

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**“DETERMINACIÓN DE LAS RESERVAS DE CARBONO EN LA  
BIOMASA AÉREA DE COMBINACIONES AGROFORESTALES DE  
*THEOBROMA CACAO L.* & DETERMINACIÓN DE LA ECUACIÓN  
ALOMÉTRICA PARA EL CACAO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERA AMBIENTAL**

**GIULIANA CECILIA LARREA AGUINAGA**

**LIMA PERU**

**2,007**

## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los miembros de jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del trabajo del trabajo de Tesis titulado: “**DETERMINACIÓN DE LAS RESERVAS DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE COMBINACIONES AGROFORESTALES DE *THEOBROMA CACAO L.* & DETERMINACIÓN DE LA ECUACIÓN ALOMÉTRICA PARA EL CACAO**” presentada por la ex alumna de la Facultad de Ciencias, Bach. **GIULIANA CECILIA LARREA AGUINAGA**.

Oídas las observaciones y respuestas formuladas, lo declaramos:

.....

Con el calificativo de: .....

En consecuencia queda en condición de ser calificada **APTA** y recibir el título de **INGENIERA AMBIENTAL**.

**La Molina, 15 de Junio del 2007**

.....  
Mg. Sc. Víctor Miyashiro Kiyán.

.....  
Mg.Sc. Juan Guerrero Barrantes  
Miembro

.....  
Mg.Sc. Alfredo Rodríguez Delfín  
Miembro

.....  
Dr. Julio Alegre Orihuela  
Patrocinador

## DEDICATORIA

A los productores de cacao de las zonas de la zona de estudio; Mariscal Cáceres, y Tingo Maria, así como otros cacaoteros que conocí primero durante mi experiencia pre profesional en Picota, y recientemente durante mi experiencia laboral en Piura, pues ellos compartieron conmigo conocimientos sobre este cultivo así como de otras especies, muchos de ellos facilitaron sus parcelas y árboles para el desarrollo de la presente tesis, y además me comentaron sus reflexiones sobre la problemática particular de cada zona, y coincidimos en la necesidad de que se ejecuten proyectos de biocomercio en apoyo al desarrollo sostenible, como al que el presente estudio pretende fomentar; es por ello que este pequeño aporte, va para ellos con mucho cariño.

A mis padres por darme el placer de estar infinitamente orgullosa de ser su hija, gracias por ser claros ejemplos de perseverancia y lucha en sus vidas, por brindarme todo lo que estuvo a su alcance para mi formación personal no solo en el ámbito profesional sino moral, todo fue más de lo que hubiera deseado.

A mis hermanos a quienes adoro, y con quienes siempre cuento en los momentos difíciles.

A mis grandes amigos Benjamín Masías y Joshua Joseph, quienes sin darse cuenta, me inspiraron para realizar una investigación relacionada a este tema, hace aproximadamente tres años, cuando me invitaron a participar de una forestación piloto de una ladera del Cerro San Francisco, un cerro cercano a nuestras casas.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Julio Alegre mi patrocinador, quien me dirigió en la mayor parte del trabajo de tesis.

Al Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), quienes con su irrefutable experiencia y posicionamiento en la zona de intervención, me apoyaron en gran parte a través de su equipo administrativo y técnico, tanto de San Martín como de Tingo Maria, facilitándome enormemente las tareas que consideró el presente proyecto, además de hacerme sentir como en familia y por ello los considero excelentes personas y amigos. Mi eterno agradecimiento a Enrique Arévalo, Luís Zúñiga, Carlos Arévalo, Esteban Altamirano, Lucinda Vela, Juan Arévalo, Cesar Trigos, Carlos Alvarado, Rolando Reyes, Oscar Grández, y todos los del ICT. A Gabriel Paredes Rojas y Julián Arévalo Díaz dos jóvenes amigos que me apoyaron y amenizaron durante las arduas labores de campo en Tingo Maria.

A los agricultores y beneficiarios del ICT en su mayoría son los principales facilitadores de los sistemas evaluados.

A Alberto Faubel gerente de LEBUAF S. L. Empresa Española comercializadora de cacao; quien me apoyo con dos profesionales en San Martín.

A mi genial amigo, Adrián Sánchez quien me refresco el curso de estadística en varias ocasiones y me apoyo de manera inicial con el análisis estadístico. A Felipe Mediburú quien me apoyo con la selección y validación de la ecuación alométrica final mediante los programas de SAS y R.

A Eduardo Somarriba, quien virtualmente me alcanzo sugerencias y revisión bibliográfica de investigaciones que dirigió desde la CATIE desde Costa Rica. A mis amigos Jesser Méndez y Karl Mendoza por su gentil ayuda con la revisión bibliográfica, ¡Muchas gracias!

A mi amiga Juanita Yesenia Concha Huacoto, por su compañía y ayuda durante la primera fase de campo de esta tesis.

## ÍNDICE

### CAPITULO I

1.0 INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	14
1.2 OBJETIVOS.....	17

### CAPITULO II

2.0 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1 CICLO DEL CARBONO.....	18
2.2 CAMBIO CLIMATICO.....	20
2.3 MARCO LEGAL.....	26
2.4 MERCADO DEL CARBONO.....	28
2.5 ACTUALIDAD SOBRE EVENTOS, PRECIOS Y PROYECTOS.....	29
2.6 LOS BOSQUES, SISTEMAS AGROFORESTALES Y LAS RESERVAS DE CARBONO.....	32
2.7 EL CULTIVO DE CACAO EN EL PERU.....	35
2.8 DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO Y SU PROBLEMÁTICA.....	51
2.9 METODOLOGÍAS PARA ESTIMAR BIOMASA.....	58

### CAPITULO III

3.0 MATERIALES Y METODOS.....	64
3.1 DETERMINACION DEL CARBONO AEREO ALMACENADO.....	64
3.1.1 ZONA DE ESTUDIO.....	64
3.1.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	66
3.1.3 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR CARBONO AEREO ALMACENADO.....	66
3.2 DETERMINACION DE LA CURVA ALOMETRICA.....	71
3.2.1 ZONA DE ESTUDIO.....	71
3.2.2 PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA ECUACIÓN ALOMÉTRICA DEL CACAO.....	72

## **CAPITULO IV**

4.0	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	77
4.1	ECUACION ALOMETRICA DEL CACAO.....	77
4.2	EVALUACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LA BIOMASA DE LOS SISTEMAS.....	79
4.3	EVALUACIÓN DEL FLUJO DE CARBONO.....	82
4.4	DISPERSIÓN DE LAS RESERVAS DE CARBONO EN CADA UNOS DE LOS SISTEMAS DE CACAO.....	84
4.5	VALORACIÓN ECONÓMICA.....	87
4.6	DISCUSION DE RESULTADOS.....	88

## **CAPITULO V**

5.0.	CONCLUSIONES.....	92
------	-------------------	----

## **CAPITULO VI**

6.0	RECOMENDACIONES.....	93
-----	----------------------	----

## **BIBLIOGRAFÍA**

## LISTA DE CUADROS:

CUADRO N° 1	PRECIOS Y TAMAÑO DEL MERCADO DEL CARBONO.....	30
CUADRO N° 2	EXPORTACIÓN GRANO DE CACAO - ORGANIZACIONES SOCIAS APPCACAO PERIODO: 2005.....	38
CUADRO N° 3	EXPORTACIÓN GRANO DE CACAO ORGÁNICO ORGANIZACIONES SOCIAS APPCACAO. PERIODO: 2005.....	38
CUADRO N° 4	GRUPOS DE GERMOPLASMA Y SU DISTRIBUCIÓN.....	39
CUADRO N° 5	DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS Y SISTEMAS EVALUADOS..	64
CUADRO N° 6	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA CADA UNO DE LOS COMPONENTES DE LOS ÁRBOLES DE CACAO.....	78
CUADRO N° 7	CARBONO ALMACENADO EN LA BIOMASA AÉREA ARBÓREA, HERBÁCEA Y HOJARASCA DE CADA UNO DE LOS SISTEMAS CON CACAO EN MARISCAL CÁCERES – SAN MARTÍN.....	80
CUADRO N° 8	LEYENDA DE LOS ANÁLISIS DE DISPERSIÓN DE BIOMASA ACUMULADA EN LOS DIFERENTES TRANSECTOS DE CADA SISTEMA.....	85
CUADRO N° 9	ESTIMACIÓN DE LOS CRÉDITOS DE CARBONO PARA CADA UNO DE LOS SISTEMAS CON CACAO.....	87

## LISTA DE FIGURAS:

FIGURA N° 1	CICLO DEL CARBONO.....	19
FIGURA N° 2	CAMBIOS EN LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LOS PAÍSES DEL ANEXO 1 DE LAS PARTES 1990-2004.....	21
FIGURA N° 3	RESERVAS DE C CON DIFERENTES SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA EN YURIMAGUAS Y PUCALLPA, PERÚ.....	33
FIGURA N° 4	RESERVAS DE C EN LOS SISTEMAS DE BARBECHO DE CICLO CORTO EN YURIMAGUAS Y PUCALLPA, PERÚ.....	34
FIGURA N° 5	PRODUCCIÓN NACIONAL DE CACAO.....	36
FIGURA N° 6	EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE COSECHADA, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL CACAO EN PERU.....	37
FIGURA N° 7	MAPA DE DISTRIBUCIÓN DEL CACAO EN EL PERÚ.....	42
FIGURA N° 8	MAPA DE LA REGIÓN SAN MARTÍN.....	51
FIGURA N° 9.	MOTIVOS MÁS FRECUENTES PARA EMIGRACIÓN A MARISCAL CÁCERES.....	52
FIGURA N° 10	PROCEDENCIA DE INMIGRANTES.....	53
FIGURA N° 11.	EVOLUCIÓN DEL ÁREA DEFORESTADA EN SAN MARTÍN.....	53
FIGURA N° 12.	MAPA DE DEFORESTACIÓN DE LA REGIÓN DE SAN MARTÍN 2003.....	54
FIGURA N° 13	PAISAJE ENCONTRADO POR LO INMIGRANTES A MARISCAL CÁCERES.....	54
FIGURA N° 14	TIEMPO DE RESIDENCIA EN MARISCAL CÁCERES.....	55
FIGURA N° 15.	TAMAÑO DE LA CHACRA DE CACAO .....	56
FIGURA N° 16.	TIPOS DE CACAO MÁS FRECUENTES.....	56
FIGURA N° 17.	EDAD DE LOS CACAOTALES.....	57
FIGURA N° 18.	PRECIO DE COMPRA DEL CACAO ORGÁNICO SEGÚN LA CALIDAD.....	57
FIGURA N° 19.	SITIOS DE MUESTREO EN EL TRONCO DE UN ÁRBOL PARA DETERMINAR LA BIOMASA DEL FUSTE Y LA COPA.....	62

FIGURA N° 20.	MAPA DE UBICACIÓN DEL DIAGNOSTICO SOCIO AMBIENTAL DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DEL PARQUE NACIONAL RÍO ABISEO.....	65
FIGURA N° 21.	DISEÑO DE LOS TRANSECTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE LA BIOMASA VEGETAL...	67
FIGURA N° 22.	CUADRANTES DE 1M X 1M PARA LA DETERMINACIÓN DE HOJARASCA Y BIOMASA HERBÁCEA.....	68
FIGURA N° 23.	MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE DONDE SE EXTRAJERON LOS ÁRBOLES DE CACAO PARA LA ELABORACIÓN DE LA ECUACIÓN ALOMÉTRICA.....	71
FIGURA N° 24.	EJEMPLO DE UN BOSQUEJO DE UN ÁRBOL DE CACAO PARA REALIZAR LAS MEDICIONES NECESARIAS, PREVIO A SU DERRIBAMIENTO.....	72
FIGURA N° 25	REGRESIÓN ENTRE LA BIOMASA TOTAL Y EL DIÁMETRO A 30 CM DEL SUELO .....	79
FIGURA N° 26	CARBONO ALMACENADO BAJO DIFERENTES SISTEMAS CON CACAO EN MARISCAL CÁCERES.....	81
FIGURA N° 27	FLUJO DE CARBONO EN DIFERENTES SISTEMAS CON CACAO EN MARISCAL CÁCERES.....	83
FIGURA N° 28	DISPERSIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LA BIOMASA ARBÓREA DE LOS COMPONENTES: ÁRBOLES VIVOS, ÁRBOLES VIVOS VARIOS, ÁRBOLES DE CACAO Y ÁRBOLES MUERTOS EN PIE.....	85
FIGURA N° 29	DISPERSIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LA BIOMASA ARBÓREA DE LOS COMPONENTES DE ÁRBOLES CAÍDOSMUERTOS, HERBÁCEOS Y HOJARASCA, ASÍ COMO EN LA BIOMASA VEGETAL TOTAL.....	86
FIGURA N° 30	CARBONO ALMACENADO (CA) EN EL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO – LAUREL (SAF- CL) EN VALLE (V) Y LOMA (L). .....	90
FIGURA N° 31	CARBONO FIJADO (CF) EN EL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO – LAUREL (SAF-CL) EN VALLE (V) Y LOMA (L).....	91

## LISTA DE FOTOS

FOTO N° 1.	EVALUACIÓN DEL DIÁMETRO DE ÁRBOLES EN EL CAMPO.....	67
FOTO N° 2.	EVALUACIÓN DE HERBÁCEAS EN LOS TRANSECTOS.....	68
FOTO N° 3.	EVALUACIÓN DE LA HOJARASCA EN LOS TRANSECTOS.....	68
FOTO N° 4.	MEDICIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS ÁRBOLES DE CACAO.....	73
FOTO N° 5.	CORTE DE LOS ÁRBOLES DE CACAO PARA EXTRAER SUS COMPONENTES (HOJAS, RAMAS, RAMILLAS, ETC.).....	73
FOTO N° 6.	CORTE DE RAMAS Y EXTRACCIÓN DE HOJAS.....	74
FOTO N° 7.	PESADO DE RAMAS, FRUTOS Y DEMÁS COMPONENTES.....	74
FOTO N° 8.	PESADO DE SUBMUESTRAS SECAS.....	75

## **ANEXOS:**

### ANEXO N° 1

DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS ÁRBOLES DE CACAO EXTRAÍDOS.....100

### ANEXO N° 2

PROCESAMIENTO DE DATOS CON LOS PROGRAMAS R Y SAS.....101

### ANEXO N° 3

RESUMEN DE LOS SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA EVALUADOS.....106

### ANEXO N° 4

SISTEMA CACAO DE 3 AÑOS CON CAPIRONA Y GUABA DE 6 AÑOS.....113

### ANEXO N° 5

CACAO DE 3 AÑOS GUABA Y PALTA DE 5 AÑOS.....118

### ANEXO N° 6

CACAO DE 3 AÑOS CON GUANÁBANA CÍTRICOS 6 AÑOS & COMELINA DE  
COBERTURA.....123

### ANEXO N° 7

CACAO 6 AÑOS CON SOMBRA TEMPORAL DE PLÁTANO.....128

### ANEXO N° 8

CACAO DE 6 AÑOS CON CAPIRONA BOLAINA Y FRUTALES.....132

### ANEXO N° 9

CACAO DE 8 AÑOS CON CAPIRONA - CAOBA – BOLAINA.....136

### ANEXO N° 10

CACAO DE 8 AÑOS CON CAPIRONA Y CAFÉ DE 10 AÑOS.....141

### ANEXO N° 11

EQUIPO DE APOYO EN SAN MARTÍN Y HUANUCO.....145

## RESUMEN

A escala global el cambio de uso de la tierra y las actividades forestales han sido, y son actualmente fuentes netas de emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera. Sin embargo con un manejo adecuado, los 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 mediante el pago por servicios ambientales, logrando así las metas del desarrollo sostenible así como la mitigación de los efectos globales del cambio climático.

La presente tesis tuvo como principal objetivo generar información técnica científica base para la elaboración de proyectos de comercialización de créditos de carbono, en el marco del Protocolo de Kyoto, mediante el aprovechamiento de sistemas agroforestales de cacao en la amazonia peruana. Para ello se evaluaron 7 sistemas de uso de la tierra en el ámbito de la provincia de Mariscal Cáceres, región de San Martín. Tres sistemas de 3 años, dos de 6 años y dos de 8 años de edad del cultivo principal es el cacao. Cada uno de los sistemas se encontró provisto de diferentes sombras, distanciamiento y manejo particular. Así mismo se determinó la ecuación alométrica (modelo de biomasa): **Biomasa = 0.4849 Diámetro<sup>1.42</sup>**, con el fin de estimar la biomasa específica para la especie de cacao en función a la información levantada mediante inventarios en Mariscal Cáceres, dicha ecuación fue elaborada en base a 30 árboles de diferentes zonas con similares condiciones ambientales. De los resultados, se puede concluir que los sistemas de cacao con especies forestales maderables y frutales, presentaron una mayor acumulación de carbono almacenado en la biomasa aérea arbórea, a su vez, estos favorecen de manera constante la presencia de abundante hojarasca, funcionando como principal agente de conservación del suelo y excelente controlador de maleza. Los flujos fijación de carbono para cada uno de los sistemas fluctuaron desde 0.99 a 8.02 tn C / ha / año. El sistema más rentable para esta actividad es el de Cacao de 8 años con sombra de capirona, bolaina y caoba, con un ingreso anual aproximado de US\$ 150.33 dólares americanos, por tn CO<sub>2</sub> / ha / año.

**PALABRAS CLAVES:** *Agroforestería, cambio climático, pago por servicios ambientales, protocolo de Kyoto, modelos de biomasa, flujos de fijación de carbono.*

## CAPITULO I

### 1.0 INTRODUCCIÓN

A escala global, el cambio de uso de la tierra y las actividades forestales han sido, y son actualmente, fuentes netas de emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera. Sin embargo, con un manejo adecuado, los 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. Un aspecto importante a tener en cuenta en los proyectos forestales con fines de comercio de créditos de carbono es la medición y monitoreo de los niveles de beneficio de captura de estos gases de efecto invernadero, así como niveles de precisión de los métodos. 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 presente estudio pretende contribuir con la generación de información técnica de base para la elaboración de proyectos de comercialización de créditos de carbono, en el marco de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), propuesto por el *Protocolo de Kyoto* (PK) mediante el aprovechamiento de sistemas agroforestales de cacao en la amazonia peruana como sumideros de gases de efecto invernadero y como posible motor de desarrollo para los productores cacaoteros.

Este tema ya forma parte de las legislaciones de algunos países de América Latina (Costa Rica, El Salvador, México, Brasil y Ecuador) y se considera como un mecanismo efectivo en la mitigación del cambio climático. En nuestro país recién se está considerando como una fuente alternativa de ingresos en zonas rurales y una forma de promover el desarrollo sostenible especialmente en la selva peruana donde se deforesta media hectárea por minuto (0.5 ha/minuto) que equivalen aproximadamente a 260,000 ha/año (INRENA, 2001).

En el desarrollo de la investigación se evaluó el carbono almacenado en diferentes sistemas de uso de la tierra con cacao *Theobroma cacao L*, bajo diferentes especies de sombra en la Región San Martín, posteriormente se compararon los tratamientos según las edades de cada uno de ellos, apoyado en el desarrollo de la ecuación alométrica para el caso del cacao, con árboles de diferentes departamentos y provincias.

## 1.1 JUSTIFICACIÓN

El cambio climático representa una de las amenazas más preocupantes para el medio ambiente global, debido al gran impacto negativo que está causando en la salud humana, la seguridad alimentaria, la economía mundial, los recursos naturales y la infraestructura física.

Este fenómeno reflejado en el calentamiento global, es causado por el aumento en las concentraciones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), especialmente del dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), gran parte del cual proviene del cambio en el uso de la tierra, la deforestación en zonas tropicales, el uso de combustibles fósiles y la producción de cemento en países desarrollados.

Con la aprobación del Protocolo de Kyoto en 1997, durante la III Conferencia de las Partes (COP-3), se establecieron los mecanismos que facilitan a los países comprometidos ante la UNFCCC<sup>1</sup> (también conocidos como partes del anexo I) alcanzar sus metas de reducción hasta el año 2012, despertándose un gran interés sobre el potencial de los sistemas agroforestales (*SAF*) en la fijación y almacenamiento de Carbono. (Ortiz y Riascos, 2006).

En este sentido, los sistemas agroforestales con cacao además de ofrecer ventajas comparativas en relación a otros usos del suelo, constituyen uno de los más importantes sistemas productivos en la región San Martín, no sólo por los ingresos económicos que genera al núcleo familiar, sino también por su contribución en la conservación de biodiversidad y últimamente, por su función como sumideros de dióxido de carbono.

Las razones por las cuales se eligieron los mencionados sistemas de uso de la tierra fueron las siguientes:

- El Cacao es un cultivo oriundo de la amazonía latinoamericana y peruana, con mercado en crecimiento, especialmente el cacao orgánico el cual es preferido en el mercado europeo.
- Por otro lado, las zonas que comprendieron el presente estudio Huánuco y San Martín cuentan con 8,013 has y representan el 17.11% del total de las áreas de

---

<sup>1</sup> Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés).

cacao cosechadas a nivel nacional, con un rendimiento promedio de 476 kg. / ha. (ICT, 2004).

- En Mariscal Cáceres - San Martín, el cultivo del cacao representa el 47.8 % de la superficie total de cultivos permanentes así como el 23.74% es Coca. (Reyes, 2000). Actualmente el cultivo de cacao funciona como una especie de caja chica, que brinda un ingreso seguro (S/. 1,500) al agricultor cada tres meses de cosecha. (Larrea, 2005).
- Los certificados de carbono puede incrementar ingresos por ha de plantación en montos superiores a los 35 dólares por ha / año, no sólo por Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), sino por iniciativas paralelas al Protocolo de Kyoto. Lo cual representaría un ingreso adicional al agricultor cacaotero, ex cocalero, es decir sería un incentivo económico adicional que contribuiría a la reducción de actividades ilícitas derivadas del cultivo de la hoja de coca. (FONAM-PROAMAZONIA, 2003).
- La instalación de chacras agroforestales es una buena respuesta a la “agricultura migratoria” debido a que estos cultivos son permanentes, se establece al agricultor en sus parcela constituyéndose un factor de asentamiento y también de reforestación, ya que se reemplaza un monocultivo improductivo en el largo plazo por otro, productivo, diversificado y sostenible.
- El cacao al requerir de diferentes especies de sombra contribuye con la conservación del ecosistema y la biodiversidad, ya que las chacras pueden estar compuestas por más de tres especies forestales nativas, comerciales de rápido crecimiento y rentables además de otras de lento crecimiento pero que valorizan a la finca en el largo plazo.
- Otros servicios ambientales del bosque que se obtienen de este tipo de sistemas de uso de la tierra, que son reconocidos por las leyes peruanas mas aun no se han valorizado y por ende no tienen un mercado actual son los siguientes: conservación del recurso hídrico, conservación de la biodiversidad, conservación de la belleza escénica, protección contra los desastres naturales (Ley Forestal N° 27308, del año 2000), y control del riesgo de fuego (incendios forestales). Es así que se los sistemas

agroforestales (SAF's) se sugieren como alternativa para la mitigación de estos efectos de cambio climático.

- Las especies forestales comúnmente utilizadas en la generación de sombra durante la formación del cultivo del cacao, son: guaba (*Inga edulis*, *I. ssp.*), capirona (*Calycophyllum spruceanum*), caoba (*Swietenia macrophylla*), pucaquiro (*Sikinga wiliamsi*), shaina (*Colubrina glandulosa*), etc, estas especies brindan múltiples beneficios como: productos de autoconsumo (banano), barreras vivas en zonas de viento, fertilización del suelo (fijación de nitrógeno), incorporación de hojarasca, con ello el reciclaje de nutrientes y supresión de malezas, evitan la erosión del suelo causada por las lluvias, algunas de ellas tienen usos medicinales, también sirven como combustibles fósiles (leña) o forraje, y finalmente estas especies forestales en combinación con el cacao contribuyen a incrementar la capacidad de fijación de carbono.
- Este tipo de actividad es totalmente compatible con la conservación de la zona de estudio que forma parte de la Zona de Amortiguamiento perteneciente al Parque Nacional Río Abiseo; así mismo, es un actividad compatible con cualquier área natural protegida; en este caso la instalación de sistemas agroforestales con fines de diversificación de las actividades económicas, como lo es la captura de carbono, estaría contribuyendo a la preservación y manejo de los recursos naturales de la Región de San Martín, la cual lamentablemente se encuentra en emergencia ambiental, con más de 1.93 millones de hectáreas deforestadas. También se establecería una estrategia contra la desertificación, control de las sequías, prevención de desastre naturales como inundaciones que actualmente azotan la región.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivos generales

Generar información técnica científica como base para la elaboración de proyectos de comercialización de créditos de carbono, en el marco de los MDL propuesto por el Protocolo de Kyoto mediante el aprovechamiento de sistemas agroforestales de cacao en la amazonia peruana.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar una ecuación alométrica para la especie de cacao, *Theobroma cacao L.* aplicable a distintas zonas.
- Evaluar y comparar el carbono almacenado en la biomasa aérea de 7 diferentes sistemas de uso de la tierra con cacao bajo diferentes especies de sombra como: *Inga edulis*, *I. ssp*, *Calycophyllum spruceanum*, *Swietenia macrophylla*, *Guazuma crinita*, *Persea americana*, *Annona muricata L.* en San Martín.
- Estimar y valorizar los flujos de CO<sub>2</sub> anuales que se reducirían con cada uno de los sistemas estudiados.

## CAPITULO II

### 2.0 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 CICLO DEL CARBONO

El ciclo del carbono es la sucesión de transformaciones que sufre el carbono a lo largo del tiempo. Es un ciclo biogeoquímico de gran importancia para la regulación del clima de la Tierra, y en él se ven implicadas actividades básicas para el sostenimiento de la vida. Éste comprende dos ciclos que se suceden a distintas velocidades:

- Ciclo biológico: comprende los intercambios de carbono ( $\text{CO}_2$ ) entre los seres vivos y la atmósfera, es decir, la fotosíntesis, proceso mediante el cual el carbono queda retenido en las plantas y la respiración que lo devuelve a la atmósfera. Este ciclo es relativamente rápido, estimándose que la renovación del carbono atmosférico se produce cada 20 años.
- Ciclo biogeoquímico: regula la transferencia de carbono entre la atmósfera y la litosfera (océanos y suelo). El  $\text{CO}_2$  atmosférico se disuelve con facilidad en agua, formando ácido carbónico que ataca los silicatos que constituyen las rocas, resultando iones bicarbonato. Estos iones disueltos en agua alcanzan el mar, son asimilados por los animales para formar sus tejidos, y tras su muerte se depositan en los sedimentos. El retorno a la atmósfera se produce en las erupciones volcánicas tras la fusión de las rocas que lo contienen. Este último ciclo es de larga duración, al verse implicados los mecanismos geológicos. Además, hay ocasiones en las que la materia orgánica queda sepultada sin contacto con el oxígeno que la descomponga, produciéndose así la fermentación que lo transforma en carbón, petróleo y gas natural.

El almacenamiento del carbono en los depósitos fósiles supone en la práctica una rebaja de los niveles atmosféricos de dióxido de carbono. Si éstos depósitos se liberan, como se viene haciendo desde tiempo inmemorial con el carbón, o más recientemente con el petróleo y el

gas natural; el ciclo se desplaza hacia un nuevo equilibrio en el que la cantidad de CO<sub>2</sub> atmosférico es mayor; más aún si las posibilidades de reciclado del mismo se reducen al disminuir la masa boscosa y vegetal.

La explotación de combustibles fósiles para sustentar las actividades industriales y de transporte (junto con la deforestación) es hoy día una de las mayores agresiones que sufre el planeta, con las consecuencias por todos conocidas: cambio climático, generado por el efecto invernadero, la desertización, etc. Esta problemática ha sido tocada en el “Convenio sobre Cambio Climático”, aprobado en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y suscrito en la Cumbre de Río el 11 de junio de 1992. El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kyoto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. Después de muchas discusiones para su ratificación el Protocolo de Kyoto entró el 16 de febrero de 2005.

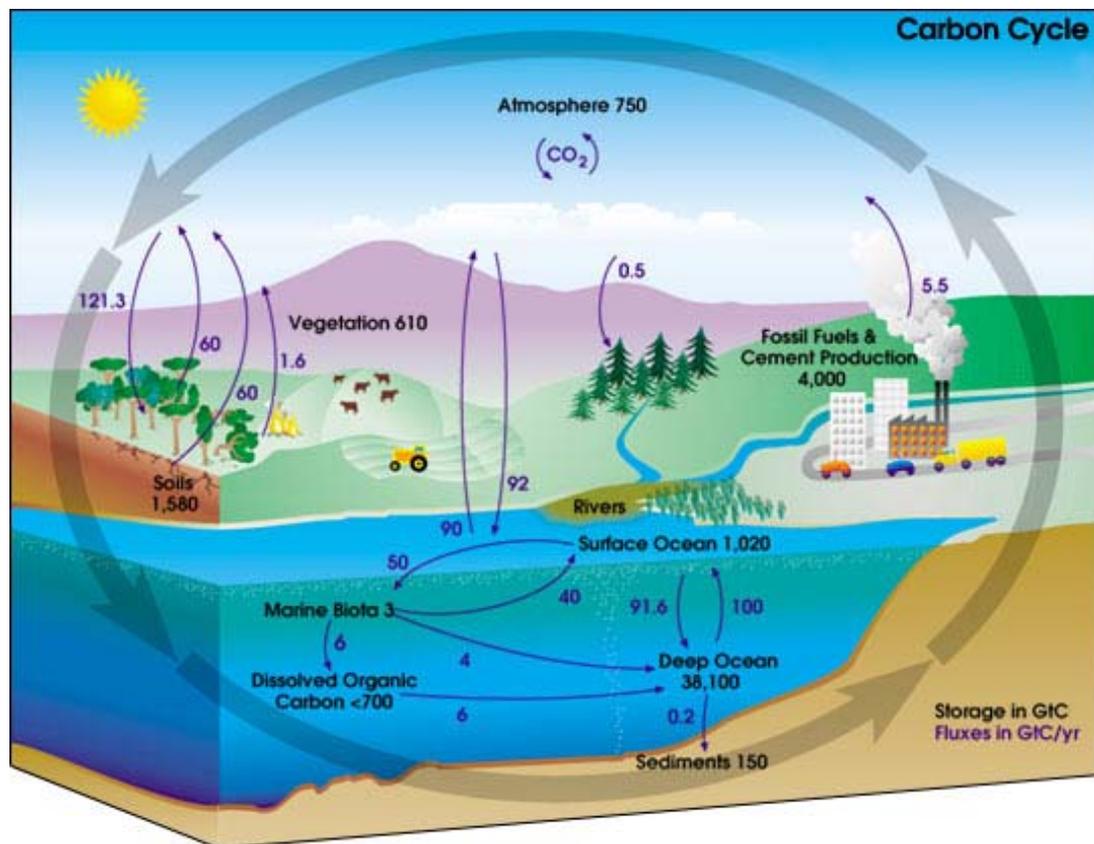


Figura N° 1. Ciclo del carbono.  
(Fuente: [www.es.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_del\\_carbono](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_del_carbono), 2006).

## 2.2 CAMBIO CLIMATICO

### 2.2.1 Definición

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) definió que: *“Por ‘Cambio climático’ se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”*.

En la XII Conferencia Mundial de Cambio Climático realizada en Nairobi, Kenya el 7 de noviembre del 2006 se manifestó que el efecto invernadero actualmente es uno de los principales factores que provocan el calentamiento global de la tierra y por ende influye decisivamente en el cambio climático actual. Convirtiéndose en una de las más graves amenazas para la humanidad.

El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener la temperatura del planeta, este proceso se genera cuando parte de la radiación que llega a la atmósfera choca y es absorbida por las moléculas de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> y CFC's causando que estas en su vibración emitan energía en forma de rayos invisibles e infrarrojos manteniendo así la temperatura atmosférica. Las alteraciones en el clima han ocurrido en el pasado por causas naturales de diversos tipos, sin embargo en los últimos 150 años a partir de la revolución industrial el efecto que han tenido las actividades humanas en el clima comenzó a ser relevante en su variación. (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC, 2006).

El Perú apenas emite el 0.4% de las emisiones de gases del efecto invernadero (GEI) globales en comparación con Estados Unidos que produce el 25% de los GEI y Europa del este el 27%. ([www.larepublica.com.pe/content/view/142232/592/](http://www.larepublica.com.pe/content/view/142232/592/), 2007).

Dentro de estas actividades la transformación de bosques a tierras agropecuarias genera un 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero atribuibles a actividades humanas; esta realidad provoca que la deforestación sea uno de los motores del cambio climático.

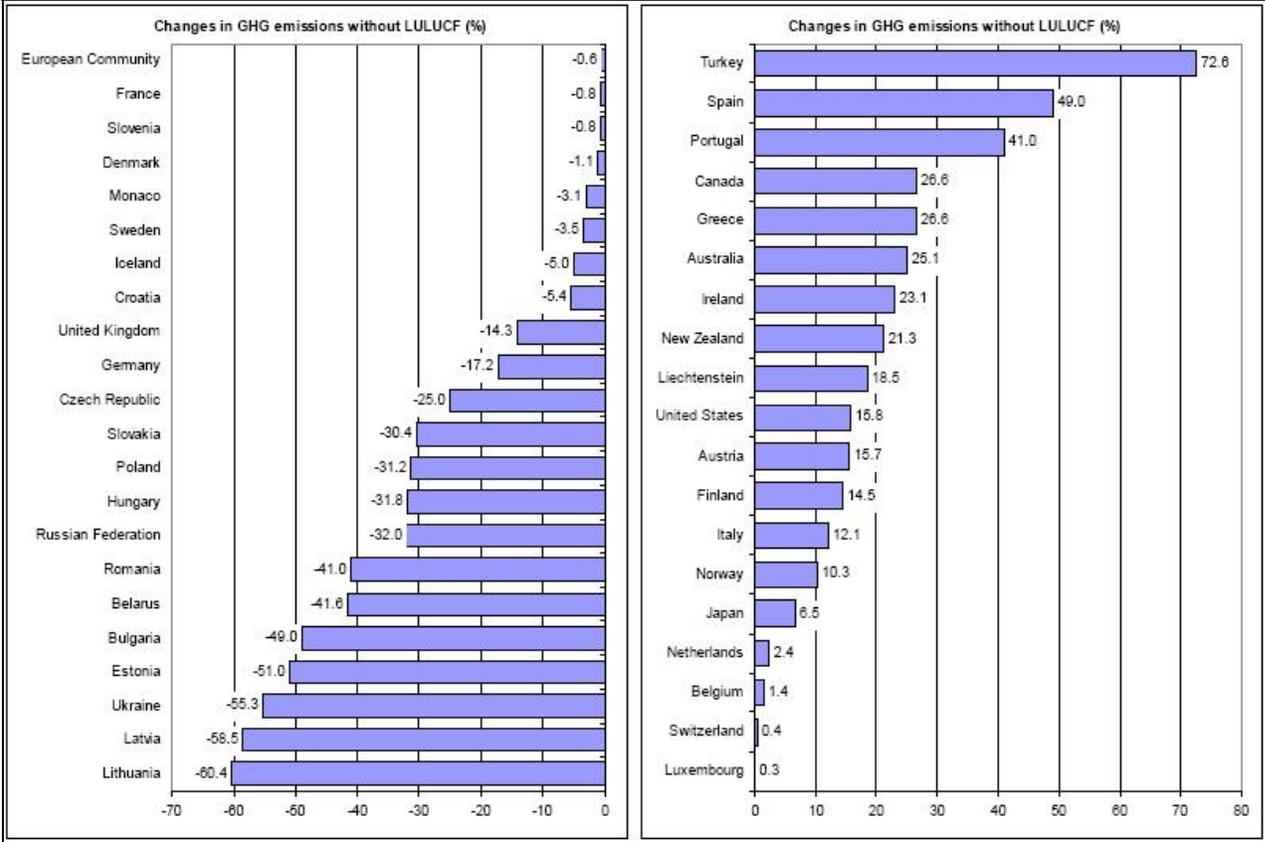


Figura N° 2. Cambios en las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de los Países del Anexo 1 de las partes 1990-2004.

Los diferentes años considerados para líneas bases en vez del año 1990 de acuerdo a la Decisión 9 en la COP 2 fueron: Para Bulgaria: 1988, para Hungría (promedio entre 1985 y 1987), para Polonia 1988, para Rumania 1989, y para Eslovenia 1986.

(unfccc.int/files/essential\_background/background\_publications\_htmlpdf/application/pdf/hg\_booklet\_06.pdf, 2006).

**2.2.2 Panorama del cambio climático**

La mayoría de modelos del clima, recientemente elaborados por científicos predice que el aumento de la temperatura en los próximos 50 años sería de 2° a 4° C, en los casos más

conservadores, ésto se debe principalmente al incremento de la concentración del CO<sub>2</sub> que ha ido de 280 (PPM) porciones por millón de CO<sub>2</sub> aproximadamente , antes de revolución industrial a 430 (PPM) en la actualidad y se prevé un aumento a 550ppm de CO<sub>2</sub> antes del 2050, esto generaría impactos profundos en los ecosistemas, tales cambios tan abruptos no se habrían visto desde la ultima edad de hielo.

Se prevé que el consumo de energía aumente en un 50 % en los próximos 25 años, y que los países continúen dependiendo de combustibles fósiles para satisfacer sus necesidades. Se anticipa que las emisiones de dióxido de carbono (el gas que más contribuye al efecto invernadero) se dupliquen para el 2030.

