21717
45167
BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

Corpoica
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Programa Nacional de
Transferencia de Tecnología
Agropecuaria

Una Aproximación a los Sistemas Agroforestales con Cacao

Luis Antonio Mejía Flórez
Gildardo E. Palencia Calderón

Bucaramanga, 2003

PRESENTACION

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, hace un aporte significativo al manejo integral de los sistemas de producción en las regiones donde los sombríos productivos deben tener un papel estratégico para el manejo y la conservación de la biodiversidad. Este aporte consiste en proponer alternativas agroforestales con cacao que contribuyan al desarrollo y conservación de los recursos naturales y hagan el sistema más competitivo y sostenible a través del tiempo.

Estas alternativas se desarrollaron en varias regiones del país ubicadas en los departamentos de Santander, Norte de Santander, Arauca, Magdalena, Cesar, Tolima, Huila y Antioquia donde se buscaba fortalecer los sistemas agroforestales y a la vez, involucrar a los cacaocultores en un proceso de manejo integrado del cultivo del cacao en arreglos agroforestales que les permitiera obtener producciones más rentables sin deteriorar el medio ambiente, diversificando sus ingresos y por consiguiente mejorando su calidad de vida.

Los resultados obtenidos se plasman en el documento "Una Aproximación a los Sistemas Agroforestales con Cacao" el cual será una herramienta muy valiosa para los investigadores, quienes se apoyarán en su información para desarrollar trabajos posteriores y para llevar los conocimientos a los productores en forma más adecuada.

Corpoica y los autores de esta publicación agradecen, a los técnicos que apoyaron el desarrollo de este trabajo y al Programa Nacional de Transferencia de Tecnología PRONATTA, por su valioso aporte en la financiación del proyecto.

LUIS ANTONIO MEJIA FLOREZ
Gerente Plan Cacao

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CONTENIDO

		Pág.
1.	INTRODUCCION	7
2.	METODOLOGIA	9
3.	RESULTADOS Y DISCUSION	11
3.1.	ESTABLECIMIENTO DE EXPERIMENTOS	11
3.2.	DETERMINACION DE NIVELES DE RADIACION SOLAR	13
3.3.	ESTADO NUTRICIONAL DE LOS SUELOS AL INICIAR Y DESPUES DE DOS AÑOS DE ESTABLECIDOS LOS ARREGLOS	16
3.4.	PRODUCCION DE BIOMASA Y CAPTURA DE CARBONO	20
3.5.	APORTES DE NUTRIENTES POR PROVINCIA EN LOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCION	23
3.6.	DESARROLLO FENOLOGICO DE LOS FRUTALES, MADERABLES Y CLONES DE CACAO	27

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Una Aproximación a lo Sistemas Agroforestales con Cacao

Luis Antonio Mejía Flórez[1]
Gildardo E. Palencia Calderón

1. INTRODUCCION

En los últimos años, los sistemas agroforestales, han generado grandes expectativas entre las agencias internacionales de desarrollo por el grave deterioro causado a los ecosistemas y agrosistemas en los cuales se encuentran establecidos árboles protectores que traen beneficio económico a los agricultores y en donde la agricultura y la silvicultura tradicionalmente desarrolladas no son la forma más adecuada para utilizar la tierra en forma eficiente.

Los sistemas sostenibles desde el punto de vista económico, biofísico y social, es el camino más adecuado y la estrategia más acertada para reducir la presión y deterioro de los bosques primarios. Además, es una alternativa para solucionar la problemática de la deforestación, el deterioro de los suelos y la degradación de los eco y agrosistemas como también preservar la biodiversidad y contribuir a sostener y a incrementar la seguridad alimentaria.

En Colombia, la mayoría de las plantaciones de cacao tienen más de 30 años y están establecidas con sombríos de bajo valor económico, que compiten por luz y espacio; las densidades de siembra son demasiado bajas y existen árboles improductivos, lo cual se traduce en bajos rendimientos. La agricultura moderna en su afán por incrementar la producción y productividad ha sacado al cacao de su hábitat natural de sotobosque y lo ha confinado a condiciones adversas, por lo cual demanda la evaluación de arreglos bajo un enfoque agroforestal ordenado y adecuado a las condiciones y requerimientos de los productores para hacer del sistema un proceso más competitivo.

Con participación directa de los productores se instalaron parcelas agroforestales en los municipios de Rionegro, San Vicente, Arauquita, Tibú, Maceo, Chaparral, Garzón, *Manaure y Zona Bananera, localidades que cubren la mayor proporción* de área cacaotera de Colombia, en donde se desarrolla tecnología tendiente a determinar los principales arreglos agroforestales que se deben asociar con clones de cacao de alta productividad.

El propósito fundamental de este trabajo fue incrementar la eficiencia de los cultivadores de cacao mediante alternativas sostenibles, económico, social y ambientalmente viable a partir de un enfoque agroforestal, que incluya sombríos de alto potencial productivo y clones de cacao de alto potencial genético y de calidad, que permita la modernización de la cacaocultura.

[1] Investigadores Corpoica. Bucaramanga

2. METODOLOGIA

Para cumplir con los objetivos propuestos se establecieron experimentos en cada una de las localidades de Rionegro, San Vicente, Arauquita, Tibú, Maceo, Chaparral, Garzón, Manaure y Zona Bananera, municipios localizados en zonas productoras de cacao, con temperaturas que varían entre 23 y 32 °C, precipitación promedio anual que varía entre 1.800 y 2.600 mm año.

