

ANEXO 10. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE
CODIGO PARCELA-LIBERTAD DE PASA RAYA_A

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
5	20	10	199.85				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	BOLAINA	19.5	19.2	19.4	258.2		
2	BOLAINA	18.3	18.1	18.2	219.5		
3	GUABA	15.7	15.1	15.4	141.0		
4	BOLAINA	10.2	10.2	10.2	47.3		
5	BOLAINA	12.5	12.2	12.4	78.6		
6	PAPAYA	14.4	14.2	14.3	115.9		
7	GUABA	16.5	16.2	16.4	165.2		
8	BOLAINA	16.0	16.0	16.0	156.0		
9	BOLAINA	14.2	14.2	14.2	113.7		
					1295.55	64.83	32.41

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
5	10	10	99.92				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	6.30	6.20	6.25	12.94		
2	CACAO	5.90	5.60	5.75	10.37		
3	CACAO	7.20	7.10	7.15	18.47		
4	BOLAINA	9.60	9.40	9.50	39.22		
5	CACAO	7.10	7.00	7.05	17.80		
6	BOLAINA	8.90	8.70	8.80	32.02		
					130.82	13.09	6.55

Árborea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm						
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)			
	5	5	25.00			
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)		
1	CACAO	4.30	3.70	4.00	3.97	
2	CACAO	4.20	4.10	4.15	4.37	
					8.34	3.34
						1.67

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Sólido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Sólido	Intermedio	Podrido
1	6.00			36.00	0.00	0.00
2	5.00			25.00	0.00	0.00
3	8.00			64.00	0.00	0.00
4	6.00			36.00	0.00	0.00
5		6.00		0.00	36.00	0.00
6	6.00			36.00	0.00	0.00
7	4.00			16.00	0.00	0.00
8	4.00			16.00	0.00	0.00
9	3.00			9.00	0.00	0.00
Volumen (m3/ha) por categoría				7.34	1.11	0.00
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				4.00		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				2.00		

ANEXO 11. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-LIBERTAD DE PASA RAYA_B

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.760	0.231	0.100	0.762			
2	1	0.945	0.270	0.098	0.343			
3	1	1.350	0.209	0.099	0.639			
4	1	1.970	0.200	0.086	0.847			
						2.6	6.48	3.24

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.230	0.250	0.076	0.374			
2	1	1.200	0.189	0.084	0.533			
3	1	1.500	0.230	0.087	0.567			
4	1	0.920	0.230	0.081	0.324			
						1.80	4.50	2.25

ANEXO 12. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA-LIBERTAD DE PASA RAYA_A

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
5	20	10	199.8				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	PLATANO	16.10	16.00	16.05	157.33		
2	BOLAINA	18.40	18.10	18.25	221.11		
3	CEDRO	12.90	12.30	12.60	82.87		
4	CAPIRONA	14.00	13.70	13.85	106.47		
5	OCUERA	12.90	12.20	12.55	82.00		
6	BOLAINA	17.40	17.30	17.35	193.39		
7	GUABA	14.00	13.50	13.75	104.44		
8	GUABA	13.20	12.60	12.90	88.20		
					1035.82	51.83	25.92

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
5	10	10	99.92				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	7.20	7.10	7.15	18.47		
2	PLATANO	8.30	8.00	8.15	26.13		
3	BOLAINA	9.50	9.10	9.30	37.07		
4	PLATANO	9.10	9.10	9.10	35.00		
5	PLATANO	8.40	8.30	8.35	27.87		
6	CACAO	7.20	7.10	7.15	18.47		
7	BOLAINA	9.00	8.90	8.95	33.49		
8	CACAO	6.30	6.20	6.25	12.94		
9	CACAO	5.90	5.40	5.65	9.90		
10	CACAO	9.10	8.80	8.95	33.49		
					252.83	25.30	12.65

Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
2.5	5	5	25.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	3.90	3.50	3.70	3.23		
2	CACAO	4.20	4.00	4.10	4.23		
3	CACAO	4.00	3.80	3.90	3.71		
					11.17	4.47	2.23

Arbórea muertos en pie				
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)	
	40	2	80.0	
ID especie	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
	prom. (cm)			
1	20	281.80		
2	6	11.61		
		293.42	36.68	18.34

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	7.00			49.00	0.00	0.00
2	9.00			81.00	0.00	0.00
3	0.00	15.00		0.00	225.00	0.00
4			8.00	0.00	0.00	64.00
Volumen (m3/ha) por categoría				4.01	6.94	1.97
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				4.38		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				2.19		

Tocones muertos					
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)		
	40	2	80.0		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		prom. (cm)			
1	10	8	0.15		
2	13	5	0.08		
			0.23	0.03	0.01

ANEXO 13. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-MAR DEL PLATA_A

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.750	0.201	0.098	0.853			
2	1	1.600	0.199	0.096	0.772			
3	1	3.450	0.178	0.100	1.938			
4	1	2.500	0.167	0.099	1.482			
						5.0	12.61	6.31

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.850	0.260	0.095	0.311			
2	1	0.900	0.199	0.086	0.389			
3	1	1.900	0.301	0.096	0.606			
4	1	0.950	0.240	0.064	0.253			
						1.56	3.90	1.95