Según el panel intergubernamental del cambio climático, un comité de 3.000 expertos de 113 países, los cambios más drásticos se verán a través del agua factor principal de regulación de la vida en el planeta, con aumentos en la temperatura de solo 2° C de lo actual , los niveles de los océanos aumentarían de 18 cm. a 59 cm. generando inundaciones en las ciudades costeras siendo muy susceptible a esto las islas pequeñas del Caribe y el Pacífico, uno de los expertos líderes del comité afirmó que si el incremento es mayor a 3°C puede ocurrir un aumento del nivel de los océanos en aproximadamente 7 metros, lo que originaría desplazamientos de centenares de millones de personas, desapareciendo sistemas costeros enteros, acelerando la erosión marina, y en conclusión modificando enormemente la geografía además del enorme impacto social que ocurriría.

([www.larepublica.com.pe/content/view/142232/592/](http://www.larepublica.com.pe/content/view/142232/592/), 2007).

Actualmente hay un 1% de las tierras del planeta que sufre de sequías, se calcula que a finales de este siglo aproximadamente un tercio de las tierras del planeta se encontrara en sequía drástica.

Un calentamiento en las zonas de suelos helados "permafrost", liberaría grandes cantidades de CH<sub>4</sub> que aumentarían el calentamiento global los ecosistemas serán particularmente vulnerables con un aumento de 2° C del 15% al 40% de las especies se verán potencialmente frente a la extinción.

Geográficamente los países en desarrollo se encuentran en una desventaja porque su temperatura en promedio es mayor en comparación a regiones más desarrolladas en consecuencia este calentamiento traerá en estos lugares pobres altos costos y pocas ventajas.

El Perú, después de Honduras y Bangladesh, es el tercer país de Latinoamérica más vulnerable del mundo al cambio climático, el efecto del calentamiento global se puede ver claramente en el retroceso de varios glaciares principal fuente hídrica para los ríos andinos, según el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), la disminución de los glaciares ha sido de un 22% de su superficie en relación a 1970, que equivale aproximadamente al agua que consume el Perú en una década.

María Paz Cigarán<sup>2</sup>, además sostiene que nadie puede detener este incremento de la temperatura del planeta en un grado *in crescendo*, por lo que definitivamente sufriremos eventos climáticos extremos como huacos, heladas, lluvias y otros por demás conocidos, pero en su peor dimensión. Es muy probable que entre el 2009 y el 2015 padezcamos un Fenómeno El Niño con las características del evento de 1982-83, y aún sobredimensionado. Sufriremos, dice, pese a no ser responsables.

Entre las cosas que nos esperan, Cigarán detalla que, en unos 15 ó 20 años el mar puede subir unos 50 centímetros y, consecuentemente, muchos metros de nuestra costa quedarán bajo el agua. Es más, en zonas de Trujillo ya muchas casas se inundan y es por culpa del calentamiento global sin que las autoridades lo adviertan. En el caso de Bayóvar (Piura) el 60% de su territorio se inundaría.

Un estudio elaborado entre el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) indica que en Paita el incremento del nivel del mar observado es de 0.24 cm. / año. Las playas de Miraflores cada vez son más breves. Hace 15 años, uno de los balnearios más populares, "Makaha", tenía muchos más metros donde colocar la toalla.

---

<sup>2</sup> Coordinadora del Proyecto del Cambio Climático (Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire - Proclim 2007) del Consejo Nacional del Ambiente.

Se estima que para el año 2100 el glaciar del Santa, en Huaraz, ya no exista.

Dentro de 15 ó 20 años aquellos hermosos picos nevados que se encuentren por debajo de los 5500 metros también desaparecerán. Se estima que un retroceso del nevado Huaytapallana afectaría al 40% de la energía del país.

En el año 2001, los glaciares de la Cordillera Blanca (la más espléndida de los Andes peruanos) ya habían retrocedido en un 22%. Es decir que ahora ese porcentaje debe ser mucho mayor. Lo lamentable es que ese 22% significó, aproximadamente, el agua que consumimos (y necesitamos) todos los peruanos en una década.

El principal problema de esta deglaciación es que luego de ella habrá un lugar menos disponible de agua y el planeta en su conjunto comenzará a padecer de escasez de ella. El problema, aún no evidente, es que la seguridad alimentaria de todo país depende del agua.

En nuestro país, el 98% del agua se encuentra en la cuenca del Amazonas, precisamente donde casi no se realiza ninguna actividad productiva. El 1.7% está en la cuenca del Pacífico, donde se ubica el 60% de la población y el 70% de las actividades productivas. Algo que, en buen cristiano, implica que en algún momento va a haber deficiencias de agua, aunque en algunos lugares como Ica y Huancavelica ya se siente.

([www.larepublica.com.pe/content/view/142232/592/](http://www.larepublica.com.pe/content/view/142232/592/), 2007).

**La pérdida de bosques se ralentiza a nivel mundial** según el informe sobre la situación de los bosques del mundo 2007 (Infoandina, 2007). La cubierta forestal a nivel mundial alcanza casi 4,000 millones de hectáreas, y cubre cerca del 30 por ciento de la superficie terrestre. Entre 1990 y 2005, el mundo perdió el 3 por ciento de su superficie forestal, con una reducción media del 0,2 por ciento anual, según los datos de la FAO. Entre 2000 y 2005, 57 países experimentaron un incremento de su superficie forestal, mientras que 83 señalaron una reducción. La pérdida neta de bosques se sitúa en 7,3 millones de hectáreas anuales, unas 20 000 hectáreas diarias, una superficie que equivale dos veces a la ciudad de París.

Un grupo de diez países reúne el 80 por ciento de los bosques primarios del mundo. Dentro este grupo, Indonesia, México, Papua Nueva Guinea y Brasil experimentaron las mayores pérdidas de bosques primarios entre 2000 y 2005.

En Asia y el Pacífico, la superficie forestal neta se incrementó entre 2000 y 2005, invirtiendo la tendencia negativa de las últimas décadas. El incremento se produjo principalmente en Asia oriental, con cuantiosas inversiones en plantaciones forestales en China que compensaron las elevadas tasas de deforestación en otras áreas. De hecho la pérdida neta de bosques se aceleró en el Sudeste asiático en ese mismo período.

África y Latinoamérica y el Caribe son hoy las regiones que experimentan mayores pérdidas de bosques. África, con el 16 por ciento de la superficie forestal mundial, perdió el 9 por ciento de sus bosques entre 1990 y 2005. La región latinoamericana, con el 47 por ciento de los bosques de todo el mundo, vio como la tasa de pérdida anual pasaba del 0,46 al 0,51 por ciento entre 2000 y 2005. Por el contrario, Europa y Norteamérica mostraron durante el mismo periodo incrementos netos en su superficie forestal.

Entre el 80 y el 99 por ciento de todos los incendios forestales están causados por el hombre de forma intencionada, en su mayoría para obtener tierras para la agricultura. Entre las causas naturales de los incendios cabe destacar la caída de rayos. Los bosques son también vulnerables a otras amenazas, como insectos, enfermedades, especies invasivas e incendios forestales. El informe señala que existe una creciente tendencia hacia la adopción de estrategias frente a las plagas forestales, en particular en los países desarrollados. Al mismo tiempo, las nuevas inversiones en bosques para mitigar el cambio climático se encuentran rezagadas respecto a las expectativas optimistas creadas tras la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto (PK) en Febrero del 2005.

([www.medioambienteonline.com/site/root/resources/industry\\_news/4632.html](http://www.medioambienteonline.com/site/root/resources/industry_news/4632.html), 2007).

## **2.3 MARCO LEGAL**

### **2.3.1 Protocolo de Kyoto**

Dicho protocolo, firmado en 1997 en Kyoto tiene como objetivo que los países desarrollados de reduzcan en promedio 5.2% de las emisiones de GEI con respecto a las emitidas en 1990, el primer periodo de compromiso esta fijado entre los años 2008 y 2012.

Dentro de las herramientas propuestas en el protocolo de Kyoto se encuentra el mecanismo de desarrollo Limpio (MDL) , este permite a países desarrollados invertir en proyectos en países en vías de desarrollo , que mitiguen o capturen gases invernadero , esto se lograría a través de la venta de Certificados de Reducción de Emisiones (CER's).

El propósito del MDL es ayudar a los países en desarrollo a lograr un desarrollo sostenible, así como ayudar a los países con metas de reducción a cumplir con sus compromisos.

Se estableció que el compromiso sería de obligatorio cumplimiento cuando lo ratificasen los países industrializados responsables de, al menos, un 55% de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Con la ratificación de Rusia en Noviembre de 2004, después de conseguir que la UE pague la reconversión industrial, así como la modernización de sus instalaciones, en especial las petroleras, el protocolo ha entrado en vigor.

Además del cumplimiento que estos países hicieron en cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero se promovió también la generación de un desarrollo sostenible, de tal forma que se utilice también energías no convencionales y así disminuya el calentamiento global.

El gobierno de Estados Unidos firmó el acuerdo pero no lo ratificó, por lo que su adhesión sólo fue simbólica hasta el año 2001 en el cual el gobierno de Bush se retiró del protocolo, no porque no compartiese su idea de fondo de reducir las emisiones, sino porque considera que la aplicación del Protocolo es ineficiente e injusta al involucrar solo a los países industrializados y excluir de las restricciones a algunos de los mayores emisores de gases en

vías de desarrollo (China e India en particular), lo cual considera que perjudicaría gravemente la economía estadounidense.

([www.es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_Kioto\\_sobre\\_el\\_cambio\\_clim%C3%A1tico](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto_sobre_el_cambio_clim%C3%A1tico), 2006).

### **2.3.2 Ley N° 27308 – Ley Forestal y de Fauna Silvestre, DS N° 014-2001-AG.**

Según la legislación forestal del Perú se reconoce los servicios ambientales del bosque, la implementación de esquemas de indemnización, los medios de asignación de recursos y la promoción de la gestión de estos servicios.

Con respecto a dichos servicios la Ley N° 27308 en su Art. 2.3 define y enuncia los servicios ambientales del bosque:

- *Absorción de Dióxido de Carbono.*
- *Regulación del Agua.*
- *Conservación de la Diversidad Biológica.*
- *Protección del Suelo.*
- *Conservación de Ecosistemas.*
- *Belleza Escénica.*

En el Art. 35.4 determina el concepto de indemnización por estos servicios, los medios de asignación de recursos y la promoción de la gestión de estos servicios.

En el Art. 282 del Reglamento determina que el Ministerio de Agricultura es el encargado de establecer los mecanismos para el mantenimiento de estos servicios.

Asimismo el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) es una institución de derecho privado, sin fines de lucro y de interés público y social, creada por el Congreso de la República del Perú, mediante *Ley N° 26793* del año 1997, destinada a promover la inversión pública y privada en el desarrollo de planes, programas, proyectos y actividades orientadas al mejoramiento de la calidad ambiental, el uso sostenible de los recursos naturales, y el fortalecimiento de las capacidades para una adecuada gestión ambiental.

El FONAM es reconocido por el PCF (Fondo Prototipo de Carbono del Banco Mundial) como el Punto Focal de sus actividades en el Perú, en lo referente a la identificación, calificación y manejo de proyectos que puedan ser presentados ante el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) para la obtención de Certificados de Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero (CER's).

Por este motivo se crean estructuras de mercado intermediarias de proyectos sobre temas de servicios ambientales, en este caso trataremos el caso específico de la captura de carbono, a través de la Política del Estado y de fondos creados por el Estado y otras instituciones como el Banco Mundial, etc.

## **2.4 MERCADO DEL CARBONO**

En el *Protocolo de Kyoto* 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).

### **2.4.1 Certificado 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). (Castro, R.; et al., 2002).

### **2.4.2 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. (UNFCCC, 2005).

## **2.5 ACTUALIDAD SOBRE EVENTOS, PRECIOS Y PROYECTOS**

### **2.5.1 Eventos**

En Sao Paulo, Brasil, entre los días 16 y 17 de Octubre 2006 se llevo a cabo el VII Seminario Regional Forestal Latinoamericano “MDL Forestal en América Latina” este encuentro, que contó con representantes de América del Centro y del Sur, así como de organismos internacionales, tuvo como tema central discutir los diferentes avances en *el proceso metodológico* en los proyectos MDL forestales y en la deforestación evitada. Con estas reuniones se busca fortalecer la posición de Latinoamérica en las negociaciones internacionales sobre cambio climático y MDL forestal. A la fecha existen 7 metodologías aprobadas de: China, Albania, Moldavia, entre otras, estas metodologías especifican como se monitoreara la ejecución del proyecto así como qué metodologías y fórmulas se utilizaran para la cuantificación de biomasa de carbono fijado cada año. (FONAM, 2007).

Así mismo el 19 de Septiembre del 2006 se llevó a cabo la segunda reunión del Grupo Técnico para la Definición de Bosques en el Marco del Protocolo de Kyoto y el MDL. En dicha reunión se establecieron los valores finales para la definición país los cuales, próximamente, La Autoridad Nacional Designada (CONAM) remitirá al INRENA para su oficialización. La definición acordada para bosques es la siguiente: “Tierras con una cubierta de copa arbórea de más del 30 por ciento del área y un área mínima de 0,5 ha (ha). Los árboles deben poder alcanzar una altura mínima de 5 metros (m) a su madurez in situ. (FONAM, 2007)

### **2.5.2 Precios y mercado actual de proyectos de Captura de carbono**

El total del mercado es de US\$ 92,344,370 dólares. El mercado a través de la Implementación Conjunta (IC) del Protocolo de Kyoto: asciende a US\$ 7,630,000, con un total de 13,077,132 toneladas [\$0.58/ton], actualmente se han realizado 24 transacciones en este marco, las cuales representan 136,862 hectáreas (338,194 acres). Los proyectos para este mercado se deben preparar pronto, pues el MDL sólo los reconoce para el primer periodo de compromiso, que va del 2008 al 2012, estos proyectos pueden tardar en

implementarse entre 2 y 3 años. El precio por tonelada de carbono fijada esta valorizada en US\$ 4.30 dólares por hectárea al año, según la bolsa de valores.

Cuadro N ° 1. Precios y tamaño del mercado del carbono.

**Carbon Markets**

**Carbon Markets: Latest Trading Activity**

Market	Vintage	Mid-price*	Last Trade*
CCX	2005	\$4.25	\$4.30
EU ETS	2006	\$11.30	n/a
HSW	Spot	\$9.62	\$9.60

\*All prices are US\$ / per ton CO<sub>2</sub>e, under rules established by each market.

**Market Snapshot**

<b>Market Volume</b>	US\$92,344,370
<b>Transaction Volume</b>	38 transactions
<b>Land Area Protected/Restored</b>	886,364 hectares (2,190,253 acres)

January 11, 1995 to March 2, 2006 | [View Source Data/Assumptions](#)

(Fuente: [www.ecosystemmarketplace.com](http://www.ecosystemmarketplace.com), 2007).

Mercados voluntarios:

Consisten en un número de diversos mercados de carbono, incluyendo varios esquemas reguladores. Como piloto para la captura de gases de efecto invernadero, el **CCX - Chicago Climate Exchange** (190 South LaSalle Street, Chicago, Illinois, USA), funcionó del 2003 al 2006, actualmente le tomo la posta **Oregon – Estados Unidos y New South Wales NSW Australia**, dada la carencia de compromiso de estos países frente a la iniciativa del PK y la falta de la actividad de la legislación de gases de efecto invernadero, un número de esquemas reguladores del estado-conducidos han emergido en torno a los gases de efecto invernadero. Dos de los más prominentes de éstos son el esquema de la disminución de NSW de Australia (cubierto por separado por MarketWatch) y el estándar del CO<sub>2</sub> de Oregon, que generan un gran impacto a nivel de estos gobiernos. Europa (Esquema de comercio de emisiones de la Unión Europea - **European Union Emissions Trading Écheme - EU ETS**) como se puede apreciar en el Cuadro N° 1, no invierte comprar actualmente créditos de carbono provenientes de proyectos forestales debido a los grandes riesgos que avizoran causados por pronósticos de menor humedad y posibles incendios

forestales para la amazonia básicamente. La ventaja de este mercado es que tiene tendencia a crecer la desventaja es que con precios más bajos.

### **2.5.3 Proyectos**

“Actualmente en Perú, existen 11 proyectos distribuidos en 6 zonas del país, representando 67,394 has, y una inversión *de US\$ 52,58 millones.*”<sup>3</sup>

Entre ellos la ONG Asociación para la Investigación y Desarrollo Rural (AIDER), con su proyecto con un bosque seco en Piura, es el más cercano a obtener el visto bueno de la Presidencia Ejecutiva del Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Ellos han adaptado la metodología albanesa, pues el tipo de sistema agro silvopastoril de su proyecto encaja con el de la propuesta albanesa.

### **Mecanismo de Acceso a Financiamiento y Capacitación**

El Biocarbon Fund el cual es un organismo dependiente del Banco Mundial creado con el propósito de promover proyectos MDL en actividades de agroforestación y reforestación, las únicas actualmente elegibles en el sector de Cambios en el uso del suelo. Comenzó operaciones a principio del 2004 con \$30 millones (Brandon, 2006), actualmente tiene US\$ 60 millones de dólares<sup>3</sup>. En Costa Rica recientemente se han aprobado 4 nuevos proyectos forestales, con un precio por tonelada de carbono fijado al año de 4 dólares. (FONAM, 2007).

El Proyecto Forma del FONAM que significa: “Fortalecimiento del Sector Forestal y energético”, busca brindar un apoyo técnico para el “Diseño del Documento de Proyecto” ó “Project Design Document”.y es financiado por el Banco Mundial. Fue uno de los resultados de la COP 11. Los tipos de certificación existentes son: la temporal que dura hasta el siguiente periodo de compromiso (hasta 5 años) y la de larga duración que dura hasta el final del periodo de acreditación, es decir, tiene una duración de alrededor de 30 años.

---

<sup>3</sup> FONAM, 2006. Definición Nacional de Bosques dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Además el FONAM recomienda que para los proyectos de este tipo, se debe asegurar que la propiedad de las tierra este claramente saneada para evitar problemas en la negociación, pues lo inversionistas no tratan con proyectos que presentan riesgo de conflictos con la propiedad de la tierra.

El FONAM recomienda que los proyectos sean de mediana a gran escala, recomendaron un área mínima de 50,000 has, para que la actividad sea rentable, pues los costos de certificación son altos.

Por ejemplo el costo de validación para un proyecto de pequeña escala con metodología propuesta por la UNFCCC cuesta US\$ 12,000. Para un proyecto MDL que no es de pequeña escala pero que ya tiene la metodología aprobada cuesta US\$ 15000, y entre US\$ 18000 y 20000 para un proyecto que no es de pequeña escala y no tiene metodología aprobada. Estos son los costos que cobra la Det Norske Veritas, una importante empresa certificadora ambiental de las 4 empresas inscritas en las Naciones Unidas como “Entidades Operacionales Designadas” (DOE) para la validación de proyectos MDL y la verificación de emisiones reducidas (DNV, SGS, TUV y JQA). (www.dnv.com, 2006).

## **2.6 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 a, 2003).

La cantidad de carbono almacenado se relaciona con la capacidad del bosque de mantener cierta cantidad de biomasa por hectárea, la cual esta 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 varia 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.

En la Figura N° 3 se muestra las reservas de carbono (C) total en la biomasa y en el suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en Yurimaguas y Pucallpa. Mientras los niveles de C en el suelo permanecen relativamente estables cuando la tierra es convertida de foresta para otros usos, las reservas de C en la biomasa aérea es considerablemente reducida.

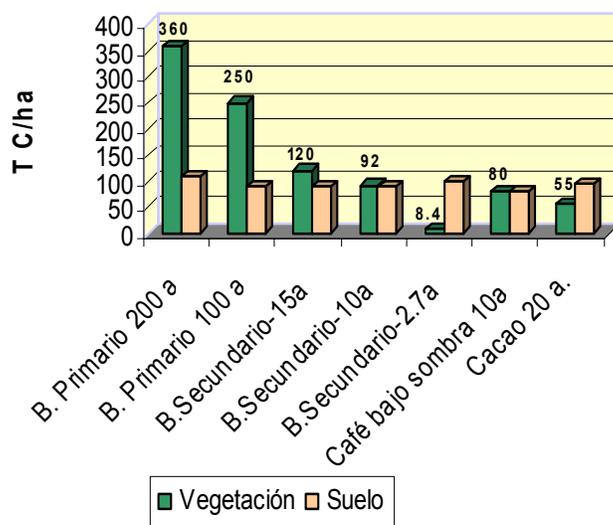


Figura N° 3. Reservas de C con diferentes sistemas de uso de la tierra en Yurimaguas y Pucallpa, Perú. (Fuente: Alegre et. al, 2001).

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 mas bajo que el de los bosques naturales. Sin embargo entre los sistemas manejados el contenido de C en los sistemas perennes 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).

Los sistemas con una cobertura permanente de centrosema (*Centrosema macrocarpum*) abastecen permanentemente de hojarasca y con ello una rápida disponibilidad de nutrientes y una fuerte defensa contra la erosión, sin embargo como biomasa total, comparados con los árboles son mucho menores pues no pasan de 6 tn / ha. Los pastos contuvieron cantidades muy bajas de C. Finalmente las reservas de C en los sistemas de uso de la tierra en Yurimaguas con barbechos cortos fueron mayores que en Pucallpa debido a que en Yurimaguas la intensificación de uso de la tierra es menor y el grado de degradación de los suelos es menor que en Pucallpa (Alegre et al. 2001). (Ver Figura N° 4).

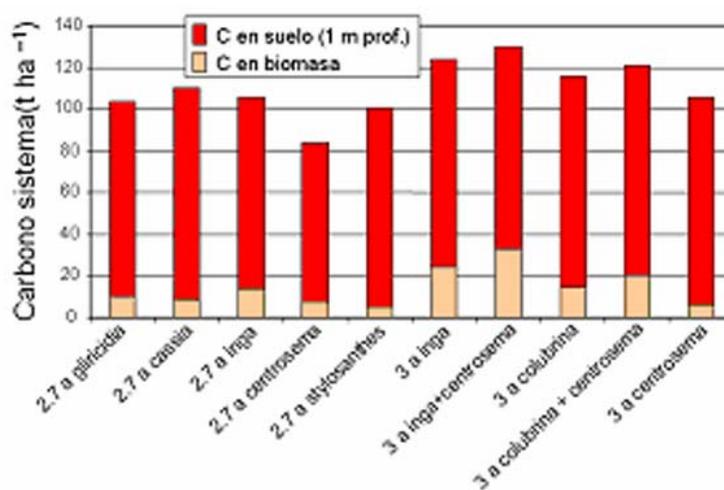


Figura N° 4. Reservas de C en los sistemas de barbecho de ciclo corto en Yurimaguas y Pucallpa, Perú. (Fuente: Alegre et. al. 2001).

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

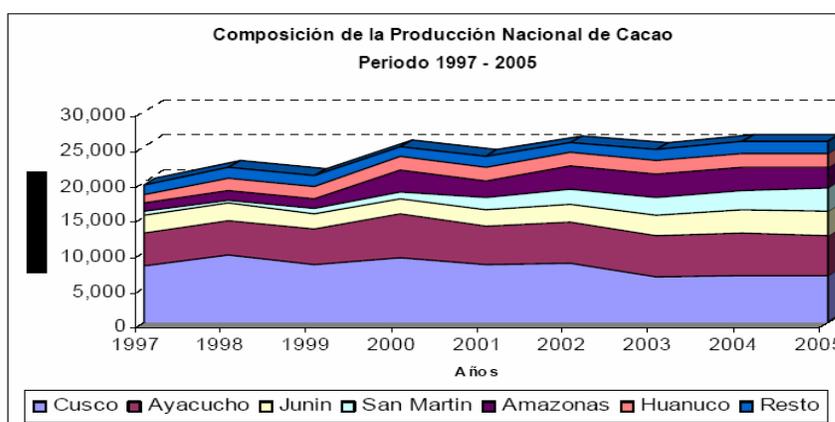
que los cultivos anuales tal vez aun pastos. Los flujos de C variaron entre 1 hasta 11 tn / ha siendo las plantaciones perennes así como los barbechos cortos con inga los que presentaron los mayores flujos. (Alegre et al, 2003).

Lapeyre (2004), determinó las reservas en sistemas de bosque primario, secundario de diferentes edades, sistemas agrícolas típicos de la zona: Maíz (*Zea maiz*), arroz (*Oriza Sativa*) y pastos (*Brachiarias*) y en sistemas agroforestales (café (*Coffea arabica*) 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.

## **2.7 EL CULTIVO DE CACAO EN EL PERU**

En relación a la producción mundial de cacao, esta presentó una tendencia positiva durante la década de los noventas, la cual se interrumpió hacia los años 2001 y 2002. A partir de este año al 2005, hay un nuevo crecimiento de la producción mundial del orden del 9.6%. (MINAG, et al., 2006).

La producción mundial de cacao en grano se concentra en países tropicales, principalmente de los continentes de África y América. En África se encuentra el 72% de la producción, mientras que América Latina produce el 13%. Los ocho principales países productores de cacao en el mundo, son: Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria, Brasil, Camerún, Ecuador y Colombia; que concentran el 92.5% de la producción mundial. Los cuatro primeros representan un 77.5% del total. La producción mundial tuvo una tendencia al crecimiento; del 3% con relación al año 1990. Ello se explica debido a la disminución de la producción de los principales productores en los años 2001-2002 y una reactivación en los años 2003- 2004. Cifras proporcionadas por la Dirección General de Información Agraria (DGIA) del Ministerio de Agricultura indican que la cantidad de cacao producida durante la campaña agrícola 2004-2005, ascendió a 25,846 tn, la misma que representa aproximadamente el 0.7% de la producción mundial y el 0.62% del total del valor de la producción nacional agrícola (el comportamiento de este indicador en los últimos diez años se observa en el gráfico N° 2). El cacao es el sustento de unas 29,015 unidades agropecuarias. Según la “Caracterización de las Zonas Productoras de Cacao en el Perú”, informe preparado por PROAMAZONIA, 2005; el 70% de la superficie cacaotera es conducida por productores que poseen predios menores de diez has, 19% en predios que van de diez a veinte y solo el 11% en unidades agropecuarias con mayor superficie.



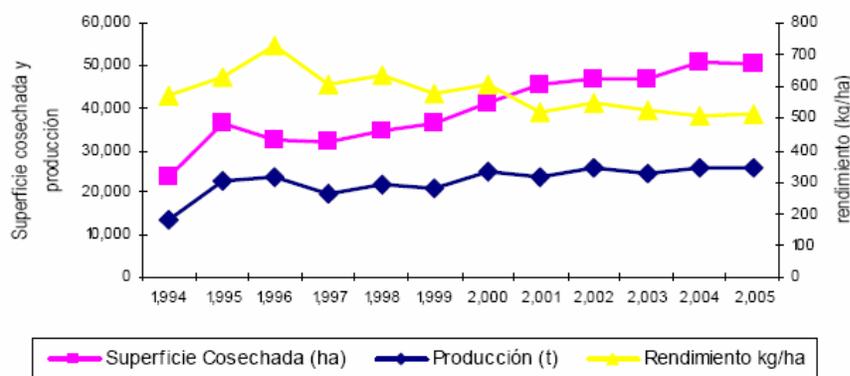
Fuente: DGIA-MINAG

Figura N° 5. Producción Nacional de Cacao.

A manera de hipótesis, se sugiere que un último factor que obró para el aumento del área cacaotera en el país fue el fomento de la producción que se hizo en áreas de cultivo de coca, realizado por el Programa de las Naciones Unidas para la Fiscalización Internacional de

Drogas, PROAMAZONIA, en su informe refuerza tal afirmación al indicar que a mediados de la década 1990 se incentivó la promoción del cultivo en las zonas de La Convención, el valle del río Apurímac y el Alto Huallaga, como alternativa a la producción de coca. Al analizar estas cifras se observa, que el aumento de la producción se explica principalmente por el incremento de la superficie del cultivo, que en los últimos quince años creció en alrededor del 80%. En el gráfico presentado se puede observar claramente como los rendimientos (Kg./ha), han ido disminuyendo desde la segunda mitad de la década de los noventa, luego de un periodo relativamente estable; actualmente el rendimiento por hectárea es de 0.513 toneladas.

Durante el 2005 casi todos los sub grupos de las exportaciones no tradicionales presentaron un incremento en sus ventas sobre todo los que están ligados al café, cacao y esencias, los cuales crecieron en una cifra cercana al 80%. En términos de volumen, las exportaciones de productos agroindustriales se aumentaron de manera destacada, alcanzando cifras de crecimiento cercanas al 15% aproximadamente.



Fuente: FAO

Figura N° 6. Evolución de la superficie cosechada, producción y Rendimiento del cacao en Perú.

En el 2005, el total de las exportaciones de cacao en todas sus presentaciones alcanzó los 35'599.35 millones US \$ FOB, incrementándose en un 5.9% el valor respecto al 2004. La variación de las exportaciones no tradicionales para el 2005 fue de 16%. Si tenemos en cuenta el valor monetario del total de exportaciones agrícolas no tradicionales, el cacao en

todas sus presentaciones representó el 4.35%, así mismo, registró un incremento del orden de 11.5% menor a lo registrado el año 2004 (27.2%).

(www.minag.gob.pe/dgpa1/ARCHIVOS/PE\_cacao5.pdf, 2006)

### 2.7.1 Exportaciones de Cacao Orgánico proveniente de la zona de Estudio

La Cooperativa Agraria Cacaotera Acopagro conformada por unos 436 ex cocaleros, acaba de cerrar un convenio para vender su producción de cacao orgánico y convencional a nada menos que a la empresa Barry Callebaut, una de las más importantes empresas productoras de chocolates del mundo. Exportara mas de 500 toneladas de cacao orgánico, los agricultores recibirán 4.60 soles por Kg. frente a los cultivos de arroz o maíz que reciben menos de un sol. (El Comercio, 2006).

Cuadro N° 2 Exportación grano de cacao - Organizaciones socias  
APPCACAO Periodo: 2005.

Organización	Volumen (tn)	Valor FOB US\$	Participación %	Precio Prom US\$ / tn
Acopagro	226.6	418,293.7	25.85%	1,845.8
Cacao Vrae	348.1	584,249.4	39.71%	1,678.3
CACVRA	301.0	533,569.0	34.33%	1,772.9
CAI Naranjillo	1.0	2,129.4	0.12%	2,108.3
<b>Total Bases</b>	<b>876.7</b>	<b>1,538,241.4</b>	<b>100%</b>	

Cuadro N° 3 Exportación grano de cacao orgánico - Organizaciones  
socias APPCACAO. Periodo: 2005.

Organización	Volumen (tn)	Valor FOB US\$	Participación %	Precio Prom US\$/tn
Acopagro	178.22	341,867.2	30.64%	1,918.2
Cacao Vrae	149.79	253,993.9	25.75%	1,695.7
CACVRA	252.65	465,516.7	43.44%	1,842.5
CAI Naranjillo	1.01	2,129.40	0.17%	2,108.3
<b>Total Bases</b>	<b>581.67</b>	<b>1,063,507.24</b>	<b>100%</b>	

(Fuente: Aduanas. Elaboración: APPCacao, 2006).

### 2.7.1 Aspectos botánicos del cacao (IICA, 2006).

El cacao es una especie originaria del Bosque Húmedo tropical (Bh-t) en América del Sur; debido al sistema de vida nómada que llevaron a los primeros pobladores del Continente americano, ha sido difícil establecer con exactitud el centro de origen del cacao. Geográficamente en el mundo las mayores áreas cacaoteras están concentradas en los 10<sup>a</sup> de latitud norte y sur de Ecuador, distribuidas en el Oeste Africano, América Latina y Sud Este de Asia. Sobre la base de estudios moleculares y argumentos paleográficos y geobotánicas, se propusieron 4 grupos o compuestos germoplásmicos naturales, con su correspondiente distribución geográfica como se señala a continuación:

Cuadro N° 4. Grupos de germoplasma y su distribución.

Grupo de cacao	Distribución geográfica
A. Criollo	América Central, Colombia y Venezuela
B. Amazonas, Forasteros Del Alto Amazonas	Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia y Brasil
C. Guyanas o Forasteros Del Bajo Amazonas	Meseta de las Guyanas, Venezuela, Surinam, Guyana Francesa y Brasil
D. Nacional	Zona Costera del Ecuador

Fuente: IICA, 2006.

Recientes estudios han revelado nuevos conocimientos sobre la taxonomía, especiación, y dispersión geográfica del cacao. Mediante marcadores bioquímicos y moleculares se ha confirmado la naturaleza híbrida del tipo Trinitario (Cruce Criollo x Forastero). A su vez se sugirió un origen sudamericano del cacao criollo. Las variedades de cacao Forastero que se denomina “Cacao común “o “Corriente “representan los mayores volúmenes de la producción mundial. Por otro lado las variedades de Cacao Criollo (Porcelana, Playa Alta, Cerro Azul) de América Central y Sur (Colombia y Venezuela) conjuntamente con las variedades del tipo Nacional (Var “Arriba “) del Ecuador y las variedades trinitarias son llamados “Cacaos finos “,”Superiores “o “Selectos“ y representan una pequeña parte de la producción mundial. (IICA, 2006).

El cacao es una planta C3, como la mayor parte de las plantas son plantas C3. En estas plantas hay una mayor concentración de cloroplastos en el haz que en el envés. ([www.famsi.org/reports/99002es/section02.htm](http://www.famsi.org/reports/99002es/section02.htm), 2007).

### **2.7.2 Recursos genéticos del cacao Fuente: (IICA, 2006).**

Los recursos genéticos vegetales representan la “materia viviente que puede propagarse sexual o asexualmente, tienen un valor actual o potencial para la alimentación, agricultura o forestería y pueden ser variedades primitivas (razas locales) obsoletas o modernas; poblaciones en proceso de mejora genética y poblaciones silvestres.

Se ha captado información sobre las expediciones que hizo a Perú F.J. Pound /1938 y 1939), de los clones introducidos a la Estación Experimental Agrícola de Tingo María , así como también del establecimiento de los Bancos de Germoplasma efectuados por PNUD en la UNAS Tingo María, Tocache, UNU, Valle del río Apurímac-Ene (Ayacucho) e igualmente del Banco de de Germoplasma de cacao de Cajamarca y Amazonas efectuada por ADEX-AID; todo lo cual constituye un enorme potencial de recursos genéticos que está disperso. Se precisa su unificación, previa sistematización así como también su evaluación con fines de mejoramiento genético, de acuerdo a las metodologías existentes y que ahora con las ayudas biotecnológicas con que se cuenta se facilitará la obtención de clones o híbridos de alta productividad , resistentes a enfermedades y con alta calidad de la almendra, entre otros parámetros.

En cuanto a la **UNAS**, Tingo María según la exposición ofrecida en el Taller Nacional “Estandarización de la oferta tecnológica del Cacao en el Perú “se mencionó que el Banco de Germoplasma de Cacao de la UNAS le fue transferido del PNUD para conocer, evaluar y generar semilla élite (1990). El pool genético cuenta con 160 accesiones: Colección Internacional, Colección Huallaga y Colección Ucayali- Urubamba. En cuanto a distribución geográfica la mayor concentración de áreas de cacao están entre los 10° de latitud norte y sur del Ecuador, distribuidos en el Oeste Africano, América Latina y Sud Este de Asia. El oeste africano es la región más creciente con 66.8 % de la producción mundial, América Latina redujo su área a 13.7 % y Asia incrementó su producción a 19.5 %. (IICA, 2006).

En el Perú, existe gran diversidad de genotipos de cacao provenientes del cruce entre amazónicos, criollos y trinitarios que presentan atributos agronómicos superiores, sin

embrago su potencial se ve disminuido por le manejo inadecuado, que puede corregirse con técnicas de manejo integrado. En las diferentes zonas productoras de cacao, la selección de material genético local es una práctica importante porque permite obtener plantas adaptadas a condiciones del medio. Es necesario orientar a los productores durante la instalación de sus predios para evitar la promoción de plantaciones monoclonales que considera solo características deseables de mayor rendimiento, cantidad calidad de semilla, tolerancia a enfermedades (ICT, 2004).

La producción de cacao en el Perú se concentra en la parte baja de la vertiente oriente de los Andes entre los 200 y 900 metros sobre el nivel de mar. Las principales zonas de cultivo se ubican principalmente en el valle del Río Apurímac- Ene (Junín, Ayacucho y Cusco), el valle de la Convención (Cusco), el valle del Huallaga (Huanuco y San Martín), el valle del Tambo (Junín), y el valle del Marañón (Cajamarca y Amazonas).

En el país actualmente existen 50,395 Has de cacao en producción, con 25,846 tn y un rendimiento promedio de 513 Kg./ha. Actualmente se tiene un promedio superior a 700 Kg./ha en parcelas bien manejadas. Los Departamentos de mayor producción son Cuzco, Ayacucho, San Martín, Amazonas y Huanuco. (MINAG, 2006).

Por otro lado, la zonas que comprendieron el presente estudio Huanuco y San Martín cuentan con 8,013 has es decir el 17.11% del total del área nacional, con un rendimiento promedio de 476 Kg. / ha. (ICT, 2004). Los rendimientos en San Martín fueron de 653 tn en 1980; se elevó a 1866 tn en 1999. Actualmente el rendimiento promedio del Cacao en esta zona es de 476 Kg./ha. (ICT, 2004). A pesar de la presencia en la región de enfermedades como la Monilia y la Escoba de Bruja, los agricultores que tienen áreas en producción, con un manejo adecuado del cultivo han logrado contrarrestar los daños ocasionados por estas enfermedades, con la inclusión de plantaciones de híbridos y clones tales como el ICS 95 y el CCN 51, tolerantes a estas enfermedades. (ICT, 2004).