En cada una de las localidades se seleccionaron los agricultores líderes que pudieran vincularse al proceso de socialización; se establecieron parcelas de 0.75 hectáreas divididas en cuatro lotes, cada uno de los cuales fue sembrado con dos maderables y dos frutales utilizando un diseño de parcelas divididas en donde las parcelas principales corresponden a los frutales y maderables y las subparcelas a los clones seleccionados en cada una de las localidades, teniendo en cuenta la distribución, *como se muestra en la Tabla 1.*

Tabla 1. Distribución de maderables, frutales y clones por localidad

Localidades	Frutales y Maderables	Clones
SANTANDER		
San Vicente - Rionegro	Aguacate – Cítricos Cedro - Caoba	ICS 95, ICS 60, SCC 61 EET 8, CCN 51, ICS 1
NORTE DE SANTANDER		
Tibu	Zapote – Aguacate Caoba – Cedro	ICS 95, ICS 60, SCC 61 ICS 40, TSH 812, IMC 67
ARAUCA		
Arauquita	Cítricos – Guanábana Nogal – Teca	ICS 95, ICS 60, SCC 61 ICS 40, TSH 812, IMC 67
HUILA		
Garzon	Aguacate – Cítricos Ocobo – Cedro	ICS 95, ICS 60, SCC 61 CAP 34, TSH 812, EET 8
TOLIMA		
Chaparral	Aguacate – Cítricos Nogal – Cedros	ICS 95, ICS 60, SCC 61 CAP 34, TSH 812, EET 8
ANTIOQUIA		
Maceo	Aguacate – Cítricos Cedro – Caoba	ICS 95, ICS 60, SCC 61 ICS 40, CAP 34, TSH 812
MAGDALENA		
Zona Bananera	Zapote – Guayaba Roble – Cedro	ICS 95, ICS 60, SCC 61 TSH 812, ICS 40, EET 96,
CESAR		
Manaure	Aguacate – Zapote Nogal- Cedro	ICS 95, ICS 60, SCC 61 TSH 812, EET 8, ICS 40

Los maderables fueron sembrados a una distancia de 12 metros entre surcos y seis metros entre plantas y los frutales a seis metros entre surcos y seis metros entre plantas; como sombrío permanentes y temporal se sembró plátano a una distancia de 3 x 3 metros, utilizando semillas seleccionadas obtenidas en las mismas fincas de los productores, de los materiales Dominico Hartón, Hartón; en Norte de Santander se utilizó la semilla FHIA 21.(Mejia y Palencia)

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Cada unidad experimental para maderables estuvo compuesta por cuatro surcos de maderables y seis de cítricos para las parcelas principales y para las subparcelas se utilizó una unidad experimental de 16 plántulas para clones de cacao sembradas a 3 x 3 metros.

Todos los experimentos recibieron las atenciones agronómicas necesarias relacionadas con la preparación de los lotes, manejo agronómico de malezas, podas a los maderables y a los clones, nutrición adecuada de acuerdo con los análisis de suelos fraccionando sus necesidades en dos partes iguales aplicadas al iniciar el periodo de lluvias y colocando el fertilizante en corona y cubriéndolo con residuos de rastrojo.

Las observaciones se tomaron periódicamente, iniciando con la toma de muestra de suelos para determinar la línea base y requerimientos nutricionales y al finalizar el experimento para determinar los posibles cambios de los contenidos nutricionales; los muestreos se hicieron a 20 centímetros de profundidad y los análisis en el laboratorio de suelos de Tibaitatá.

Para determinar la cantidad de biomasa, se tomaron cuatro muestras al azar demarcadas en cada una de las parcelas principales, de donde se tomaron todos los residuos de cosecha encontrados sobre la superficie del suelo, los cuales fueron llevados al laboratorio para registrar el peso de la materia verde, se tomó una submuestra y se llevó a peso constante para determinar la materia seca y calcular la biomasa por hectárea en cada semestre y su acumulación por año.

De esta cantidad se tomó una muestra de 500 gramos aproximadamente y se envió al laboratorio de Tibaitatá para determinar el contenido nutricional de la biomasa y estimar el aporte de nutrimentos al suelo.(Gesta de Melo, 2003).

Para calcular el carbono en la biomasa, se estimó como el 0.40 del contenido de la biomasa y se corroboró con el carbono de la materia orgánica registrada en el laboratorio. Los análisis de desarrollo fenológico fueron procesados en el sistema estadístico SAS, para estimar las diferencias entre los parámetros de crecimiento, estimando los índices de crecimiento y desarrollo del diámetro de las especies maderables y clones como promedio de un año.

Los costos de producción se registraron cada vez que se realizaban las diferentes prácticas, los cuales fueron analizados en un programa de Excell para estimar el flujo de las diferentes variables con las cuales se realizó una proyección hasta el año 15, época en la cual se estima que se beneficiarán los maderables.

Los costos de producción fueron calculados de acuerdo con el precio vigente en cada localidad tanto de insumos como de mano de obra y el precio de venta de los productos se estimó de acuerdo con el establecido en los diferentes centros de acopio para productos como maíz, fríjol, aguacate, cítricos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Establecimiento de Experimentos

Para cumplir con el objetivo número uno se establecieron nueve experimentos en las localidades de municipios de Rionegro, San Vicente, Arauquita, Tibú, Maceo, Chaparral, Garzón, Manaure y Zona Bananera en donde se propuso un enfoque agroforestal mediante la siembra en arreglos previamente diseñados de maderables de alto valor económico como tecas (*Tectona grandis)*, ocobo (*Tabebuia rose),* Nogal cafetero (*Cordia alliodora)*, cedro (*Cedrela odorata)*, caoba (*Swietenia macrophylla)*; y frutales de uso común en las regiones como zapote (*Mutisia cordata)*, guanábana (*Annona muricata)*, guayaba (*Psidium guajaba)*, aguacate (*Persea americana)*, zapote costeño (*Pouteria sapota*), teniendo en cuenta que es factible sembrar en asocio con cacao otros cultivos para mejorar la eficiencia económica y fisiológica del sistema (Müller, 2003).

Siembra de cultivos de cobertura en sistemas agroforestales maderables-plátano-fríjol-maíz

Se establecieron en cada una de las localidades los clones relacionados en la Tabla uno, los cuales se caracterizan por estar injertados sobre patrones tolerantes a condiciones adversas de suelo y a enfermedades como *Ceratocystis fimbriata, Phythopthora palmivora, Rosellinia pepo.* Además, estos clones fueron seleccionados por su adaptabilidad a condiciones de las áreas agroecológicas de las diferentes localidades y por tener características de alto potencial productivo, tamaño del grano mayor 1.2 gramos. (Mejía y Argüello, 2.000)

El manejo de cada uno de los ensayos se hicieron conjuntamente con el propietario de la finca y un grupo de agricultores invitados, quienes participaron en forma activa en las diferentes acciones, tanto en el manejo agronómico como en la toma de información, acercamiento que fue de gran utilidad para que ellos se relacionaran con el concepto de parcela y arreglo.