ANEXO 14. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES

MUERTOS EN PIE

CODIGO PARCELA–MAR DEL PLATA_A

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	20	10	200.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CAPIRONA	25.0	24.7	24.9	500.9		
2	CACAO	14.5	14.2	14.4	117.0		
3	CACAO	13.9	13.5	13.7	103.4		
4	CACAO	18.2	18.1	18.2	217.9		
5	BOLAINA	17.5	17.2	17.4	193.4		
6	CACAO	12.3	12.1	12.2	76.1		
7	BOLAINA	18.0	17.9	18.0	211.6		
					1420.28	71.01	35.51

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	10	10	100.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	8.30	8.00	8.15	26.13		
2	CACAO	7.20	7.20	7.20	18.82		
3	CACAO	7.30	7.10	7.20	18.82		
4	CACAO	6.80	6.50	6.65	15.25		
5	CACAO	8.20	7.90	8.05	25.29		
6	CACAO	7.00	6.70	6.85	16.49		
					120.80	12.08	6.04



Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
	5	5	25.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	3.30	3.20	3.25	2.29		
2	BOLAINA	4.50	4.40	4.45	5.26		
					7.55	3.02	1.51

Arbórea muertos en pie				
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)	
	40	2	80.00	
ID especie	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
	prom. (cm)			
1	8.7	31.07		
2	6.4	13.77		
		44.84	5.61	2.80

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	5.00			25.00	0.00	0.00
2	4.00			16.00	0.00	0.00
3	3.00			9.00	0.00	0.00
4		5.00		0.00	25.00	0.00
5		5.00		0.00	25.00	0.00
6	4.00			16.00	0.00	0.00
7	12.80			163.84	0.00	0.00
8		5.00		0.00	25.00	0.00
9			4.00			16.00
Volumen (m3/ha) por categoría				7.09	2.31	0.49
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				4.31		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				2.16		

Tocones muertos					
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		prom. (cm)			
1	15	6.5	0.15		
2	24	10	0.57		
			0.71	0.09	0.04

ANEXO 15. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-MAR DEL PLATA_B

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.950	0.254	0.100	0.768			
2	1	2.100	0.267	0.097	0.763			
3	1	1.300	0.280	0.079	0.367			
4	1	1.700	0.199	0.081	0.692			
						2.6	6.47	3.24

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.800	0.280	0.085	0.243			
2	1	0.750	0.210	0.080	0.286			
3	1	0.250	0.150	0.046	0.077			
4	1	0.160	0.110	0.034	0.049			
						0.65	1.64	0.82

ANEXO 16. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE
CODIGO PARCELA-MAR DEL PLATA_B

Árborea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	20	10	200.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	14.50	14.20	14.35	116.96		
2	BOLAINA	21.50	21.20	21.35	335.04		
3	BOLAINA	18.50	18.10	18.30	222.72		
4	CACAO	12.90	12.80	12.85	87.30		
5	BOLAINA	20.40	20.20	20.30	293.14		
6	BOLAINA	19.40	19.00	19.20	252.92		
7	BOLAINA	18.20	18.10	18.15	217.91		
					1525.99	76.30	38.15

Árborea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	10	10	100.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	8.20	8.10	8.15	26.13		
2	CACAO	6.80	6.60	6.70	15.55		
3	CACAO	6.10	5.70	5.90	11.10		
4	CACAO	7.90	7.80	7.85	23.66		
5	CACAO	6.30	6.00	6.15	12.40		
6	CACAO	5.80	5.50	5.65	9.90		
					98.75	9.87	4.94

Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
	5	5	25.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	3.90	3.50	3.70	3.23		
2	CACAO	4.10	3.80	3.95	3.84		
3	CACAO	4.20	4.00	4.10	4.23		
					11.30	4.52	2.26

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	6.00			36.00	0.00	0.00
2	12.00			144.00	0.00	0.00
3	6.00			36.00	0.00	0.00
4	8.00			64.00	0.00	0.00
5	6.00			36.00	0.00	0.00
6	4.00			16.00	0.00	0.00
Volumen (m3/ha) por categoría				10.24	0.00	0.00
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				5.12		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				2.56		

ANEXO 17. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)
CÓDIGO PARCELA-VÍCTOR RAÚL_A

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.500	0.230	0.090	0.587			
2	1	2.200	0.290	0.100	0.759			
3	1	2.100	0.250	0.120	1.008			
4	1	1.950	0.220	0.078	0.691			
						3.0	7.61	3.81

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.800	0.230	0.050	0.174			
2	1	0.750	0.250	0.070	0.210			
3	1	0.550	0.240	0.078	0.179			
4	1	0.350	0.284	0.098	0.121			
						0.68	1.71	0.85

ANEXO 18. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA-VICTOR RAÚL_A

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
2	20	10	199.98				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CAPIRONA	26.5	25.8	26.2	573.3		
2	GUABA	19.5	19.5	19.5	263.5		
3	CAPIRONA	25.7	25.4	25.6	539.1		
4	BOLAINA	16.0	15.9	16.0	154.8		
5	CAPIRONA	29.0	28.9	29.0	750.6		
6	CAPIRONA	28.5	28.3	28.4	713.4		
7	GUABA	20.5	20.0	20.3	291.2		
8	YARINA	33.0	32.7	32.9	1049.1		
9	CEDRO	11.0	10.6	10.8	55.1		
10	CEDRO	13.3	13.0	13.2	92.8		
11	CEDRO	10.7	10.6	10.7	53.1		
					4536.14	226.83	113.42