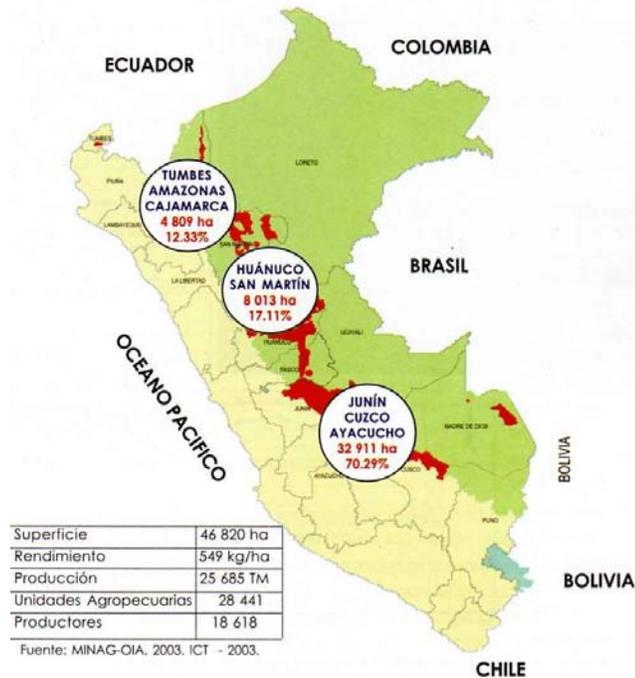


Figura N° 7. Mapa de distribución del cacao en el Perú  
(Fuente: ICT, 2004).

En cuanto al precio, actualmente ha subido de 4.3 soles el Kg. en el 2006 a 6.5 soles por Kg. en el 2007 debido al déficit global de stocks de cacao en grano a nivel mundial, 103,000 Toneladas pronosticadas por la Fundación Mundial del Cacao, debido a la sequía que azota a Costa de Marfil y Ghana, los dos productores mas grandes de cacao, según la Bolsa de Valores de Nueva York, 20 Abril del 2007.

Fuente: ([www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=ahdM\\_RO291ow](http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=ahdM_RO291ow),2007).

### 2.7.3 Clasificación Taxonómica

El nombre botánico del cacao es *Theobroma cacao L.* el cual pertenece a la clase Dicotiledónea; Orden Malvales; Familia Sterculaceae. La característica principal de esta planta es la de ser cauliflora, es decir produce sus flores y frutos en el tallo y ramas; el nombre *Theobroma*, significa alimento de los dioses, que se le atribuye a las propiedades divinas que los indígenas consideraban en esta planta. (ICT, 2004).

## **Condiciones del Clima y Suelo (ICT, 2004)**

### **Temperatura**

La temperatura es determinante en el desarrollo de cultivo del cacao:

- Crecimiento.
- Floración.
- Fructificación

El cultivo del cacao requiere las siguientes características:

La temperatura media anual debe estar alrededor 24-a 26° C y nunca pasar los 30° C, la temperatura media anual diaria no debe ser inferior a 15° C.

La oscilación diaria de la temperatura entre el día y la noche no debe ser inferior a 9 °C.

### **Precipitación**

El cacao es una planta muy sensible a la falta de humedad en el suelo, por esto es importante una buena distribución de la precipitación durante el año; considerándose que el mínimo debe ser 100 mm/mes común precipitación anual entre 1200 a 2800 mm/año.

Si la zona es demasiado lluviosa (1800<sup>a</sup> 3000 mm/año) los suelos deben presentar un buen drenaje. La humedad relativa debe ser mayor al 70%.

La distribución de lluvias determina la campaña cacaotera, la cual abarca 4 etapas: 1) Descanso, 2) Brotamiento, 3) Floración y 4) Cosecha. El ciclo no es continuo porque hay etapas que se superponen.

### **Humedad Relativa**

Esta en relación directa con la distribución de las lluvias y debe ser mayor al 70 %.

Un factor determinante que favorece el aumento de la humedad relativa y aumenta el ataque de plagas y enfermedades; es el manejo de la sombra permanente.

### **Luminosidad**

Se considera que una intensidad lumínica menor del 50% del total de Luz limita los rendimientos mientras que una intensidad lumínica ligeramente superior al 50% del total de la luz lo incrementa.

En algunos países se reportan incrementos relativos del rendimiento, superiores al 180% después de haber suprimido la sombra permanente, complementándolo con labores agronómicas de fertilización en tenores altos, y la regulación de sistemas de riego.

### **Altitud**

La altitud esta en relación directa con la temperatura a medida que aumenta la latitud disminuye la temperatura.

El rango optimo de altura se encuentra en los 250-900 m.s.n.m. fuera de ese limite las plantas sufren alteraciones fisiológicas que afectan el potencial productivo lo que refleja en un menor rendimiento y baja rentabilidad para el productor.

### **Condiciones del suelo.**

Los suelos mas apropiados son los aluviales de textura franca:

Los arcillosos – arenosos y los arena –arcillosas.

Se ha observado una gran adaptabilidad a suelos en laderas con pendientes mayores a 25 % con manejo de coberturas establecidos a curvas de nivel.

El pH varia entre 4.5 y 8.5; siendo el optimo entre 5.5 a 6.5.

Características favorables del suelo, para el cultivo del cacao.

- Que no tengan rocas continuas ni formen terrones muy duros.
- Que tengan un buen drenaje o sean fáciles de drenar con la construcción de canales.
- Que no sean ni muy pesados o arcillosos ni demasiado arenosos.
- Que sean profundos de 1.5 de profundidad, ricos en materia orgánica y nutrientes minerales.

Características desfavorables en los suelos para el cultivo de Cacao.

- Perfil muy superficial
- Nivel freático alto

- Presencia de una capa dura
- Altas concentraciones del aluminio
- Erosión del suelo

### **Sistema de Propagación.**

En los últimos años los diferentes proyectos de asistencia técnica vienen promocionando la instalación de plantaciones de cacao, utilizando la propagación vegetal por injerto.

En años anteriores; se ha trabajado en acciones de rehabilitación – renovación e instalación de áreas nuevas de cacao, utilizando la propagación sexual por semilla híbrida.

La decisión por la reproducción vegetativa se ha adoptado teniendo en cuenta la “segregación genética” que se presenta en campo cuando se instalan plantaciones en base a las semillas híbridas, ya que según experimentos en costa Rica, se ha comprobado que en plantaciones establecidas con semillas híbridas solo un 30% de los árboles es responsable del 70% de la producción, lo que nos demuestra que hay una gran variabilidad genética en la progenies del material híbrido.

Sin embargo, debemos mencionar que no por eso deja de ser importante la instalación de áreas de cacao con semilla híbrida certificada.

En todo caso, consideramos que es muy importante tener la alternativa de injertar con material clonal altamente productivas en los chupones de los híbridos improductivos.

En los países con tradición del cultivo de cacao hay una tendencia cada vez mayor a la utilización de material vegetativo en la instalación de áreas nuevas y de renovación de cacaotales viejos.

### **Material Genético de Propagación.**

En el Perú, existe gran diversidad de genotipos provenientes del cruce entre amazónicos; criollos, y trinitarios que presentan atributos superiores de productividad y tolerancia; plagas y enfermedades es necesario evaluarlo para posteriormente recomendar a los agricultores.

La selección de material genético local es una practica importante porque las plantas se encuentran adaptadas a las condiciones del medio en las diferentes zonas productoras de cacao.

Es necesario orientar a los productores en la instalación de sus predios con clones seleccionados que presentan características deseables: mayor rendimiento, tolerancia a las enfermedades, mayor contenido de grasa entre otras.

Evitar la promoción de plantaciones monoclonales o híbrido uniforme, esta opción podría ser perjudicial en el futuro por la predisposición a la ruptura de cualquier tipo de tolerancia y /o resistencia.

Recomendándose establecer como mínimo una combinación de cinco clones por hectárea, utilizando preferentemente 75% de clones productivos y 25% de clones tolerantes dispersos al azar.

La sugerencia se justifica por experiencias en las cuales se encuentran inmersos algunos productores del Huallaga Central, caso específico de localidades de la provincia de Tocache, donde la severidad de enfermedades y plagas es alta debido al factor monoclonal, comparada con otras plantaciones en mezcla de clones en el mismo lugar.

### **Clones productivos:**

Internacionales: ICS-95; ICS-39; CCN-51; TSH-565; TSH-1188; TSA-792;

Locales : IMC-67; SCA-12; SCA-6;P-12.

Todo ello conlleva al manejo de sombra preferentemente con especies de guaba y árboles maderables.

El distanciamiento se realiza en función a la precipitación y temperatura del lugar.

Como regla general a menor precipitación mayor densidad de sombra permanente de 6x6 a 9x9 m como el caso de la provincia de Juanjuí (departamento de San Martín), a mediana precipitación.

Densidad intermedia es decir de 10 a 15 m, como es el caso de la provincia de Tocache (departamento de San Martín).

A mayor precipitación menor densidad es decir de 12x12 a 18x18 m, como es el caso de Tingo Maria (departamento de Huanuco).

Las plantas de sombra permanentemente se instalan al mismo tiempo que se siembra el cultivo temporal, utilizando especies de guaba y árboles maderables en los linderos, como; eritrina, pucaquiro, paliperro y capirona.

Se debe utilizar guabas con frutos pequeños y ralos evitando la caída de ramas por peso de los frutos.

La sombra permanente se maneja formando un solo eje hasta una altura de 8 mm. donde recién se maneja formal la copa.

Por otro lado antes de tomar la decisión del establecimiento se debe realizar un análisis de suelo el cual nos permitirá hacer una caracterización del suelo para el mejor establecimiento de la plantación. (ICT, 2004).

Existen algunos trabajos de instalación con palta, bolaina y tornillo cada 8 metros los cuales fueron utilizados como especies de enriquecimiento, obteniéndose buenos resultados, pero debemos tener presente que la palta es susceptible al chiche hedionda y las plantas de cacao se infestan de fumagina.

## **Podas**

La poda es la actividad que tiene como objetivos:

- Eliminar las partes poco productivas o innecesarias de los árboles para estimular el desarrollo de nuevos crecimientos vegetativos y equilibrarlos con los puntos productivos, para conseguir una planta bien conformada y una planta productiva.
- Eliminar chupones y ramas mal dirigidas.
- Controlar altura del árbol.
- Regular la entrada de luz a los estratos inferiores.
- Eliminar ramas que dificultan las labores agrícolas.
- Facilitar la visibilidad de las mazorcas, ya sea para cosechar o para remover los frutos enfermos.

Una planta bien podada permite una mayor aireación y evita la acumulación de humedad creando condiciones desfavorables para el desarrollo de enfermedades de frutos, además refuerza la floración, el brotamiento y acelera la eliminación de infección latente de “escoba de bruja” en la planta.

Las podas deben realizarse después de la época de mayor cosecha, principalmente cuando el árbol entra en un corto reposo y cuando no existe predominio de sequía, caso contrario se tendría una gran cantidad de rebrotes y flores afectados seriamente por “escoba de bruja”.

Los cortes que se hacen durante la poda deben cubrirse con alguna pasta cicatrizante, o cúpricos con el objeto de evitar la entrada de enfermedades y plagas, también puede cubrirse con pintura al óleo, no utilizar pintura esmalte ni aceite quemado pues estos materiales contienen plomo que es tóxico para la planta.

Los restos de poda dejados debajo del cacaotero deberán picarse lo más pequeño posible para favorecer una mayor descomposición.

La poda es una práctica única y continua que se realiza desde su instalación en campo y durante toda la vida de la planta, se dan cuatro tipos de podas:

- 1-De formación o poda temprana que se hace en los primeros años del árbol;
- 2-De mantenimiento, con la poda se busca equilibrar el vigor de los árboles, a veces muy heterogéneo, debido a la diversidad genética de la mezcla de híbridos.
- 3-De Sanidad.
- 4-De rehabilitación ó renovación.

### **Poda de formación**

Esta se efectúa desde la etapa de vivero en plantas de un mes hasta que están listas para el trasplante a campo definitivo y consiste en formar el arquetipo o estructura del árbol.

Se inicia la formación de la falsa horqueta dirigiendo las ramas mediante cortes y despuntes.

El trabajo de poda de formación es muy delicado, las plantas al estar formadas por ramas plagiotrópicas presenta un arquetipo diferente, el cual deberá formarse orientando las

ramas en forma de abanico asemejando una falsa horqueta, es importante formar un tallo principal que por lo menos tenga 80 cm. de altura.

Se efectúa el despunte de las ramas, al año de trasplante, especialmente de aquellas que se dirigen hacia arriba.

Los cortes y despuntes inducen el brotamiento y desarrollo de las yemas, lo que va a permitir el control fitosanitario y manejo de la cosecha.

### **Poda de mantenimiento**

Cuando la planta alcanza su etapa productiva (2-3 años) los árboles deben ser sometidos a una poda ligera cada año manteniendo un buen arquetipo del árbol.

Esta consiste en eliminar ramas innecesarias, plantas parásitas, ramas rotas, colgantes enfermas, remoción de material enfermo, corte de ramas altas para que la copa quede a un altura promedio de 4 metros.

Se debe cortar todos los chupones que hayan crecido en el tronco y sobre las ramas primarias, esta poda por lo regular se debe hacer una o dos veces al año cuando el árbol entra en un corto reposo, principalmente después de la recolección de mayor cosecha en épocas definidas (julio-agosto).

La poda se efectúa de afuera hacia adentro de la copa y abajo hacia arriba cuidando el autosebramiento de las ramas productivas.

La cantidad de ramas que se elimina no debe ser drástica porque las mazorcas formadas en el árbol son alimentadas por las hojas y las podas muy fuertes alteraran la producción regular.

Un error muy común en los agricultores es podar severamente los árboles de cacao, eliminando inclusive ramas gruesas, exponiendo al sol directamente la corteza delicada de la planta, disminuyendo así el área de producción debido a que las mazorcas del cacao se obtiene en el tallo y en las ramas desarrolladas.

Los cortes deben ser lisos y parejos, sin dejar tocones en los árboles y usando herramientas adecuadas (tijeras, serruchos) perfectamente afilados y no oxidados para no ocasionar desgarramiento de corteza.

La poda constituyendo un arte se necesita tener mucha paciencia, cuidado y destreza que se logra con la práctica.

Una planta bien podada permite dar suficiente luz, mayor aireación, estimula la floración estimula el brotamiento y evita la acumulación de humedad que es el factor favorable para la incidencia de líquenes algas y enfermedades.

### **Poda sanitaria**

Los brotes terminales afectados por escoba de bruja deben cortarse a 20 cm. por debajo del inicio de hinchamiento del brote o punto de infección.

Para los chancros o gomosis en tronco, los tejidos enfermos deben ser sacados gradualmente con la ayuda de una herramienta de corte (tijera y cuchilla) hasta dejar la corteza y la madera del tronco libre de manchas rojizas.

Evitar retirar la escoba y cojines florales a través de la quiebra manual, estos deben ser retirados con un poco de corteza del árbol.

Los frutos enfermos atacados por moniliasis deberán ser retirados manualmente.

Es importante realizar esta práctica con la finalidad de preparar el árbol de cacao, para que brinde cada año una cosecha sana y abundante, esto se logra cuando se empieza a recolectar el material enfermo en época definidas y claves reduciendo de esta forma la fuente de inóculo .

Si los árboles están altamente atacados por “escoba de bruja “es recomendable eliminar primero las ramas afectadas a y luego cortar el árbol totalmente la susceptibilidad, de una planta a la enfermedad es la principal fuente de inóculo.

### **Poda de rehabilitación.**

Elimina las partes poco productivas, innecesarias, fuentes de inóculo de los árboles para estimular así el desarrollo de nuevos crecimiento vegetativos, y equilibrarlos con los puntos productivos, para conseguir una planta bien conformada y una planta productiva. (ICT, 2004).

En el Departamento de San Martín; el 15% de agricultores ha recibido alguna tipo de asistencia técnica, siendo impartida dicha asistencia técnica por las siguientes instituciones: MINAG (12%), Tierra Nueva (11%), Acción Agraria (9%), y los Proyectos Especiales del INADE, ACOPEGRO y CARITAS (15%). El ámbito de trabajo de la Cooperativa ACOPEGRO en el Huallaga central abarca Picota, Saposoa, Bellavista y Juanjuí. (Comisión Especial Multipartidaria Encargada de Evaluar la problemática de las Cuencas Cocaleras del Perú, 2004).

## 2.8 DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO Y SU PROBLEMÁTICA

### 2.8.1 Zona de Estudio

La superficie de Mariscal Cáceres, 14,498.73 Km<sup>2</sup>, representan el 28.28% de la superficie total de San Martín. (INEI, 2007). Según los datos demográficos del Distrito de Mariscal Cáceres - INEI. La Población al 2005 fue de 48,528 habitantes. La población de 15 años a más se dedican a actividades de agricultura, ganadería, caza y silvicultura, al 1993 fue de 8,904 habitantes.



Figura N° 8. Mapa de la Región San Martín

(Fuente: Atlas Geográfico del Perú, 2004).

Según entrevistas semiestructuradas realizadas en setiembre del 2005, de una muestra del 11.35% de una población objetivo total de 537 agricultores ex cocaleros y ahora cacaoteros, beneficiarios de los distintos programas y proyectos del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) en la provincia de Mariscal Cáceres - San Martín (Pachiza, Huicungo, Pajarillo, Campanilla, Ledoy y Juanjuí) se dedujo que el 53% de los encuestados son oriundos de Mariscal Cáceres; y en segundo lugar, los selva migrantes (28%) eran de zonas cercanas (Lamas, Tarapoto, Rioja, Juanjuí, Nuevo San Martín, Tingo de Saposoa, Tarapoto). “Impactos ambientales del cambio de cultivo de coca a cacao en Mariscal Cáceres según los agricultores”, (Larrea, 2005).

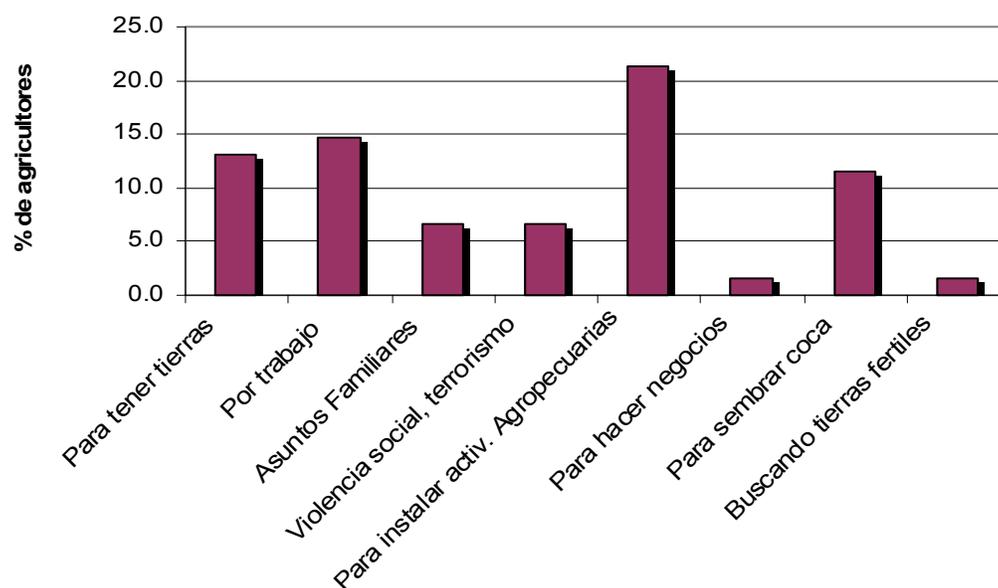
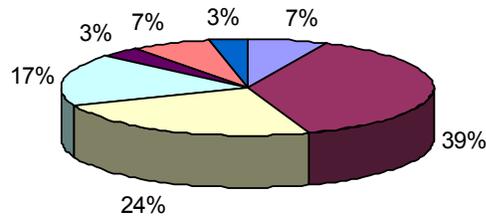


Figura N° 9. Motivos más frecuentes para inmigración a Mariscal Cáceres.

(Fuente: Elaboración Propia, 2005)

En Mariscal Cáceres los inmigrantes provienen principalmente de la Provincia de Ayabaca Región de Piura, de la provincia de Lamas Región San Martín y de la Provincia de San Ignacio de la Región Cajamarca. Los principales motivos para vivir en este lugar es la búsqueda de tierras, por trabajo y por motivos familiares. Un 8% de las familias manifestaron llegaron a esta provincia para sembrar coca. (Comisión Especial Multipartidaria Encargada de evaluar la problemática de las Cuencas Cocaleras del Perú, 2004).

### Procedencia de los inmigrantes de Mariscal Cáceres



■ Loreto ■ San Martín ■ Cajamarca ■ Piura ■ Chiclayo ■ Trujillo ■ Yurimaguas

Figura N° 10. Procedencia de inmigrantes. (Fuente: Elaboración Propia, 2005).

### 2.7.2 Problemática

#### Deforestación en la Región de San Martín

El 39.28% del Departamento de San Martín se encuentra deforestado (1'926,418 Has) al año 2000. La tasa de deforestación al año es de 1.17% con 57,521 has deforestadas al año. (IIAP 2003).

- Causas: Agricultura migratoria, agricultura comercial, ganadería y cultivo de la coca.
- Agentes: Población local, migrantes y empresarios.
- Fuerza: subsistencia, comercio y tráfico ilegal de coca.
- Facilitador: políticas públicas.

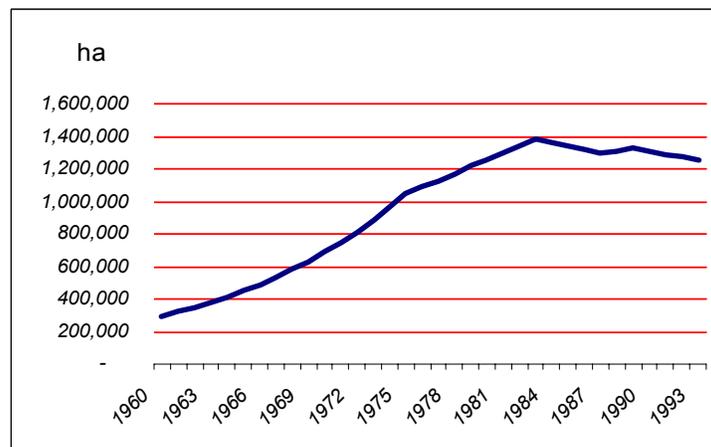


Figura N° 11. Evolución del área deforestada en San Martín (Fuente: IIAP 2003)



Solo pueden aplicar al MDL proyectos en áreas que no fueron bosques al 31 de Diciembre de 1989, (FONAM – PROAMAZONIA, 2003). Según la figura N° 14, es posible que sólo 16 % de los agricultores puedan cumplir dicho requisito. (Larrea, 2005).

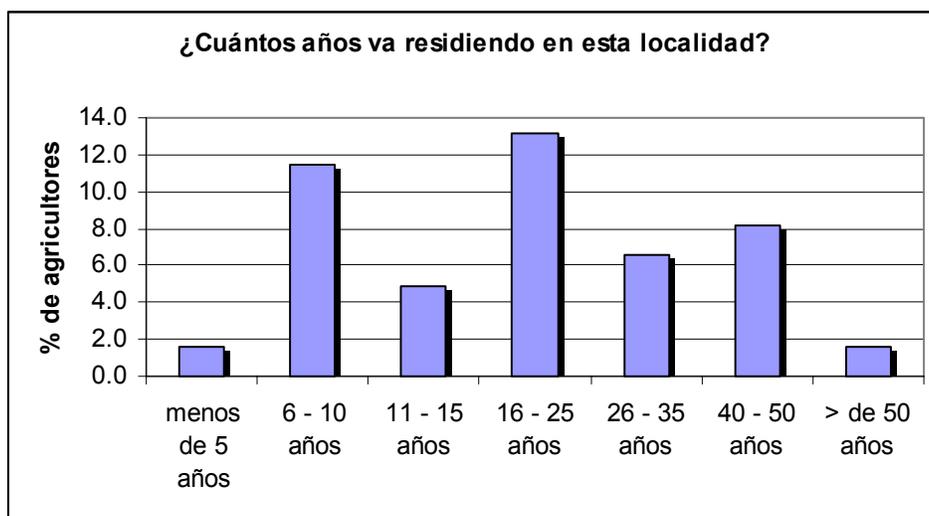


Figura N° 14 Tiempo de Residencia en Mariscal Cáceres. (Fuente: Larrea, 2005).

### **La agricultura y el cacao en Mariscal Cáceres:**

Según el informe anual de la Comisión Especial Multipartidaria, encargada de evaluar la problemática de las cuencas cocaleras del Perú, durante el 2004, se determinó que en el ámbito de Juanjuí, el 53% de las actividades productivas provienen de la actividad agrícola, cuyos principales cultivos son el maíz (55% de la superficie cosechada), seguido del plátano (18%), el cultivo del cacao (7% del total cosechado) y coca (20% de superficie cosechada).

Los Cultivos permanentes mas importantes en Mariscal Cáceres fueron el cacao con 47.8 % de la superficie total de cultivos permanentes, es decir 6,930.39 Has, luego el 23.74% fue la coca el 21.23% fueron cítricos y el 7.19% fue café. Los cultivos transitorios, en Mariscal Cáceres representan el 13.55% del total de áreas cultivadas. **Existen 39.69 % de superficie que es Purma al 2000.** El maíz representa el 6.59%, el frijol representa 0.62 %, y el 0.03% es papaya. El índice promedio de purma en Mariscal Cáceres, según Reyes (2000), fue muy alto (4.64 a 10.87 has/ agricultor), probablemente debido a la mayor incidencia durante los

últimos años del cultivo de coca, lo que ocasionó degradación y desuso del suelo. (Reyes 2000).

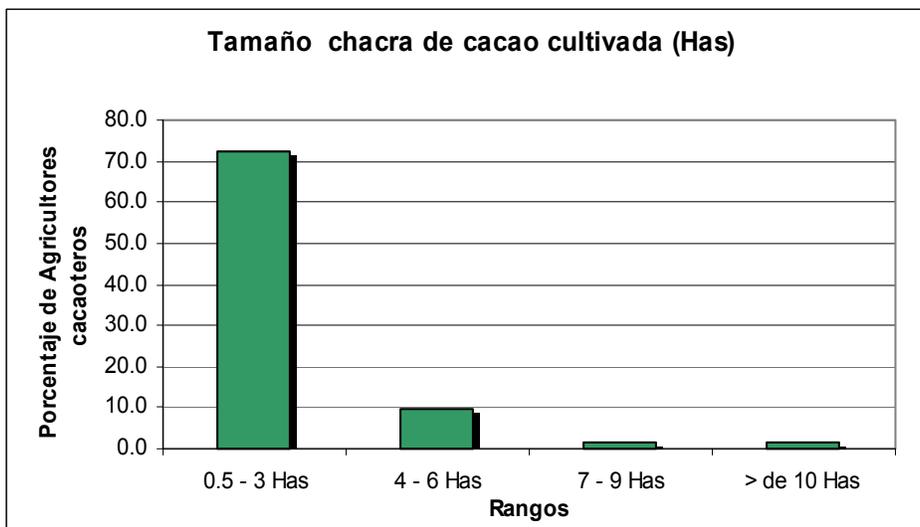


Figura N° 15 Tamaño de la chacra de Cacao en Mariscal Cáceres  
(Fuente: Elaboración Propia, 2005).

La figura a continuación muestra la preferencia actual por los tipos de cacao disponibles en la zona de estudio de la presente tesis.

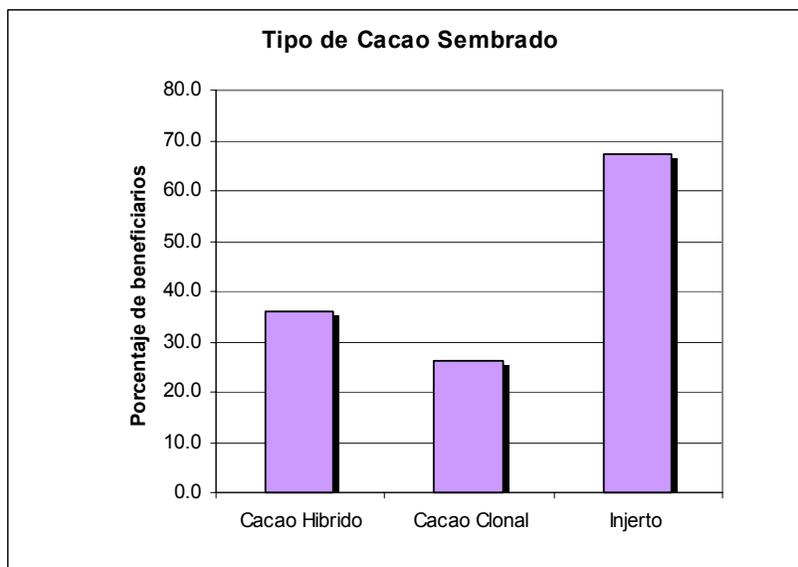


Figura N° 16. Tipos de Cacao más frecuentes en Mariscal Cáceres.  
Fuente: Elaboración Propia

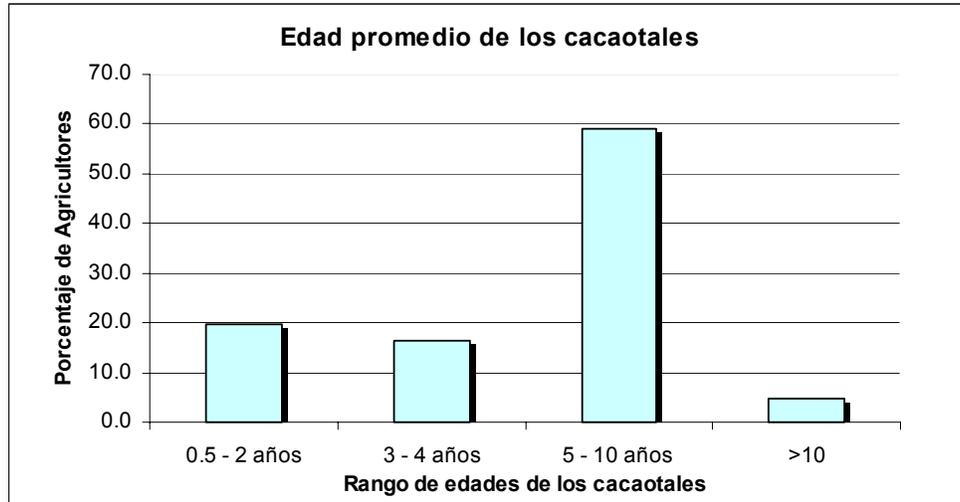


Figura N° 17. Edad de los cacaotales. Fuente: Elaboración Propia

La figura N° 14 al igual que la figura N° 17, nos dan una referencia de los chacras con las que se podría realizar lo proyectos de MDL, en este caso, este cuadro indica que solo 5 % aproximadamente de de las chacras de los 537 agricultores ex cocaleros y ahora cacaoteros aplicaría para los proyectos MDL. El cuadro que se muestra a continuación nos da una idea de los precios durante el 2005, en los que se cotizó el cacao según su calidad. Así mismo el cuadro nos dice que casi el 60% de los agricultores producen un cacao de la mejor calidad.

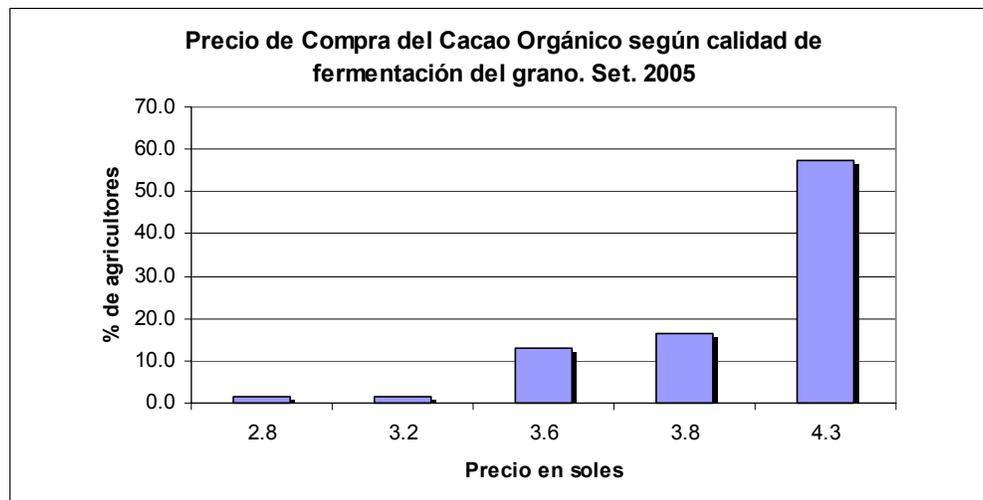


Figura N° 18. Precio de Compra del cacao orgánico según la calidad, referenciada al grado de fermentación del grano. Fuente: Elaboración Propia.

## 2.9 METODOLOGÍAS PARA ESTIMAR BIOMASA.

Según Segura y Kanninen <sup>3</sup>, 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 <sup>4</sup>. 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. 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. <sup>5</sup>

Andrade e Ibrahim <sup>5</sup>, 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 <sup>6</sup>. Por esta razón, algunos autores recomiendan

---

<sup>3</sup> SEGURA, Milena y KANNINEN, Markku. Inventarios para estimar Carbono en ecosistemas forestales tropicales. En. OROZCO, L. y BRUMÉR, C. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Turrialba: CATIE, 2002. p. 202-22.

<sup>4</sup> PARRESOL, B. R. Assessing tree and stand biomass. A review with examples and critical comparisons. En: Forestal. Science. Vol. 45, no. 4, 1999; 573-593.

<sup>5</sup> SEGURA y KANNINEN, Op. Cit., p.210.

<sup>6</sup> MACDIKEN, K.G. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Forest Carbon Monitoring Program. S.L.: Winrock International Institute for Agricultural Development, 1997. 84 p.

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 <sup>7</sup>.

**Modelos de biomasa** (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) <sup>8</sup>. Según Zapata, Colorado y Del Valle <sup>9</sup> 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 <sup>10</sup>, 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 MacDiken <sup>11</sup>, estos modelos pueden ser construidos usando como mínimo una muestra representativa de 30 árboles.

<sup>7</sup> SIERRA, C.; DEL VALLE, J. y ORREGO, S. 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, 2003. p 169-188.

<sup>8</sup> ZAPATA, COLORADO y DEL VALLE, Op. Cit., p. 90.

<sup>9</sup> Ibid., p. 92.

<sup>10</sup> ORTIZ, Edgar. Técnicas para la estimación del crecimiento y rendimiento de árboles individuales y bosques. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, no. 16,1993. 71 p.

<sup>11</sup> MACDIKEN, Op. Cit., p.122.

**Acosta et al., 2001.** Realizo una investigación en México, en función de la disponibilidad de árboles de cada especie se hizo un muestreo destructivo de diferentes números de plantas seleccionadas. Se midieron y cortaron de 5 a 12 individuos por especie. Con el propósito de aumentar el intervalo de variación de los árboles medidos y darle validez a las ecuaciones de regresión, en la muestra se incluyeron árboles con dimensiones extremas en cuanto a su tamaño.

En cada árbol seleccionado se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) antes de ser derribado. Los árboles pequeños ( $2.5 \text{ cm} < \text{DAP} < 10 \text{ cm}$ ) se cortaron al nivel del suelo y se transportaron completos al laboratorio para obtener su biomasa. Los árboles más grandes ( $\text{DAP} > 10 \text{ cm}$ ), fueron cortados en secciones para obtener submuestras, tanto del fuste principal como de las ramas.

En el caso de la guaba sólo se muestrearon cinco árboles, ya que esta especie se usa como sombra en los cafetales, y los productores no permitieron cortar un número mayor. Sin embargo, para aumentar el número de observaciones para esta especie en particular, se aprovechó la arquitectura de la copa de Inga, que ramifica en “n” ramas a determinada altura del tronco, las que posteriormente se vuelven a ramificar, manteniendo una estructura similar de n ramas en cada punto de ramificación. Las n ramas que se originan de la primera ramificación se consideraron como “árboles” independientes, con base en el principio modular descrito por Causton (1985), y los diámetros de esas ramas se midieron a 1.3 m de distancia desde su unión con el tronco, para que fueran equivalentes al DAP medido en los otros árboles.

La biomasa de cada rama se sumó para obtener la biomasa aérea total del árbol original, el cual se consideró como otro individuo. De esta manera se obtuvo un tamaño de muestra de 12 pares de datos DAP-biomasa: uno de los árboles proporcionó cuatro pares de datos; dos árboles proporcionaron tres pares de datos cada uno; y los otros dos árboles sólo proporcionaron un par de datos cada uno.

Con el fin de determinar la relación peso seco: peso fresco del tronco y de la copa a diferentes alturas y calcular la biomasa total de cada árbol, se obtuvieron siete rodajas de aproximadamente 5 cm de espesor en siete posiciones del tallo principal en los individuos con diámetro > 10 cm. Las primeras tres rodajas (P1 a P3) se obtuvieron de la sección correspondiente al fuste limpio; P1 a 0.30 m, P2 a 1.3 m y P3 en la parte media del DAP y la base de la copa (Figura 16). Las otras cuatro rodajas se obtuvieron de cuatro secciones en las que se dividió la copa desde la base de ésta hasta el ápice. Estas rodajas se obtuvieron de la base de cada una de esas secciones (P4 a P7, ver Figura N° 16).