La toma de observaciones se hizo conjuntamente con los productores (Piotto y colaboradores, 2003) quienes aprendieron a manejar el concepto de siembra separada de los clones y diferenciación entre los materiales genéticos, trazo de lotes, manejo de sistemas, siembra de sombríos maderables y frutales bajo un arreglo determinado.

Los agricultores se familiarizaron con el registro de los costos de producción en cada uno de los lotes en donde se sembraron los maderables y los frutales, lo cual fue discutido con los usuarios y se registraron después como componente de los resultados que se analizan en el presente documento.

Establecimiento de sombríos temporales, sistemas agroforestales - cacao

Siembra de cacao bajo sistemas agroforestales guayaba – plátano - cacao

3.2 Determinación de Niveles de Radiación Solar

Los niveles de radiación solar se tomaron semestralmente, con un determinador de radiación, modelo Licor – 1000, en unidades de micromoles por metro cuadrado por segundo (mmol $m^{-2}s^{-1}$) como la incidencia de los rayos solares sobre el dosel de los maderables y del cacao con el propósito de establecer la extinción de luz a través de los doseles para determinar los porcentajes de sombríos adecuados para el desarrollo de los clones.

Toma de radiación solar sobre el dosel de cacao

En las Tablas 2 y 3 se observan las radiaciones solares para las localidades San Vicente y Rionegro (Santander); sobre el dosel del sombrío la radiación varió entre 1.800 y 1.905 mmol $m^{-2}s^{-1}$, la cual fue tomada a plena exposición en un día no nublado. La radiación tomada sobre el dosel de cacao para estas dos localidades varió entre 700 y 900 mmol $m^{-2}s^{-1}$ lo cual indica que la radiación solar al pasar por entre los doseles de los maderables y del plátano capturan un porcentaje de radiación que varía entre 36 y 47%.

Tabla 2. Radiación solar mmol $m^{-2}s^{-1}$ octubre – noviembre. San Vicente. Santander. 2003

Sistema	Sobre dosel Sombrío	Sobre dosel cacao	% Radiación sobre cacao	% Sombra
Aguacate	1.800	850	47	53
Cítricos	1.950	900	46	54
Cedro	1.820	700	38	62
Caoba	1.920	720	37	63

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Tabla 3. Radiación solar mmol $m^{-2}s^{-1}$ octubre-noviembre. Rionegro. Santander. 2003

Sistema	Sobre dosel Sombrío	Sobre dosel cacao	% Radiación sobre cacao	% sombra
Aguacate	1.850	820	44	56
Cítricos	1.900	870	45	55
Cedro	1.870	680	36	64
Caoba	1.905	700	36	64

Los datos anteriores indican que en la época en la cual se tomó la radiación (octubre – noviembre de 2003), los clones de cacao crecieron bajo un porcentaje de sombra que varió entre 53 y 64% los cuales se consideran aptos para el crecimiento y eficiencia fisiológica del cacao.

En las localidades ubicadas en Tibú y Arauquita la radiación solar fue menor que la observada en las zonas experimentales de Santander, la cual osciló entre 1.650 y 1.750. Tablas 4 y 5.

Tabla 4. Radiación solar mmol $m^{-2}s^{-1}$ octubre – noviembre. Tibú. Norte de Santander. 2003

Sistema	Sobre dosel Sombrío	Sobre dosel cacao	% Radiación sobre cacao	% sombra
Zapote	1.700	700	41	59
Aguacate	1.750	650	37	63
Caoba	1.700	620	36	64
Cedro	1.720	630	36	64

La radiación solar para las dos localidades medida sobre el dosel de cacao fue menor, osciló entre 600 y 890 mmol $m^{-2}s^{-1}$, lo cual equivale del 34 al 53%, para un porcentaje de sombra entre el 47 y 64 que se considera apropiado para el buen desarrollo del cacao.

Tabla 5. Radiación solar mmol $m^{-2}s^{-1}$ octubre – noviembre. Arauquita. Arauca. 2003

Sistema	Sobre dosel Sombrío	Sobre dosel cacao	% Radiación sobre cacao	% sombra
Cítricos	1.650	890	53	47
Guanabana	1.750	870	49	51
Nogal	1.700	620	36	64
Teca	1.720	600	34	66

En las zonas ubicadas en Tolima y Huila la radiación sobre el dosel del sombrío, fue mayor para la localidad del Huila, con valores que oscilan en 1.850 y 1.900 mmol $m^{-2}s^{-1}$ y sobre el cacao entre 630 y 900 para un porcentaje de sombra que varia entre 52% para cítricos y 64% para maderables.

Tabla 6. Radiación solar mmol $m^{-2}s^{-1}$ octubre – noviembre. Garzón. Huila. 2003

Sistema	Sobre dosel Sombrio	Sobre dosel cacao	% Radiación sobre cacao	% sombra
Aguacate	1.900	700	36	64
Citrico	1.850	900	48	52
Ocobo	1.820	650	36	64
Cedro	1.870	620	37	63

En Chaparral la radiación solar fue menor que en la localidad de Garzón y por lo tanto los porcentajes de sombrío fueron menores, lo cual indica que los sombríos de plátano y maderables no filtran la luz adecuadamente dando un porcentaje de sombra menor que para la localidad de Garzón.