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
2	10	10	99.99				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	8.20	8.00	8.10	25.71		
2	CACAO	9.00	8.50	8.75	31.54		
3	CACAO	7.10	7.00	7.05	17.80		
4	CACAO	9.20	8.90	9.05	34.49		
5	CACAO	7.90	7.70	7.80	23.26		
6	CAPIRONA	9.00	9.00	9.00	33.99		
7	CACAO	8.10	8.00	8.05	25.29		
8	CEDRO	6.90	6.80	6.85	16.49		
					208.57	20.86	10.43

Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
	5	5	25.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	3.30	3.20	3.25	2.29		
2	CACAO	4.50	4.20	4.35	4.95		
					7.24	2.90	1.45

Arbórea muertos en pie				
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)	
ID especie	DAP prom. (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	12.70	84.62		
2	9.60	40.32		
3	9.60	40.32		
4	11.50	65.06		
		230.33	28.79	14.40

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1		11.20		0.00	125.44	0.00
2	15.00			225.00	0.00	0.00
3			37.00	0.00	0.00	1369.00
4	9.00			81.00	0.00	0.00
5			6.00	0.00	0.00	36.00
6	8.80			77.44	0.00	0.00
7	7.20			51.84	0.00	0.00
8	7.00			49.00	0.00	0.00
9	8.80			77.44	0.00	0.00
Volumen (m3/ha) por categoría				17.32	3.87	43.33
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				16.32		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				8.16		

Tocones muertos					
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP prom. (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	12	6	0.10		
2	15	6.9	0.17		
			0.27	0.03	0.02

ANEXO 19. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-VICTOR RAÚL_B

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	2.100	0.287	0.100	0.732			
2	1	2.300	0.256	0.102	0.916			
3	1	2.900	0.231	0.123	1.544			
4	1	1.800	0.275	0.095	0.622			
						3.8	9.54	4.77

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.933	0.126	0.036	0.267			
2	1	0.987	0.281	0.075	0.263			
3	1	1.100	0.256	0.069	0.296			
4	1	0.945	0.236	0.092	0.368			
						1.19	2.99	1.49

ANEXO 20. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CODIGO PARCELA-VICTOR RAÚL_B

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
3	20	10	199.9				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	14.60	14.20	14.40	118.04		
2	CACAO	12.90	12.30	12.60	82.87		
3	CACAO	11.60	11.20	11.40	63.57		
4	CAPIRONA	14.50	14.20	14.35	116.96		
5	CACAO	12.80	12.70	12.75	85.51		
6	CACAO	13.20	13.20	13.20	93.74		
7	CAPIRONA	12.30	12.70	12.50	81.14		
8	GUABA	21.20	21.10	21.15	326.79		
9	GUABA	19.50	19.40	19.45	261.74		
					1230.35	61.53	30.77

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
2	10	10	99.99				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	7.20	7.10	7.15	18.47		
2	CACAO	6.80	6.50	6.65	15.25		
3	CACAO	7.00	6.70	6.85	16.49		
					50.21	5.02	2.51

Árborea con diámetros entre1.5 a 4.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
2	5	5	25.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	3.20	3.10	3.15	2.11		
					2.11	0.84	0.42

Árborea muertos en pie				
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)	
	40	2	80.0	
ID especie	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
	prom. (cm)			
1	8	24.88		
2	7.7	22.48		
		47.36	5.92	2.96

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Sólido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Sólido	Intermedio	Podrido
1	15.00			225.00	0.00	0.00
2	6.00			36.00	0.00	0.00
3	7.00			49.00	0.00	0.00
4			12.00	0.00	0.00	144.00
Volumen (m³/ha) por categoría				9.56	0.00	4.44
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				5.45		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				2.72		

Tocones muertos						
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)			
	40	2	80.0			
ID especie	altura tocón (cm)	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)	
		prom. (cm)				
1	45.00	7.30	0.57			
2	50.00	35.00	14.43			
3	42.00	6.90	0.47			
4						
			15.47	1.93	0.97	

ANEXO 21. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-VIRGEN DEL CARMEN_ A

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	3.500	0.340	0.102	1.050			
2	1	5.200	0.280	0.100	1.857			
3	1	1.800	0.310	0.094	0.546			
4	1	3.200	0.268	0.099	1.182			
						4.6	11.59	5.79

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.200	0.320	0.091	0.341			
2	1	1.800	0.237	0.100	0.759			
3	1	1.450	0.283	0.102	0.523			
4	1	1.000	0.216	0.080	0.370			
						1.99	19.94	9.97

ANEXO 22. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE
CODIGO PARCELA-VIRGEN DEL CARMEN_A

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
2	20	10	199.98				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CAPIRONA	14.3	14.1	14.2	113.7		
2	CACAO	12.8	12.6	12.7	84.6		
3	CACAO	15.8	15.8	15.8	150.9		
4	CAPIRONA	11.4	11.2	11.3	62.1		
5	CACAO	10.9	10.8	10.9	55.8		
6	CACAO	15.3	15.1	15.2	136.2		
7	YARINA	28.0	27.5	27.8	671.0		
8	CAPIRONA	26.0	25.2	25.6	541.9		
9	CAPIRONA	11.6	11.5	11.6	65.8		
10	YARINA	24.6	23.2	23.9	451.7		
11	BOLAINA	14.8	14.5	14.7	123.5		
					2457.42	122.89	61.44