Además, se obtuvo una rama como muestra de cada sección de la copa. De cada individuo se obtuvo el peso fresco por separado de las rodajas, y de cada sección del tronco y de la copa, incluyendo el follaje, así como de las ramas muestreadas en cada sección de la copa. En el caso de Inga, las rodajas y las ramas muestra se obtuvieron de cada ramificación considerada como individuo. Todas las muestras se transportaron al laboratorio, donde se secaron a peso constante (75° C durante 48 horas) para obtener el peso seco.

La relación peso seco / peso fresco de cada rodaja se utilizó para obtener el peso seco de cada sección del tronco del árbol a partir de su respectivo peso fresco. El mismo procedimiento se utilizó para obtener el peso seco de las ramas (incluyendo el follaje) de cada sección de la copa a partir de la relación peso seco peso fresco de las ramas muestra. La suma del peso seco de las secciones del tronco y copa constituyó la biomasa total de cada árbol.

Después de obtener la biomasa y el DAP de cada individuo, se seleccionó el siguiente modelo de relaciones alométricas, por ser uno de los más frecuentemente usados:

$$Y = bX^k \quad (1),$$

Donde Y es la biomasa aérea (Kg.), X es el diámetro (cm.) a la altura del pecho (DAP) y b y k son los parámetros que se estimaron por mínimos cuadrados.

Al expresar el modelo (1) en su forma lineal mediante transformación logarítmica de las variables y ajustarlo empleando los datos de Y y X como variables dependiente e independiente, se obtiene el modelo siguiente:

$$\ln(Y)=\ln(b)+k \ln(X) \quad (2)$$

Donde Y, X, b y k tienen el mismo significado que en la ecuación (1), y  $\ln(Y)$ ,  $\ln(b)$  y  $\ln(X)$  son los logaritmos naturales de Y, b y X.

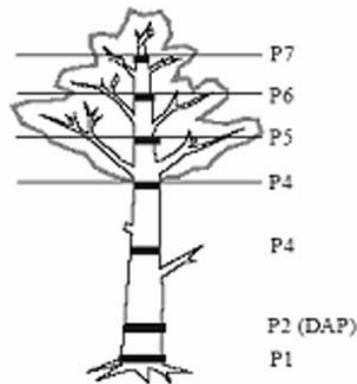


Figura N° 19. Sitios de muestreo en el tronco de un árbol para determinar la biomasa del fuste y la copa.

En una primera etapa se ajustó el modelo (2) por mínimos cuadrados para cada especie, con el propósito de obtener los valores estimados de los parámetros b y k que representan la ordenada al origen y la pendiente del modelo de regresión, para cada una de las especies.

Posteriormente se compararon los parámetros b y k ( $p \leq 0.05$ ) de cada especie para saber si estadísticamente pertenecían a un mismo modelo.

La hipótesis nula fue que los parámetros b y k eran los mismos, independientemente de la especie y, por lo tanto, que un solo modelo podría ser suficiente para estimar la biomasa de las seis especies. De manera complementaria, también se exploró la posibilidad de agrupar a las especies que se ajustaran a un mismo modelo.

Comparación de modelos Al comparar los parámetros b y k de los modelos de regresión lineal simple de las seis especies de árboles, pueden presentarse cuatro posibilidades: a) que tanto la ordenada al origen (b) como la pendiente (k) difieran entre los modelos de cada especie; b) que las líneas sean paralelas pero sin tener la misma ordenada al origen; c) que las líneas sean concurrentes; es decir, tengan la misma ordenada al origen pero con diferentes pendientes; d) que las líneas sean coincidentes, es decir, que tanto la ordenada al origen como la pendiente sean los mismos para todas las especies.

Para establecer la posibilidad de obtener líneas coincidentes, se hizo el siguiente análisis estadístico, si se considera el caso de una regresión lineal simple donde n observaciones pueden formar parte de M grupos, con el m-ésimo grupo con nm observaciones, entonces el modelo general completo (MC, caso “a” descrito anteriormente), consiste de M ecuaciones

$$Y = b_0m + b_1mX + e_m, m=1,2,\dots,M \quad (3)$$

Mientras que el modelo reducido (MR, caso “d”) puede representarse con la ecuación (2), considerando los datos de todas la especies en forma simultánea.

$$F_0 = \frac{[SS_E(MR) - SS_E(MC)] / (gl_{MR} - gl_{MC})}{SS_E(MC) / gl_{MC}}$$

Donde F0 = valor calculado del estadístico F; MR = modelo reducido; MC = modelo completo; SSE = suma de cuadrados de los residuales; gl = grados de libertad.

Para obtener los parámetros del modelo completo (3) se ajustaron las M ecuaciones de regresión para cada especie y la SSE (MC) se encontró agregando las sumas de cuadrados de los residuales de cada regresión. Los grados de libertad para la SSE (MC) son:

$$gl_{MC} = \sum_{m=1}^M (n_m - 2) \quad (5)$$

Donde nm= Número de observaciones para la especie m.

## CAPITULO III

### 3.0 MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 DETERMINACION DEL CARBONO AEREO ALMACENADO

##### 3.1.1 ZONA DE ESTUDIO

Se evaluaron 7 sistemas de uso de la tierra en el ámbito de la provincia de Mariscal Cáceres, región de San Martín (Villaprado, Pajarillo, Juanjui y Pachiza). Cada uno de los sistemas esta provisto de diferentes sombras, tres de 3 años, dos de 6 años y dos de 8 años de edad del cultivo principal es el cacao, los facilitadores fueron agricultores acogidos al Programas de Desarrollo Alternativo Participativo del “Instituto de Cultivos Tropicales”. El clima es semiseco, cálido con una temperatura promedio de 26.5° C y una precipitación anual de 1438 mm. Esta zona tiene un paisaje subandino amazónico con bosques secos matorrales y otros. Posee terrazas bajas, de topografías planas a casi a nivel. La vegetación de la cuenca del Huallaga central, esta configurado por seis formaciones vegetales caracterizadas por las adaptaciones que responden a las condiciones de xerofitismo de los climas secos y cálidos, cuyas localizaciones actuales responden al aislamiento como bosques remanentes. La zonas cercanas a Parque Nacional Rio Abiseo, esta categorizado como Bosque húmedo premontano tropical – bosque húmedo tropical. IIAP, 2004.

Cuadro N° 5. Descripción de los sitios y sistemas evaluados:

Sistema	Edad (años)	Ubicación	Altitud	Facilitador:	Coordenadas UTM
Cacao - Capirona - Guaba	3	Pajarillo	320 m.s.n.m.	Esteban Campos	0322696 E, 9186512 S
Cacao – Guaba - Palta.	3	Villaprado	250 m.sn.m.	José Rojas.	0312171 E, 59210762 S
Cacao - Guaba - Guanábana	3	Pachiza	283 m.s.n.m.	Anderson Solano.	0304648 E, 9194512 S
Cacao con cultivo temporal de plátano	6	Pajarillo	389 m.s.n.m.	José Rojas.	0323138 E, 91858405 S
Cacao - Capirona - Bolaina.	6	Pachiza - Alto el Sol	270 m.sn.m.	Winston Saavedra	0302025 E, 9192154 S
Cacao - Capirona - bolaina - caoba	8	Pajarillo.	327 m.s.n.m.	Esteban Altamirano.	0322901 E, 9186296 S
Cacao - Capirona - Cafè.	8	Pajarillo	326 m.s.n.m.	Esteban Campos.	0322901 E, 9186269 S

A continuación se aprecia un “Mapa de ubicación del Diagnóstico Socio Ambiental de la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Río Abiseo”, el ámbito del presente estudio esta señalado dentro del círculo de color azul.

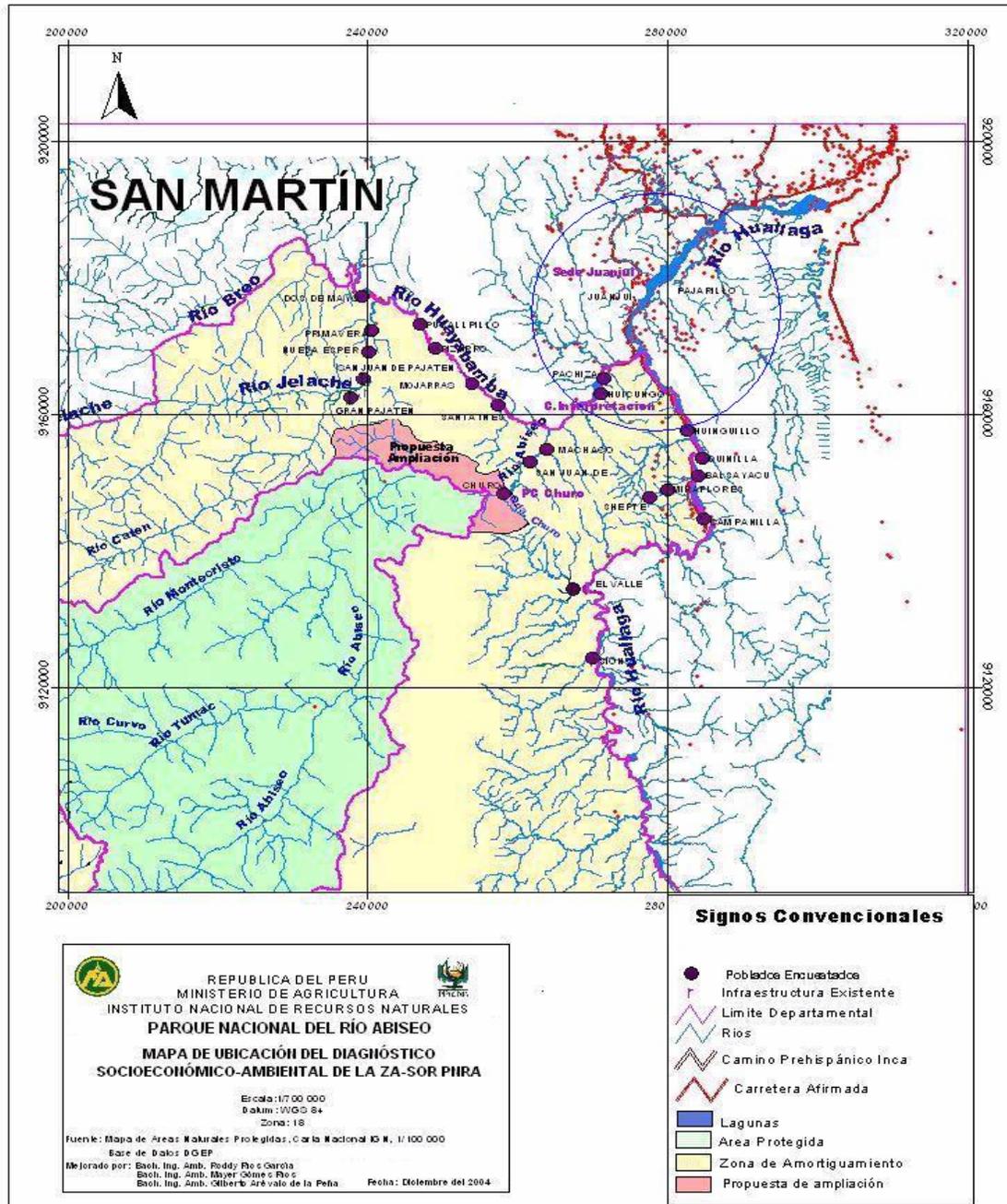


Figura N° 20. Mapa de ubicación del Diagnóstico Socio Ambiental de la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Río Abiseo.

### **3.1.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **Materiales**

Se utilizaron los siguientes materiales: Soga de 100 m, wincha de 50 m, wincha de 3 m, forcípula, cinta diamétrica, tijera de podar, serrucho corto, machete, cuchillo, rafia, plumón indeleble, bolsas de papel, bolsas de plástico de 3 Kg., bolsas de plástico de 6 Kg., sacos de plástico de 50 Kg., marco de madera 1x1 m, marco de madera 0.5 X 0.5 m, lapiceros, tablero de campo, formatos de aplicación y libreta de campo

#### **Equipos**

GPS Garmin, y balanzas de campo de diferentes capacidades 5 a 25 Kg. y balanza digital.

### **3.1.3 PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL CARBONO AEREO ALMACENADO**

En cada uno de los sistemas de uso de la tierra evaluados se ha determinado transectos al azar 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 ecosistema, considerando:

- Inventario de árboles en pie (vivos o muertos, se consideraron todos los árboles excepto palmeras y plátanos por el aporte despreciable de biomasa).
- Inventario de árboles caídos muertos.
- Vegetación herbácea y arbustiva.
- Hojarasca.

#### Biomasa Arbórea

Se usó la metodología desarrollada por el ICRAF. (Arévalo et. al 2003).

Cuando los árboles oscilaron entre 2,5 y 30 cm. de diámetro. Se marcaron parcelas de 4 x 25 m. en las que se midió la altura (H) y diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles vivos, parados, muertos y caídos muertos. Si hubiese ramificado por debajo de 1,3 m. (DAP), se media su diámetro a esa altura.

Si los árboles hubieran superado los 30 cm. de diámetro, se habrían tomado las mismas medidas, además de extrapolar la parcela a 5 x 100 m. Superpuesta a la primera.

En todos los casos se denominaron los nombres locales de cada árbol, ramificado (R), o no (NR), índice de densidad de la madera de la especie (alta: 0,6 media: 0,4 o baja: 0,2), si fue palmera (P) o liana (L).



Foto N° 1. Evaluación del diámetro de árboles en el campo.

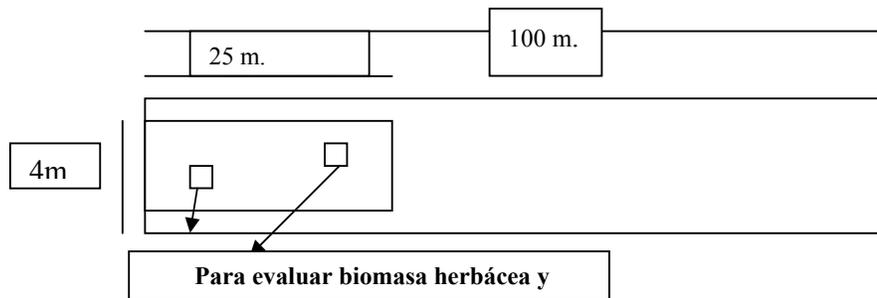


Figura N° 21. Diseño de los transectos para la evaluación de los diferentes componentes de la biomasa vegetal.

### Biomasa Arbustiva y Herbácea

Se eligió al azar dos cuadrantes de 1 x 1 m. en cada una de las sub. parcelas de 4 x 25 ó de 5 x 100 m, según el caso. En estas se cortó toda biomasa epigea procedente de arbustos menores a 2,5 cm. de diámetro y la biomasa herbácea. Se obtuvo el peso fresco total y el peso fresco de una submuestra de aproximadamente 500 g, que se envió a la estufa hasta obtener el peso seco constante.

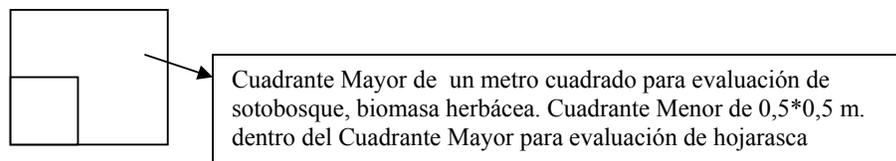


Figura N° 22. Cuadrantes de 1m x 1m para la determinación de sotobosque (Hojarasca y biomasa herbácea).



Foto N° 2. Evaluación de herbáceas dentro de los transectos.

### Biomasa de Hojarasca

Dentro de cuadrantes de 1 x 1 m. se tomaron subcuadrantes de 0,5 x 0,5 m. En ellos se pesó la hojarasca acumulada, para después tomar una submuestra de 500 g. (peso fresco) y enviar a la estufa hasta que alcanzó peso seco constante.



Foto N° 3. Evaluación de la hojarasca dentro de los transectos.

**FÓRMULAS:** (Arévalo et al. 2003).

Biomasa Arbórea Viva:

Cálculo de Biomasa vegetal (BA)

BA = fórmula estándar

$$BA = 0.1184 \text{ DAP} ^{2.53}$$

DAP = Diámetro a la altura del pecho

0.1184 y 2.53 = constantes

BA = biomasa de árboles vivos y árboles muertos en pie.

Biomasa Arbórea Viva Total (BAVT)

$$\text{BAVT (TM/ha)} = \text{BTAV} * 0.1 \text{ o}$$

$$\text{BAVT (TM/ha)} = \text{BTAV} * 0.2$$

Donde, BTAV = biomasa total en la parcela 4m\*25m o en la parcela de 5m\* 100m.

0.1 se usa cuando la parcela es de 4m \*25m.

0.2 se usa cuando la parcela es de 5 \*100m.

$$\text{Para árboles caídos muertos} = \text{BACM} = 0.4 \text{ DAP} ^2 \text{ L } 0.25\pi$$

DAP = Diámetro a la altura del pecho

L = Largo del tronco

$\pi$  = 3.1416

0.4 y 0.25 = constantes

Cálculo de la biomasa arbustiva herbácea y hojarasca(TM/Ha)

BAH (TM/ha) se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{BAH (TM/Ha)} = ((\text{PSM}/\text{PFM}) * \text{PFT}) * 0.01$$

Donde,

BAH = biomasa arbustivo/ herbácea, materia seca.

PSM = peso seco de la muestra colectada

PFM = peso fresco de la muestra colectada

PFT = Peso fresco de la muestra colectada

0.01 = factor de conversión para herbácea

0.04 = factor de conversión para hojarasca

Cálculo del contenido de carbono en la biomasa vegetal

$$\text{CC} = \text{B} \times 0.45, \text{ donde } \text{B} = \text{Biomasa vegetal}$$

Cálculo del carbono total:

$$CB = CAb + CAVHB + CH$$

CB = Carbono biomasa

CAb = Carbono arbóreo

CAVHB = Carbono arbustivo y herbáceo

CH = Carbono hojarasca

### **Análisis estadístico**

La comparación de los datos se realizó mediante el diagrama de cajas (boxplot) por tratarse de una tesis de observación, y no de experimentación, pues no se contó con “controles” ni sistemas de uso de la tierra homogénea comparable. El boxplot es un gráfico simple ya que se realiza básicamente con cinco números, donde se observa de forma clara la distribución de los datos, dispersión de las medias y sus principales características. Permite comparar diversos conjuntos de datos simultáneamente.

Se utiliza como herramienta visual para ilustrar los datos, para estudiar simetría, colas y supuestos sobre la distribución, y para comparar diferentes poblaciones.

El gráfico contiene un rectángulo, orientado con el sistema de coordenadas tal que el eje vertical tiene la misma escala del conjunto de datos, la parte superior y la inferior del rectángulo coinciden con el tercer cuartil y el primer cuartil de los datos. Esta caja se divide con una línea horizontal a nivel de la mediana, y una línea vertical (un bigote) que se extiende desde la mitad de la parte superior de la caja hasta la mayor observación de los datos si se encuentran dentro de un paso, definiendo un “paso” como 1.5 veces el rango intercuartil; igual se hace en la parte inferior de la caja.

En cada uno de los transectos o muestras de los sistemas se realiza la metodología de evaluación presentada en el siguiente ítem, tratando de considerar todos los tipos de sumideros aéreos de los sistemas (árboles, arbustos, herbáceas y hojarasca).

## 3.2 DETERMINACION DE LA CURVA ALOMETRICA

### 3.2.1 ZONA DE ESTUDIO

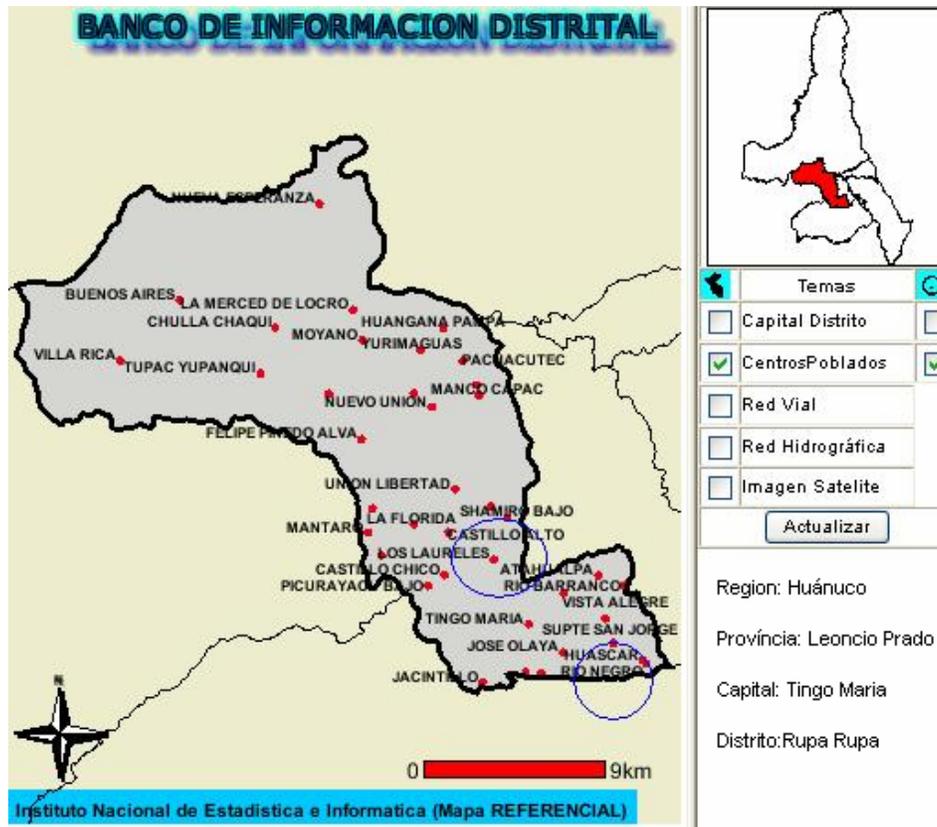


Figura N° 23. Mapa de ubicación de las zonas de donde se extrajeron los árboles de Cacao para la elaboración de la ecuación alométrica.

En esta zona la temperatura promedio anual es de 24°C, la precipitación promedio anual es de 3179 mm. y el rango de altitud varia entre de 167 a 1800 m.s.n.m. Esta zona corresponde a la categoría de zona de vida de bosque muy húmedo-premontano subtropical.

#### **Descripción de las características de los árboles sacrificados y ubicación.**

Se utilizaron 5 árboles de cacao de San Martín y 25 provenientes de diferentes sectores de Tingo Maria. Los 30 árboles de cacao estudiados fueron de diferentes edades y características dasométricas, que se pueden apreciar en el Cuadro N° 1 del Anexo 1.





Foto N° 4. Medición de los componentes de los árboles de cacao.

2. Diámetro: (DAP): Se registró el diámetro de los árboles a la altura del pecho (DAP) y loa 30 cm del piso *DIAM30*.
3. Cuando los árboles diferentes al cacao tuvieron ramificaciones iniciadas de menos de 1.3 m de altura, se registró cada uno de los diámetros, para luego calcular el diámetro general del árbol utilizando la fórmula de la raíz cuadrada de la suma de cada una de las ramas.
4. Densidad del árbol (Da): se registro el valor de la densidad del árbol. Cuando la densidad de madera fue alta se anotó 0.8; media -> 0.6, y baja -> 0.4. Estos valores son constantes.
5. Se corto el árbol a los 30 cm. con el fin de aprovechar en hacer podas de renovación, luego se dividió en sus diferentes componentes, hojas, ramas mayores y menores de 2.5 cm. de diámetro, ramillas, frutos. Sin embargo se recomienda procurar hacer la poda al ras del suelo.



Foto N° 5. Corte de los árboles de cacao para extraer sus componentes (Hojas, ramas, ramillas, etc.).



Foto N° 6. Corte de ramas y extracción de hojas.

6. Se registraron los pesos frescos totales de cada uno de los componentes del árbol. (Hojas, ramas primarias, secundarias, terciarias, tronco, frutos y/o flores).



Foto N° 7. Pesado de ramas, frutos y demás componentes.

7. Se colectaron muestras de cada uno de éstos componentes y se registró su peso fresco, luego de colocarlas en bolsas de papel correctamente identificadas y fueron secadas en estufas de aire caliente a 70° C hasta lograr peso constante.
8. Se registró el peso cada 12 horas hasta llegar a un peso constante y finalmente registrar el peso seco.



Foto N° 8. Pesado de submuestras secas.

9. Cálculo de la materia seca de cada uno de los componentes del árbol

$$MS = (psm/pfm) * pft:$$

Donde:

MS = es la materia seca del componente

Psm = peso seco de la muestra

Pfm = peso fresco de la muestra

Pft = peso fresco total del componente

10. Cálculo de la biomasa total del árbol en base a materia seca BT (materia seca) =  
(msf + msrmay + msrme + mshojas + msfrutos\*);

Donde;

BT = biomasa total en base a materia seca.

Msf = peso seco del fuste.

msrmay = peso seco de las ramas mayores a 2.5 cm. de diámetro.

msrme = peso seco de las ramas menores de 2.5 cm. de diámetro.

mshojas = peso seco de las hojas.

msfrutos = peso seco de los frutos.

11. Desarrollo de ecuaciones alométricas

Se realizaron ejercicios de regresiones lineales de BT en forma individual versus H o regresiones de BT versus DAP\* Ht (Ht= altura del tronco), E (E= edad), y Diam30

(diámetro a los 30 cm. de altura) se recalca la posibilidad reutilizar la variable densidad del árbol en las ecuaciones.

La ecuación con mayor valor de coeficiente “r” fue la que presentó la mejor predicción sobre la producción de biomasa del árbol y por tanto, la que se utilizó para estimar la biomasa del cacao en cada sistemas evaluados en Mariscal Cáceres de biomasa.

### **Análisis estadísticos**

Para la elaboración de la ecuación alométrica o modelo de biomasa (seca) aérea para la especie del *Theobroma cacao L.*, se utilizaron como variables predictoras el diámetro a 30cm sobre el suelo (Diám30), altura tronco (ht) y edad. Los 30 árboles disponibles presentaron rangos diamétricos a los 30 cm. del suelo, de 2.4 a 100 cm., así mismo un rango de 28 a 292 cm. de altura el tronco y un rango de edades de 1 año a 40 años. Para escoger los modelos de mejor ajuste, se tuvo en cuenta el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), error estándar de estimación o raíz del cuadrado medio del error y la suma de cuadrados del error, así como la lógica biológica del modelo.

Se hicieron pruebas de correlación simple y múltiple entre las variables, cumpliendo criterios estadísticos para la selección, y practicidad en su uso, se compararon los tipos de ecuaciones y además se comprobaron las fórmulas en uno de los sistemas de cacao evaluados en Mariscal Cáceres. Todos los modelos fueron ajustados y transformados utilizando los programas estadísticos SAS y R.

Una vez seleccionado el mejor modelo y obtenida la ecuación de ajuste, se realizó un análisis gráfico de los residuales para detectar la presencia de normalidad en los errores y homogeneidad en las varianzas. En base a esto también se eliminaron valores atípicos (*outliers*) que podían estar causando mayores rangos de error en el modelo, teniendo en cuenta los valores cuyos residuales estandarizados superaban tres desviaciones estándar.

## CAPITULO IV

### 4.0 RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 ECUACIÓN ALOMÉTRICA DEL CACAO

Con el fin de evitar valores extremos y lograr desarrollar una ecuación consistente, se trabajó con los datos de 23 árboles de los 30 evaluados. El modelo de regresión que mejor se ajustó fue del tipo potencial, utilizando como variables de predicción el diámetro a 30 cm. sobre el suelo (*Diám30*), altura del tronco (*ht*) y edad del árbol. La ecuación con la variable independiente *Diám30* para cacao fue de tipo exponencial, con una  $R^2$  bastante aceptable. Previo a esto se realizaron las correlaciones correspondientes entre las variables disponibles: edad, diámetro a los 30 cm., altura del tronco en relación a la biomasa. Al realizar el análisis estadístico se observó que entre las variables que poseían mejor correlación (edad y diámetro a los 30 cm.), el diámetro obtuvo mejor correlación presentando un  $R^2$  de 0.79. Tal como se puede apreciar en cuadro N° 6 y Figura N° 22. Siete árboles que generaron valores extremos (outliers) durante el análisis estadístico. Estos árboles en comparación con los árboles de la misma edad presentaron valores muy irregulares, básicamente debido a que recibieron un manejo cultural distinto, discontinuo o tal vez ni lo recibieron. Es el caso del cacao de 40 años encontrado en Aserradero - Castillo Grande – Tingo María; el cual en condiciones favorables y sin manejo (podas irregulares), alcanzó un diámetro de 100 cm., en comparación al cacao de su misma edad de Capitán - Río Negro Tingo María, que presentó 21 cm. de diámetro. Los otros árboles generaron datos extremos debido a que estaban muy enfermos con moniliasis, escoba de bruja, pudrición parda, etc., afectando evidentemente el desarrollo de una biomasa normal.

Cuadro N° 6. Análisis de variancia para cada uno de los componentes de los árboles de cacao (biomasa, edad, tronco, diámetro).

---

Estadística simple

Variable	N	Promedio	Dev Std	Sum	Mínimo	Máximo
Biomasa	23	22.46304	23.42424	516.65000	0.07000	92.20000
Edad	23	10.42000	7.34073	239.66000	1.00000	28.00000
Altura tronco	23	149.00870	83.56468	3427	22.20000	354.00000
Diámetro	23	14.12043	8.40533	324.77000	1.27000	40.10000

Correlación aproximada de la matriz

	a	b
a	1.0000000	-0.9898163
b	-0.9898163	1.0000000

Coeficiente de correlación de Pearson N = 23

Prob > |r| bajo H0: Rho=0

	Biomasa	Edad	Tronco	Diámetro
Biomasa	1.00000	0.77633 <.0001	0.01335 0.9518	0.89321 <.0001
Edad	0.77633 <.0001	1.00000	0.23312 0.2844	0.90628 <.0001
Altura tronco	0.01335 0.9518	0.23312 0.2844	1.00000	0.11488 0.6017
Diámetro	0.89321 <.0001	0.90628 <.0001	0.11488 0.6017	1.00000

R- cuadrado = 0.793970

---

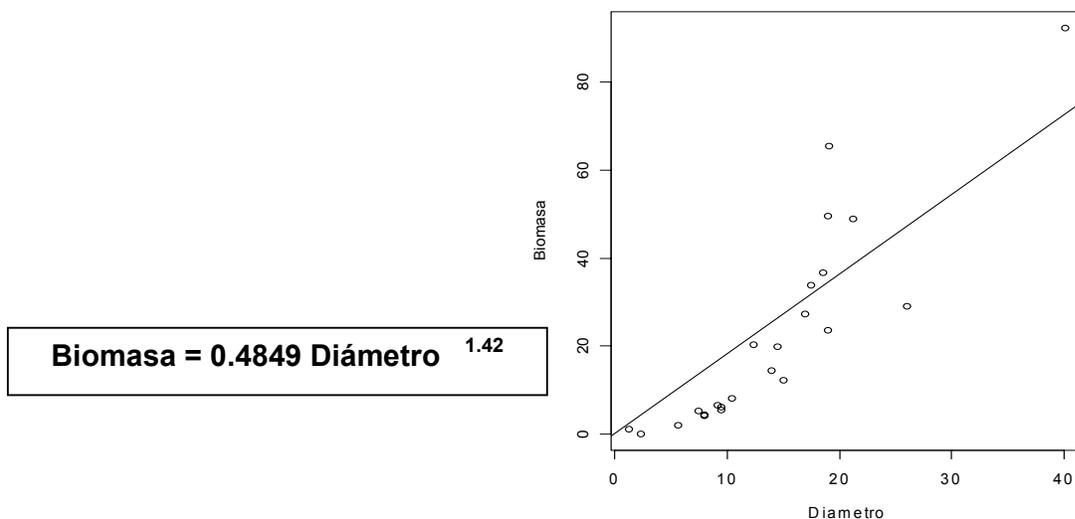


Figura N° 25. Regresión entre la biomasa total y el diámetro a 30 cm. del suelo.

#### 4.2 EVALUACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LA BIOMASA DE LOS SISTEMAS

En el cuadro N° 7 se muestran las reservas de carbono acumulados para cada uno de los diferentes componentes de los sistemas de cacao, así mismo en la Figura N° 26, se puede visualizar gráficamente dichas reservas evaluadas en Mariscal Cáceres - San Martín y se puede apreciar de manera general que los sistemas de mayor edad almacenan mayor cantidad de carbono. Sin embargo, al tener sistemas de similar edad también se puede apreciar diferencias marcadas que se deben en gran medida a las combinaciones de sombra y coberturas vegetales elegidas por cada agricultor así como el distanciamiento, condiciones biofísicas etc., que se detallará a continuación. Los sistemas agroforestales observados fueron bastante heterogéneos; tanto por su combinación, edad, distanciamiento y ubicación, motivos por los cuales no se pudo aplicar ningún método estadístico conocido para analizar las diferencias significativas entre ellos.

Para esto se usó modelos estadísticos que nos permitió ver la dispersión de los datos entre los sistemas y la variabilidad natural que se dan entre ellos y las reservas y los flujos de carbono como CO<sub>2</sub> se ven manifestados significativamente en el aporte económico que generan un servicio ambiental.

Cuadro N° 7. Carbono almacenado en la biomasa aérea arbórea, herbácea y hojarasca de cada uno de los sistemas con cacao en Mariscal Cáceres – San Martín.

Sistema	Árboles vivos total	Biomasa de Árboles Muertos en Pie	Biomasa de Árboles Caídos Muertos	Biomasa de Herbáceas	Biomasa de Hojarasca	Biomasa Vegetal Total	Carbono total en la Biomasa Vegetal
	(tn/ha)						
Cacao 3 años (a) Capirona – Guaba 6 a.	15.41	11.43	0.28	0.22	4.84	32.19	14.49
3 a cacao, guaba y palta 5 a.	17.37	0.00	0.01	0.11	24.71	42.19	18.99
Cacao 3 a guaba y guanábana, 6 a.	22.00	0.11	0.01	0.94	2.35	25.40	11.43
Cacao 6 a	4.06	0.13	0.21	0.42	8.41	13.23	5.95
Cacao 6 a, capirona y bolaina de 7 a.	29.09	0.00	0.00	0.22	8.78	38.10	17.14
Cacao de 8 a. Capirona, bolaina, caoba 10 a.	77.92	64.51	0.95	0.71	19.87	163.97	73.79
Cacao 8 a. capirona, bolaina y café de 10 a.	37.73	9.45	0.40	1.67	16.55	65.81	29.61

El sistema de cacao de 8 años, con capirona, bolaina blanca (*Guazuma crinita*), y Caoba (*Swietenia macrophylla*), de 10 años de la zona de Pajarillo acumuló 73.79 tn C / ha. Dicho cacao tuvo un distanciamiento de 3x3 m. y los árboles de sombra presentaron un distanciamiento de 9x9 m. El sistema posee una buena combinación agroforestal, cuyos árboles aportan buena cantidad de biomasa, además se aprecia buena cantidad de árboles muertos en pie como capirona (*Calycophyllum sruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) lupuna (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertner), toda esta biomasa más el aporte de la abundante hojarasca han hecho que este sistema presente el valor más alto de carbono almacenado por hectárea de los sistemas evaluados.

El siguiente sistema que acumuló más carbono fue el de cacao de 8 años, capirona y café (*Coffea Arabica*), de 10 años, con 29.61 tn C / ha, el cacao con un distanciamiento de 3x3 m. y las especies de sombra permanente tuvieron un distanciamiento de 9x9 m. A diferencia del sistema anterior este sistema poseía contenidos medios de hojarasca y escaso contenido herbáceo.

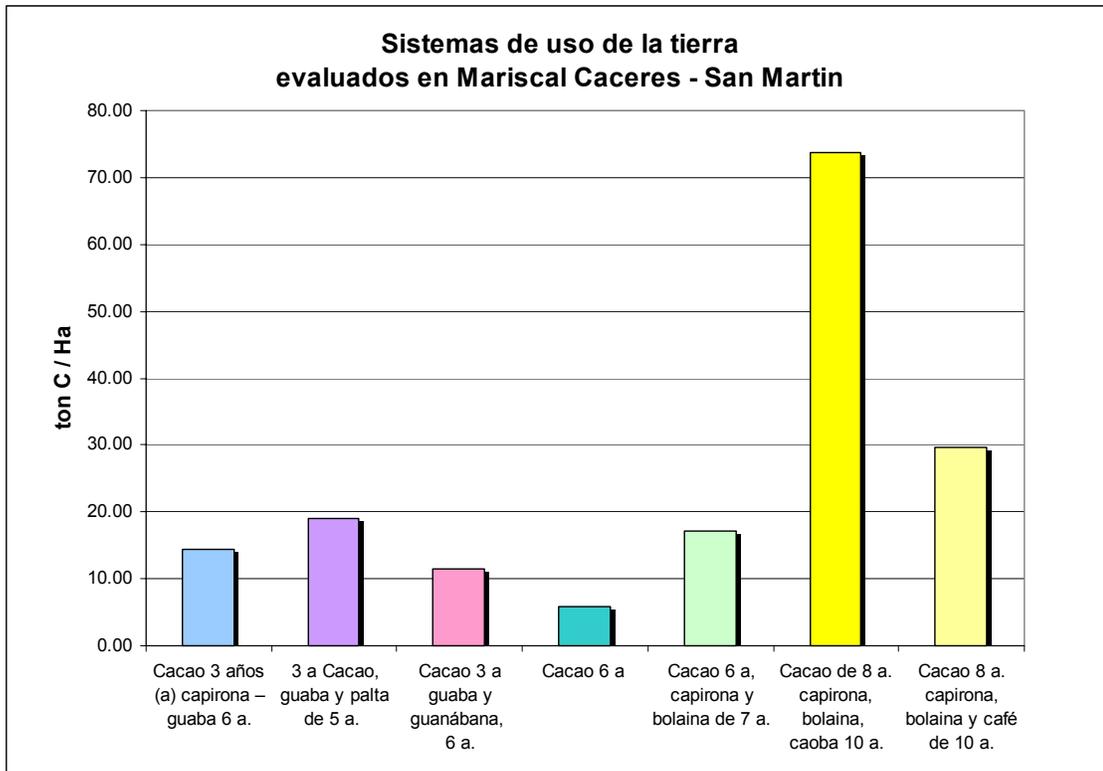


Figura N° 26. Carbono almacenado bajo diferentes sistemas con cacao en Mariscal Cáceres San Martín.