Tabla 7. Radiación solar mmol $m^{-2}s^{-1}$ octubre – noviembre. Chaparral. Tolima. 2003

Sistema	Sobre dosel Sombrio	Sobre dosel cacao	% Radiación sobre cacao	% sombra
Aguacate	1.450	700	48	52
Citrico	1.470	900	61	39
Nogal	1.470	650	44	56
Cedro	1.520	650	42	58

Como se pudo observar en las mediciones de campo, la sombra que está recibiendo el dosel de cacao expresada en porcentaje es mayor que en la localidad de Garzón e incluso dentro de los diferentes sistemas, lo cual indica que los sistemas de aguacate, cítricos, nogal y cedro no están ofreciendo un sombrío adecuado al cacao que puede corroborar por el bajo crecimiento de los maderables en esta localidad que escasamente llega a 1.46 metros para nogal y 1.21 metros para cedro.

Para la localidad ubicada en Maceo, Antioquia, se encontró que la radiación osciló *entre 1.750 a 1.800 sobre el dosel de los sombríos y entre 700 a –1. 920 ,sobre el* dosel de cacao lo cual indica que la radiación se filtra a través de los doseles de maderables y de plátano obteniendo un porcentaje de sombra para aguacate, cedros y caoba del 61% en promedio y para cítricos del 48%; esto indica que los cítricos no están ofreciendo un adecuado sombrío para el buen desempeño del cacao. *Tabla 8.*

Tabla 8. Radiación solar mmol $m^{-2}s^{-1}$ octubre – noviembre. Maceo. Antioquia. 2003

Sistema	Sobre dosel Sombrio	Sobre dosel cacao	% Radiación sobre cacao	% sombra
Aguacate	1.800	720	40	60
Citricos	1.750	920	52	48
Cedro	1.820	700	38	62
Caoba	1.800	720	40	60

En las localidades ubicadas en la Región Caribe (Zona Bananera y Manaure), las radiaciones tomadas en noviembre sobre los doseles de los sombríos (plátano, frutales y maderables), osciló entre 1.800 y 1.900 mmol $m^{-2}s^{-1}$ y las radiaciones sobre los doseles de cacao estuvieron entre 800 y 900.

Se pudo observar que la radiación en la Zona Bananera bajó el dosel de guayaba y zapote fue mayor que la radiación encontrada bajo el dosel de cedro y roble, lo cual indica que los maderables ofrecen mayor sombrío que los frutales zapote y guayaba. Tabla 9.

Tabla 9. Radiación solar mmol $m^{-2}s^{-1}$ octubre – noviembre. Zona Bananera. Magdalena. 2003

Sistema	Sobre dosel Sombrío	Sobre dosel cacao	% Radiación sobre cacao	% sombra
Zapote	1.800	850	47	53
Guayaba	1.820	900	49	51
Roble	1.830	820	44	56
Cedro	1.870	800	42	58

En la zona de Manaure, la radiación bajo el sombrío de aguacate y zapote expresada en porcentaje tiene un promedio de 51%, mientras que para nogal y cedro fue del 66%, lo cual indica que el cedro y el nogal ofrecen mayor sombrío para el cacao. Tabla 10.

Tabla 10. Radiación solar mmol $m^{-2}s^{-1}$ octubre – noviembre. Manaure. Cesar. 2003

Sistema	Sobre dosel Sombrío	Sobre dosel cacao	% Radiación sobre cacao	% sombra
Aguacate	1.900	900	47	53
Zapote	1.870	900	48	52
Nogal	1.850	700	37	63
Cedro	1.890	700	37	63

3.3 Estado Nutricional de los Suelos al Iniciar y Después de dos Años de Establecidos los Arreglos.

Con el propósito de establecer los cambios nutricionales en los sistemas de producción, maderables y frutales a través del tiempo, se tomaron muestras de suelos para determinar la materia orgánica, elementos mayores, bases intercambiables y elementos menores.

Tabla 11. Estado inicial y final de las propiedades químicas del suelo y cambio potencial en los sistemas agroforestales. *San Vicente. Santander. 2002 – 2003*

Sistema	Estado inicial					Estado Final				
	(%) M.O	(ppm) P	(meq) Ca	(meq) Mg	(meq) K	(%) M.O	(ppm) P	(meq) Ca	(meq) Mg	(meq) K
Aguacate	2.4	21	3.6	0.8	0.13	2.0	17	4.8.	1.7	0.13
Citricos	2.5	19	3.0	0.8	0.12	2.2	16	3.8	1.6	0.10
Cedro	2.6	18	2.7	1.0	0.14	2.1	21	4.2	1.8	0.14
Caoba	2.9	17	1.9	1.1	0.15	1.7	11	2.4	0.8	0.10

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata

Al iniciar los experimentos en San Vicente, la materia orgánica tuvo un valor entre 2.4 y 2.9% y después de dos años su contenido osciló entre 1.7 y 2.2%; esta ligera reducción fue ocasionada posiblemente por la mineralización que se incrementa cuando el suelo queda a plena exposición. (Tabla 11)

Se observó reducción en los contenidos de fósforo debido posiblemente a la mineralización de la materia orgánica y liberación del fósforo; por su parte, el contenido de calcio presentó un incremento con respecto al estado inicial lo cual puede explicarse por la mineralización de la materia orgánica y acumulación de calcio en el suelo. Para el magnesio se presentó un ligero incremento con relación al encontrado inicialmente y para potasio no se encontraron cambios substanciales con relación al estado inicial.

Tabla 12. Estado inicial y final de las propiedades químicas del suelo y cambio potencial de los sistemas agroforestales. *Rionegro. Santander. 2002-2003*

Sistema	Estado inicial					Estado Final				
	(%) M.O	(ppm) P	(meq) Ca	(meq) Mg	(meq) K	(%) M.O	(ppm) P	(meq) Ca	(meq) Mg	(meq) K
Aguacate	2.1	6	0.5	0.17	0.09	2.0	3	0.7	0.17	0.09
Citricos	2.4	4	0.4	0.17	0.10	2.1	4	1.0	0.10	0.09
Cedro	2.3	3	0.7	0.18	0.11	3.0	5	1.1	1.00	0.10
Caoba	2.1	6	0.9	0.19	0.09	2.8	2	0.8	1.20	0.11

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata

En Rionegro (Tabla 12), se encontró que los suelos son deficientes en fósforo, calcio y potasio y, el grado de fertilidad no tuvo cambios significativos en estos cuatro elementos después de dos años del manejo de los sistemas agroforestales.