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm								
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)					
2	10	10	99.99					
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)	
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)				
	1	CACAO	8.50	8.50	8.50	29.21		
	2	CACAO	7.80	7.50	7.65	22.10		
	3	CACAO	7.20	7.10	7.15	18.47		
	4	CACAO	9.60	9.30	9.45	38.68		
	5	CACAO	8.20	8.10	8.15	26.13		
	6	CACAO	8.30	7.90	8.10	25.71		
					160.30	16.03	8.02	

Arbórea con diámetros entre1.5 a 4.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
	5	5	25.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	CAPIRONA	4.50	4.40	4.45	5.26		
2	CAPIRONA	5.20	5.00	5.10	7.55		
					12.81	5.12	2.56

Troncos caídos						
Distancia Transepto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	5.00			25.00	0.00	0.00
2		7.50		0.00	56.25	0.00
3	8.00			64.00	0.00	0.00
4	5.00			25.00	0.00	0.00
5		6.00		0.00	36.00	0.00
6	4.50			20.25	0.00	0.00
7			7.00	0.00	0.00	49.00
8	2.00			4.00	0.00	0.00
9	2.00			4.00	0.00	0.00
Volumen (m3/ha) por categoría				4.39	2.85	1.51
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				3.27		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				1.64		

Tocones muertos					
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		prom. (cm)			
1	29	8.5	0.49		
2	50	33	12.83		
3	65	13	2.59		
			15.91	1.99	0.99

ANEXO 23. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-VIRGEN DEL CARMEN_ B

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	2.550	0.310	0.140	1.152			
2	1	5.500	0.300	0.110	2.017			
3	1	4.100	0.278	0.091	1.342			
4	1	6.100	0.298	0.112	2.293			
						6.8	17.01	8.50

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.200	0.297	0.120	0.485			
2	1	1.100	0.270	0.087	0.354			
3	1	0.950	0.301	0.100	0.316			
4	1	1.000	0.267	0.099	0.371			
						1.53	15.26	7.63

ANEXO 24. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE
CODIGO PARCELA-VIRGEN DEL CARMEN_B

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
2	20	10	199.98				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	15.40	15.30	15.35	139.80		
2	CACAO	15.90	15.80	15.85	152.19		
3	PIJUAYO	21.50	21.00	21.25	330.90		
4	CACAO	15.00	15.00	15.00	131.52		
5	CACAO	18.20	18.10	18.15	217.91		
6	CAPIRONA	13.90	13.70	13.80	105.45		
7	CACAO	19.30	19.10	19.20	252.92		
8	CAPIRONA	13.10	13.00	13.05	90.94		
9	CACAO	12.50	12.40	12.45	80.28		
10	CACAO	11.90	11.60	11.75	68.87		
11	CACAO	13.30	13.20	13.25	94.68		
					1665.48	83.28	41.64

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	10	10	100.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CAPIRONA	9.20	9.10	9.15	35.51		
2	CACAO	8.20	8.10	8.15	26.13		
3	CACAO	5.90	5.60	5.75	10.37		
4	CACAO	7.30	7.10	7.20	18.82		
					90.83	9.08	4.54

Árborea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	5	5	25.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	CAPIRONA	4.80	4.70	4.75	6.25		
					6.25	2.50	1.25

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	12			144	0	0
2	7			49	0	0
3			12.1	0	0	146.41
4	6			36	0	0
5			7.00	0.00	0.00	49.00
6	11.00			121.00	0.00	0.00
7	45.00			2025.00	0.00	0.00
8		8.00		0.00	64.00	0.00
9	21.00			441.00	0.00	0.00
Volumen (m3/ha) por categoría				86.85	1.97	6.03
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				44.92		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				22.46		

Tocones muertos					
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)		
	40	2	80.0		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		prom. (cm)			
1	65.00	38.00	22.12		
2	40.00	12.00	1.36		
			23.47	2.93	1.47

ANEXO 25. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-UNION CENTRO RAYA_ A

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.600	0.298	0.087	0.467			
2	1	1.850	0.237	0.100	0.781			
3	1	1.350	0.267	0.081	0.410			
4	1	2.600	0.303	0.078	0.669			
						2.3	5.82	2.91

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.980	0.245	0.099	0.396			
2	1	1.560	0.200	0.093	0.725			
3	1	2.100	0.267	0.100	0.787			
4	1	1.970	0.246	0.092	0.747			
						2.64	26.45	13.22

ANEXO 26. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CODIGO PARCELA-UNIÓN CENTRO RAYA_A

Árborea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
3	20	10	199.94				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CAPIRONA	15.6	15.5	15.6	144.7		
2	CACAO	13.5	13.4	13.5	98.5		
3	CAPIRONA	22.7	22.4	22.6	387.3		
4	CACAO	17.3	17.1	17.2	189.0		
5	CAPIRONA	13.2	13.2	13.2	93.7		
6	CACAO	12.9	12.7	12.8	86.4		
7	CAPIRONA	21.0	19.8	20.4	297.0		
8	CACAO	15.1	15.0	15.1	132.7		
9	SANGRE DE GRADO	36.0	35.9	36.0	1332.2		
10	CAPIRONA	12.6	12.4	12.5	81.1		
11	CACAO	12.3	12.3	12.3	77.7		
12	CACAO	22.0	22.0	22.0	362.7		
13	SANGRE DE GRADO	24.8	24.3	24.6	485.0		
					3768.10	188.46	94.23