El sistema de cacao de 3 años, con guaba (*Inga edulis*) y palta (*Persea americana*) como sombra de 5 años de edad acumuló 19.00 tn C / ha. El diámetro promedio de los cacaos en este sistema fue 4 a 8 cm., con distanciamiento de 3x3 m. Además los árboles de sombra tuvieron un distanciamiento de 9x9 m. y el sistema presentó un alto contenido de hojarasca (24.71 ton C/ ha) considerada alto para la edad del sistema. (Cuadro N° 7).

El sistema de cacao de 6 años, capirona y bolaina ubicado en Pachiza acumuló 17.14 tn C / ha, en este sistema el cacao tuvo un distanciamiento de 3x3 m. y las especies forestales de sombra, (capirona y bolaina de 7 años) estuvieron plantadas de forma irregular. En este sistema se encontraron árboles hasta a 1.5x1.5 m de distancia, el aporte de hojarasca fue medio, ya que el área de la plantación estaba ubicada en una zona de inundación que hacía que la hojarasca se perdiera por efectos de la escorrentía superficial.

El sistema de cacao 3 años, capirona guaba de Pajarillo acumuló sólo 14.49 tn C/ ha, éste sistema el cultivo de cacao con un distanciamiento de 3x3 m. y con 6 años edad de

las especies de sombra, capirona y guaba a 6x6 m. se desarrollo poca vegetación herbácea y de hojarasca debido al manejo irregular de las prácticas culturales y las podas que no siguen un patrón definido o calendarizado.

El sistema de Pachiza con cacao de 3 años, a un distanciamiento de 3x3 m. y con especies frutales de sombra como guanábana (*Annona muricata L.*), guaba y palta, con distanciamiento de 8x8 m, en comparación con los otros dos sistemas de la misma edad fue el que presentó la menor cantidad de hojarasca (2.35 tn C / ha) debido a que estaba expuesto a inundaciones provenientes del río Huayabamba, a la vez por la alta humedad del suelo se propicia el crecimiento de una cobertura introducida, la *Comelina sp.*, la cual acumula entre el 80 y 90% de su peso en agua, no siendo un buen aporte de biomasa para la acumulación de carbono al sistema. El carbono total acumulado en el la biomasa de este sistema fue de 11.43 tn C/ ha; que comparado con los otros sistemas de su misma edad fue el menor.

El sistema de cacao de 6 años a 6x6 m. con sombra temporal de plátano acumuló la menor cantidad de carbono almacenado, 5.95 tn C / ha; este sistema presentó poca hojarasca y escasa herbácea, debido a la poca densidad del cacao y a la ausencia de especies de sombra permanente.

### **4.3 EVALUACIÓN DEL FLUJO DE CARBONO**

Estos flujos anuales se han calculado dividiendo la biomasa acumulada entre la edad del sistema, de esta forma se expresa la dinámica de la acumulación de carbono. Cabe destacar que la comunidad internacional considera los flujos reales de carbono almacenado cada año (expresados en CO<sub>2</sub> / ha / año), para el otorgamiento de créditos por este servicio ambiental.

Los flujos de carbono para cada uno de los sistemas fluctuaron desde 0.99 a 8.02 tn C / ha / año y estuvieron en función de la biomasa acumulada en el tiempo de crecimiento y que es muy variable y dinámico por el manejo y todas las pérdidas que pueden haberse dado por la cosecha de frutos, enfermedades, pérdidas biofísicas como erosión por escorrentía, humedad etc. El sistema de cacao con capirona, bolaina y caoba presentó

flujos de 8.03 tn C / ha / año seguido por el sistema de cacao de 3 años con guaba y palta con 3.45 tn C / ha / año. Cuando se diversifican mas estos sistemas estos flujos aumentan y cuando se diversifican menos estos son bajos, así como lo encontramos en el sistema de cacao sin sombra que sólo aportó 0.99 tn C / ha / año. (Figura N° 27 y Cuadro N° 9).

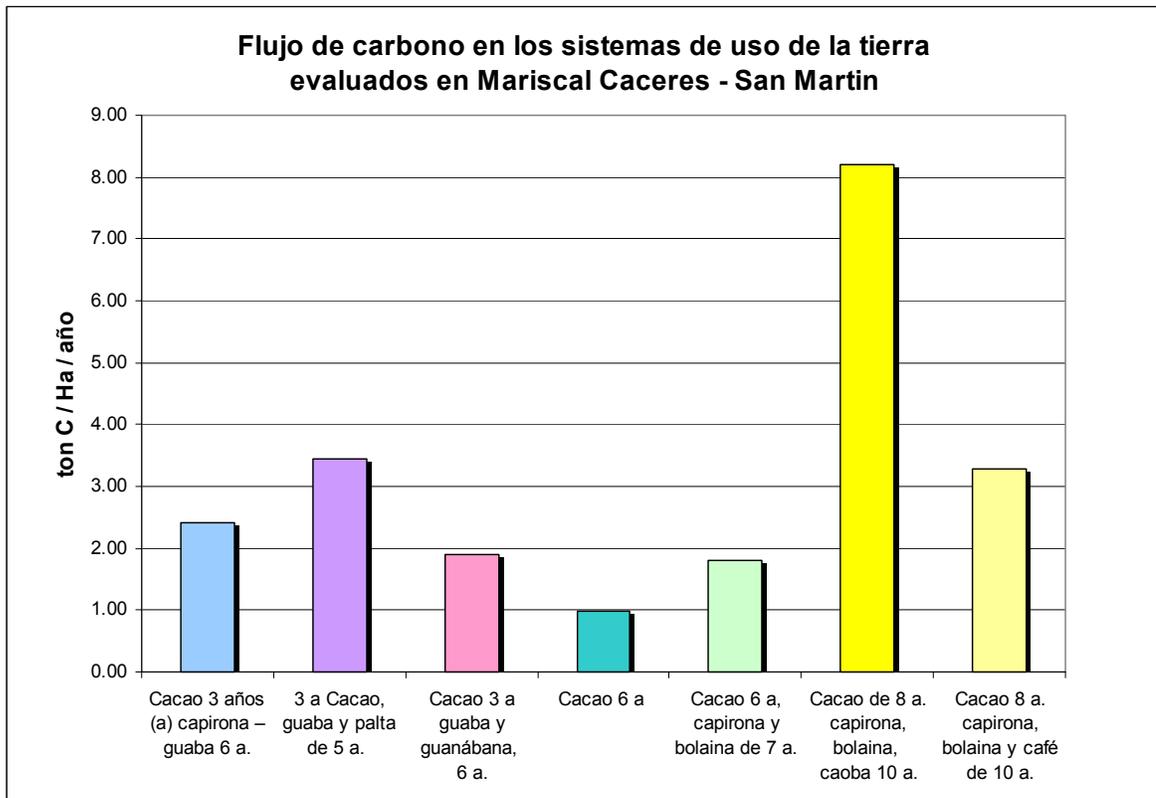


Figura N° 27. Flujo de carbono en diferentes sistemas con cacao en Mariscal Cáceres - San Martín.

Probablemente los flujos de fijación de carbono varían según las edades fisiológicas, pero además dependen de las combinaciones de especies, de las dinámicas de cada ecosistema particular, esto influido por su localización - latitud. Esto se deduce de las diferentes cantidades de flujos encontrados entre Perú, (Pucallpa – San Martín) y Costa Rica, 2.3, 3.3 y 5.2 tn C / ha / año.

#### **4.4 DISPERSIÓN DE LAS RESERVAS DE CARBONO EN CADA UNO DE LOS SISTEMAS DE CACAO**

En las Figuras N° 28 y 29, se comparan los sistemas con respecto al nivel de reservas de carbono almacenado en cada componente y la variabilidad presentada en cada transecto. Por componentes entendemos: árboles vivos asociados al cacao, árboles vivos de cacao, árboles vivos en general, árboles muertos en pie, árboles caídos muertos, herbáceas, hojarasca, y la agrupación de dichos componentes como la biomasa vegetal total.

En base a la información del Cuadro 8, del Anexo N° 3, y al análisis estadístico respectivo podemos indicar que los niveles de carbono encontrados en los transectos de los diferentes sistemas de cacao, presentan valores intermedios a bajos, debido al poco tiempo de establecimiento de estos. La mayor dispersión de los datos de carbono acumulado se ha dado para el componente herbáceo en el sistema de 8 años con capirona, bolaina y café por la gran diferenciación en crecimiento y establecimiento de cada una de estas especies que determina el nivel de sombreado y el comportamiento de las especies herbáceas (coberturas o malezas) que crecen debajo de estas especies arbóreas (Figura N° 29). El otro componente bastante disperso y variable fue la biomasa de árboles muertos en pie y el componente de árboles de cacao para el sistema de cacao de 8 años con cacao, capirona y caoba, es el que presenta la tercera mayor variabilidad de datos. Por último si se compararan los gráficos denominados “Árboles vivos varios” y “Árboles vivos (varios + cacao)” se puede apreciar que en todos los sistemas son los árboles asociados al cacao los factores determinantes de la variabilidad de cada transecto dentro de cada sistema.

Cuadro N° 8. Leyenda de los análisis de dispersión de biomasa acumulada en los diferentes transectos de cada sistema, que se muestran en las Figuras N° 28 y 29.

Sistema	Cod.
Cacao 3 años (a) capirona - guaba 6 a.	1
3 a Cacao, palta y guaba 5 a	2
Cacao 3 a guaba y guanábana 6 a	3
Cacao de 6 a	4
Cacao 6 a, capirona y bolaina 7 a.	5
Cacao de 8 a. capirona, bolaina, caoba 10 a	6
cacao 8 a. capirona, bolaina y café de 10 a.	7

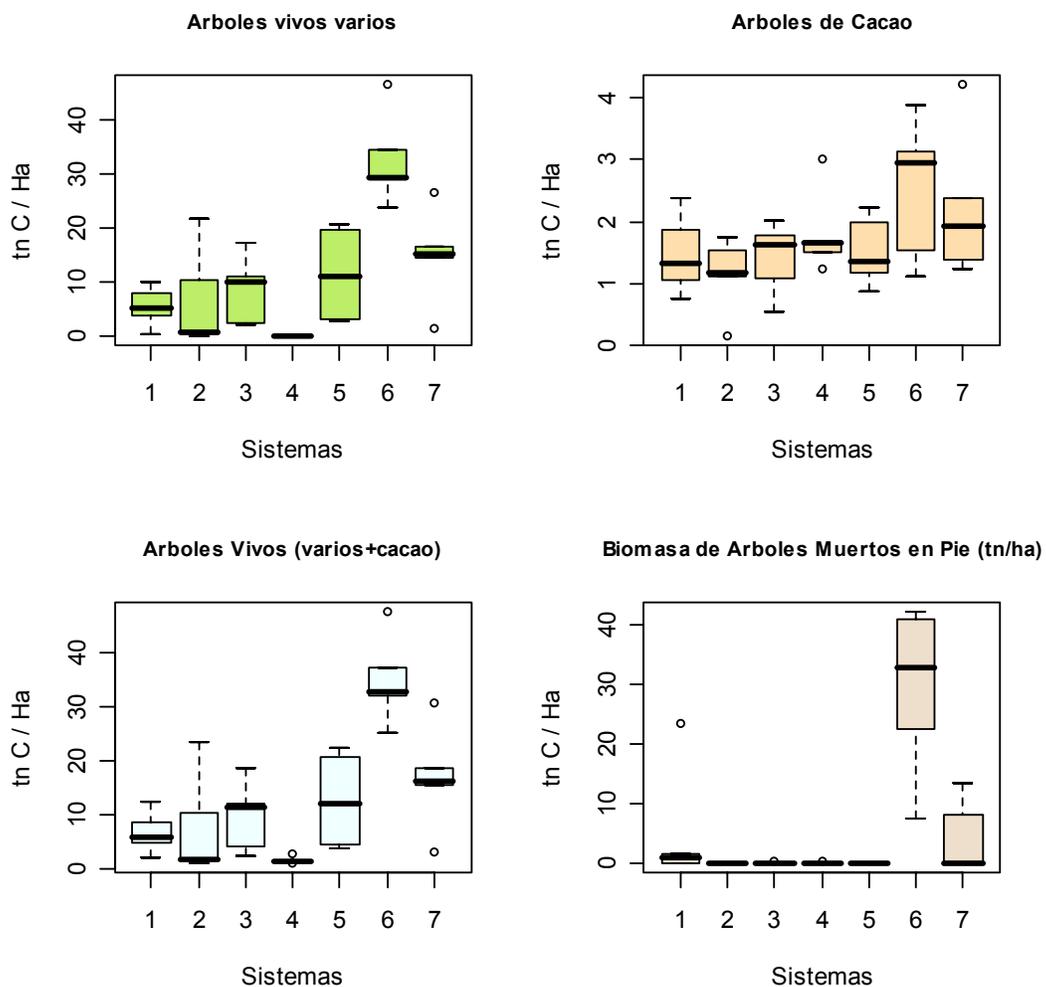


Figura N° 28. Dispersión del carbono almacenado en la biomasa arbórea de los componentes: árboles vivos, árboles vivos varios, árboles de cacao y árboles muertos en pie.

Cuadro N° 8. Leyenda de los análisis de dispersión de biomasa acumulada en los diferentes transectos de cada sistema, que se muestran en las Figuras N° 28 y 29.

Sistema	Cod.
Cacao 3 años (a) capirona - guaba 6 a.	1
3 a Cacao, palta y guaba 5 a	2
Cacao 3 a guaba y guanábana 6 a	3
Cacao de 6 a	4
Cacao 6 a, capirona y bolaina 7 a.	5
Cacao de 8 a. capirona, bolaina, caoba 10 a	6
cacao 8 a. capirona, bolaina y café de 10 a.	7

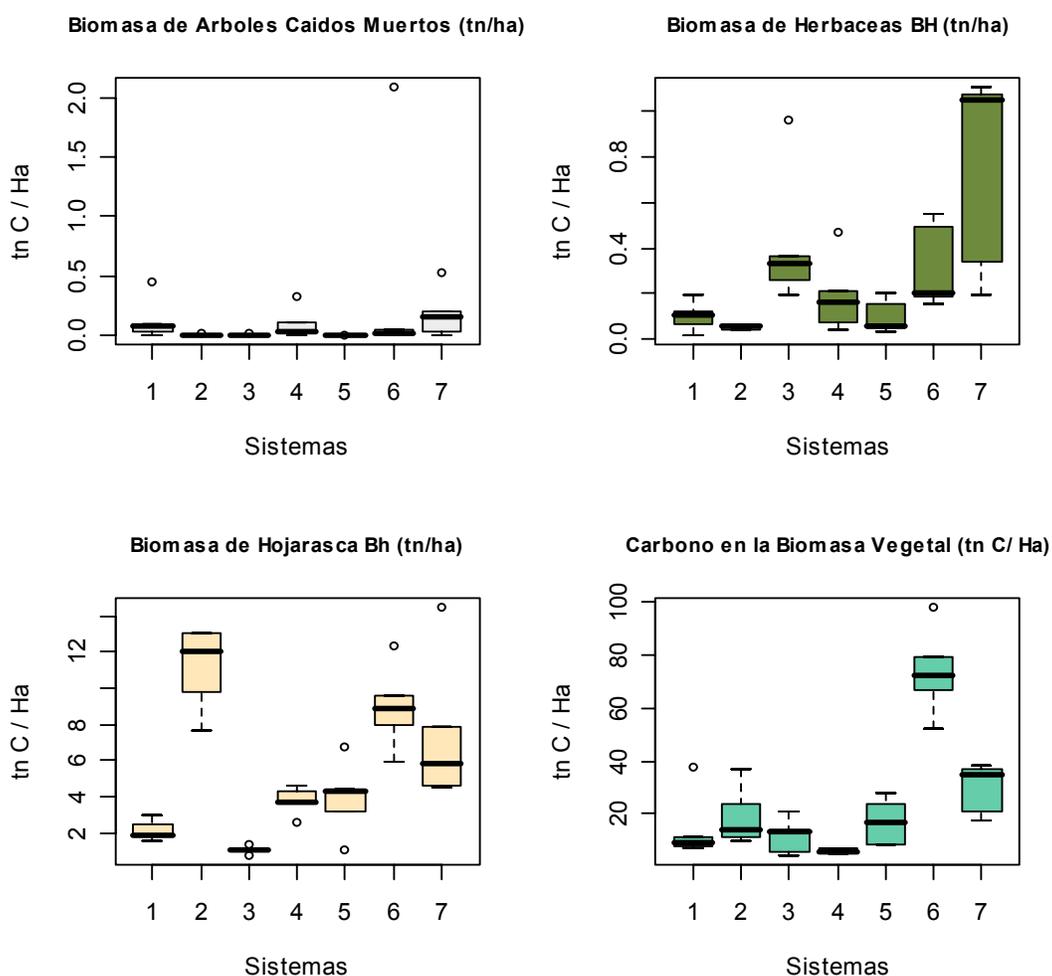


Figura 29. Dispersión del carbono almacenado en la biomasa arbórea de los componentes de árboles caídos muertos, herbáceas y hojarasca, así como en la biomasa vegetal total.

## 4.5 VALORACIÓN ECONÓMICA

En esta sección se presentan los datos referenciales respecto a las posibles ganancias que recibirían los facilitadores de los sistemas evaluados según el precio actual de las emisiones reducidas de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, en el mercado internacional US\$ 4.30 dólares por hectárea al año, redondeado por exceso US\$ 5.00, según el portal de Ecosystem Market Place.

([www.ecosystemmarketplace.com](http://www.ecosystemmarketplace.com), 2007).

Cuadro N° 9. Estimación de los créditos de carbono para cada uno de los sistemas con cacao.

Sistemas de Uso de la tierra (SUT)	Carbono Almacenado en el SUT	Flujo carbono SUT	Flujo * 3.667	tn CO <sub>2</sub> * US\$5
	tn C / ha	tn C / ha / año	tn CO <sub>2</sub> equivalente (tn/ha/año)	Monto a recibir cada año/tn/ha
Cacao 3 años (a) capirona – guaba 6 a.	14.49	2.42	8.86	44.28
3 a Cacao, guaba y palta de 5 a.	18.99	3.45	12.66	63.31
Cacao 3 a guaba y guanábana, 6 a.	11.43	1.91	6.99	34.93
Cacao 6 a	5.95	0.99	3.64	18.18
Cacao 6 a, capirona y bolaina de 7 a.	17.14	1.80	6.62	33.08
Cacao de 8 a. capirona, bolaina, caoba 10 a.	73.79	8.20	30.07	150.33
Cacao 8 a. capirona, bolaina y café de 10 a.	29.61	3.29	12.06	60.32

El sistema mas rentable para esta actividad es el de Cacao de 8 años con sombra de capirona, bolaina y caoba, con un ingreso anual aproximado de US\$ 150.33 dólares americanos, por tn CO<sub>2</sub> / ha / año. Seguido por el sistema de cacao de 3 años con sombra de guaba y palta de 5 años con un ingreso aproximado de US\$ 63.31 dólares americanos tn CO<sub>2</sub> / ha / año. Entre los siguientes ingresos mas altos se encuentran los sistemas de Cacao de 3 años con sombra de capirona y guaba de 6 años de edad y el sistema de cacao de 8 años con sombra de capirona, bolaina y café con un ingreso de 44.28 y 60.32 tn CO<sub>2</sub> / ha / año, respectivamente. Estos sistemas tienen una dinámica flexible, y podrían tener una oportunidad de mejora en cualquiera de los periodos de desarrollo en que se encuentren los sistemas, todo depende del tipo de manejo que se les implemente.

#### 4.6 DISCUSION DE RESULTADOS

- A diferencia de la metodología desarrollada por el ICRAF, (Arévalo et. al 2003), que recomienda tomar los diámetros a la altura del pecho, DAP, (1.30 m. aproximadamente), se decidió determinar la ecuación alométrica con datos de diámetro a los 30 cm. del suelo, con el fin de facilitar la medición del diámetro, pues las ramificaciones de los cacaos híbridos y clónales son bastante distintos. Mientras que en el 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 en campo pues la metodología 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.
- Otra diferencia con la mayoría de estudios realizados usando la metodología del ICRAF fue que se usaron 30 árboles para la elaboración de la ecuación alométrica, tal como lo recomiendan diversas investigaciones dirigidas por la CATIE de Costa Rica.
- Comparando los resultados de la investigación de Ortiz y Riascos (2006), se propone la estimación de la biomasa para el cacao en función de la edad, mediante una ecuación de tipo polinomial de segundo grado:  $B = - 2.01539 + 0,191278 * E - 0,000370852 * E^2$ , con un valor de  $R^2$  de 0.74. A diferencia de esta ecuación, la encontrada en la presente investigación prefirió relacionar la biomasa en función del diámetro, debido a que se ha observado en la práctica que muchas veces estimaciones de la biomasa, sólo en función a la edad no reflejan siempre la biomasa real del árbol, ya que muchas veces las condiciones de estrés de la planta, así como enfermedades, plagas y podas drásticas afectan su normal crecimiento, la fisonomía y con ello, la biomasa de los árboles. En cuanto a semejanzas ambas tesis tuvieron en cuenta el diámetro a los 30 cm. del suelo y la obtención y destrucción de un mínimo de 30 árboles para una muestra representativa.

- En relación a reservas de carbono encontradas en la biomasa aérea de diferentes sistemas de uso de la tierra, se cuenta con la tesis de Lapeyre, (2004); quien realizó su evaluación en San Martín, entre dichos sistemas, evaluó un sistema de cacao en la localidad de Cachiyacu, cerca al río Cumbaza, en la ciudad de Tarapoto, la edad promedio del sistema fue de 15 años, con especies de sombra de edades entre 15 y 20 años, como lo son la guaba (*Inga edulis*), pumaquiro (*Simira sp*), bolaina blanca (*Guazuma crinita*), bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*), shimbillo blanco (*Inga sp*), el cacao presentó un distanciamiento del 4X 4 metros, dicho sistema acumulo una reserva de 47 tn C/ ha, los cuales arrojaron valores superiores a los sistemas agrícolas que evaluó (arroz, maíz, pastos, café – guaba). El flujo encontrado para este sistema de cacao fue de 3.15 tn C / ha / año, valor muy cercano al promedio de los flujos encontrados en la presente tesis, que fue de 3.63 tn C / ha / año.
- Según el estudio de Alegre et al., 2001. el sistema de 20 años de cacao localizado en Pucallpa fijó 200 tn C / ha. Con un flujo encontrado de 2.3 tn C / ha / año, valor inferior al promedio de los flujos encontrados en la presente tesis, 3.63 tn C / ha / año.
- El trabajo de investigación de Ortiz y Riascos (2006), fue llevado a cabo en la Reserva Indígena de Talamanca, Costa Rica y tuvo como fin simular la capacidad de almacenamiento y fijación de carbono del sistema agroforestal cacao - laurel *Cordia alliodora*, en dos condiciones de relieve (valle y loma), bajo tres densidades de siembra para laurel (6x6, 9x9 y 12x12 m) y una densidad de siembra para cacao (3x3), en un período de 25 años. Esta simulación incluyó el carbono almacenado promedio de los compartimientos suelo, necromasa y vegetación herbácea del sistema. La cantidad promedio de carbono almacenado en el sistema agroforestal con cacao y laurel (SAF-CL) fue de 126.4 tn C / ha en valle y de 114.5 tn C / ha en loma bajo la densidad 6x6 m. El carbono promedio almacenado en las densidades 9x9 m y 12x12 m, fue de 109.7 y 97.9 tn C / ha, respectivamente, en un período de 25 años. Debido a que no se encontraron diferencias significativas de almacenamiento entre sitios bajo iguales densidades de siembra, se concluyó que la capacidad de secuestrar carbono en el sistema agroforestal cacao-laurel, se ve poco influenciado por condiciones específicas de

sitio como relieve y que quizá, factores como densidad de siembra y características genéticas propias de cada especie tengan más relación con este componente (Figura 30).

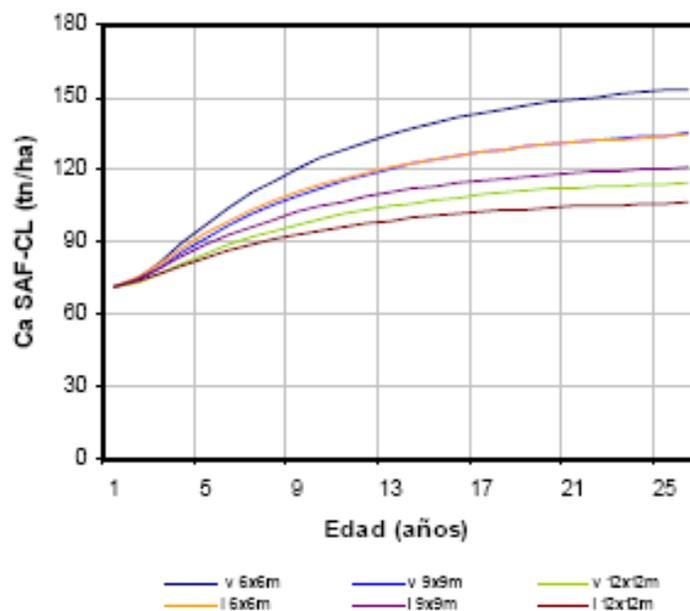


Figura N° 30. Carbono almacenado (*Ca*) en el sistema agroforestal cacao – laurel (*SAF-CL*) en valle (*v*) y loma (*l*).

Dada la relevancia de la tasa de fijación se comparo la tasa de fijación promedio en los SAF-CL de la Reserva Indígena de Talamanca, que fue de 5.1 tn C / ha / año en 25 a años, comparado con el flujo promedio de los sistemas evaluados en la presente tesis, para sistemas de cacao con diferentes sombras en Mariscal Cáceres, San Martín – Perú, el flujo encontrado fue de 3.63 tn C / ha / año, observándose una diferencia de menos – 1.47 tn C / ha / año.

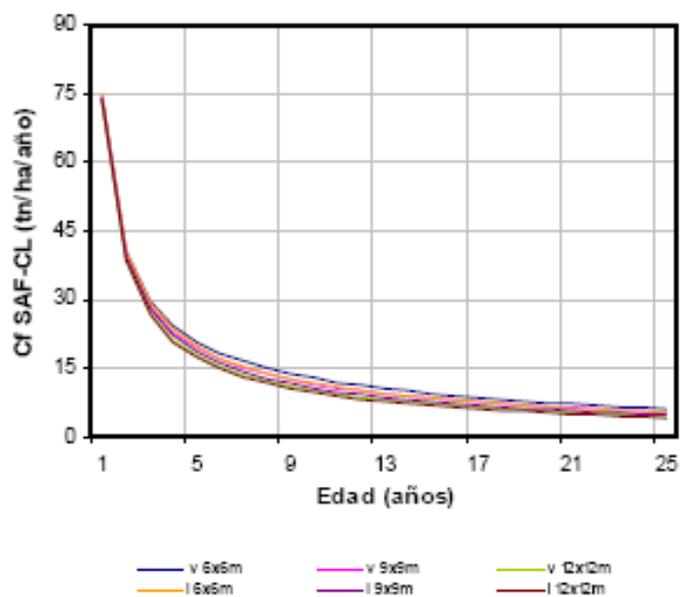


Figura 31. Carbono fijado (Cf) en el sistema agroforestal cacao – laurel (SAF-CL) en valle (v) y loma (l)

Las máximas tasas de fijación del sistema se presentan en los primeros ocho años, comportamiento que coincide con la edad donde se presentan los máximos incrementos en diámetro de las especies cacao y laurel. A partir de esta edad, las tasas de fijación tienden a estabilizarse. (Figura 31).

## CAPITULO V

### 5.0. CONCLUSIONES

- La ecuación alométrica encontrada **Biomasa = 0.4849 Diámetro<sup>1.42</sup>** del tipo potencial, se ajusta a los diferentes tipos de cacao de zonas con similares condiciones edafoclimáticas. Dicha ecuación tiene la ventaja de facilitar la evaluación de campo para la medición del diámetro y evaluación de biomasa evitando distorsiones presentadas debido a las diferentes alturas de ramificación que presenta el cacao clonal y el cacao híbrido.
- Los sistemas de cacao con especies forestales maderables y frutales, presentaron una mayor acumulación de carbono almacenado en la biomasa aérea arbórea, a su vez dichas sombras permanentes favorecen de manera constante la presencia de abundante hojarasca, funcionando como principal agente de reciclaje, conservación del suelo y excelente controlador de maleza.
- Los flujos de carbono para cada uno de los sistemas fluctuaron desde 0.99 a 8.02 tn C / ha / año.
- El sistema mas rentable para esta actividad es el de Cacao de 8 años con sombra de capirona, bolaina y caoba, con un ingreso anual aproximado de US\$ 150.33 dólares americanos, por tn CO<sub>2</sub> / ha / año. A su vez el sistema menos rentable fue el de cacao con sombra temporal de plátano con US\$ 18.18 dólares americanos, por tn CO<sub>2</sub> / ha / año.

## CAPITULO VI

### 6.0 RECOMENDACIONES

- Vale la pena recalcar la importancia de hacer una selección de especies, correcta asociación y un diseño adecuado del sistema a utilizar en función a los posibles fines y sobre todo según las prioridades de uso que el agricultor le quiera dar a su parcela. Para este caso particular se recomienda alternar el cacao con especies forestales y frutales que permitan obtener diferentes sub productos y beneficios al sistema, tanto como para la seguridad nutricional de la familia productora así como para fines comerciales (venta de productos como frutos, madera, medicina etc.), y en adición a todo ellos también es posible aprovechar cualquier sistema agroforestal con fines de venta de créditos de carbono para la cual se debe procurar dinamizar la fijación de carbono cada año con un manejo adecuado y asegurarse se cumplir con los requisitos establecidos por el Protocolo de Kyoto.
- Para una buena predicabilidad, se recomienda utilizar la fórmula encontrada para estimar la “**Biomasa de *Thebroma Cacao L.* = 0.4849 Diámetro<sup>1.42</sup>**” para futuros proyectos de captura de carbono sobretodo en las zonas de Tingo María y San Martín.
- Si los agricultores cacaoteros decidieran incursionar en el negocio de los créditos de carbono, deben evaluar la rentabilidad y tener la liquidez necesaria para invertir en la costosa certificación del servicio de captura de captura carbono.

- Se recomienda que la Cooperativa Acopagro (537 agricultores) que se encuentra en Juanjuí Mariscal Cáceres – San Martín, (la cual ocupa el 30% del mercado de cacao orgánico de exportación), analicen la viabilidad de invertir en la certificación de emisiones reducidas, ya que tienen una buena estructura organizativa, reconocimiento de la producción ecológico como aval y aparentemente suficiente liquidez para incursionar en este nuevo mercado, como dato adicional cabe mencionar que el precio del cacao actualmente (20 de Abril del 2007) se ha disparado a S/. 6.5 nuevos soles el Kg., respecto a Setiembre del 2005 que estuvo a S/. 4.3; esto debido a la sequía que azota a dos de los principales países productores de cacao (Costa de Marfil y Ghana).

## BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA-MIRELES, M., VARGAS-HERANDEZ J., VELAZQUEZ-MARTINEZ, A., ETCHEVERS BARRA J., 2002. Estimación de Biomasa aérea con relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oxaca, México.

ALEGRE J. C., ARÉVALO L., RICSE A., CALLO-CONCHA D., PALM C. 2001. Carbon sequestration For different land use systems in the humid tropics of Peru. Annual Meeting of American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Charlotte North Carolina October 21-25.

Disponible en internet:

<http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/vbconfe7.htm>

ALTIERI, M. 1999. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan-Comunidad, p. 229-243.

ARÉVALO, CHERYL PALM Y ALEGRE, J. C. Junio 2003. “Manual de Determinación de Carbono en los Diferentes Sistemas de Uso de la Tierra en el Perú”. ICRAF, CODESU, INIA e INRENA.

ARÉVALO GARDINI, E; ZÚÑIGA, L; ARÉVALO ARÉVALO, C., ADRIAZOLA DEL ÁGUILA. 2004. Guía Técnica de Manejo Integrado del Cultivo y Transferencia de Tecnología en la Amazonia Peruana. Instituto de Cultivos Tropicales.

BRANDON, C. 2005. Estrategia del Banco Mundial en el Mercado de Carbono –con Enfoque al Cono Sur.

BROWN, S. 1999. “Land Use and Forestry Carbon - Offset Projects”. Paper prepared for the USAID Environment Officers Trading Workshop, Winrock International. 6 -8 p.

CASTRO, R.; CORDERO, S. y ACEVEDO, C., 2002. Casos latinoamericanos de cambio climático y desarrollo. San José: Copieco de San Pedro 320 p. 63.

COMISIÓN MULTIPARTIDARIA ENCARGADA DE EVALUAR LA PROBLEMÁTICA DEL CULTIVO DE LAS CUENCAS COCALERAS DEL PERÚ. 2004. Informe Final - Julio 2004.

CONFERENCIA “SERVICIOS AMBIENTALES APLICADOS AL MANEJO DE CUENCAS”. FONAM. Ciclo de Conferencias por el día del Medio Ambiente. UNALM, Lima, 2005. Presentación de Justo J. Soto.

FONAFE - Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado, 2005. Perú Oferta de la Hoja de Coca Estadística Básica 2001-2004.

FONDO NACIONAL DEL AMBIENTE - FONAM. PROAMAZONIA, 2003. CONFERENCIA N° 2 "LOS BOSQUES AMAZÓNICOS EN EL MERCADO DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES". Ministerio de Agricultura. Presentación de Gonzáles y Zuñiga G.

IIAP, 2003. Mapa de Deforestación Región de San Martín. Proyecto de Zonificación Ecológica Económica de la Región de San Martín.

IICA, World Cocoa Foundation, USAID, MINAG - PROAMAZONIA, GTZ, Programa de Desarrollo alternative, INIA, Romero Trading, APPCACAO, ICT, SENASA, 2006. Protocolo Estandarizado de Oferta Tecnológica para el Cultivo del Cacao. Proyecto ACCESO - Oportunidad de Apoyo a Exportaciones de Cacao en países andinos.

INRENA – Cooperación Técnica de Finlandia – INDUFOR. 2001. Lineamientos para la Gestión Forestal.

IPCC. Climate Change 1995. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Inglaterra: Cambridge University Press, 1995.

GARCÍA, P. M. GÓMEZ, ARÉVALO DE LA PEÑA, G. 2004. Mapa de Ubicación del Diagnostico Socioeconómico Ambiental de la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Río Abiseo. Escala 1/700 000. INRENA.

LAPEYRE, 2004. Determinación de las Reservas de Carbono en la biomasa aérea de diferentes sistemas de Uso de la Tierra en San Martín, Perú. Tesis de Maestría.

LARREA, G. 2005. Impactos socio ambientales del cambio de cultivo de coca a cacao en Mariscal Cáceres según los agricultores. Informe de Practicas Pre-Profesionales UNALM. Lima Perú.

ORTIZ, A; RIASCOS, L. 2006. Almacenamiento y Fijación de carbono del sistema agroforestal cacao *Theobroma cacao L* y laurel *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken en la Reserva Indígena de Talamanca, Costa Rica. CATIE. 33-62 p.

PROAMAZONIA, 2005. Caracterización de las Zonas Productoras de Cacao en el Perú.

REYES SALAZAR, 2000. Diagnostico productivo Agrícola en Zonas Cocaleras del Departamento de San Martín con el Método del Mayor Tamaño de Muestra. Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María.

REYNEL C., PERNNINGTON T.D., PERNNINGTON R.T, FLORES C., DAZA A. 2003. Árboles Útiles de la Amazonía Peruana y sus usos. Royal Garden Botanic Garden Edinburg, UNALM, Royal Garden Botanic Garden KEW, Worl Agorforestry Center, Darwin Initiative, Miniesterie van Buitenlandse Zaken – Holanda. 509 p.

## PÁGINAS WEB CONSULTADAS

Biblioteca Virtual Wikipedia, 2007. Ciclo del carbono  
[es.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_del\\_carbono](http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_del_carbono) modificada por última vez el 25 Mayo 2007.