Se encontró una reducción muy baja del contenido de materia orgánica para los arreglos aguacate y cítricos; mientras que en el sistema cedro y caobo hay un ligero incremento, lo cual sugiere que a medida que se reduce la radiación solar se disminuyen las pérdidas de nutrientes en la capa vegetal.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Tabla 13. Estado inicial y final de las propiedades químicas del suelo y cambio potencial de los sistemas agroforestales. Tibú. Norte de Santander. Años 2002-2003

Sistema	Estado inicial					Estado Final				
	(%) M.O	(ppm) P	(meq) Ca	Mg	K	(%) M.O	(ppm) P	(meq) Ca	Mg	K
Zapote	1.0	30	6.2	1.1	0.12	1.0	42	2.2	0.3	0.05
Aguacate	1.2	25	6.2	1.0	0.10	1.2	35	2.0	0.3	0.04
Caoba	1.6	18	7.0	2.0	0.09	2.3	34	1.6	0.3	0.04
Cedro	2.0	14	5.0	1.9	0.10	2.4	30	1.4	0.3	0.03

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

Para la localidad de Tibú (Tabla 13), los suelos donde se desarrolla el experimento son bajos en materia orgánica; y el cambio después de dos años para el caso de los frutales no es significativo, mientras que hubo una tendencia al incremento de la materia orgánica después de dos años bajo los sistemas caobo y cedro, tendencia similar a la observada en la zona de Rionegro.

Los contenidos de fósforo presentaron un ligero incremento mientras que los de calcio, magnesio y potasio se redujeron debido posiblemente al efecto que tiene la extracción de nutrientes y el ciclo evolutivo de la materia orgánica y su mineralización dentro del perfil del suelo; además se debe considerar el lavado de nutrimento en suelos de alta precipitación.

En la zona de El Tolima se encontró que los contenidos de materia orgánica son mayores en la localidad de Chaparral con valores que oscilan entre 2.5 a 3.7% que se consideran medios; hubo un cambio muy sustancial en el contenido de materia orgánica después de dos años, lo cual se explica por la mineralización de toda la biomasa presente en la superficie del suelo y el efecto que tiene la exposición a la radiación solar por incremento de temperatura y luminosidad, lo cual hace que se mineralice la materia orgánica con mayor velocidad y como resultado se obtiene un mayor contenido de fósforo que es muy poco móvil. (Tabla 14).

Tabla 14. Estado inicial y final de las propiedades químicas del suelo y cambio potencial de los sistemas agroforestales. Chaparral. Tolima. 2002- 2003

Sistema	Estado inicial					Estado Final				
	(%) M.O	(ppm) P	(meq) Ca	Mg	K	(%) M.O	(ppm) P	(meq) Ca	Mg	K
Aguacate	3.6	4	2.5	0.7	0.12	0.9	12	0.4	0.1	0.03
Citrico	3.7	3	2.6	0.7	0.10	1.6	17	0.3	0.1	0.03
Nogal	3.0	4	2.4	0.6	0.12	1.6	28	0.4	0.2	0.03
Cedro	2.5	5	2.5	0.5	0.13	2.0	19	0.5	0.2	0.03

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

También se encontraron cambios significativos de calcio, potasio y magnesio lo cual se explica posiblemente por las pérdidas por lixiviación y extracción de nutrientes.

Tabla 15. Estado inicial y final de las propiedades químicas del suelo y cambio potencial de los sistemas agroforestales. Maceo. Antioquia. 2002-2003

Sistema	Estado inicial					Estado Final				
	(%)	(ppm)	(meq)			(%)	(ppm)	(meq)		
	M.O	P	Ca	Mg	K	M.O	P	Ca	Mg	K
Aguacate	2.8	6	0.2	0.20	0.11	2.7	3.0	0.3	0.1	0.03
Citrico	2.4	4	0.2	0.10	0.09	3.0	2.0	0.4	0.1	0.06
Cedro	2.8	3	0.5	0.12	1.10	2.8	1.0	0.4	0.2	0.06
Caoba	3.0	6	0.4	0.50	0.11	3.2	3.0	0.3	0.1	0.06

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

En la localidad de Maceo las características químicas de los suelos tanto al iniciar como después de dos años de establecidos los sistemas agroforestales no cambian en forma significativa, especialmente con respecto a materia orgánica, calcio y magnesio, aunque se encontró una ligera reducción en el contenido de potasio, lo cual puede explicarse a las pérdidas por lixiviación, escorrentía y extracción de nutrientes por las cosechas de maíz y plátano. (Tabla 15).

Tabla 16. Estado inicial y final de las propiedades químicas del suelo y cambio potencial de los sistemas agroforestales. Zona Bananera. Magdalena. 2002-2003

Sistema	Estado inicial					Estado Final				
	(%)	(ppm)	(meq)			(%)	(ppm)	(meq)		
	M.O	P	Ca	Mg	K	M.O	P	Ca	Mg	K
Zapote	1.1	44	5.3	1.2	0.17	3.0	20	3.9	0.2	0.10
Guayaba	1.5	30	4.3	1.5	0.10	2.0	65	6.1	1.0	0.12
Roble	1.7	25	5.4	1.7	0.09	2.9	41	2.0	0.5	0.07
Cedro	1.3	28	3.7	1.6	0.10	2.9	42	2.1	0.6	0.10

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

En las zonas de la Región Caribe (Zona Bananera y Manaure), los suelos son bajos en materia orgánica, lo cual se explica por la alta tasa de mineralización por efecto de la temperatura. En la Zona Bananera, se encontró cambio en los contenidos de materia orgánica debido posiblemente al aporte de biomasa por cultivos de cobertura y otras malezas que produjeron biomasa durante el tiempo de la investigación. En Manaure no se encontraron cambios significativos de los diferentes nutrimentos después de dos años. (Tablas 16 y 17).