Árborea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
2	10	10	99.99				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	8.10	8.00	8.05	25.29		
2	CACAO	7.90	7.70	7.80	23.26		
3	CACAO	8.30	8.20	8.25	26.99		
4	CAPIRONA	8.50	8.30	8.40	28.31		
					103.86	10.39	5.19

Arbórea con diámetros entre1.5 a 4.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
	5	5	25.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	BOLAINA	4.50	4.30	4.40	5.11		
2	CACAO	4.10	4.10	4.10	4.23		
					9.34	3.74	1.87

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1			4.00	0.00	0.00	16.00
2	6.00			36.00	0.00	0.00
3	5.00			25.00	0.00	0.00
4	6.50			42.25	0.00	0.00
5		4.00		0.00	16.00	0.00
Volumen (m3/ha) por categoría				3.18	0.49	0.49
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				1.81		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				0.91		

Tocones muertos					
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		prom. (cm)			
1	20	14	0.92		
			0.92	0.12	0.06

ANEXO 27. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)
CÓDIGO PARCELA-UNIÓN CENTRO RAYA_B

Hojarasca								
Nº Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	2.350	0.270	0.099	0.862			
2	1	1.600	0.245	0.094	0.614			
3	1	1.750	0.280	0.087	0.544			
4	1	1.250	0.260	0.069	0.332			
						2.4	5.88	2.94

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
Nº Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.500	0.300	0.119	0.595			
2	1	0.950	0.240	0.100	0.396			
3	1	1.200	0.210	0.099	0.566			
4	1	1.350	0.270	0.098	0.490			
						2.05	20.47	10.23

ANEXO 28. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE, CÓDIGO PARCELA-UNIÓN CENTRO RAYA_B

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
3	20	10	199.94				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	16.40	16.10	16.25	162.58		
2	CAPIRONA	17.50	17.10	17.30	191.91		
3	CACAO	15.60	15.10	15.35	139.80		
4	CACAO	13.80	13.60	13.70	103.44		
5	CACAO	12.70	12.50	12.60	82.87		
6	CAPIRONA	21.30	21.00	21.15	326.79		
7	CAPIRONA	20.30	20.00	20.15	287.44		
8	CAPIRONA	14.70	14.50	14.60	122.43		
9	CACAO	15.00	14.70	14.85	128.06		
10	CACAO	13.40	13.10	13.25	94.68		
11	CAPIRONA	19.50	19.30	19.40	259.96		
12	CAPIRONA	16.00	15.90	15.95	154.75		
13	CAPIRONA	18.20	18.10	18.15	217.91		
14	CACAO	17.60	17.20	17.40	194.87		
					2467.50	123.41	61.70

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
2	10	10	100.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	9.00	8.80	8.90	33.00		
2	CACAO	7.40	7.10	7.25	19.17		
					52.16	5.22	2.61

Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
	5	5	25.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	BOLAINA	4.30	4.10	4.20	4.51		
					4.51	1.81	0.90

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	3.3			10.89	0	0
2	4			16	0	0
3		3.5		0	12.25	0
4	3			9	0	0
Volumen (m3/ha) por categoría				1.11	0.38	0.00
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				0.67		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				0.33		

Tocones muertos					
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)		
	40	2	80.0		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		prom. (cm)			
1	22.00	15.00	1.17		
			1.17	0.15	0.07

ANEXO 29. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-MIGUEL GRAU_A

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	2.450	0.310	0.110	0.869			
2	1	1.200	0.190	0.098	0.619			
3	1	0.950	0.200	0.095	0.451			
4	1	2.200	0.250	0.105	0.924			
						2.9	7.16	3.58

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.950	0.220	0.090	0.389			
2	1	0.840	0.270	0.072	0.224			
3	1	0.920	0.275	0.082	0.274			
4	1	1.100	0.310	0.100	0.355			
						1.24	3.10	1.55

ANEXO 30. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CÓDIGO PARCELA-MIGUEL GRAU_A

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
5	20	10	199.85				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	12.2	13.2	12.7	84.6		
2	PLATANO	11.5	11.2	11.4	62.8		
3	CACAO	13.0	12.9	13.0	89.1		
4	PLATANO	12.5	12.5	12.5	81.1		
5	PLATANO	11.8	11.6	11.7	68.1		
6	PLATANO	14.2	14.1	14.2	112.7		
7	CACAO	12.9	12.8	12.9	87.3		
8	PLATANO	11.1	11.1	11.1	59.2		
9	PLATANO	12.1	12.0	12.1	73.6		
10	PLATANO	13.5	13.2	13.4	96.6		
11	PLATANO	10.8	10.5	10.7	53.1		
					868.33	43.45	21.73

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	10	10	100.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	PLATANO	8.30	8.20	8.25	26.99		
2	PLATANO	7.10	7.10	7.10	18.13		
3	PLATANO	7.80	7.80	7.80	23.26		
4	PLATANO	8.20	8.10	8.15	26.13		
5	CACAO	9.10	9.00	9.05	34.49		
6	PLATANO	7.20	7.10	7.15	18.47		
7	PLATANO	5.80	5.70	5.75	10.37		
					157.86	15.79	7.89