Biblioteca Virtual Wikipedia, 2007. Protocolo de Kioto sobre cambio climático  
[es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_Kioto\\_sobre\\_el\\_cambio\\_clim%C3%A1tico](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto_sobre_el_cambio_clim%C3%A1tico)

Bloomberg, 2007. “Cocoa Heads For Biggest Weekly Drop Since July as Pound Soars”.  
*Last Updated: April 20, 2007 09:55 EDT*  
[www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=ahdM\\_RO291ow](http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=ahdM_RO291ow)

PROCLIM, 2004. “CO2mercio BOLETÍN N° 4” - dedicado a informar sobre las oportunidades del mercado de carbono.

CONAM, 2007. LEY FORESTAL DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE N° 27308, del año 2000. Consultado el 12 de Mayo del 2007. [www.conam.gob.pe/chm/normas\\_00.htm](http://www.conam.gob.pe/chm/normas_00.htm)

Ecosystem Market Place – The Katoomba Groups, 2007. Tracking transactions, pricing trends, and buyers listings across 14 markets where ecosystem services are paid for. Markets are arranged under the categories of biodiversity, carbon, and water.  
[www.ecosystemmarketplace.com](http://www.ecosystemmarketplace.com) Last Update: March 2<sup>nd</sup> 2006.

FONAM, 2007. VII Seminario Regional MDL Forestal & Grupo técnico trabajó propuesta de definición de bosques para fines del MDL. [www.fonamperu.org](http://www.fonamperu.org)  
Página visitada el 10 de Mayo 2007. Actualizado el 8 de Junio de 2007.

Fundación para el Avance de los estudios Mesoamericanos, 2007. Análisis de Esqueletos Kaqchikeles: Iximché, Guatemala. [www.famsi.org/reports/99002es/section02.htm](http://www.famsi.org/reports/99002es/section02.htm)  
Página visitada el 10 de Junio 2007

IICA, GTZ, MINAG, 2006. Protocolo Estandarizado de Oferta Tecnológica para el Cultivo del Cacao. Plan estratégico cadena agroproductiva del cacao 2006.  
[www.minag.gob.pe/dgpa1/?mod=cad\\_cacao\\_noti](http://www.minag.gob.pe/dgpa1/?mod=cad_cacao_noti)

INEI, 2006. Mapa de Eunuco, Leoncio Prado – Rupa Rupa. Página Web Visitada el 11 de Mayo del 2007. <http://desa.inei.gob.pe/mapas/bid/>

Greenpeace, 2007. Protocolo de Kyoto.  
[archivo.greenpeace.org/Clima/Prokioto.htm](http://archivo.greenpeace.org/Clima/Prokioto.htm)  
Página visitada el 30 de Abril del 2007.

Infoandina, 2007. Especial sobre Conferencia Mundial sobre Cambio Climático en Nairobi, Kenya. [www.infoandina.org/infonota-ampliado.shtml?x=6378&cmd%5B58%5D=i-58-6f2febb7f8829d5dfb811a8ecc2fd28e](http://www.infoandina.org/infonota-ampliado.shtml?x=6378&cmd%5B58%5D=i-58-6f2febb7f8829d5dfb811a8ecc2fd28e)  
Página Visitada el 14 de Mayo del 2007.

La República, 2007. El futuro que nos espera. Calentamiento global en el Perú.  
[www.larepublica.com.pe/content/view/142232/592/](http://www.larepublica.com.pe/content/view/142232/592/)  
Página visitada el 15 de Mayo del 2007.

MINAG, 2006. Ex cocaleros venden su cacao a importante empresa europea & Catación de Cacao, Calidad y competitividad asegurada. Juanjuí - Martes 04, Julio del 2006  
[www.minag.gob.pe/dgpa1/?mod=cad\\_cacao\\_noti](http://www.minag.gob.pe/dgpa1/?mod=cad_cacao_noti)  
[www.minag.gob.pe/dgpa1/ARCHIVOS/cacao\\_noti4.pdf](http://www.minag.gob.pe/dgpa1/ARCHIVOS/cacao_noti4.pdf)

UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change, 2006. GHG Data 2006 Highlights Data from GHG Green House Gas Emissions Data 2006; from 1990 to 2004 for Annex 1 Parties Submitted under de United Framework Convention on Climate change  
[unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/ghg\\_booklet\\_06.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/ghg_booklet_06.pdf) Página visitadas el 11 de Mayo del 2007.

UNFCCC, 2005 “The Mechanisms under the Kyoto Protocol: The Clean Development Mechanism, Joint Implementation and Emissions Trading”.  
[unfccc.int/kyoto\\_protocol/mechanisms/items/1673.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php)  
Página visitada el 28 de Abril del 2007.

ANEXO N° 1: Cuadro N° 1

Descripción y ubicación de los árboles de cacao extraídos.

Ubicación	Sector	Coordenadas	Altitud	Edad del árbol	Facilitador
San Martín - Mariscal Cáceres	Pajarillo	0322901 E, 9186269 S	326 m.s.n.m.	20	Esteban Campos.
	Pajarillo	0322901 E, 9186296 S	327 m.s.n.m.	8	Esteban Altamirano.
	Villaprado	0312171 E, 59210762 S	283 m.s.n.m	5	José Rojas.
	Villaprado	0312171 E, 59210762 S	283 m.s.n.m	3	José Rojas.
San Martín - Tarapoto	Banda Shilcayo	Estación Experimental del ICT		1	Enrique Arévalo
Aucayacu – Tingo María	Pueblo Nuevo	76°00'55.7" E, 9°4'56.4" S.	620 m.s.n.m	25	Javier Magallanes López
	Pueblo Nuevo	76°00'55.7" E, 9°4'56.4" S.	620 m.s.n.m	25	Javier Magallanes López
	Pueblo Nuevo	76°00'55.7" E, 9°4'56.4" S.	620 m.s.n.m	30	Javier Magallanes López
Castillo Grande – Tingo María	Aserradero	76°00'55.7" E, 9°15'15.5"	616 m.s.n.m	40	Patrocina Criollo Vela
Castillo Chico – Tingo María	Rupa Rupa	76°00'48,9" E, 9°14'48,9" S	664 m.s.n.m	6	Filomeno Vargas
	Rupa Rupa	76°00'48,9" E, 9°14'48,9" S	664 m.s.n.m	28	Filomeno Vargas
	Rupa Rupa	76°00'48,9" E, 9°14'48,9" S	664 m.s.n.m	28	Filomeno Vargas
Riío Negro - Tingo María	Capitán	75°54'52.4" E, 9°17'22.1" S	659 m.s.n.m	8	Fiorela Arévalo
	Capitán	75°54'53.6" E, 9°17'20.4" S	692 m.s.n.m	7	Gamaniel Gamarra
	Capitán	75°54'53.6" E, 9°17'20.4" S	692 m.s.n.m	5	Gamaniel Gamarra
	Capitán	75°54'53.6" E, 9°17'20.4" S	692 m.s.n.m	7	Carlos Arévalo
	Capitán	75°54'53.6" E, 9°17'20.4" S	692 m.s.n.m	5	Carlos Arévalo
	Capitán	75°54'53.6" E, 9°17'20.4" S	692 m.s.n.m	1.6	Carlos Arévalo
	Capitán	75°54'53.6" E, 9°17'20.4" S	692 m.s.n.m	15	Gamaniel Gamarra
	Capitán	75°54'53.6" E, 9°17'20.4" S	692 m.s.n.m	9	Gamaniel Gamarra
	Capitán	75°54'53.6" E, 9°17'20.4" S	692 m.s.n.m	6	Gamaniel Gamarra
	Capitán	75°54'40" E, 09°17'45.2" S	710 m.s.n.m	6	Pablo Duran
	Capitán	75°54'40" E, 09°17'45.2" S	706 m.s.n.m	28	Pablo Duran
	Capitán	75°54'42" E, 9°17'19.9" S	692 m.s.n.m	40	Gamaniel Gamarra
	Castillo Grande – Tingo María	Aserradero	76°0'36.1" E, 9°15'56.1" S	655 m.s.n.m.	10
Aserradero		76°0'36.1" E, 9°15'56.1" S	655 m.s.n.m	11	Pablo Cruz
Aserradero		76°00'05.5" E, 9°15'56.4" S	605 m.s.n.m	12	Pablo Cruz
Aserradero		76°00'05.5" E, 9°15'56.4" S	606 m.s.n.m	17	Pablo Cruz
Papayal		76°00'35.4" E, 9°15'17.5" S	642 m.s.n.m.	7	Mendis Paredes
Papayal		76°00'35.4" E, 9°15'17.5" S	642 m.s.n.m.	8	Mendis Paredes

ANEXO N° 2. Procesamiento de Datos con los programas R y SAS.

Modelo no lineal.

Cuadro N° 2. Datos Elegidos para la corrida en excel.

Edad	Altura del tronco	Diámetro	Biomasa
1	45	2.4	0.07
3	129	7.5	5.23
5	292	9.5	6.11
8	220	10.4	8.19
20	354	17.5	33.92
6	77	12.4	20.4
5	132	8	4.2
7	55	15	12.2
5	22.2	5.7	1.98
1.66	28	1.27	1.13
6	160	9.2	6.61
7	113	8	4.39
8	219	9.5	5.39
9	225	19	23.52
10	210	14.5	19.87
11	150	14	14.32
12	128	19.1	65.4
12	156	17	27.34
15	190	19	49.51
15	146	21.2	48.95
17	163	18.5	36.68
28	43	40.1	92.2
28	170	26	29.04

R-square for the non-linear model is defined  
as  $1 - SSE/CSS$ , where sse is the variance of  
of the full model, CSS is the variance of  
the mean model.

R-square = 0.793970

The REG Procedure  
Model: MODEL1  
Dependent Variable: Biomasa

Number of Observations Read 23

### Cuadro N° 3: Estimación de Parámetros

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	-10.28418	6.19043	-1.66	0.1131
Edad	1	-0.42400	0.79591	-0.53	0.6004
Tronco	1	-0.02049	0.02975	-0.69	0.4994
Diametro	1	2.84821	0.68045	4.19	0.0005

The SAS System  
18

The NLIN Procedure  
Dependent Variable Biomasa  
Method: Newton

### Cuadro N° 4: Fase Interactiva

Iter	a	b	Sum of Squares
0	0.1000	2.0000	7607.2
1	0.0694	2.0000	3738.3
2	0.0996	1.8768	3391.3
3	0.1141	1.8415	3245.5
4	0.1477	1.7657	3033.9
5	0.1897	1.6955	2840.6
6	0.2423	1.6245	2693.1
7	0.2981	1.5661	2591.0
8	0.3590	1.5119	2530.2
9	0.4120	1.4730	2499.9
10	0.4553	1.4442	2489.2
11	0.4779	1.4307	2487.2
12	0.4845	1.4268	2487.1
13	0.4849	1.4266	2487.1

NOTE: Convergence criterion met.

### Cuadro N° 5 Resumen de la estimación.

Method	Newton
Iterations	13
Subiterations	3
Average Subiterations	0.230769
R	2.472E-6
PPC(a)	5.143E-6
RPC(a)	0.000961
Object	2.267E-7
Objective	2487.053
Observations Read	23
Observations Used	23
Observations Missing	0

NOTE: An intercept was not specified for this model.

Cuadro N° 6: El procesamiento NLIN

Approx Source F	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >
Model	2	21189.8	10594.9	89.46	
Error	21	2487.1	118.4		
Uncorrected Total	23	23676.8			

Parameter Limits	Estimate	Approx Std Error	Approximate 95% Confidence	
a	0.4849	0.2547	-0.0447	1.0146
b	1.4266	0.1607	1.0925	1.7607

$$\text{Biomasa} = 0.4849 \text{ Diámetro}^{1.42}$$

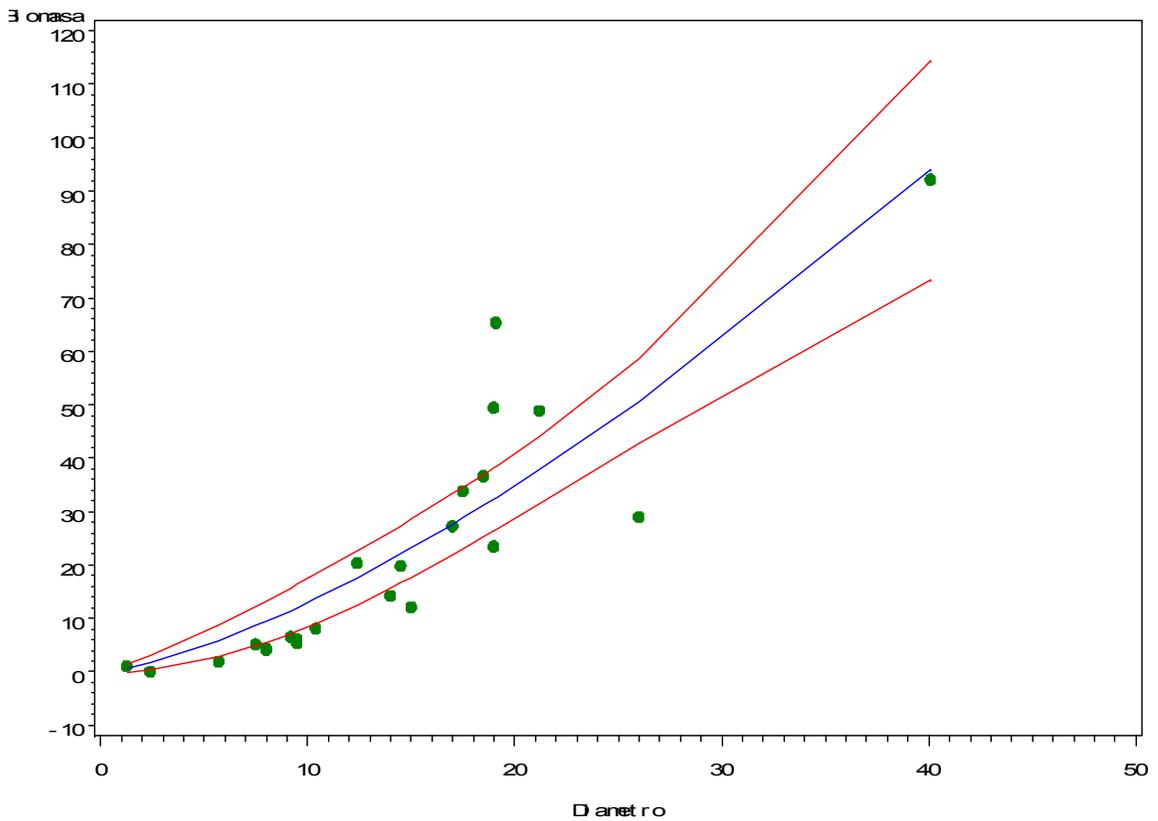


Figura N° 1. Límites de confianza de los datos utilizados en relación a la ecuación elegida.

Cuadro N° 7. Proyección de la biomasa del cacao.

Altura Tronco	Diámetro	Biomasa Total	Excel	SAS	Error EXC	Error SAS	Ln(D)	Ln (Biomasa)	
28	1.27	1.13	0.17	0.68	0.96	0.45	0.24	0.12	
45	2.4	0.07	0.56	1.69	0.49	1.62	0.88	-2.66	
22.2	5.7	1.98	2.89	5.81	0.91	3.83	1.74	0.68	
129	7.5	5.23	4.86	8.59	0.37	3.36	2.01	1.65	
132	8	4.20	5.50	9.42	1.30	5.22	2.08	1.44	
113	8	4.39	5.50	9.42	1.11	5.03	2.08	1.48	
160	9.2	6.61	7.16	11.50	0.55	4.89	2.22	1.89	
292	9.5	6.11	7.61	12.04	1.50	5.93	2.25	1.81	
219	9.5	5.39	7.61	12.04	2.22	6.65	2.25	1.68	
220	10.4	8.19	9.03	13.69	0.84	5.50	2.34	2.10	
77	12.4	20.40	12.60	17.60	7.80	2.80	2.52	3.02	
150	14	14.32	15.85	20.93	1.53	6.61	2.64	2.66	
210	14.5	19.87	16.94	22.00	2.93	2.13	2.67	2.99	
55.0	15.0	12.20	18.06	23.09	5.86	10.89	2.71	2.50	
156	17	27.34	22.89	27.61	4.45	0.27	2.83	3.31	
354	17.5	33.92	24.18	28.77	9.74	5.15	2.86	3.52	
163	18.5	36.68	26.87	31.15	9.81	5.53	2.92	3.60	
225	19	23.52	28.26	32.35	4.74	8.83	2.94	3.16	
190	19	49.51	28.26	32.35	21.25	17.16	2.94	3.90	
128	19.1	65.40	28.54	32.60	36.86	32.80	2.95	4.18	
146	21.2	48.95	34.77	37.83	14.18	11.12	3.05	3.89	
170	26	29.04	51.17	50.61	22.13	21.57	3.26	3.37	
43	40.1	92.20	116.20	93.91	24.00	1.71	3.69	4.52	
					175.52	169.04			

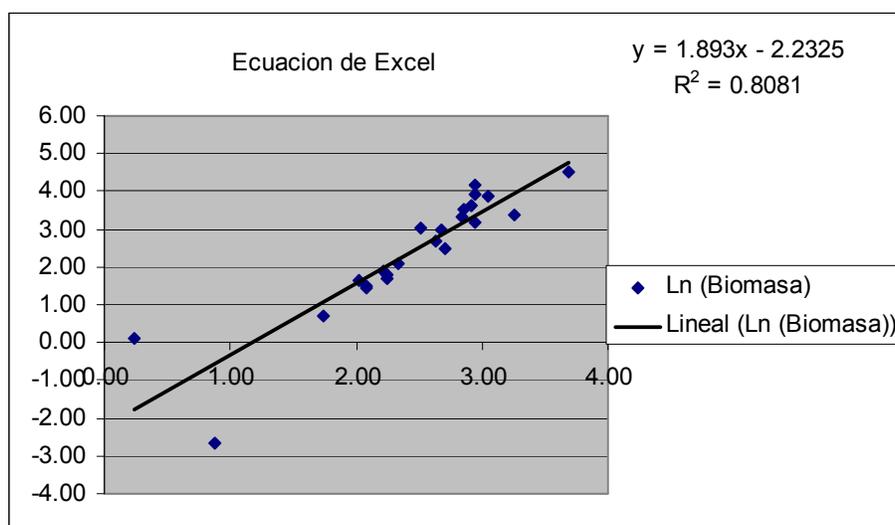


Figura N° 2. Evaluación de modelo elegido linealizado en Excel.

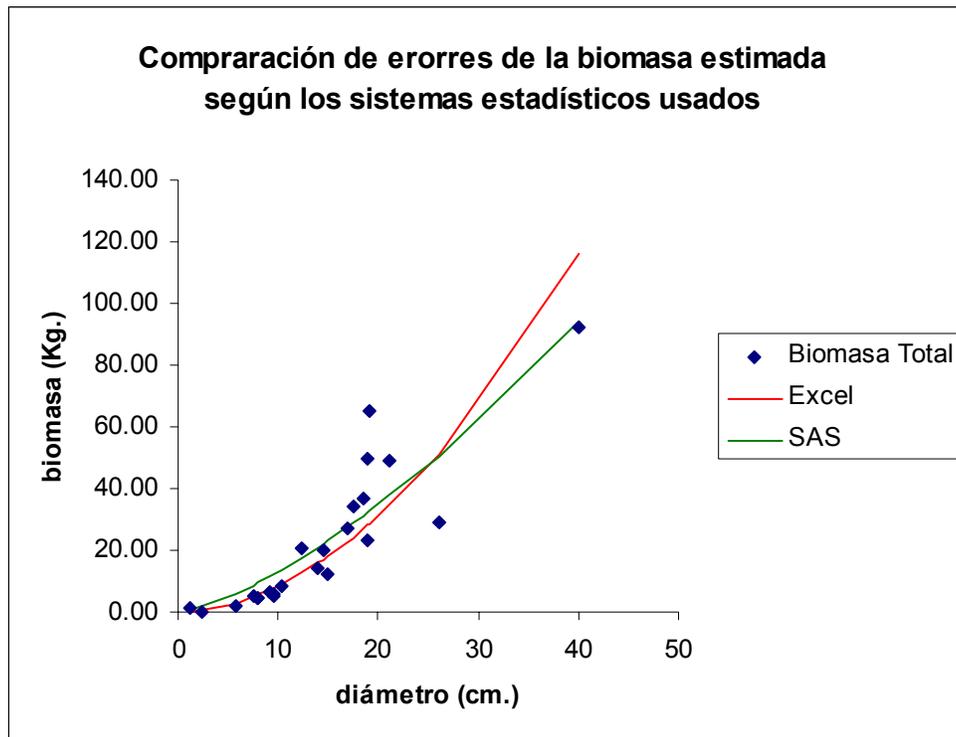


Figura N° 3. Comparación de los errores de biomasa estimada según los sistemas estadísticos Excel y SAS.

ANEXO N° 3: CUADRO N° 8. RESUMEN DE LOS SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA EVALUADOS

Ubicación del Sistema	Datos de la parcela.	Transecto	Arboles vivos	Biomasa Árboles Vivos BAVT (TM/ha)	Arb. Muertos en pie	Biomasa de Árboles Muertos en Pie BTAMP (TM/ha)	Arb. Caidos muertos	Biomasa de Árboles Caidos Muertos BTACM (TM/ha)	Sobre las Herbáceas	Biomasa de Herbáceas BH (TM/ha)	Sobre la Hojarasca	Biomasa de Hojarasca Bh (TM/ha)	Biomasa Vegetal Total BVT (T/ha)	Carbono en la Biomasa Vegetal CBV (Ton C/ Ha)	Promedio Carbono almacenado por sistema (Ton C/ Ha).
Cacao - Capirona - Guaba Pajarillo Coord. UTM: 0322696 E, 9186512 S Altitud: 320 m.s.n.m. Facilitador : Esteban Campos	3 años del cultivo de Cacao. Dist. 3x3. 6 años edad de la Capirona - Guaba. Dist. 6x6.	1	14 árboles; 12 de cacao, 1 Naranja, 1 arbusto de café.	4.65	3 árboles, 1 ancaspi y 2 capironas.	3.42	2 capironas.	0.08	Escasa herbácea.	0.04	Poca hojarasca.	6.69	14.89	6.70	14.49
		2	10 árboles; 2 guabas y 8 cacaos.	11.36	0 árboles	0.00	5 cacaos, 1 capirona.	0.19	Escasa herbácea.	0.14	Poca hojarasca.	5.52	17.21	7.74	
		3	11 árboles; 3 capironas, 7 cacaos, 1 guaba.	19.79	1 machonaste	0.00	2 anacaspi y 3 capironas.	0.99	Escasa herbácea.	0.23	Poca hojarasca.	4.26	25.27	11.37	
		4	20 árboles; 15 cacaos, 1 guaba y 4 capironas	27.74	1 estoraque	51.86	1 capirona, 1 cacao, 1 machonaste y 1 caoba.	0.16	Poca herbácea.	0.28	Poca hojarasca.	3.52	83.56	37.60	
		5	11 árboles; 2 capironas, 7 cacaos, 1 paca, 1 capirona blanca.	13.49	2 capironas	1.88	1 ubos.	0.01	Poca herbácea.	0.43	Poca hojarasca.	4.22	20.02	9.01	

ANEXO N° 3: CUADRO N° 8. RESUMEN DE LOS SISTEMAS ... (Continuación)

Ubicación del Sistema	Datos de la parcela.	Transecto	Árboles vivos	Biomasa Árboles Vivos BAVT (TM/ha)	Arb. Muertos en pie	Biomasa de Árboles Muertos en Pie BTAMP (TM/ha)	Arb. Caídos muertos	Biomasa de Árboles Caídos Muertos BTACM (TM/ha)	Sobre las Herbáceas	Biomasa de Herbáceas BH (TM/ha)	Sobre la Hojarasca	Biomasa de Hojarasca Bh (TM/ha)	Biomasa Vegetal Total BVT (T/ha)	Carbono en la Biomasa Vegetal CBV (Ton C/ Ha)	Promedio Carbono almacenado por sistema (Ton C/ Ha).
Cacao - Palta - Guaba. Villaprado Coord. 0312171 E 59210762 S Altitud: 250 m.sn.m. Facilitador: José Rojas.	3 años del cultivo del cacao. Dist. 3x3. 5 años del cultivo de palta y guaba. Dist. 9x9.	1	12 árbol; 1 guaba y 11 cacaos.	23.53	0	0.00	3 guabas.	0.00	Escasa herbácea.	0.12	Abundante hojarasca.	28.90	52.55	23.65	18.99
		2	11 árboles; 10 cacaos, 1 papaya.	2.61	0	0.00	1 guaba.	0.00	Escasa herbácea.	0.09	Abundante hojarasca.	21.83	24.53	11.04	
		3	14 árboles; 9 cacaos, 2 paltas, 3 guabas.	52.22	0	0.00	2 guabas.	0.02	Escasa herbácea.	0.12	Abundante hojarasca.	28.98	81.34	36.60	
		4	8 árboles; 7 cacaos y 1 guaba.	4.05	0	0.00	1 guaba.	0.00	Escasa herbácea.	0.13	Abundante hojarasca.	26.74	30.92	13.91	
		5	12 árboles; 11 cacaos, 1 guaba.	4.45	0	0.00	2 árboles: 1 eritrina y 1 guaba.	0.01	Escasa herbácea.	0.10	Abundante hojarasca.	17.08	21.63	9.73	

ANEXO N° 3: CUADRO N° 8. RESUMEN DE LOS SISTEMAS ... (Continuación)

Ubicación del Sistema	Datos de la parcela.	Transecto	Árboles vivos	Biomasa Árboles Vivos BAVT (TM/ha)	Arb. Muertos en pie	Biomasa de Árboles Muertos en Pie BTAMP (TM/ha)	Arb. Caídos muertos	Biomasa de Árboles Caídos Muertos BTACM (TM/ha)	Sobre las Herbáceas	Biomasa de Herbáceas BH (TM/ha)	Sobre la Hojarasca	Biomasa de Hojarasca Bh (TM/ha)	Biomasa Vegetal Total BVT (T/ha)	Carbono en la Biomasa Vegetal CBV (Ton C/ Ha)	Promedio Carbono almacenado por sistema (Ton C/ Ha).
Cacao - Guaba - Guanábana  Pachiza  Coord. 0304648 E, 9194512 S  Altitud: 283 m.s.n.m.  Facilitador : Anderson Solano.	3 años del cultivo del cacao. Dist. 3x3.  5 años del cultivo de guaba y guanábana. Dist. 9x9.	1	18 árboles, 10 cacaos clonales, 6 resiembras de cacao y 2 guanábanas.	41.92	1 pucaquiro.	0.54	1 árbol no identificado.	0.04	Abundante herbácea (comelina)	0.58	Casi nula hojarasca, se lavan los suelos por ser zona aluvial, y por la presencia de la comelina ya que esta al ser tan densa no permite una pronta reincorporación de la hojarasca al suelo.	3.06	46.15	20.77	11.43
		2	13 árboles, 9 cacaos, 3 guabas, 1 limón.	25.85	0	0.00	0	0.00	Abundante herbácea (comelina)	0.73		2.31	28.89	13.00	
		3	17 árboles, 16 cacaos y 1 guaba.	9.66	0	0.00	0	0.00	Abundante herbácea (comelina)	0.43		2.34	12.43	5.59	
		4	14 árboles, 10 cacaos y 4 guabas.	27.08	0	0.00	0	0.00	Abundante herbácea (comelina)	0.81		2.34	30.24	13.61	
		5	11 árboles 6 cacaos, 1 palta, 3 guabas y 1 lima.	5.47	0	0.00	0	0.00	Excesiva herbácea (comelina)	2.14		1.69	9.31	4.19	

ANEXO N° 3: CUADRO N° 8. RESUMEN DE LOS SISTEMAS ... (Continuación)

Ubicación del Sistema	Datos de la parcela.	Transecto	Arboles vivos	Biomasa Arboles Vivos BAVT (TM/ha)	Arb. Muertos en pie	Biomasa de Arboles Muertos en Pie BTAMP (TM/ha)	Arb. Caídos muertos	Biomasa de Arboles Caídos Muertos BTACM (TM/ha)	Sobre las Herbáceas	Biomasa de Herbáceas BH (TM/ha)	Sobre la Hojarasca	Biomasa de Hojarasca Bh (TM/ha)	Biomasa Vegetal Total BVT (T/ha)	Carbono en la Biomasa Vegetal CBV (Ton C/ Ha)	Promedio Carbono almacenado por sistema (Ton C/ Ha).
Cacao con cultivo temporal de plátano. Pajarillo Coord. 0323138 E, 91858405 S Altitud: 389 m.s.n.m. Facilitador: José Rojas.	6 años del cultivo de cacao. Dist. 3x3.	1	8 cacaos clonales.	3.76	0	0.00	2 ramas de árboles; 1 anacasi, 1 cacao.	0.71	Escasa herbácea.	0.15	Regular cantidad de hojarasca.	10.36	14.98	6.74	5.95
		2	10 árboles; 1 cacao franco, 8 cacaos clonales, 1 N.N. (no identificado).	6.70	0	0.00	5 ramas de un árbol no identificado.	0.22	Escasa herbácea.	0.09	Regular cantidad de hojarasca.	5.74	12.75	5.74	
		3	7 árboles; 6 cacaos clonales, 1 cacao franco.	2.77	0	0.00	3 ramas de árboles; 2 N.N. y 1 cacao.	0.04	Escasa herbácea.	0.37	Regular cantidad de hojarasca.	8.20	11.38	5.12	
		4	7 árboles; 6 cacaos clonales, 1 cacao franco.	3.71	1 tocon.	0.51	0	0.00	Abundante herbácea.	1.04	Regular cantidad de hojarasca.	9.57	14.82	6.67	
		5	7 árboles; 6 cacaos clonales, 1 cacao franco.	3.37	1 árbol no identificado.	0.12	1 rama de N.N.	0.06	Poca herbácea.	0.46	Regular cantidad de hojarasca.	8.21	12.23	5.50	

ANEXO N° 3: CUADRO N° 8. RESUMEN DE LOS SISTEMAS ... (Continuación)

Ubicación del Sistema	Datos de la parcela.	Transecto	Árboles vivos	Biomasa Árboles Vivos BAVT (TM/ha)	Arb. Muertos en pie	Biomasa de Árboles Muertos en Pie BTAMP (TM/ha)	Arb. Caídos muertos	Biomasa de Árboles Caídos Muertos BTACM (TM/ha)	Sobre las Herbáceas	Biomasa de Herbáceas BH (TM/ha)	Sobre la Hojarasca	Biomasa de Hojarasca Bh (TM/ha)	Biomasa Vegetal Total BVT (T/ha)	Carbono en la Biomasa Vegetal CBV (Ton C/ Ha)	Promedio Carbono almacenado por sistema (Ton C/ Ha).
Cacao - Capirona - Bolaina. Pachiza - Alto el Sol. Coord: 0302025 E, 9192154 S Altitud: 270 m.sn.m. Facilitador: Winston Saavedra	6 años de cultivo de Cacao.	1	15 árboles; 9 cacaos, 4 capironas, 1 bolaina, 1 anona.	48.69	0	0.00	0	0.00	Poca herbácea.	0.45		15.04	64.19	28.88	17.14
	Aproximadamente 7 años las edades de las sombras como capirona y bolaina.	2	9 árboles; 8 cacaos, 1 carambola.	10.61	0	0.00	0	0.00	Poca herbácea.	0.34		7.04	17.99	8.10	
	Sistema sin distancia miento regular.	3	14 árboles; 12 cacaos, 1 anona y 1 guanabana.	50.19	0	0.00	1 rama de cacao.	0.01	Escasa herbácea.	0.11	Poca hojaraca debido a que se trata de una zona aluvial, el rio se lleva la hojarasca.	2.46	52.77	23.75	
	Sin embargo se podian encontrar algunos arboles hasta a 1.5x1.5 m de distancia.	4	11 árboles; 8 cacaos, 2 capironas y 1 N:N ( no identiicado).	26.99	0	0.00	0	0.00	Escasa herbácea.	0.08		9.66	36.73	16.53	
		5	8 árboles; 7 cacaos y 1 bolaina.	8.99	0	0.00	0	0.00	Escasa herbácea.	0.13		9.70	18.82	8.47	

ANEXO N° 3: CUADRO N° 8. RESUMEN DE LOS SISTEMAS ... (Continuación)

Ubicación del Sistema	Datos de la parcela.	Transecto	Árboles vivos	Biomasa Árboles Vivos BAVT (TM/ha)	Arb. Muertos en pie	Biomasa de Árboles Muertos en Pie BTAMP (TM/ha)	Arb. Caídos muertos	Biomasa de Árboles Caídos Muertos BTACM (TM/ha)	Sobre las Herbáceas	Biomasa de Herbáceas BH (TM/ha)	Sobre la Hojarasca	Biomasa de Hojarasca Bh (TM/ha)	Biomasa Vegetal Total BVT (T/ha)	Carbono en la Biomasa Vegetal CBV (Ton C/ Ha)	Promedio Carbono almacenado por sistema (Ton C/ Ha).
Cacao - Capirona - bolaina - caoba Pajarillo. Coord: 0322901 E, 9186296 S Altitud: 327 m.s.n.m. Facilitador: Esteban Altamirano.	Cacao de 8 años. Distanc. 3x3. Sombras 9x9.	1	10 árboles; 7 cacaos, 3 capironas.	56.03	9 árboles; 8 capironas, 1 paliperro.	72.54	2 ramas de capirona.	0.01	Escasa herbácea.	0.42	Buena hojarasca.	19.79	148.79	66.96	73.79
		2	13 árboles; 5 cacaos, 1 cacao franco, 5 capironas, 1 caoba y 1 bolaina.	105.78	15 árboles; 14 capironas, 1 ishpingo.	93.30	2 pedazos de tronco de bolaina.	0.09	Escasa herbácea.	1.10		17.68	217.95	98.08	
		3	13 árboles; 6 capironas, 3 cacaos, 4 cacaos francos.	71.58	10 árboles; 9 capironas y 1 cacao.	90.44	2 ramas de cacao.	0.02	Escasa herbácea.	0.45		13.23	175.72	79.07	
		4	10 árboles; 7 cacaos, 2 cacaos clonales y 1 bolaina.	73.05	2 árboles; 1 capirona y 1 lupuna.	16.57	3 pedazos de tronco de lupuna, 2 ramas de cacao.	4.63	Escasa herbácea.	0.35		21.34	115.94	52.17	
		5	11 árboles; 7 cacaos francos, 2 capironas, 1 caoba y 1 shimbligo.	83.17	6 capironas.	49.72	1 tronco y 1 rama de bolaina.	0.02	Escasa herbácea.	1.22		27.32	161.45	72.65	

ANEXO N° 3: CUADRO N° 8. RESUMEN DE LOS SISTEMAS ... (Continuación)

Ubicación del Sistema	Datos de la parcela.	Transecto	Árboles vivos	Biomasa Árboles Vivos BAVT (TM/ha)	Arb. Muertos en pie	Biomasa de Árboles Muertos en Pie BTAMP (TM/ha)	Arb. Caídos muertos	Biomasa de Árboles Caídos Muertos BTACM (TM/ha)	Sobre las Herbáceas	Biomasa de Herbáceas BH (TM/ha)	Sobre la Hojarasca	Biomasa de Hojarasca Bh (TM/ha)	Biomasa Vegetal Total BVT (T/ha)	Carbono en la Biomasa Vegetal CBV (Ton C/ Ha)	Promedio Carbono almacenado por sistema (Ton C/ Ha).
Cacao - Capirona - Café. Pajarillo Coord. 0322901 E, 9186269 S Altitud: 326 m.s.n.m. 8 años Esteban Campos.	8 años del cultivo de cacao. Dist. 3x3. 10 años del cultivo de capirona. Dist: 9x9.	1	11 árboles; 7 cacaos, 4 capironas.	36.06	1 anacspi.	29.49	2 ramas de árboles; 1 de cacao y otra de capirona.	0.01	Escasa herbácea.	2.39	Abundante hojarasca.	17.44	85.39	38.43	29.61
		2	8 árboles; 2 capironas, 1 cacao híbrido, 1 cacao clonal y 1 machonaste.	35.03	0	0.00	1 rama de capirona.	0.06	Escasa herbácea.	0.43	Regular cantidad de hojarasca.	10.16	45.68	20.55	
		3	8 árboles; 1 capirona, 7 cacaos clonales,	6.91	1 capirona.	17.75	1 rama y dos pedazos de tronco de capirona.	1.17	Escasa herbácea.	2.46	Regular cantidad de hojarasca.	10.12	38.40	17.28	
		4	10 árboles; 5 cacaos clonales, 4 cacaos híbridos y 1 shimbillo.	68.80	0	0.00	1 N.N.	0.35	Escasa herbácea.	0.75	Regular cantidad de hojarasca.	12.93	82.83	37.27	
		5	8 árboles; 2 capironas, 2 cacaos híbridos, 1 palta y 1 capirona.	41.85	0	0.00	2 troncos de tullpay y 1 de cacao.	0.44	Escasa herbácea.	2.34	Abundante hojarasca.	32.12	76.75	34.54	

ANEXO N° 4:

**SISTEMA CACAO DE 3 AÑOS CON CAPIRONA Y GUABA DE 6 AÑOS.**

Sitio: Pajarillo - Mariscal Cáceres - San Martín

Ubicación (UTM) : 0322696 E, 9186512 0322696 N    Altura = 320 m.s.n.m.

Facilitador: Esteban Campos Chávez.



Foto N° 1: Sistema cacao de 3 años con capirona y guaba de 6 años.