Tabla 17. Estado inicial y final de las propiedades químicas del suelo y cambio potencial de los sistemas agroforestales. Manaure. Cesar 2002-2003

Sistema	Estado inicial					Estado Final				
	(%)	(ppm)	(meq)			(%)	(ppm)	(meq)		
	M.O	P	Ca	Mg	K	M.O	P	Ca	Mg	K
Aguacate	1.4	5	3.7	0.7	0.17	1.5	6	3.9	0.7	0.10
Zapote	1.6	4	3.5	0.4	0.10	1.8	4	3.5	0.9	0.11
Nogal	1.4	3	3.2	0.5	0.15	1.0	3	3.0	0.7	0.10
Cedro	1.3	5	3.0	0.6	0.10	1.1	2	3.5	0.9	0.10

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

3.4 Producción de Biomasa y Captura de Carbono

En San Vicente y Rionegro la producción de biomasa por hectárea año, oscila entre 17 y 23 toneladas siendo superior para los maderables, cedros y caobas que para los frutales, cítricos y aguacate, lo cual sugiere que hay mayor producción de biomasa en sistemas maderables, debido posiblemente al mayor cubrimiento del sombrío por los maderables. Tabla 18.

Toma de biomasa en un sisterna agroforestal

De acuerdo con las toneladas de biomasa se estimó el contenido de carbono teniendo en cuenta que su porcentaje es aproximadamente de 42. La captura de carbono por la biomasa en San Vicente varía entre 6.4 t/ha/año para cítricos y 12.8 para caoba datos que coinciden con los reportados por algunos investigadores en el eje cafetero y Costa Rica (Villanueva y Ibrahhum, 2002). (Aranzazu et al, 2003).

En Rionegro los contenidos de biomasa estuvieron entre 9.8 t/ha/año para caoba y 12 para cedro; teniendo en cuenta que los sistemas aportan igual contenido de biomasa, la captura de carbono no tuvo variaciones en los diferentes sistemas, estando entre 4.0 y 4.8 toneladas de carbono.

Los contenidos de biomasa encontrados en estos sistemas en Colombia, son muy similares a los reportados en sistemas agroforestales en Brasil con arreglos de Copoazú más palmito, copoazú, palmito y guamos (Ferreira y colaboradores, 2002); se reportan contenidos de biomasa del orden de 11 t/ha/año en copoazú más palmito.

Tabla 18. Producción de biomasa y captura de carbono. San Vicente. Santander. 2002 - 2003

Sistema	SAN VICENTE		RIONEGRO	
	Biomasa t/ha/año	Carbono t/ha/año	biomasa t/ha/año	Carbono t/ha/año
Aguacate	17.0	6.8	10.0	4.0
Cítricos	16.5	6.4	10.4	4.16
Cedro	22.5	8.8	12.0	4.8
Caoba	23.2	12.8	9.8	4.2

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

Para la localidad de Tibú (Tabla 19) se encontró que el aporte de biomasa de los diferentes sistemas oscila entre 11 y 18 t/ha/año para caoba y aguacate respectivamente y los contenidos de carbono varían entre 4.4 y 7.2 t/ha/año .

Para Tibú y Arauquita (Tabla 20) los aportes de biomasa no tienen mayor variación, siendo ligeramente superiores para Tibú las cuales varían entre 11 y 18 t/ha/año para caoba y zapote respectivamente; mientras que en Arauquita las variaciones estuvieron entre 12.5 y 16.1.

Tabla 19. Producción de biomasa y captura de carbono Tibú. Norte de Santander. 2002-2003

Sistema	Biomasa t/ha/año	Carbono t/ha/año
Zapote	16.0	6.4
Aguacate	18.0	7.2
Caoba	11.0	4.4
Cedro	15.0	6.0

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

La captura de carbono en la localidad de Tibú estuvo entre 4.4 toneladas por hectárea año para caoba y 7.2 para aguacate y para la zona de Arauquita los valores oscilaron entre 4.8 y 6.4 para cítricos y teca respectivamente.

Tabla 20. Producción de biomasa y captura de carbono Arauquita. Arauca. 2002-2003

Sistema	Biomasa t/ha/año	Carbono t/ha/año
Cítricos	12.5	4.8
Guanábana	14.3	5.7
Nogal	15.6	6.2
Teca	16.1	6.4

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

En los Valles interandinos, la producción de biomasa en la zona de Garzón fue muy superior a la de Chaparral en los diferentes arreglos siendo para Garzón entre 15.6 y 22.6 t/ha/año para ocobo y aguacate mientras que para la zona de Chaparral oscilaron entre 9.3 para cítricos y 10.3 t/ha /año para nogal. Tablas 21 y 22.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Tabla 21. Producción de biomasa y captura de carbono Garzón. Huila. 2002-2003

Sistema	Biomasa t/ha/año	Carbono t/ha/ año
Aguacate	22.6	8.8
Citrico	21.9	8.7
Ocobo	15.6	6.2
Cedro	20.0	8.0

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

La captura de carbono en toneladas hectárea año para la localidad de Garzón varió entre 6.2 t/ha/año para ocobo y 8.8 para aguacate, mientras que para la zona de Chaparral fue de 3.7 en cítricos y 4.0 para nogal.

Tabla 22. Producción de biomasa y captura de carbono. Chaparral. Tolima. 2002-2003

Sistema	Biomasa t/ha/ año	Carbono t/ha/ año
Aguacate	9.9	3.9
Citrico	9.3	3.7
Nogal	10.2	4.0
Cedro	9.9	3.9

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

En Maceo, los contenidos de biomasa variaron entre 16.4 t/ha/año para aguacate y 20 para cedro; y la captura de carbono osciló entre 6.4 para caoba, cítricos y aguacate y 8.2 t/ha/año para cedro. Tabla 23.

Tabla 23. Producción de biomasa y captura de carbono. Maceo. Antioquia. 2002-2003

Sistema	Biomasa t/ha/ año	Carbono T/ha/ año
Aguacate	16.4	6.4
Citricos	16.5	6.4
Cedro	20.5	8.2
Caoba	16.5	6.4

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

En la región Caribe en los sitios experimentales de Zona Bananera y Manaure las producciones de biomasa fueron bajas en comparación con otras localidades; en la zona bananera las producciones estuvieron entre 8.6 t/ha/año para el sistema roble y 10.4 para cedro y la captura de carbono en esta biomasa varió entre 3.4 y 4.1 t/ha/ año para roble y cedro respectivamente. Tabla 24 y 25.