Arbórea con diámetros entre1.5 a 4.9 cm										
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)							
	5	5	25.00							
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)			
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)						
		1	PLATANO	4.50				4.40	4.45	5.26
		2	PLATANO	4.80				4.70	4.75	6.25
		3	PLATANO	4.00				4.00	4.00	3.97
					15.48	6.19	3.10			

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	6.50			42.25	0.00	0.00
2	7.00			49.00	0.00	0.00
3		5.50		0.00	30.25	0.00
4		5.90		0.00	34.81	0.00
5	6.20			38.44	0.00	0.00
6				0.00	0.00	0.00
7	5.20			27.04	0.00	0.00
8	9.50			90.25	0.00	0.00
9		8.50		0.00	72.25	0.00
10		10.00		0.00	100.00	0.00
11			8.00	0.00	0.00	64.00
12			10.00	0.00	0.00	100.00
Volumen (m3/ha) por categoría				7.62	7.32	5.06
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				6.76		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				3.38		

Tocones muertos					
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)		
	40	2	80		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP prom. (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	35	7	0.40		
			0.40	0.05	0.03

ANEXO 31. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)
CÓDIGO PARCELA-MIGUEL GRAU_ B

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.200	0.190	0.100	0.632			
2	1	1.800	0.230	0.110	0.861			
3	1	2.100	0.270	0.102	0.793			
4	1	1.300	0.265	0.101	0.495			
						2.8	6.95	3.48

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.100	0.270	0.075	0.306			
2	1	1.400	0.310	0.085	0.384			
3	1	1.200	0.260	0.065	0.300			
4	1	0.950	0.210	0.081	0.366			
						1.36	3.39	1.69

ANEXO 32. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CÓDIGO PARCELA-MIGUEL GRAU_ B

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	20	10	200.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	PLATANO	12.50	12.40	12.45	80.28		
2	PLATANO	12.70	12.70	12.70	84.62		
3	CACAO	13.20	13.20	13.20	93.74		
4	PLATANO	11.80	11.60	11.70	68.10		
5	CACAO	12.90	12.80	12.85	87.30		
6	PLATANO	13.00	13.00	13.00	90.02		
					504.07	25.20	12.60

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	10	10	100.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	8.10	8.00	8.05	25.29		
2	PLATANO	6.80	6.70	6.75	15.86		
3	PLATANO	7.60	7.50	7.55	21.34		
4	CACAO	7.10	7.10	7.10	18.13		
5	PLATANO	8.20	8.10	8.15	26.13		
6	PLATANO	6.40	6.30	6.35	13.49		
7	CACAO	7.20	7.00	7.10	18.13		
8	PLATANO	5.90	5.80	5.85	10.86		
					149.24	14.92	7.46

Árborea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	5	5	25.0				
ID especie	Nombre comun	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	GUABA	2.50	2.40	2.45	1.08		
2	PLATANO	4.00	3.90	3.95	3.84		
3	CACAO	3.50	3.30	3.40	2.58		
4	PLATANO	2.30	2.20	2.25	0.86		
5	GUABA	2.70	2.60	2.65	1.33		
6	CACAO	2.00	2.00	2.00	0.63		
7	PLATANO	2.70	2.60	2.65	1.33		
					11.66	4.66	2.33

Tocones muertos					
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)		
	40	2	80.0		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP prom. (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	25.0	14.2	1.2		
2	40.0	16.2	2.5		
3	30.0	50.0	17.7		
			21.33	2.67	1.33

Troncos caídos						
Distancia Transepto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	5.6			31.36	0	0
2	9			81	0	0
3			6	0	0	36
4	4.5			20.25	0	0
5		7.2		0	51.84	0
6	6			36	0	0
7		5.5		0	30.25	0
8		7		0	49	0
9		5.5		0	30.25	0
10	18.4			338.56	0	0
11	10			100	0	0
12	15			225	0	0
13		12		0	144	0
14	18			324	0	0
Volumen (m3/ha) por categoría				35.66	9.42	1.11
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				20.82		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				10.41		

ANEXO 33. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-NUEVO SAN JUAN_ A

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.950	0.200	0.090	0.428			
2	1	1.500	0.190	0.098	0.774			
3	1	1.200	0.210	0.102	0.583			
4	1	1.150	0.250	0.099	0.455			
						2.2	5.60	2.80

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.300	0.250	0.105	0.546			
2	1	0.950	0.280	0.100	0.339			
3	1	0.900	0.215	0.096	0.402			
4	1	1.100	0.190	0.065	0.376			
						1.66	4.16	2.08

ANEXO 34. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CÓDIGO PARCELA–NUEVO SAN JUAN_ A

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend.(%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	20	10	200.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	15.2	15.1	15.2	135.0		
2	CEDRO	27.0	27.0	27.0	624.0		
3	CACAO	12.6	12.5	12.6	82.0		
4	CAPIRONA	17.5	17.3	17.4	194.9		
5	CACAO	14.5	14.3	14.4	118.0		
					1153.96	57.70	28.85

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	10	10	100.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CAPIRONA	7.50	7.40	7.45	20.60		
2	CACAO	6.80	6.70	6.75	15.86		
3	CACAO	6.20	6.20	6.20	12.66		
4	CAPIRONA	5.70	5.60	5.65	9.90		
5	CACAO	6.40	6.20	6.30	13.21		
6	CACAO	7.30	7.10	7.20	18.82		
7	CEDRO	8.30	8.10	8.20	26.56		
					117.62	11.76	5.88