Cuadro N° 9 **ÁRBOLES VIVOS** - Tamaño de parcela o transecto: 4x25m.

FORMULA ESTANDAR DE BIOMASA DE ÁRBOLES VIVOS = $0.1184D^{2.53}$								
FORMULA DE BIOMASAS DE CACAO = $0.4849D^{1.4266}$								
TRANS	NOMBRE	DAP	H	DENSIDAD	BIOMASA en Kg	ton/ Ha	BIOM. C en ton/ Ha - Ecuacion Potencial	Promedio de ton /ha
	VULGAR	cm	m	ESPECIE VALOR				
1	Cacao clonal	5.19615	3	0.4	7.63	0.76	0.51	4.65
	Cacao clonal	2.82843	2	0.4	1.64	0.16	0.21	
	Cacao clonal	3.4641	2	0.4	2.74	0.27	0.29	
	Naranja	4	2	0.4	3.94	0.39	0.39	
	Cacao clonal	4.52769	2.5	0.4	5.39	0.54	0.42	
	Cacao clonal	4.47214	2.5	0.4	5.22	0.52	0.41	
	Café	2.5	2	0.4	1.20	0.12	0.12	
	Cacao clonal	3.937	2.5	0.4	3.78	0.38	0.34	
	Cacao clonal	4.58258	3	0.4	5.55	0.56	0.43	
	Cacao clonal	2.82843	2.5	0.4	1.64	0.16	0.21	
	Cacao clonal	3.87298	3	0.4	3.63	0.36	0.33	

	Cacao clonal	3.80789	2.5	0.4	3.48	0.35	0.33	
	Cacao clonal	4.63681	3	0.4	5.72	0.57	0.43	
	Cacao clonal	2.96648	2.5	0.2	1.85	0.18	0.23	
					53.39	5.34	4.65	
2	Guaba	4.89898	12	0.4	6.57	0.66	0.66	11.36
	Cacao clonal	4.74342	3	0.4	6.06	0.61	0.45	
	Cacao clonal	5.38516	3	0.4	8.35	0.84	0.54	
	Cacao clonal	4.94975	3	0.4	6.75	0.67	0.47	
	Cacao clonal	4.47214	3	0.4	5.22	0.52	0.41	
	Cacao clonal	5.85662	3.2	0.4	10.33	1.03	0.60	
	Cacao clonal	4.30116	3	0.4	4.73	0.47	0.39	
	Guaba	13	12	0.4	77.65	7.77	7.77	
	Cacao clonal	4.1833	3	0.4	4.41	0.44	0.37	
	Plátano	6.5	1.5	0.2	0.00	0.00	0.00	
	Cacao clonal	4.06202	3	0.4	4.09	0.41	0.36	
					134.17	13.42	11.36	
3	Capirona	8.4	14	0.8	25.72	2.57	2.57	19.78941
	Cacao clonal	4.4833	3.2	0.4	5.25	0.53	0.41	
	Cacao clonal	3.97492	2.9	0.4	3.87	0.39	0.35	
	Capirona	11.5	15	0.8	56.94	5.69	5.69	
	Cacao clonal	4.54973	3.3	0.4	5.45	0.55	0.42	
	Cacao clonal	4.01248	3.2	0.4	3.97	0.40	0.35	
	Capirona	10	15.5	0.8	39.98	4.00	4.00	
	Capirona	9.2	15.2	0.8	32.38	3.24	3.24	
	Cacao clonal	3	3.2	0.4	1.90	0.19	0.23	
	Cacao franco	4.4	2.7	0.4	5.01	0.50	0.40	
	Cacao clonal	2.62679	3.2	0.4	1.36	0.14	0.19	
	Guaba	7.5	5.2	0.4	19.31	1.93	1.93	
					201.16	20.12	19.79	
4	Cacao Clonal	2.93258	3.4	0.4	1.79	0.18	0.23	27.73981
	Cacao Clonal	2.56905	2.5	0.4	1.28	0.13	0.19	
	Guaba	4.3	6	0.4	4.73	0.47	0.47	
	Cacao Clonal	3	2.5	0.4	1.90	0.19	0.23	
	Palmera	5.8	14	0.2	0.00	0.00	0.00	
	Cacao Clonal	3.11448	3.2	0.4	2.09	0.21	0.25	
	Capirona	9.8	8.7	0.8	37.99	3.80	3.80	
	Cacao Clonal	3.06594	2.5	0.4	2.01	0.20	0.24	
	Cacao Clonal	2.86356	2.1	0.4	1.69	0.17	0.22	
	Capirona	11.3	10	0.8	54.47	5.45	5.45	
	Cacao Clonal	3.79473	3	0.4	3.45	0.34	0.33	
	Cacao Clonal	2.93258	3.4	0.4	1.79	0.18	0.23	
	Plátano	14.2	6	0.2	0.00	0.00	0.00	
	Capirona	11.4	14	0.8	55.70	5.57	5.57	
	Cacao Clonal	6.1	3.4	0.4	11.45	1.14	0.64	
	Cacao Clonal	4.57165	3.5	0.4	5.52	0.55	0.42	
	Cacao Clonal	3.27109	3.2	0.4	2.37	0.24	0.26	
	Capirona	12.6	14.5	0.8	71.75	7.17	7.17	
	Cacao Clonal	4.3589	4	0.4	4.89	0.49	0.40	
	Plátano	12	3.6	0.2	0.00	0.00	0.00	
Cacao Clonal	5.1672	3.5	0.4	7.52	0.75	0.50		
Cacao Clonal	7.9	4	0.4	22.02	2.20	0.93		

	Plátano	6.4	1.8	0.2	0.00	0.00	0.00	
	Plátano	5.4	2	0.2	0.00	0.00	0.00	
	Plátano	12.5	5	0.2	0.00	0.00	0.00	
	Plátano	6.6	3.2	0.2	0.00	0.00	0.00	
	Cacao Clonal	2.94958	2.8	0.4	1.82	0.18	0.23	
	Plátano	5.6	2.5	0.2	0.00	0.00	0.00	
					296.24	29.62	27.74	
5	Capirona	10	14.3	0.8	39.98	4.00	4.00	13.49
	Capirona	10.3	16.2	0.8	43.09	4.31	4.31	
	Cacao Clonal	2.8	2.8	0.4	1.60	0.16	0.21	
	Cacao Clonal	2.46982	2.2	0.4	1.16	0.12	0.18	
	Pacae	6.5	5.5	0.4	13.44	1.34	1.34	
	Cacao Clonal	2.46982	2	0.4	1.16	0.12	0.18	
	Capirona blanca	7.8	4.5	0.8	21.32	2.13	2.13	
	Cacao Clonal	2.86356	2.4	0.4	1.69	0.17	0.22	
	Cacao Clonal	3.53553	3.2	0.4	2.88	0.29	0.29	
	Cacao Clonal	4.17133	3	0.4	4.38	0.44	0.37	
	Cacao Clonal	3.17805	2.8	0.4	2.20	0.22	0.25	
					132.91	13.29	13.49	

Cuadro N° 10. **ÁRBOLES MUERTOS EN PIE** - Transecto: 5m x 100m.

FORMULA DE BIOMASA SIMILAR AL DE ÁRBOLES VIVOS =  $0.1184D^{2.53}$

TRANS	NOMBRE VULGAR	DAP cm	H cm	DEN	BIOMASA Kg/arb	BIOMASA/PARCELA tn/parc
1	Anacaspi	7	1.2	0.6	16.27	1.63
	Capirona	6	0.82	0.8	11.02	1.10
	Capirona	5	0.8	0.8	6.95	0.69
				34.24	3.42	
2					0.00	0.00
3	Plátano	17	90		0.00	0.00
	Plátano	17	90		0.00	0.00
	Machonaste	44	140		0.00	0.00
				0.00	0.00	
4	Estoraque	27.5	82		518.64	51.86
	Plátano	13.6	2		0.00	0.00
	Plátano	8.5	1.64		0.00	0.00
				518.64	51.86	
5	Capirona	4.1	90		4.20	0.42
	Capirona	6.7	52		14.57	1.46
	Palmera	27.5	57		0.00	0.00
				18.77	1.88	

Cuadro N° 11. **ÁRBOLES CAIDOS MUERTOS** - TRANSECTO: 4m x 25m.

FORMULA DE BIOMASA= DENSIDAD\*(D\*D)\*LONG\*PI\*0.25

TRANS	NOMBRE VULGAR	DAP cm	LONGITUD m	DEN	OBSERVACIONES	BIOMASA Kg/arb	en toneladas
1	Capirona	6	1.2	0.8		0.14	0.01
	Capirona	7.5	3.9	0.8		0.69	0.07
						0.82	0.08
2	Cacao	15	1.4	0.4		0.99	0.10
	Cacao	4	1.5	0.4		0.08	0.01
	Cacao	4	1.8	0.4		0.09	0.01
	Cacao	3.5	1.2	0.4		0.05	0.00
	Cacao	2.5	1.6	0.4		0.03	0.00
	Plátano	16	1.4	0.2		0.00	0.00
	Capirona	13	1.2	0.8		0.64	0.06
	Plátano	13	2	0.2		0.00	0.00
	Plátano	13	0.6	0.2		0.00	0.00
						1.87	0.19
3	Anacaspí	23.3	1.3	0.6		2.22	0.22
	Anacaspí	17.5	3.6	0.6		3.46	0.35
	Capirona	10.1	5.4	0.8		1.73	0.17
	Capirona	7.5	5.5	0.8		0.97	0.10
	Capirona	9.2	5.6	0.8		1.49	0.15
						9.87	0.99
4	Capirona	7.3	5.4	0.8		0.90	0.09
	Cacao	29	3.2	0.4		8.45	0.85
	Machonaste	42	3.6	0.6		0.00	0.00
	Caoba	8.2	5.8	0.8		1.23	0.12
						10.58	1.06
5	Ubos	12	0.2	0.4		0.09	0.01
						0.09	0.01

Cuadro N° 12: **HERBACEA** - Área de muestreo: 1mx1m

TRANS	MUES	PFT g	PFM g	PSM g	BIOMASA t/ha	PRO/TRAN	
1		1	90	60	3.65	0.05475	0.039782
1		2	50	30	1.4888	0.024813	
2		1	100	50	11.8405	0.23681	0.139108
2		2	30	15	2.0703	0.041406	
3		1	120	50	10.149	0.243576	0.230044
3		2	100	40	8.66048	0.216512	
4		1	130	50	16.2045	0.421317	0.278395
4		2	90	40	6.021	0.135473	
5		1	300	90	20.7	0.69	0.4287
5		2	90	30	5.58	0.1674	
PROMEDIO						0.22	0.223206

TRANS = PARCELA O TRANSECTO

PFT = peso fresco total de la biomasa arbustiva/herbácea

PFM = peso fresco de la biomasa arbustiva/herbácea

PSM = peso seco de la biomasa arbustiva/herbácea

Cuadro N° 13 **HOJARASCA** - Área de muestreo: 0.5mx0.5m

TRANS	MUES	PFT	PFM	PSM	BIOMASA	
		gr	g	g	T/ha	PROM/TRAN
1	1	54.8	54.8	157.36	6.29	
1	2	150	100	118.02	7.08	6.69
2	1	100	50	89.3	7.14	
2	2	62	62	97.25	3.89	5.52
3	1	50	38.5	68.09	3.54	
3	2	102.2	102.2	124.78	4.99	4.26
4	1	61.1	61.1	117.03	4.68	
4	2	95.9	95.7	59.01	2.37	3.52
5	1	68.7	68.7	103.4	4.14	
5	2	60.4	60.4	107.63	4.31	4.22
PROMEDIO					104.19	5.00

TRANS = NUMERO DE PARCELA O TRANSECTO

PFT = peso fresco total de hojarasca por 0.25 m2

PFM = peso fresco de la muestra de hojarasca

PSM = peso seco de la muestra de hojarasca

Cuadro N° 14. **CALCULO DEL CARBONO EN LA BIOMASA VEGETAL TOTAL**

TRANSECTO	BIOMASA VEGETAL					BIOMASA VEGETAL TOTAL	Carbono Almacenado ton C / ha
	ÁRBOLES VIVOS EN	ÁRBOLES MUERTOS EN	ÁRBOLES CAIDOS	BIOMASA ARBUSTIVA/ HERBACEA	BIOMASA HOJARASCA		
	TRANS/100m2	PIE/500m"	MUERTOS/100m2	T/ha			
1	4.65	3.424	0.08	0.04	6.69	14.89	6.70
2	11.36	0	0.19	0.14	5.52	17.21	7.74
3	19.79	0	0.99	0.23	4.26	25.27	11.37
4	27.74	51.864	0.16	0.28	3.52	83.56	37.60
5	13.49	1.877	0.01	0.43	4.22	20.02	9.01
						14.49	

**ANEXO N° 5 CACAO DE 3 AÑOS GUABA Y PALTA DE 5 AÑOS.**

Sitio: Villaprado - Mariscal Cáceres - San Martín

Ubicación (UTM): 0312171 E 9210762 N H= 250 m.s.n.m.

Facilitador: José Rojas.



Foto N° 2. Cacao de 3 años guaba y palta de 5 años.



Foto N° 3. Sr. Rojas y cacao de injertado.

Cuadro N° 15 **ÁRBOLES VIVOS** - Tamaño transecto: 4x25m.

**FORMULA ESTANDAR DE BIOMASA DE ÁRBOLES VIVOS = 0.1184D<sup>2.53</sup>**

**FORMULA DE BIOMASA DE CACAO = 0.4849D<sup>1.4266</sup>**

TRANS	NOMBRE VULGAR	DAP cm	H m	DENSIDAD ESPECIE VALOR	BIOMASA KG / ha	BIOMASA tn / ha	c/fórmula cacao Kg / Ha	tn / ha	tn / ha
1	Cacao clonal	3.24	2.50	0.40	2.31	0.23	2.59	0.03	23.53
	Cacao clonal	3.08	2.50	0.40	2.04	0.20	2.42	0.02	
	Cacao clonal	5.79	4.00	0.40	10.02	1.00	5.94	0.06	
	Guaba	20.00	1.50	0.40	231.72	23.17	231.72	23.17	
	Cacao clonal	3.54	2.00	0.40	2.88	0.29	2.94	0.03	
	Cacao clonal	2.45	2.00	0.40	1.14	0.11	1.74	0.02	
	Cacao clonal	3.54	2.20	0.40	2.88	0.29	2.94	0.03	
	Cacao clonal	2.74	1.80	0.40	1.51	0.15	2.04	0.02	
	Cacao clonal	6.40	1.70	0.40	12.94	1.29	6.86	0.07	
	Cacao clonal	3.00	2.50	0.40	1.90	0.19	2.32	0.02	
	Cacao clonal	4.06	2.30	0.40	4.09	0.41	3.58	0.04	
	Cacao clonal	3.00	2.50	0.40	1.90	0.19	2.32	0.02	
					275.33	27.53	267.41	23.53	
2	Cacao	3.24	2.50	0.40	2.31	0.23	2.59	0.26	2.61
	Plátano	14.00	5.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Plátano	12.00	5.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Cacao	3.39	2.50	0.40	2.59	0.26	2.77	0.28	
	Cacao	4.69	3.00	0.40	5.89	0.59	4.40	0.44	
	Cacao	3.32	2.20	0.40	2.45	0.25	2.68	0.27	
	Papaya	2.50	1.70	0.20	1.20	0.12	0.00	0.00	
	Cacao	3.54	3.00	0.40	2.88	0.29	2.94	0.29	
	Cacao	3.74	2.00	0.40	3.32	0.33	3.19	0.32	
	Cacao	3.24	3.00	0.40	2.31	0.23	2.59	0.26	
	Cacao	2.83	2.00	0.40	1.64	0.16	2.14	0.21	
	Cacao	3.39	3.00	0.40	2.59	0.26	2.77	0.28	
					27.19	2.72	26.07	2.61	
3	Cacao	3.39	3.00	0.40	2.59	0.26	2.77	0.28	52.22
	Palta	10.00	9.50	0.40	39.98	4.00	39.98	4.00	
	Cacao	3.36	3.00	0.40	2.54	0.25	2.73	0.27	
	Guaba	10.00	10.00	0.40	39.98	4.00	39.98	4.00	
	Cacao	3.39	2.50	0.40	2.59	0.26	2.77	0.28	
	Cacao	3.08	2.50	0.40	2.04	0.20	2.42	0.24	
	Cacao	4.00	3.00	0.40	3.94	0.39	3.50	0.35	
	Guaba	21.00	10.00	0.40	261.27	26.13	261.27	26.13	
	Cacao	3.39	2.50	0.40	2.59	0.26	2.77	0.28	
	Cacao	3.00	2.00	0.40	1.90	0.19	2.32	0.23	
	Cacao	3.00	2.00	0.40	1.90	0.19	2.32	0.23	
	Cacao	2.92	2.00	0.40	1.77	0.18	2.23	0.22	
	Guaba	16.00	12.00	0.40	131.31	13.13	131.31	13.13	
	Platano	11.00	4.00	0.20	0.00	0.00	14.84	1.48	
Palta	6.00	5.00	0.40	10.98	1.10	10.98	1.10		
					505.39	50.54	522.21	52.22	

4	Cacao clonal	3.94	2.20	0.40	3.78	0.38	3.43	0.34	4.05
	Cacao clonal	3.74	2.50	0.40	3.32	0.33	3.19	0.32	
	Cacao clonal	3.46	3.00	0.40	2.74	0.27	2.85	0.29	
	Cacao clonal	3.32	15.00	0.40	2.45	0.25	2.68	0.27	
	Guaba	6.86	2.50	0.40	15.38	1.54	15.38	1.54	
	Cacao clonal	4.80	3.50	0.40	6.23	0.62	4.54	0.45	
	Cacao clonal	4.69	3.00	0.40	5.89	0.59	4.40	0.44	
	Cacao clonal	4.39	4.50	0.40	4.99	0.50	4.01	0.40	
					44.79	4.48	40.47	4.05	
5	Cacao clonal	4.24	4.50	0.40	4.57	0.46	3.81	0.38	4.45
	Cacao clonal	4.24	3.50	0.40	4.57	0.46	3.81	0.38	
	Cacao clonal	4.53	2.50	0.40	5.39	0.54	4.18	0.42	
	Cacao clonal	4.95	3.50	0.40	6.75	0.67	4.75	0.47	
	Cacao clonal	2.41	2.50	0.40	1.09	0.11	1.70	0.17	
	Cacao clonal	2.24	2.00	0.40	0.90	0.09	1.53	0.15	
	Cacao clonal	4.36	3.00	0.40	4.89	0.49	3.96	0.40	
	Cacao clonal	3.39	3.00	0.40	2.59	0.26	2.77	0.28	
	Cacao clonal	3.61	2.50	0.40	3.03	0.30	3.02	0.30	
	Cacao clonal	3.08	2.50	0.40	2.04	0.20	2.42	0.24	
	Plátano	15.00	5.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Guaba	5.92	15.00	0.40	10.60	1.06	10.60	1.06	
	Plátano	14.00	5.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Plátano	7.00	3.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Cacao clonal	2.65	3.00	0.40	1.38	0.14	1.94	0.19	
					47.79	4.78	44.48	4.45	

Cuadro N° 16 **ÁRBOLES MUERTOS EN PIE** - TRANSECTO: 5m x 100m

FORMULA DE BIOMASA SIMILAR AL DE ÁRBOLES VIVOS =  $0.1184D^{2.53}$

UBICACION (GPS)	TRANS	NOMBRE VULGAR	DAP cm.	H cm.	DEN	BIOMASA/	
						BIOMASA Kg/arb	PARCELA Kg-arb/parc
	1					0.00	
	2					0.00	
	3					0.00	
	4					0.00	
	5					0.00	

Cuadro N° 17: **ÁRBOLES CAIDOS MUERTOS** - TRANSECTO: 4 x 25m.

FORMULA DE BIOMASA= DENSIDAD\*(D\*D)\*LONG\*PI\*0.25

TRANS	NOMBRE VULGAR	DAP cm	LONGITUD m	DEN	OBSERVA CIONES	BIOMASA Kg/arb	BIOMASA/ PARCELA Kg-arb/parc
1	Guaba	2.5	2.4	0.4		0.00	
	Guaba	2	2.4	0.4		0.00	
	Guaba	10	0.6	0.4		0.02	
						0.03	0.00
2	Guaba	11	0.4	0.2	tronco	0.02	
	Platano	11	0.65			0.00	
	Platano	13	0.55			0.00	
	Platano	7	1.2			0.00	
	Platano	8.5	0.7	0.2		0.00	
						0.02	0.00
3	Guaba	5	0.17	0.2	rama	0.00	
	Platano	12	1.2	0.2		0.00	
	Guaba	15	3	0.2		0.21	
						0.21	0.02
4	Guaba	4	1.2	0.4		0.01	
	Platano	10	1.3	0.2		0.00	
						0.01	0.00
5	Platano	12	2.4	0.2	no cuenta	0.00	
	Platano	9	2.4	0.2		0.00	
	Guaba	3	2.6	0.4		0.01	
	Platano	8	1.5	0.2		0.00	
	Eritrina	9	1.8	0.6		0.05	
						0.05	0.01
	PROMEDIO						0.01

Cuadro N° 18 **HERBACEA.** AREA DE MUESTREO: 1x1m.

TRANS	MUES	PFT g	PFM g	PSM g	BIOMASA t/ha	PRO/TRAN
1	1	15	1.5	1.4	0.14	0.12
1	2	12	4.4	3.8	0.10	
2	1	16.5	2.4	1.9	0.13	0.09
2	2	13.5	4.1	1.8	0.06	
3	1	39	27.7	6.3	0.09	0.12
3	2	15.4	1.3	1.3	0.15	
4	1	33.8	22.4	7.5	0.11	0.13
4	2	14.9	4.1	3.8	0.14	
5	1	11.8	4.2	2.8	0.08	0.10
5	2	17.6	4.2	2.9	0.12	
	PROMEDIO				0.11	0.11

TRANS = PARCELA O TRANSECTO

PFT = peso fresco total de la biomasa arbustiva/herbácea

PFM = peso fresco de la biomasa arbustiva/herbácea

PSM = peso seco de la biomasa arbustiva/herbácea

Cuadro N° 19. **HOJARASCA**. AREA DE MUESTREO: 0.5m x 0.5m

TRANS	MUES	PFT gr	PFM g	PSM g	BIOMASA T/ha	PROM/TRAN
1	1	400	150	166.2	17.73	
1	2	900	140	155.8	40.06	28.90
2	1	650	130	138.9	27.78	
2	2	500	120	95.3	15.88	21.83
3	1	450	90	123.4	24.68	
3	2	750	150	166.4	33.28	28.98
4	1	680	120	153.8	34.86	
4	2	480	110	106.7	18.62	26.74
5	1	490	120	115.8	18.91	
5	2	650	180	105.5	15.24	17.08
PROMEDIO					132.78	24.71

TRANS = NUMERO DE PARCELA O TRANSECTO

PFT = peso fresco total de hojarasca por 0.25 m<sup>2</sup>

PFM = peso fresco de la muestra de hojarasca

PSM = peso seco de la muestra de hojarasca

Cuadro N° 20. **CALCULO DEL CARBONO EN LA BIOMASA VEGETAL TOT.**

TRANSECTO	ÁRBOLES VIVOS EN TRANS/100m <sup>2</sup>	ÁRBOLES MUERTOS EN PIE/500m <sup>2</sup>	ÁRBOLES CAIDOS MUERTOS/100m <sup>2</sup>	BIOMASA ARBUSTIVA/ HERBACEA T/ha	BIOMASA HOJARASCA T/ha	BIOMASA VEGETAL TOTAL	TOTAL DE CARBONO EN EL SUT
1	23.5285849	0	0.00	0.12	28.90	52.55	23.65
2	2.606863	0	0.00	0.09	21.83	24.53	11.04
3	52.22	0	0.02	0.12	28.98	81.34	36.60
4	4.04734921	0	0.00	0.13	26.74	30.92	13.91
5	4.45	0	0.01	0.10	17.08	21.63	9.73
							<b>18.99</b>

**ANEXO N° 6. CACAO DE 3 AÑOS CON GUANÁBANA CÍTRICOS 6 AÑOS &  
COMELINA DE COBERTURA.**

SITIO: Pachiza – Juanjuí Mariscal Cáceres - San Martín

UBICACIÓN (UTM): 0304648 E 9194512 N H= 283 m.s.n.m.

Facilitador: Anderson Solano.



Foto N° 4. Cacao de 3 años con guanábana cítricos 6 años & comelina de cobertura.

Cuadro N° 21. **ÁRBOLES VIVOS** - TAMAÑO DEL TRANSECTO: 4x25m.

**FORMULA DE BIOMASA DE ARBOLES VIVOS = 0.1184D<sup>2.53</sup>**  
**FORMULA DE BIOMASA DE CACAO = 0.4849D<sup>1.4266</sup>**

NOMBRE VULGAR	DAP cm	H m	DENSIDAD	BIOMASA Kg/arb	ton/arb	c/formula del cacao
			ESPECIE VALOR			
Cacao clonal	4.74342	3	0.4	6.06	0.61	0.45
Guanabana	19	8	0.4	202.83	20.28	20.28
Cacao clonal	2.48998	1.7	0.4	1.19	0.12	0.18
Cacao clonal	2.91548	1.9	0.4	1.77	0.18	0.22
resiembr cacao	2.5	1.5	0.4	1.20	0.12	0.18
resiembr cacao	2	1.2	0.4	0.68	0.07	0.13
Guanabana	18	6	0.4	176.90	17.69	17.69
Resiembr de Cacao	1.6	3.2	0.4	0.39	0.04	0.09
Resiembr de Cacao	4.5	2.3	0.4	5.30	0.53	0.41
Cacao clonal	3.09839	2.2	0.4	2.06	0.21	0.24
Cacao clonal	3.03315	1.9	0.4	1.95	0.20	0.24

Cacao clonal	2.5	2.1	0.4	1.20	0.12	0.18
Cacao clonal	2.5	2.2	0.4	1.20	0.12	0.18
Platano	11.4	3	0.2	0.00	0.00	0.00
Cacao resiembra	3.14643	3	0.4	2.14	0.21	0.25
Cacao resiembra	2.81069	1.5	0.4	1.61	0.16	0.21
Platano	3.5	1	0.2	0.00	0.00	0.00
Platano	6	2	0.2	0.00	0.00	0.00
Platano	4.5	1.6	0.2	0.00	0.00	0.00
Cacao clonal	2.89828	1.75	0.4	1.74	0.17	0.22
Platano		6	0.2	0.00	0.00	0.00
Cacao clonal	3.63318	2.8	0.4	3.09	0.31	0.31
Cacao clonal	4.79583	4.2	0.4	6.23	0.62	0.45
				417.54	41.75	41.92
Cacao clonal	2.56905	3.5	0.4	1.28	0.13	0.19
Cacao clonal	2.56905	4	0.4	1.28	0.13	0.19
Cacao clonal	4.84768	2.5	0.4	6.40	0.64	0.46
Cacao clonal	3	2.8	0.4	1.90	0.19	0.23
Cacao clonal	3.34664	2.1	0.4	2.51	0.25	0.27
Cacao clonal	2.5	3.2	0.4	1.20	0.12	0.18
Guaba	2.5	13		1.20	0.12	0.12
Guaba	18.4	10		187.01	18.70	18.70
Guaba	8.6	4		27.30	2.73	2.73
Platano	4.6	2.3		5.61	0.56	0.56
Cacao clonal	11.1	2.2		52.07	5.21	1.50
Platano	6	2.4		0.00	0.00	0.00
Limon	2.64575	2	0.2	1.38	0.14	0.14
Cacao clonal	2.72029	2	0.4	1.48	0.15	0.20
Cacao clonal	4.20714	3.5	0.4	4.47	0.45	0.38
Platano	4	1	0.4	0.00	0.00	0.00
				295.10	29.51	25.85
Cacao clonal	2.82843	2	0.4	1.64	0.16	0.21
Cacao clonal	3.30151	2.1	0.4	2.42	0.24	0.27
Cacao clonal	3.5	1.6	0.4	2.81	0.28	0.29
Cacao clonal	3.4	1.5	0.4	2.61	0.26	0.28
Cacao clonal	2.5	1.8	0.4	1.20	0.12	0.18
Cacao clonal	3.34664	2.3	0.4	2.51	0.25	0.27
Cacao clonal	3.68782	3.2	0.4	3.20	0.32	0.31
Cacao clonal	2.5	1.78	0.4	1.20	0.12	0.18
Cacao clonal	4	3	0.4	3.94	0.39	0.35
Guaba	11.1	8	0.4	52.07	5.21	5.21
Cacao clonal	3.17805	2.5	0.2	2.20	0.22	0.25
Cacao clonal	3	4	0.4	1.90	0.19	0.23
Cacao clonal	4.1833	4	0.4	4.41	0.44	0.37
Cacao clonal	3.79473	3.5	0.4	3.45	0.34	0.33
Cacao clonal	4.19524	3.2		4.44	0.44	0.38
Cacao clonal	3.64692	5	0.4	3.12	0.31	0.31
Cacao clonal	3.1	2.3		2.07	0.21	0.24
				95.16	9.52	9.66

Cacao Clonal	3.16228	3.2	0.4	2.17	0.22	0.25
Cacao Clonal	3.01662	2.8	0.4	1.93	0.19	0.23
Platano	12	3	0.4	0.00	0.00	0.00
Cacao Clonal	2.19089	2.8	0.6	0.86	0.09	0.15
Cacao Clonal	4.66905	2.5	0.6	5.82	0.58	0.44
Cacao Clonal	2.19089	2.2	0.4	0.86	0.09	0.15
Guaba	11.5	7	0.4	56.94	5.69	5.69
Guaba	17	8		153.08	15.31	12.31
Guaba	4.3	2.5		4.73	0.47	0.47
Cacao Clonal	2.12132	2.2		0.79	0.08	0.14
Cacao Clonal	2.4	1.3		1.08	0.11	0.17
Cacao Clonal	3.91152	3		3.72	0.37	0.34
Cacao Clonal	3.59166	3	0.4	3.00	0.30	0.30
Guaba	11.9	6	0.4	62.09	6.21	6.21
Cacao Clonal	3	2.3	0.4	1.90	0.19	0.23
				298.97	29.90	27.08
Cacao Clonal	3.83406	3	0.4	3.54	0.35	0.33
Cacao Clonal	1.8			0.52	0.05	0.11
Platano	6.5	2		0.00	0.00	0.00
Palta	3.2	1.7		2.24	0.22	0.22
Cacao Clonal	3.60555	1.9		3.03	0.30	0.30
Platano	3.60555	1.8		0.00	0.00	0.00
Platano	7.3	1.75		0.00	0.00	0.00
Guaba	5.7	2	0.4	9.64	0.96	0.96
Platano	7.2	3.5	0.6	0.00	0.00	0.00
Cacao Clonal	1	1	0.4	0.12	0.01	0.05
Guaba	3.5	3	0.4	2.81	0.28	0.28
Guaba	8.5	7	0.4	26.50	2.65	2.65
Cacao Clonal	3.06594	3	0.4	2.01	0.20	0.24
Cacao Clonal	2.82843	3.2	0.4	1.64	0.16	0.21
Lima	2.36643	1.8		1.04	0.10	0.10
				53.09	5.31	5.47

Cuadro N° 22. **ÁRBOLES MUERTOS EN PIE** - TRANSECTO: 5m x 100m

FORMULA DE BIOMASA SIMILAR AL DE ÁRBOLES VIVOS =  $0.1184D^{2.53}$

UBICACION (GPS)	TRANS	NOMBRE VULGAR	DAP cm	H cm	DEN	BIOMASA Ton/arb	BIOMASA/PARCELA Kg-arb/parc
		1 Pucaquiro	16.5	6.5	0.6	0.54	
		2				0.00	
		3				0.00	
		4				0.00	
		5				0.00	

Cuadro N° 23. **ÁRBOLES CAIDOS MUERTOS** - TRANSECTO: 4m x 25m.

FORMULA DE BIOMASA= DENSIDAD\*(D\*D)\*LONG\*PI\*0.25

UBICACION	NOMBRE		DAP	LONGITUD	DEN	OBSERVA	BIOMASA	BIOMASA/
UTM	TRANS	VULGAR	cm	cm		CIONES	Kg/arb	PARCELA
								Kg-arb/parc
	1	NN	12	0.8	0.4		0.04	
	2	Platano	13	0.83	0.2	tronco	0.00	Ya no se considera



Foto N° 5. Insecto y la herbácea particular de esta zona: *Comelina sp.*

Cuadro N° 24 **HERBACEA** - AREA DE MUESTREO: 1mx1m.

TRANS	MUES	PFT	PFM	PSM	BIOMASA	PRO/TRAN
		g	g	g	t/ha	
	1	1100	160.8	16.4	1.121891	0.583549
	1	300	570.7	8.6	0.045208	
	2	500	121.2	15.7	0.64769	0.733839
	2	950	176.1	15.2	0.819989	
	3	850	9607	11.3	0.009998	0.434629
	3	800	162	17.4	0.859259	
	4	700	77.2	7.1	0.643782	0.811265
	4	1200	174.1	14.2	0.978748	
	5	2300	103.8	9.1	2.016378	2.143903
	5	1500	105	15.9	2.271429	
PROMEDIO					0.94	0.941437

TRANS = PARCELA O TRANSECTO

PFT = peso fresco total de la biomasa arbustiva/herbacea

PFM = peso fresco de la biomasa arbustiva/herbacea

PSM = peso seco de la biomasa arbustiva/herbacea

Cuadro N° 25. HOJARASCA - AREA DE MUESTREO: 0.5mx0.5m

TRANS	MUES	PFT gr	PFM g	PSM g	BIOMASA T/ha	PROM/TRAN
1	1	54.8	54.8	38.3	1.53	
1	2	150	100	76.6	4.60	3.06
2	1	100	50	37.5	3.00	
2	2	62	62	40.5	1.62	2.31
3	1	50	38.5	30.6	1.59	
3	2	102.2	102.2	77.2	3.09	2.34
4	1	61.1	61.1	47.6	1.90	
4	2	95.9	95.7	69.5	2.79	2.34
5	1	68.7	68.7	44.3	1.77	
5	2	60.4	60.4	40.4	1.62	1.69
PROMEDIO					50.25	2.5144275

TRANS = NUMERO DE PARCELA O TRANSECTO

PFT = peso fresco total de hojarasca por 0.25 m<sup>2</sup>

PFM = peso fresco de la muestra de hojarasca

PSM = peso seco de la muestra de hojarasca



Foto N° 6. Extrayendo hojarasca.

Cuadro N° 26. CALCULO DEL CARBONO EN LA BIOMASA VEGETAL TOT.

TRANSECTO	ÁRBOLES VIVOS EN TRANS/100m <sup>2</sup>	ÁRBOLES MUERTOS EN PIE/500m <sup>2</sup>	ÁRBOLES CAIDOS MUERTOS/100m <sup>2</sup>	BIOMASA ARBUSTIVA/ HERBACEA	BIOMASA HOJARASCA	BIOMASA VEGETAL TOTAL	TOTAL CARBONO DE
1	41.92	0.54	0.04	0.583549	3.064	46.15	20.77
2	25.85	0.00	0.00	0.733839	2.31	28.89	13.00
3	9.66	0.00	0.00	0.434629	2.3388052	12.43	5.59
4	27.08	0.00	0.00	0.811265	2.3449049	30.24	13.61
5	5.47	0.00	0.00	2.143903	1.694	9.31	4.19
						25.40	11.43

## ANEXO N° 7. CACAO 6 AÑOS CON SOMBRA TEMPORAL DE PLÁTANO.

SITIO: Pachiza - Alto el Sol - Juanjuí - Mariscal Cáceres - San Martín

UBICACIÓN (UTM) : 0323138 E 9185840 N H= 398 m.s.n.m.



Foto N° 7. CACAO 6 AÑOS CON SOMBRA TEMPORAL DE PLÁTANO.