Tabla 24. Producción de biomasa y captura de carbono. Zona Bananera. Magdalena. 2003

Sistema	biomasa t/ha/año	Carbono t/ha/ año
Zapote	9.6	3.8
Guayaba	10.2	4.0
Roble	8.6	3.4
Cedro	10.4	4.1

Fuente. Laboratorio de Suelos Corpoica Tibaitata.

En la localidad de Manaure la biomasa no tuvo cambio significativo en los diferentes sistemas, su variación estuvo entre 10.5 t/ha/año para aguacate y 12.2 para zapote.

Tabla 25. Producción de biomasa y captura de carbono. Manaure. Cesar. 2003

Sistema	biomasa t/ha/ año	Carbono t/ha/ año
Aguacate	10.5	4.2
Zapote	12.2	4.8
Nogal	11.0	4.4
Cedro	10.8	4.3

Fuente. Laboratorio de Suelos. Corpoica Tibaitata.

De acuerdo con el contenido de biomasa la captura de carbono es realmente bajo, estando entre 4.2 t/ha /año para aguacate y 4.8 t/ha /año para zapote. Si se considera el contexto del aporte de biomasa de los residuos vegetales y barbechos que crecen sobre la superficie en un determinado sistema (Correa y colaboradores, 2.003), estos contenidos son realmente bajos, pero hay que considerar que toda la biomasa presente representada en cultivos de plátano, maderables y material vegetal de cacao es considerablemente alto.

Es de aclarar que estos contenidos de carbono pueden considerarse como la acumulada en el suelo y aportada por la biomasa que es un componente realmente bajo, comparado con el carbono total en un ecosistema.

3.5 Aporte de Nutrientes por Biomasa en los Diferentes Sistemas de Producción

En la zona de San Vicente (Tabla 26) se encontró que por cada tonelada de biomasa por ha/año se está aportando, en promedio, 13 kilogramos de nitrógeno, 1 kilogramo de fósforo y entre 4.8 y 6.8 kilogramos de potasio.

Igualmente, se observa que la mayor cantidad de nutrimentos aportados corresponde al calcio el cual varía entre 7.3 y 9.8 kg por tonelada por ha/año, para los sistemas caoba y cítricos, además se puede observar que por cada tonelada de biomasa, que se produce por hectárea en un año se aporta entre 1.9 y 1.2 kg de magnesio bajo los sistemas caobo y cítricos respectivamente y entre 1.2 y 1.9 kg de azufre.

BIBLIOTECA DE COLOMBIA

Tabla 26. Kilogramos de nutrimento por tonelada de biomasa por ha/año. San Vicente. Santander. 2003

Sistema	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
Aguacate	13.6	0.8	4.8	7.5	1.3	1.4
Citricos	13.5	1.2	6.2	7.3	1.2	1.4
Cedro	13.5	1.0	6.8	9.5	1.9	1.9
Caoba	12.0	0.8	6.3	9.8	1.9	1.2

En Rionegro (Tabla 27), el aporte de nitrógeno varía entre 16.5 Kg/ha/año para cedro y 21 para aguacate superior al aportado por la biomasa en la zona de San Vicente, lo que indica que la calidad de biomasa es muy superior a la de San Vicente puesto que siendo la producción mayor, aporta menor cantidad de nutrientes.

Tabla 27. Kilogramos de nutrimento por tonelada de biomasa por ha/año. Rionegro. Santander. 2003

Sistema	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
Aguacate	21.2	3.4	43.0	7.2	1.4	4.0
Citricos	19.0	3.4	42.0	10.3	1.0	4.2
Cedro	16.5	2.8	45.0	8.2	3.3	2.1
Caoba	17.0	3.0	39.2	10.1	3.0	2.1

El contenido de fósforo varía entre 2.8 y 3.4 Kg t/ha/año para cedro, cítricos y aguacate respectivamente. Se observa que de acuerdo con la cantidad de potasio una tonelada de biomasa aporta entre 39 y 45 kg de potasio, siendo muy significante este aporte debido posiblemente a la descomposición de residuos vegetales con alto contenido de potasio.

Los contenidos de calcio aportados por la biomasa son superiores en los sistemas caoba y cítricos con respecto a los cedros y aguacate, el cual estuvo entre promedios entre 10.3 y 7.2 kg/ha/año; el aporte de magnesio varía respecto a los sistemas aguacate y cítricos, caoba y cedro siendo menor en los dos primeros sistemas con relación a los maderables. Estas diferencias pueden explicarse posiblemente al mayor contenido y calidad de la materia orgánica la cual al mineralizarse aporta buenos contenidos de nitrógeno y bases intercambiables al suelo.

En las zonas del Nor-Oriente colombiano la calidad de biomasa es mejor en Tibú (Tabla 28), puesto que aporta, por cada tonelada, mayores cantidades de potasio, calcio, y azufre; sin embargo, tienen menor cantidad de nitrógeno y magnesio que en Arauquita (Tabla 29).

Tabla 28. Kilogramos de nutrimento tonelada de biomasa por ha/año. Tibú. Norte de Santander. 2002-2003

Sistema	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
Zapote	26.5	2.6	24.8	10.6	3.6	3.8
Aguacate	25.2	2.8	23.5	10.6	3.7	2.8
Caoba	19.2	2.7	25.6	10.0	3.6	4.5
Cedro	26.0	2.6	13.5	13.0	4.0	4.0

En la localidad de Tibú Los contenidos de nitrógeno aportado por la biomasa bajo el sistema de frutales no tuvo cambios significativos, siendo de 25.7 kg por t/ha/año mientras que para la zona de Arauquita el promedio fue de 32 kg para estos sistemas.