Arbórea con diámetros entre1.5 a 4.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)				
	5	5	25.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
	1	CACAO	3.30	3.20	3.25	2.29	
	2	CACAO	2.70	2.70	2.70	1.40	
	3	CACAO	3.90	3.80	3.85	3.58	
	4	COCA	4.20	4.20	4.20	4.51	
	5	CACAO	4.50	4.20	4.35	4.95	
					16.74	6.70	3.35

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1		12.00		0.00	144.00	0.00
2	6.00			36.00	0.00	0.00
3	4.00			16.00	0.00	0.00
4		7.00		0.00	49.00	0.00
Volumen (m3/ha) por categoría				1.60	5.95	0.00
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				2.59		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				1.29		

ANEXO 35. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-NUEVO SAN JUAN_ B

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.250	0.280	0.105	0.469			
2	1	1.100	0.250	0.095	0.418			
3	1	0.700	0.200	0.087	0.305			
4	1	0.650	0.190	0.068	0.233			
						1.4	3.56	1.78

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.950	0.210	0.065	0.294			
2	1	0.500	0.190	0.096	0.253			
3	1	0.610	0.200	0.079	0.241			
4	1	0.750	0.185	0.070	0.284			
						1.07	2.68	1.34

ANEXO 36. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CÓDIGO PARCELA-NUEVO SAN JUAN_B

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	20	10	200.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	PLATANO	13.30	13.20	13.25	94.68		
2	BOLAINA	15.10	15.00	15.05	132.68		
3	BOLAINA	12.90	12.80	12.85	87.30		
4	PLATANO	11.70	11.50	11.60	66.57		
5	BOLAINA	13.60	13.50	13.55	100.47		
6	BOLAINA	13.90	13.90	13.90	107.49		
7	BOLAINA	11.20	11.10	11.15	59.94		
8	PLATANO	14.60	14.50	14.55	121.32		
					770.46	38.52	19.26

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	10	10	100.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	8.50	8.40	8.45	28.76		
2	BOLAINA	9.20	9.10	9.15	35.51		
3	PLATANO	6.40	6.40	6.40	13.77		
4	BOLAINA	5.80	5.60	5.70	10.14		
					88.18	8.82	4.41

Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	5	5	25.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	OCUERA	3.10	3.10	3.10	2.02		
					2.02	0.81	0.40

Troncos caídos						
Distancia Transepto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	7			49	0	0
2	4			16	0	0
3	6			36	0	0
4	8			64	0	0
5		5.5		0	30.25	0
6	7			49	0	0
7	3.5			12.25	0	0
Volumen (m3/ha) por categoría				6.98	0.93	0.00
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				3.77		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				1.88		

ANEXO 37. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-NUEVO PALESTINA_A

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	1.550	0.210	0.105	0.775			
2	1	2.700	0.230	0.095	1.115			
3	1	1.100	0.210	0.069	0.361			
4	1	1.650	0.240	0.088	0.605			
						2.9	7.14	3.57

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.950	0.230	0.055	0.227			
2	1	1.105	0.200	0.067	0.370			
3	1	0.920	0.190	0.042	0.203			
4	1	0.500	0.180	0.034	0.094			
						0.90	8.95	4.48

ANEXO 38. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES MUERTOS EN PIE - CÓDIGO PARCELA-NUEVO PALESTINA_A

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	20	10	200.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	UVOS	18.70	18.20	18.45	227.59		
2	NARANJA	12.30	10.50	11.40	63.57		
3	CAOBA	18.00	18.00	18.00	213.18		
4	CACAO	12.50	12.40	12.45	80.28		
5	CACAO	13.20	13.10	13.15	92.80		
6	UVOS	11.20	11.10	11.15	59.94		
7	CACAO	10.50	10.30	10.40	49.85		
8	NARANJA	10.00	10.00	10.00	44.93		
9	CACAO	12.30	12.20	12.25	76.91		
10	SHAPAJA	35.70	35.10	35.40	1278.88		
11	BOLAINA	13.80	13.60	13.70	103.44		
12	CACAO	12.50	12.10	12.30	77.75		
13	BOLAINA	12.40	12.30	12.35	78.59		
14	CACAO	13.10	13.00	13.05	90.94		
15	SHAPAJA	14.20	14.20	14.20	113.74		
16	CACAO	12.90	12.80	12.85	87.30		
17	BOLAINA	13.10	13.00	13.05	90.94		
					2830.63	141.53	70.77

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	10	10	100.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	8.30	8.20	8.25	26.99		
2	CACAO	9.20	9.00	9.10	35.00		
3	BOLAINA	8.80	8.40	8.60	30.13		
					92.12	9.21	4.61

Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	5	5	25.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)			
1	BOLAINA	3.20	3.10	3.15	2.11		
					2.11	0.84	0.42

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	7.30			53.29	0.00	0.00
2			7.30	0.00	0.00	53.29
3		5.50		0.00	30.25	0.00
4			6.50	0.00	0.00	42.25
Volumen (m3/ha) por categoría				1.64	0.93	2.95
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				1.54		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				0.77		

ANEXO 39. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN DEPOSITO DE HOJARASCA Y HERBACEA ARBUSTIVA (1.5 cm)