Cuadro N° 27. **ÁRBOLES VIVOS** - TRANSECTO: 4x25m

FORMULA DE BIOMASA DE ÁRBOLES VIVOS = $0.1184D^{2.53}$						
FORMULA DE BIOMASA DE CACAO = $0.4849D^{1.4266}$						
NOMBRE	DAP	H	DENSIDAD			
			ESPECIE	BIOMASA	c/ formula	en ton/ arb
VULGAR	cm	m	VALOR	ton/arb	c/ cacao	en ton/ arb
Cacao clonal	4.266	3.5	0.4	0.46	3.84	0.38
Cacao clonal	4.909	3.4	0.4	0.66	4.69	0.47
Cacao clonal	4.438	3.9	0.4	0.51	4.06	0.41
Cacao clonal	4.278	3.8	0.4	0.47	3.86	0.39
Cacao clonal	5.621	4	0.4	0.93	5.69	0.57
Cacao clonal	4.99	4	0.4	0.69	4.80	0.48
Cacao clonal	4.231	4	0.4	0.45	3.80	0.38
Cacao clonal	6.38	3.8	0.4	1.28	6.82	0.68
Platano	9	2.5	0.2	0.00	0.00	0.00
				5.46	37.57	3.76
Cacao Franco	6.5	3.8	0.4	1.34	7.00	0.70
N.N.	5.5	5.3	0.4	0.88	5.52	0.55
Cacao clonal	3.688	3.2	0.4	0.32	3.12	0.31
Platano	12.5	3.2	0.2	0.00	17.80	1.78
Cacao clonal	4.483	3.5	0.4	0.53	4.12	0.41
Cacao clonal	4.135	3.2	0.4	0.43	3.67	0.37
Platano	3.5	1.4	0.2	0.00	2.90	0.29

Platano	3.5	0.6	0.2	0.00	2.90	0.29
Cacao clonal	4.45	3.2	0.4	0.52	4.08	0.41
Cacao clonal	5.206	3.5	0.4	0.77	5.10	0.51
Platano	9.5	2	0.2	0.00	0.00	0.00
Cacao clonal	3.317	2.5	0.4	0.25	2.68	0.27
Platano	9	1.5	0.2	0.00	0.00	0.00
Cacao clonal	4.733	3.5	0.4	0.60	4.45	0.45
Cacao clonal	4.099	3	0.4	0.42	3.63	0.36
				6.05	66.98	6.70
Cacao clonal	2.864	3.1	0.4	0.17	2.18	0.22
Platano	14.5	2.9	0.4	0.00	0.00	0.00
Platano	5.5	1.6	0.4	0.00	0.00	0.00
Cacao franco	8.1	3	0.4	2.35	9.59	0.96
Platano	7.3	2	0.4	0.00	0.00	0.00
Cacao	3.95	3.2	0.4	0.38	3.44	0.34
Platano	9	2.5	0.4	0.00	0.00	0.00
Platano	8	2.2	0.4	0.00	0.00	0.00
Cacao	4.123	3	0.4	0.43	3.66	0.37
Platano	6.1	1.5	0.4	0.00	0.00	0.00
Platano	5.5	1.3	0.2	0.00	0.00	0.00
Cacao	3.225	3	0.4	0.23	2.58	0.26
Platano	8.7	1.8	0.4	0.00	0.00	0.00
Cacao	3.937	3.2	0.4	0.38	3.43	0.34
Cacao	3.45	3	0.4	0.27	2.84	0.28
				4.20	27.70	2.77
Cacao Clonal	5.958	3.2	0.4	1.08	6.19	0.62
Platano	10	2.5	0.2	0.00	0.00	0.00
Platano	13	2.6	0.2	0.00	0.00	0.00
Cacao franco	9.5	3	0.4	3.51	12.04	1.20
Cacao clonal	5.235	3.2	0.4	0.78	5.14	0.51
Cacao	4.243	3	0.4	0.46	3.81	0.38
Cacao	4.45	4	0.4	0.52	4.08	0.41
Cacao	2.665	3.8	0.4	0.14	1.96	0.20
Platano	9.4	2.2	0.2	0.00	0.00	0.00
Platano	7.3	2	0.2	0.00	0.00	0.00
Platano	6.5	1.9	0.2	0.00	0.00	0.00
Cacao	4.29	3.9	0.4	0.47	3.87	0.39
				6.95	37.09	3.71
Cacao Clonal	4.382	3.8	0.4	0.50	3.99	0.40
Platano	3.8	1.4	0.2	0.00	0.00	0.00
Platano	9	2.3	0.2	0.00	0.00	0.00
Cacao Clonal	6	3.5	0.4	1.10	6.25	0.62
Cacao Clonal	3.661	3	0.4	0.31	3.09	0.31
Platano	10.8	1.5	0.2	0.00	0.00	0.00
Cacao Clonal	4.301	3.8	0.4	0.47	3.89	0.39
Cacao Clonal	5.089	3.9	0.4	0.72	4.94	0.49
Cacao franco	7.3	2.5	0.4	1.80	8.27	0.83
Cacao	3.847	3.1	0.4	0.36	3.31	0.33
				5.27	33.73	3.37

**CUADRO N° 28. ÁRBOLES MUERTOS EN PIE - 5m x 100m**

FORMULA DE BIOMASA SIMILAR AL DE ARBOLES VIVOS =  $0.1184D^{2.53}$

UBICACION (GPS)	NOMBRE		DAP	H	DEN	BIOMASA	BIOMASA/ PARCELA
	TRANS	VULGAR	cm	cm		Kg/arb	ton/arb
						0.00	
						0.00	
						0.00	
		Tocon	11	22	0.4	5.11	0.510593
		NN	6.2	24		1.20	0.119702
						0.00	

**Cuadro N° 29. ÁRBOLES CAIDOS MUERTOS - TRANSECTO: 4m x 25m.**

FORMULA DE BIOMASA= DENSIDAD\*(D\*D)\*LONG\*PI\*0.25

UBICACION UTM	NOMBRE TRANS VULGAR	DAP cm	LONGITUD cm	DEN	OBSERVA CIONES	BIOMASA Kg/arb	BIOMASA/ PARCELA ton
	1 Anacaspi	30	2.5	0.6		7.07	
	Cacao rama	3	0.92	0.4		0.03	
						7.09	0.71
	2 Plátano	10.5	0.72	0.2	tronco	0.00	
	NN	11.5	0.82	0.2		0.34	
	NN	14.1	0.9	0.2		0.56	
	NN	8.2	0.75	0.2		0.16	
	NN	15.5	0.7	0.2		0.53	
	NN	13.6	1.12	0.2		0.65	
	Plátano	14.6	1.06	0.2		0.00	
	Plátano	10	1.22	0.2		0.00	
						2.24	0.22
	3 Plátano	10	1.5	0.2	rama	0.00	
	NN	5.5	0.7	0.2		0.07	
	NN	10	0.65	0.2		0.20	
	Cacao	4.2	1.85	0.4		0.10	
	Plátano	13	1.6	0.2		0.00	
						0.37	0.04
	4 Plátano	18	1.25	0.2		0.00	
	Plátano	14	1.25	0.2		0.00	
						0.00	0.00
	5 Plátano	10	1	0.2		0.00	
	Plátano	9	0.9	0.2		0.00	
	NN	15	0.86	0.2		0.61	
	Plátano	11	1.4	0.2		0.00	
						0.61	0.06

Cuadro N° 30. **HERBACEA** - AREA DE MUESTREO: 1mx1m.

TRANS	MUES	PFT	PFM	PSM	BIOMASA	PRO/TRAN
		g	g	g	t/ha	
1	1	150	78.2	3.6	0.069054	0.154906
1	2	200	105.5	12.7	0.240758	
2	1	90	46.2	5.3	0.103247	0.093273
2	2	90	49.7	4.6	0.0833	
3	1	500	135.6	17.4	0.641593	0.36864
3	2	120	76.5	6.1	0.095686	
4	1	600	84.8	12.4	0.877358	1.037349
4	2	600	90.2	18	1.197339	
5	1	600	82.9	10	0.723764	0.464359
5	2	280	88.8	6.5	0.204955	
PROMEDIO					0.42	0.423705

Cuadro N° 31. **HOJARASCA** - AREA DE MUESTREO: 0.5mx0.5m

TRANS	MUES	PFT	PFM	PSM	BIOMASA	PROM/TRAN
		gr	g	g	T/ha	
1	1	600	200	111.9	13.428	10.356
1	2	300	100	60.7	7.284	
2	1	300	150	107	8.56	5.736
2	2	200	100	36.4	2.912	
3	1	500	100	48.6	9.72	8.2016
3	2	400	100	41.77	6.6832	
4	1	450	100	66.4	11.952	9.5650909
4	2	300	110	65.8	7.1781818	
5	1	500	180	110.57	12.285556	8.2127778
5	2	200	80	41.4	4.14	
PROMEDIO					69.054	8.4142937

TRANS = NUMERO DE PARCELA O TRANSECTO

PFT = peso fresco total de hojarasca por 0.25 m<sup>2</sup>

PFM = peso fresco de la muestra de hojarasca

PSM = peso seco de la muestra de hojarasca

Cuadro N° 32. **CALCULO DEL CARBONO EN LA BIOMASA VEGETAL TOT.**

TRANSECTO	ARBOLES VIVOS EN TRANS/100m <sup>2</sup>	ARBOLES MUERTOS EN PIE/500m <sup>2</sup>	ARBOLES CAIDOS MUERTOS/100m <sup>2</sup>	BIOMASA ARBUSTIVA/ HERBACEA T/ha	BIOMASA HOJARASCA	BIOMASA VEGETAL TOTAL	TOTAL DE CARBONO EN EL SUT
1	3.76	0	0.71	0.15	10.36	14.98	6.73949261
2	6.70	0	0.22	0.09	5.74	12.75	5.7381813
3	2.77	0	0.04	0.37	8.20	11.38	5.1198277
4	3.71	0.51	0.00	1.04	9.57	14.82	6.66986191
5	3.37	0.12	0.06	0.46	8.21	12.23	5.50400511
							5.95427373

**ANEXO N° 8. CACAO DE 6 AÑOS CON CAPIRONA BOLAINA Y FRUTALES**

SITIO: Pachiza - Alto el Sol - Juanjuí - Mariscal Cáceres - San Martín

UBICACIÓN (UTM) : 0302025 E 9192154 N H= 270 m.s.n.m.

Facilitador: Winston Saavedra.



Foto N° 8. Chacra del Sr. Winston Saavedra.



Foto N° 9. Cacao de 6 años con capirona bolaina y frutales.

Cuadro N° 33 **ÁRBOLES VIVOS** - TRANSECTO: 4x25m.

FORMULA DE BIOMASA DE ÁRBOLES VIVOS = 0.1184D <sup>2.53</sup>						
FORMULA DE BIOMASA DE CACAO = 0.4849D <sup>1.4266</sup>						
NOMBRE VULGAR	DAP cm	H m	DENSIDAD	BIOMASA ton/arb	BIOMASA ton/arb	
			ESPECIE VALOR			
Cacao clonal	4.648	2.5	0.4	0.58	0.43	
Capirona 5 años	7	6	0.6	1.62	1.10	
Cacao clonal	2.898	3.2	0.4	0.17	0.22	
Anona	8.6	5.5	0.6	2.73	2.73	
Cacao Clonal	4.37	3	0.4	0.49	0.40	
Palmera	8	4	0.2	2.27	2.27	
Cacao clonal	4.2	2.8	0.4	0.45	0.38	
Cacao clonal	2.366	2.5	0.4	0.10	0.17	
Cacao clonal	5.04	3.5	0.4	0.71	0.49	
Bolaina	3.6	4.5	0.4	0.30	0.30	
Capirona	14.6	12	0.6	10.42	10.42	
Cacao clonal	4.123	3.2	0.4	0.43	0.37	
Cacao clonal	3.479	3.2	0.4	0.28	0.29	
Capirona	18.5	15	0.6	18.96	18.96	
Capirona	14.3	15	0.6	9.88	9.88	
Cacao clonal	3.564	3	0.4	0.29	0.30	
				49.68	48.69	
Cacao clonal	16.5	3.4	0.4	14.19	2.65	
Carambola	11.5	7	0.4	5.69	5.69	
Cacao clonal	4.231	3.2	0.4	0.45	0.38	
Cacao clonal	3.847	3.1	0.4	0.36	0.33	
Cacao clonal	2.449	3.2	0.4	0.11	0.17	
Cacao clonal	3.675	3.5	0.4	0.32	0.31	
Palmera	15	6.11	0.2	0.00	0.00	
Cacao clonal	3.521	3.2	0.4	0.29	0.29	
Cacao clonal	3.924	3.1	0.4	0.38	0.34	
Cacao clonal	4.733	3.2	0.4	0.60	0.45	
				22.39	10.61	
Cacao clonal	4.806	2.5	0.4	0.63	0.46	
Cacao clonal	3.286	3.2	0.4	0.24	0.26	
Cacao clonal	4.062	3.2	0.4	0.41	0.36	
Cacao clonal	4.393	3.2	0.4	0.50	0.40	
Cacao clonal	4.183	3.8	0.4	0.44	0.37	
Cacao clonal	4.313	3.5	0.4	0.48	0.39	
Cacao clonal	4.301	3.2	0.4	0.47	0.39	
Cacao clonal	4.254	3.1	0.4	0.46	0.38	
Cacao clonal	4.438	1400	0.4	0.51	0.41	
Cacao clonal	3.391	468	0.4	0.26	0.28	
Coco (palmera)	23	6	0.2	32.89	32.89	
Cacao clonal	3.847	3	0.4	0.36	0.33	
Cacao clonal	4.5	3.2	0.4	0.53	0.41	
Anona	11	7	0.4	5.09	5.09	
Guanabana	13	1.5	0.4	7.77	7.77	
				51.03	50.19	
Cacao Clonal	3.033	3.5	0.4	0.20	0.24	
Cacao Clonal	4.159	3.5	0.4	0.43	0.37	
Capirona	6.5	7.5	0.6	1.34	1.34	

Cacao Clonal	3.688	3.5	0.4	0.32	0.31
Capirona	6.5	7.5	0.6	1.34	1.34
Cacao Clonal	3.688	3.5	0.6	0.32	0.31
Cacao Clonal	3.647	4.5	0.4	0.31	0.31
Cacao Clonal	4.147	3	0.4	0.43	0.37
Cacao Clonal	4.159	3.8	0.4	0.43	0.37
Cacao Clonal	4.147	2.6	0.4	0.43	0.37
N.N	19.5	9	0.4	21.66	21.66
				27.23	26.99
Cacao Clonal	3.194	3	0.4	0.22	0.25
Bolaina	12.5	8	0.4	7.03	7.03
Cacao Clonal	3.194	9.2	0.6	0.22	0.25
Cacao Clonal	2.966	3.5	0.4	0.18	0.23
Cacao Clonal	2.757	3.3	0.4	0.15	0.21
Cacao Clonal	3.479	3.2	0.4	0.28	0.29
Cacao Clonal	4.099	3.5	0.4	0.42	0.36
Cacao Clonal	4.159	4	0.4	0.43	0.37
				8.95	8.99

Cuadro N° 34. **ÁRBOLES MUERTOS EN PIE** - TRANSECTO: 5m x 100m.

FORMULA DE BIOMASA SIMILAR AL DE ÁRBOLES VIVOS =  $0.1184D^2.53$

UBICACION (GPS)	NOMBRE	DAP	H	BIOMASA/		
				BIOMASA	PARCELA	
TRANS	VULGAR	cm.	cm.	DEN	Kg/arb	Kg-arb/parc
1					0.00	

Cuadro N° 35. **ÁRBOLES CAIDOS MUERTOS** - TRANSECTO: 4m x 25m

FORMULA DE BIOMASA= DENSIDAD\*(D\*D)\*LONG\*PI\*0.25

UBICACION	NOMBRE	OBSERVA	BIOMASA	BIOMASA/				
UTM	TRANS	VULGAR	DAP	LONGITUD	DEN	CIONES	Kg/arb	PARCELA
			cm	m				Kg-arb/parc
	1	-					0.00	
	2	Plátano	9.2	1.27	0.2	tronco	0.00	Ya no se considera
	3	Cacao	3.6	1.26	0.2	rama	0.01	
	4	-						
	5	-						

Cuadro N° 36. **HERBACEA** - AREA DE MUESTREO: 1mx1m.

TRANS	MUES	PFT	PFM	PSM	BIOMASA	PRO/TRAN
		g	g	g	t/ha	
1	1	120	80	13.37	0.20055	0.45285
1	2	450	100	15.67	0.70515	
2	1	250	130	15.97	0.307115	0.339068
2	2	260	100	14.27	0.37102	
3	1	130	60	9.67	0.209517	0.112008
3	2	50	30	0.87	0.0145	
4	1	90	55	3.7	0.060545	0.081513
4	2	120	50	4.27	0.10248	
5	1	310	100	7.57	0.23467	0.12686
5	2	60	40	1.27	0.01905	
PROMEDIO					0.22	0.22246

Cuadro N° 37. **HOJARASCA** - AREA DE MUESTREO: 0.5mx0.5m.

TRANS	MUES	PFT gr	PFM g	PSM g	BIOMASA T/ha	PROM/TRAN
1	1	550	150	116.37	17.0676	
1	2	850	160	64.67	13.742375	15.404988
2	1	300	150	111.87	8.9496	
2	2	360	150	53.47	5.13312	7.04136
3	1	130	100	51.87	2.69724	
3	2	120	90	41.77	2.2277333	2.4624867
4	1	500	120	70.9	11.816667	
4	2	280	100	70.67	7.91504	9.8658533
5	1	350	100	114.8	16.072	
5	2	150	80	44.27	3.32025	9.696125
PROMEDIO					74.066	8.6936719

TRANS = NUMERO DE PARCELA O TRANSECTO

PFT = peso fresco total de hojarasca por 0.25 m<sup>2</sup>

PFM = peso fresco de la muestra de hojarasca

PSM = peso seco de la muestra de hojarasca

Cuadro N° 38. **CALCULO DEL CARBONO EN LA BIOMASA VEGETAL TOT.**

HOJA DE RESUMEN DE DATOS.

SISTEMA DE USO DE LA TIERRA : Cacao de 5 años con Capirona Bolaina y frutales

SITIO: Pachiza - Alto el Sol - Juanjuí - Mariscal Cáceres - San Martín

CALCULO DE LA BIOMASA VEGETAL TOTAL

TRANSECTO	ÁRBOLES VIVOS EN TRANS/100m <sup>2</sup>	ÁRBOLES MUERTOS EN PIE/500m <sup>2</sup>	ÁRBOLES CAIDOS MUERTOS/100m <sup>2</sup>	BIOMASA ARBUSTIVA/ HERBACEA T/ha	BIOMASA HOJARASCA T/ha	BIOMASA VEGETAL TOTAL	TOTAL DE CARBONO EN EL SUT
1	48.69	0.00	0.00	0.45285	15.0404	64.19	28.88
2	10.61	0.00	0.00	0.339068	7.04136	17.99	8.10
3	50.19	0.00	0.01	0.112008	2.4624	52.77	23.75
4	26.99	0.00	0.00	0.081513	9.658	36.73	16.53
5	8.99	0.00	0.00	0.12686	9.6961	18.82	8.47
						38.10	17.14



Foto N° 10. Coralillo encontrada en un acequia del Sistema.

ANEXO N° 9. CACAO DE 8 AÑOS CON CAPIRONA - CAOBA – BOLAINA.

SITIO: Pajarillo- Mariscal Cáceres - San Martín

UBICACIÓN (UTM):0322901 E 3186296 N H= 327 m.s.n.m.

Facilitador: Esteban Altamirano



Foto N° 11. Cacao de 8 años con capirona - caoba – bolaina.



Foto 12. Mariposa encontrada en el sistema de capirona, bolaina y caoba.

Cuadro N° 39. ÁRBOLES VIVOS - TRANSECTO: 4x25m.

FORMULA DE BIOMASA DE ARBOLES VIVOS = $0.1184D^{2.53}$					
FORMULA DE BIOMASA DE CACAO = $0.4849D^{1.4266}$					
NOMBRE VULGAR	DAP cm	H m	DENSIDAD ESPECIE VALOR	Biomasa ton/arb	Biomasa c/ form cacao ton/arb
Cacao clonal	4.405	3.2	0.4	0.50	0.40
Cacao clonal	5.357	3.2	0.4	0.82	0.53
Capirona	17	16	0.8	15.31	15.31
Cacao clonal	3.7	1.8	0.4	0.32	0.31
Cacao clonal	3.578	3	0.4	0.30	0.30
Cacao clonal	9.7	3.4	0.4	3.70	1.24
Capirona	19.2	19	0.8	20.83	20.83
Cacao clonal	3.728	3.2	0.4	0.33	0.32
Cacao clonal	3.768	3	0.4	0.34	0.32
Capirona	17.5	20	0.8	16.47	16.47
				58.92	56.03
Caoba	3.8	2.3	0.8	0.35	0.35
Cacao	2.665	17	0.4	0.14	0.20
Ishpingo	2.5	3	0.8	0.12	0.12
Cacao	4.3	21	0.4	0.47	0.39
Capirona	15.7	2.6	0.8	12.52	12.52
Cacao	3.033	20	0.4	0.20	0.24
Capirona	15.8	3.2	0.8	12.72	12.72
Cacao	3.521	2.9	0.4	0.29	0.29
Cacao	3.834	23	0.4	0.35	0.33
Bolaina	29	13	0.4	59.12	59.12
Capirona	9.8	15	0.4	3.80	3.80
Capirona	12.9	15	0.4	7.62	7.62
Capirona	12.5	3	0.4	7.03	7.03
Cacao franco	8.7	20	0.4	2.81	1.06
				107.53	105.78
Capirona	16.6	20	0.8	14.41	14.41
Cacao clonal	3.082	2.9	0.4	0.20	0.24
Capirona	15.9	18	0.8	12.92	12.92
Cacao clonal	3.376	3.5	0.4	0.26	0.28
Capirona	11.6	16	0.8	5.82	5.82
Cacao Franco	10	2.8	0.4	4.00	1.29
Cacao Franco	6.4	3	0.4	1.29	0.69
Capirona	13.8	20	0.8	9.03	9.03
Cacao Franco	9.7	2.9	0.4	3.70	1.24
Cacao Franco	11.5	2.5	0.4	5.69	1.58
Cacao clonal	9.8	2.8	0.4	3.80	1.26
Capirona	12	16	0.8	6.34	6.34
Capirona	17.5	19	0.8	16.47	16.47
				83.95	71.58
Cacao Franco	5.8		0.4	1.01	0.60
Cacao Clonal	5.1		0.4	0.73	0.50
Cacao Clonal	2.7		0.4	0.15	0.20
Cacao Franco	14.8		0.2	10.78	2.27
Cacao Franco	15.5		0.4	12.12	2.42

Cacao Franco	8.6		0.4	2.73	1.04
Bolaina	30		0.4	64.42	64.42
Cacao Franco	3.987		0.4	0.39	0.35
Cacao Franco	5		0.4	0.69	0.48
Cacao Franco	7		0.4	1.62	0.78
				94.63	73.05
Cacao Franco	6.3	2.2	0.4	1.24	0.67
Cacao Franco	3.7	2.9	0.4	0.32	0.31
Cacao Franco	12.6	3.2	0.4	7.17	1.80
Capirona	13	16	0.8	7.77	7.77
Cacao Franco	8.3	3.2	0.4	2.50	0.99
Cacao Franco	10.8	2.7	0.4	4.86	1.45
Capirona	15.2	14	0.8	11.53	9.37
Cacao Franco	6.8	2.5	0.4	1.51	0.75
Caoba	6.3	5	0.8	1.24	0.67
Cacao Franco	3.421	3.2	0.4	0.26	0.28
Shimbillo	29	21	0.4	59.12	59.12
				97.53	83.17

Cuadro N° 40. **ÁRBOLES MUERTOS EN PIE** - TRANSECTO: 5m x 100m

FORMULA DE BIOMASA SIMILAR AL DE ÁRBOLES VIVOS =  $0.1184D^{2.53}$

TRANS	NOMBRE VULGAR	DAP cm	H cm	DEN	BIOMASA Kg/arb
1	Paliperro	12.5	75	0.4	7.06
	Capirona	14.2	34	0.8	9.74
	Capirona	12.3	48	0.8	6.77
	Capirona	11.5	55	0.8	5.71
	Capirona	13	110	0.8	7.79
	Capirona	14	63	0.8	9.40
	Capirona	12.6	42	0.8	7.20
	Capirona	14.6	40	0.8	10.45
	Capirona	13.4	41	0.8	8.41
					72.54
2	Capirona	12.7	49		7.34
	Ishpingo	17.7	64		17.01
	Capirona	15.2	51		11.57
	Capirona	12.5	39		7.06
	Capirona	7.7	44		2.07
	Capirona	10.2	51		4.22
	Capirona	14.7	45		10.63
	Capirona	10.3	39		4.32
	Capirona	8.1	35		2.35
	Capirona	13	41		7.79
	Capirona	8.8	44		2.90
	Capirona	12.2	41		6.64
	Capirona	8.2	21		2.43
	Capirona	9.7	27		3.71
	Capirona	9.2	17		3.25
					93.30
3	Capirona	14.6	37	0.8	10.45
	Capirona	11.8	27	0.8	6.10

Capirona	16	39	0.8	13.18
Capirona	13	44	0.8	7.79
Capirona	13.8	35	0.8	9.06
Capirona	14.9	29	0.8	11.00
Capirona	11.1	40	0.8	5.22
Capirona	14.4	41	0.8	10.09
Capirona	13.5	39	0.8	8.57
Capirona	13.32	22	0.8	8.29
Cacao	6.4	90	0.4	0.69
				90.44
4 Capirona	20	20	0.8	8.29
Lupuna	52	52	0.4	8.29
				16.57
5 Capirona	12	28	0.8	8.29
Capirona	8.5	24	0.8	8.29
Capirona	18.3	32	0.8	8.29
Capirona	8.2	16	0.8	8.29
Capirona	10.2	13	0.8	8.29
Capirona	14.3	32	0.8	8.29
				49.72

Cuadro N° 41. **ÁRBOLES CAIDOS MUERTOS** - 4m x 25m.

FORMULA DE BIOMASA= DENSIDAD\*(D\*D)\*LONG\*PI\*0.25

TRANS	NOMBRE VULGAR	DAP cm	LONGITUD cm	DEN	OBSERVACIONES	BIOMASA Kg/arb	BIOMASA/ PARCELA Kg-arb/parc
1	Cacao	3.5	0.6	0.2		0.0023	
	Capirona	5.8	0.65	0.4		0.0069	
						0.0092	0.0092
2	Bolaina	13.2	1.27	0.2	tronco	0.0695	
	Bolaina	10	0.57	0.2		0.0179	
						0.0874	0.0874
3	Cacao	4.8	1.5	0.2	rama	0.0109	
	Cacao	4.8	1.4	0.2		0.0101	
						0.0210	0.0210
4	Lupuna	34	6.6	0.4		2.3969	
	Cacao	7.9	1.2	0.2		0.0235	
	Cacao ramas	5.4	0.6	0.2		0.0055	
	Lupuna	47	2.78	0.4	tronco	1.9293	
	Lupuna	31	0.92	0.4	tronco	0.2778	
						4.6330	4.6330
5	Palmera	15.8	0.8	0.2	no cuenta	0.0069	
	Bolaina	35	1.3	0.2		0.0069	
	Bolaina	3.2	2.4	0.2		0.0069	
						0.0206	0.0206

Cuadro N° 42. **HERBACEA** - AREA DE MUESTREO: 1mx1m.

TRANS	MUES	PFT g	PFM g	PSM g	BIOMASA t/ha	PRO/TRAN
1	1	50	40	4.25	0.53125	0.423125
1	2	45	25	1.75	0.315	
2	1	95	50	9.35	1.7765	1.096583
2	2	50	45	3.75	0.416667	
3	1	50	45	4.85	0.538889	0.451944
3	2	30.2	30.2	3.65	0.365	
4	1	35.5	35.5	4.45	0.445	0.35
4	2	50	50	2.55	0.255	
5	1	150	90	8.6	1.433333	1.216167
5	2	90	50	5.55	0.999	

TRANS = PARCELA O TRANSECTO

PFT = peso fresco total de la biomasa arbustiva/herbacea

PFM = peso fresco de la biomasa arbustiva/herbacea

PSM = peso seco de la biomasa arbustiva/herbacea

Cuadro N° 43. **HOJARASCA** - AREA DE MUESTREO: 0.5mx0.5m

SITIO: Pajarillo- Mariscal Cáceres - San Martín

TRANS	MUES	PFT gr	PFM g	PSM g	BIOMASA T/ha	PROM/TRAN
1	1	750	200	156.95	23.54	19.79
1	2	500	150	120.25	16.03	
2	1	500	200	152.95	15.30	17.68
2	2	700	200	143.35	20.07	
3	1	350	150	107.25	10.01	13.23
3	2	450	100	91.35	16.44	
4	1	500	100	93.65	18.73	21.34
4	2	700	150	128.25	23.94	
5	1	1800	400	207.05	37.27	27.32
5	2	650	250	167.05	17.37	

TRANS = NUMERO DE PARCELA O TRANSECTO

PFT = peso fresco total de hojarasca por 0.25 m2

PFM = peso fresco de la muestra de hojarasca

PSM = peso seco de la muestra de hojarasca

Cuadro N° 44. **CALCULO DEL CARBONO EN LA BIOMASA VEGETAL TOT.**

TRANSECTO	ÁRBOLES VIVOS EN TRANS/100m2	ÁRBOLES MUERTOS EN PIE/500m"	ÁRBOLES CAIDOS MUERTOS/100m2 T/ha	BIOMASA ARBUSTIVA/ HERBACEA	BIOMASA HOJARASCA	BIOMASA VEGETAL TOTAL	TOTAL DE CARBONO EN EL SUT
1	56.03	72.54	0.01	0.42	19.79	148.79	66.96
2	105.78	93.30	0.09	1.10	17.68	217.95	98.08
3	71.58	90.44	0.02	0.45	13.23	175.72	79.07
4	73.05	16.57	4.63	0.35	21.34	115.94	52.17
5	83.17	49.72	0.02	1.22	27.32	161.45	72.65
						163.97	73.79

Anexo N° 10. **CACAO DE 8 AÑOS CON CAPIRONA Y CAFÉ DE 10 AÑOS.**

SITIO: Pajarillo- Mariscal Cáceres - San Martín

UBICACIÓN (UTM) : 0322901 E 9186296 N H= 327 m.s.n.m.

Facilitador: Esteban Campos.



Foto N° 13. **Cacao de 8 años con capirona y café de 10 años.**

Cuadro N° 45. **ÁRBOLES VIVOS - TRANSECTO: 4x25m.**

**FORMULA DE BIOMASA DE ÁRBOLES VIVOS = 0.1184D<sup>2.53</sup>**  
**FORMULA DE BIOMASA DE CACAO = 0.4849D<sup>1.4266</sup>**

NOMBRE VULGAR	DAP cm	H m	DENSIDAD ESPECIE VALOR	BIOMASA	
				Ton/arb	
Cacao clonal	6.091	4.5	0.4	1.14	0.64
Capirona	12.4	16	0.8	6.89	6.89
Cacao clonal	3.578	3.2	0.4	0.30	0.30
Cacao clonal	4.099	3.7	0.4	0.42	0.36
Capirona	11.4	13	0.8	5.57	5.57
Capirona	4.93	14.1	0.8	0.67	0.67
Cacao clonal	4.68	3.6	0.4	0.59	0.44
Capirona	7.2	9.2	0.8	1.74	1.74
Capirona	18.3	15	0.8	18.45	18.45
Cacao clonal	3.55	3.3	0.4	0.29	0.30
Cacao clonal	3.578	3	0.4	0.30	0.30
Cacao clonal	4.506	4.2	0.4	0.53	0.42
				36.88	36.06
Machonaste	22.3	9.4	0.8	30.42	30.42

Cacao clonal	5.491	4	0.4	0.88	0.55
Cacao clonal	3.256	2.2	0.4	0.23	0.26
Cacao Hibrido	10.1	4.1	0.4	4.10	1.31
Cacao clonal	3.873	2.8	0.4	0.36	0.33
Capirona	4	8.2	0.8	0.39	0.39
Capirona	6.124	8	0.8	1.16	1.16
Cacao clonal	2.646	4.8	0.4	0.14	0.19
Cacao clonal	4.461	5	0.4	0.52	0.41
				38.20	35.03
Cacao clonal	4.743	5	0.4	0.61	0.45
Cacao clonal	13	6	0.4	7.77	1.88
Cacao clonal	3.05	2.8	0.4	0.20	0.24
Capirona	8.5	7	0.8	2.65	2.65
Cacao clonal	3.633	3.2	0.4	0.31	0.31
Cacao clonal	3.795	2.8	0.4	0.34	0.33
Cacao clonal	5.666	3.2	0.4	0.95	0.58
Cacao clonal	5.06	3.2	0.4	0.71	0.49
				13.54	6.91
Cacao Clonal	3.302	2.5	0.4	0.24	0.27
Cacao Clonal	4.219	3.2	0.4	0.45	0.38
Cacao Clonal	12.1	3.2	0.4	6.48	1.70
Palmera	3.8	1.4	0.2	0.35	0.35
Cacao Clonal	5.2	2.5	0.4	0.76	0.51
Cacao Hibrido	11	2.7	0.4	5.09	1.48
Cacao Clonal	2.569	2.2	0.4	0.13	0.19
Shimbillo	29	9.6	0.4	59.12	59.12
Cacao Hibrido	10.5	3.8	0.4	4.52	1.39
Cacao Hibrido	11.5	2.7	0.4	5.69	1.58
Cacao Hibrido	12.8	2.2	0.4	7.47	1.84
				90.30	68.80
Cacao Hibrido	12.4	1.6	0.4	6.89	1.76
Cacao Hibrido	12.8	2.7	0.4	7.47	1.84
Cacao Clonal	3.406	2.1	0.4	0.26	0.28
Cacao Clonal	4.147	2.2	0.4	0.43	0.37
Palta	9.7	10.5	0.8	3.70	3.70
Capirona	23	12	0.8	32.89	32.89
Cacao Clonal	3.95	2.9	0.4	0.38	0.34
Cacao Clonal	6.301	2.9	0.4	1.24	0.67
				53.27	41.85

Cuadro N° 46. **ÁRBOLES MUERTOS EN PIE** - TRANSECTO: 5m x 100m.

FORMULA DE BIOMASA SIMILAR AL DE ARBOLES VIVOS =  $0.1184D^{2.53}$

UBICACION (GPS)	TRANS	NOMBRE	DAP	H	DEN	BIOMASA	BIOMASA/ PARCELA
		VULGAR	cm	cm		Kg/arb	Kg-arb/parc
	1	Anacaspí	22	87	0.4	29.49	29.49
	2					0.00	
	3	Capirona	18	1.3	0.2	17.75	
	4					0.00	
	5					0.00	

Cuadro N° 47. **ÁRBOLES CAIDOS MUERTOS** - TRANSECTO: 4m x 25m.

FORMULA DE BIOMASA= DENSIDAD\*(D\*D)\*LONG\*PI\*0.25

TRANS	NOMBRE	Diametro cm	LONGITUD m	DEN	OBSERVA CIONES	BIOMASA	BIOMASA/ PARCELA
	VULGAR					Kg/arb	Kg- arb/parc
1	Cacao	3.5	0.8	0.2		0.00	
	Capirona	2.8	1.87	0.4		0.00	0.01
2	Capirona	15	0.87	0.4	tronco	0.06	0.06
3	Capirona	23	0.8	0.4	rama	0.13	
	Capirona	30.5	1.5	0.4		0.44	
	Capirona	27	2.6	0.4		0.60	1.17
4	NN	31	1.15	0.2		0.35	0.35
5	Tullpay	24.5	1.7	0.4		0.32	
	Cacao	13.2	2.1	0.2		0.11	0.44

Cuadro N° 48. **HERBACEA** - AREA DE MUESTREO: 1mx1m.

TRANS	MUES	PFT	PFM	PSM	BIOMASA	PRO/TRAN	
		g	g	g	t/ha		
1	1	110	90	16.15	1.973889	2.389444	
	1	2	110	50	12.75	2.805	
	2	1	32.7	32.7	5.45	0.545	0.43
	2	2	21.3	21.3	3.15	0.315	
	3	1	110	50	19.25	4.235	2.455
	3	2	29.8	29.8	6.75	0.675	
	4	1	29.1	29.1	5.55	0.555	0.75
	4	2	33.9	33.9	9.45	0.945	
	5	1	150	100	23.75	3.5625	2.33375
	5	2	32.8	32.8	11.05	1.105	
PROMEDIO					1.67	1.671639	

Cuadro N° 49. **HOJARASCA** - AREA DE MUESTREO: 0.5mx0.5m.

TRANS	MUES	PFT gr	PFM g	PSM g	BIOMASA T/ha	PROM/TRAN
1	1	700	250	184.8	20.70	17.441055
1	2	550	290.5	187.3	14.18	
2	1	350	110	73.7	9.38	10.156
2	2	420	140	91.1	10.93	
3	1	300	150	110.9	8.87	10.116
3	2	500	100	56.8	11.36	
4	1	500	90	34.8	7.73	12.9325
4	2	550	120	98.9	18.13	
5	1	800	150	119	25.39	32.122387
5	2	1500	296	191.7	38.86	
PROMEDIO					114.9	16.553588

TRANS = NUMERO DE PARCELA O TRANSECTO

PFT = peso fresco total de hojarasca por 0.25 m<sup>2</sup>

PFM = peso fresco de la muestra de hojarasca

PSM = peso seco de la muestra de hojarasca

Cuadro N° 50. **CALCULO DEL CARBONO EN LA BIOMASA VEGETAL TOT.**

TRANSECTO	ARBOLES VIVOS EN TRANS/100m <sup>2</sup>	ARBOLES MUERTOS EN PIE/500m <sup>2</sup>	ARBOLES CAIDOS MUERTOS/100m <sup>2</sup>	BIOMASA ARBUSTIVA/ HERBACEA T/ha	BIOMASA HOJARASCA	BIOMASA VEGETAL TOTAL	TOTAL DE CARBONO EN EL SUT
1	36.06	29.49	0.01	2.389444	17.441055	85.39	38.43
2	35.03	0.00	0.06	0.43	10.156	45.68	20.55
3	6.91	17.75	1.17	2.455	10.116	38.40	17.28
4	68.80	0.00	0.35	0.75	12.9325	82.83	37.27
5	41.85	0.00	0.44	2.3375	32.122387	76.75	34.54
						65.81	29.61

ANEXO N° 11. EQUIPO DE APOYO EN SAN MARTÍN Y HUANUCO.



Foto N° 14. Equipo del ICT.



Foto N° 15. Equipo de campo en Mariscal Cáceres – Juanjuí en el Río Huallaga.



Foto N° 16. Equipo de apoyo en Tingo Maria; Julián Arévalo y Gabriel Paredes.



Foto N° 17. Equipo Tingo Maria.