CÓDIGO PARCELA-NUEVO PALESTINA_B

Hojarasca								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Peso total Biomasa Húmeda (Kg)	Peso Húmedo de sub Muestra (Kg)	Peso seco sub Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Peso Total Biomasa (kg/4parc.)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	2.500	0.250	0.100	1.000			
2	1	2.000	0.230	0.105	0.913			
3	1	2.700	0.195	0.099	1.371			
4	1	2.950	0.210	0.100	1.405			
						4.7	11.72	5.86

Herbácea/Arbustiva hasta 1.5 cm								
N° Parc.	Área de Parc. (m ²)	Biomasa Húmeda (Kg)	Peso húmedo Muestra (Kg)	Peso seco Muestra (Kg)	Peso seco Biomasa Parcela (Kg)	Total Biomasa (kg/4parcelas)	Biomasa Seca (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	1	0.950	0.180	0.056	0.296			
2	1	0.560	0.140	0.037	0.148			
3	1	0.700	0.165	0.027	0.115			
4	1	0.690	0.185	0.076	0.283			
						0.84	4.21	2.10

ANEXO 40. TABLA DE DATOS OBTENIDOS PARA CUANTIFICACION DE CARBONO EN ARBOREA (> 10 cm, 5 – 9.9 cm, 1.5 – 4.9 cm); TRONCOS CAIDOS Y ARBOLES

MUERTOS EN PIE - CÓDIGO PARCELA-NUEVO PALESTINA_ B

Arbórea con diámetros mayores de 10 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	20	10	200.00				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CACAO	13.50	12.90	13.20	93.74		
2	CACAO	14.90	14.50	14.70	124.66		
3	CACAO	14.50	14.20	14.35	116.96		
4	CACAO	13.70	13.50	13.60	101.45		
5	CACAO	17.10	17.00	17.05	184.65		
6	CACAO	12.50	12.30	12.40	79.43		
7	CADRO	11.90	11.70	11.80	69.65		
8	CACAO	15.00	15.00	15.00	131.52		
9	CACAO	15.30	15.20	15.25	137.40		
10	CACAO	14.80	14.50	14.65	123.54		
11	GUABA	12.80	12.40	12.60	82.87		
12	CACAO	11.90	11.70	11.80	69.65		
13	CACAO	13.70	13.60	13.65	102.44		
14	CACAO	13.20	13.20	13.20	93.74		
15	CACAO	15.50	15.30	15.40	141.01		
16	SHAPAJA	40.00	39.70	39.85	1750.07		
17	CACAO	14.40	14.20	14.30	115.88		
18	SHAPAJA	15.20	15.10	15.15	135.03		
					3653.72	182.69	91.34

Arbórea con diámetros entre 5 a 9.9 cm							
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m ²)				
	10	10	100.0				
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
		mayor (cm)	menor (cm)	prom. (cm)			
1	CAOBA	8.90	8.80	8.85	32.51		
2	CACAO	9.30	9.20	9.25	36.55		
3	CACAO	8.80	8.70	8.75	31.54		
					100.59	10.06	5.03

Arbórea con diámetros entre 1.5 a 4.9 cm						
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)			
	5	5	25.0			
ID especie	Nombre común	DAP			Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)
		menor (cm)	mayor (cm)	prom. (cm)		
1	BOLAINA	4.60	4.20	4.40	5.11	
					5.11	2.04
						1.02

Arbórea muertos en pie				
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)	
	40	2	80.0	
ID especie	DAP prom. (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	14	109.55		
2	12	72.82		
		182.37	22.80	11.40

Troncos caídos						
Distancia Transecto 40 metros						
N° Árbol	Categoría			Categoría		
	Solido (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Podrido (diámetro)	Solido	Intermedio	Podrido
1	6			36	0	0
2		7		0	49	0
3			5.5	0	0	30.25
4			4.5	0	0	20.25
5		6.5		0	42.25	0
6	5.5			30.25	0	0
7	10			100	0	0
8	12.5			156.25	0	0
Volumen (m3/ha) por categoría				9.95	2.81	1.56
Biomasa troncos caídos (t MS/ha)				6.05		
Carbono Biomasa troncos caídos (t C/ha)				3.03		

Tocones muertos					
Pend. (%)	Largo Parc.(m)	Ancho Parc.(m)	Área de parc. (m²)		
	40	2	80.0		
ID especie	altura tocón (cm)	DAP prom. (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)
1	50.0	46.0	24.9		
2	40.0	46.0	19.9		
			44.87	5.61	2.80

ICONOGRAFÍA



Foto 1. Identificación de la zona agroforestal para las evaluaciones de biomasa



Foto 2 y 3. Delimitaciones de las parcelas de estudio para las evaluaciones.



Foto 4. Plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*)



Foto 5. Codificación de bolsas para las muestras



Foto 6. Cortando la biomasa viva y muerta para pesaje



Foto 7. Recolectando los detritos para su pesaje



Foto 8. Hojarasca y detritos listo para pesaje



Foto 9. Pesaje de sub muestras



Foto 10. Llenado de sub muestras biomasa viva y detritos.



Foto 11. Medición biométrica de cacao



Foto 12. Medición biométrica de guaba



Foto 13. Acopio de sub muestras codificadas



Foto 14. Materiales e instrumentos utilizados para el estudio.