Los contenidos de fósforo en la localidad de Tibú son muy similares a los aportados por la biomasa en la zona de Arauquita, los cuales están en promedio de 2.7 y 2.1 kg por t/ha/año, respectivamente.

Tabla 29. Kilogramos de nutrimento por tonelada de biomasa por ha/año. Arauquita. Arauca. 2003

Sistema	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
Cítricos	35.0	2.3	8.8	5.0	2.9	1.4
Guanabana	31.0	2.1	7.7	7.4	2.7	1.5
Nogal	37.0	2.0	4.0	7.4	3.3	2.1
Teca	19.0	2.2	8.0	7.2	3.1	1.6

En cuanto a los contenidos de potasio existen diferencias entre Tibú y Arauquita, los cuales variaron entre 13.5 Kg t/ha/año para el sistema cedro y 25.6 para caoba; para la zona de Arauquita el aporte de potasio fue más bajo y varió entre 4 y 8 kg. Los contenidos de calcio en la localidad de Tibú, fueron del orden de 10 kilogramos para todos los sistemas con excepción del aporte de los arreglos de cedro que fue de 13 Kg por t/ha/año.

El análisis de los datos de calcio para la localidad de Arauquita manifiesta la baja calidad de biomasa puesto que el aporte para los sistemas varió entre 5.0 para cítricos y 7.4 para guanábana y nogal.

El aporte de magnesio fue mayor en la localidad de Tibú el cual fue de 3.8 kg por t/ha/año, mientras que para Arauquita tuvo un promedio de 3.1 kg por t/ha/año. Los contenidos de azufre que aporta la materia orgánica para la zona de Tibú varían entre 2.8 kg t/ha/año para aguacate y 4.5 kg en caoba; y para la zona de Arauquita el aporte de azufre varía entre 1.4 y 2.1 kg.

Tabla 30. Kilogramos de nutrimento toneladas de biomasa ha/año. Garzón. Huila. 2002-2003

Sistema	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
Aguacate	31.0	1.2	2.2	2.3	1.0	0.7
Citrico	8.0	1.0	1.5	2.0	1.0	0.7
Ocobo	11.0	2.0	3.6	2.4	0.9	0.8
Cedro	9.4	1.3	4.6	2.9	1.2	0.9

En las zonas ubicadas en los valles interandinos de los departamentos de Tolima y Huila se encontró que la calidad de materia orgánica es muy baja en comparación con las otras localidades, puesto que por cada tonelada de biomasa se aportan menores cantidades de nutrimentos, especialmente de fósforo, bases intercambiables y azufre.

En la zona de Garzón (Tabla 30) la mayor cantidad de aporte de nitrógeno se encuentra en el sistema aguacate con 31 kg por t/ha/año, mientras que para los sistemas cítricos, ocobo y cedro fue de 10 kg en promedio.

Los aportes para ambas localidades de fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre no son muy significativos; el aporte de nitrógeno para todos los sistemas en la localidad de Garzón tuvo una variación entre 8 y 31 kg t/ha/año para cítricos y aguacate en tanto que para la zona de Chaparral varió entre 12.3 kg para nogal y 19.5 para cítricos.

El contenido de potasio en la zona de Garzón varió entre 1.5 y 4.6 kg por t/ha/año para los sistemas cítrico y cedro respectivamente, mientras que para Chaparral tuvo un promedio de 1.6 kg para todos los sistemas.

El aporte de calcio fue más bajo para la zona de Garzón en comparación con Chaparral el cual estuvo entre 2.0 y 2.9 kg t/ha/año para cítricos y cedro respectivamente, mientras que para la zona de Chaparral su aporte fue superior con variaciones entre 5.0 kg en nogal y 10.9 kg para cedro.

Los aportes de magnesio fueron del orden de 1 kg/t/ha/año, para la zona de Garzón y de 0.2 y 0. para aguacate y cítricos en Chaparral; y los aportes de azufre fueron menores de 1 Kg para la zona de Garzón, con un ligero incremento 1.0 kg para la zona de Chaparral.

Tabla 31. Kilogramos de nutrimento toneladas de biomasa ha/año. Chaparral. Tolima. 2002-2003

Sistema	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
Aguacate	18.5	0.5	1.8	10.8	0.2	0.9
Cítrico	19.5	0.1	1.3	6.6	0.2	0.8
Nogal	12.3	0.2	1.3	5.0	2.3	1.0
Cedro	14.5	1.5	1.5	10.9	0.4	1.2

El aporte de nutrimentos para la zona de Maceo es muy bajo, lo cual refleja la calidad de los suelos y de la biomasa. El aporte de nitrógeno por tonelada de biomasa está entre 6 kg t/ha/año para cedro y 18 kg para caoba.

El aporte de fósforo es del orden de 0.4 kg y el de potasio entre 0.2 y 1 para caoba los cuales se consideran muy bajos, al igual que los aportes de magnesio que variaron entre 0.4 y 0.5 kg t/ha/año para cedro, aguacate y caoba; mientras que el aporte de azufre es menos de 1 kg.

Tabla 32. Kilogramos de nutrimento toneladas de biomasa ha/año. Maceo. Antioquia. 2002-2003

Sistema	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
Aguacate	11.0	0.3	0.2	2.8	1.5	0.7
Cítrico	12.0	0.5	0.4	2.1	0.6	0.6
Cedro	6.0	0.3	0.4	2.0	0.4	1.0
Caoba	18.0	0.3	1.3	1.7	1.5	0.7

En la Zona Bananera (Tabla 33), el aporte de nitrógeno para zapote y guayaba fue ligeramente superior al aporte en los sistemas de roble y cedro, el cual varío entre 18.8 kg t/ha/año para roble y 23.0 para guayaba.

El aporte de fósforo tuvo pocas variaciones para el sistema roble, cedro y zapote el cual fue de 2.5 kg t/ha/año, mientras que para guayaba fue de 3.5 kg. Se considera que el aporte de potasio fue significativo el cual estuvo entre 12 kg para roble y 14 para guayaba, en tanto que los aportes de calcio fueron del orden de 9 kg para todos los sistemas, y el de magnesio varío entre 1.4 y 1.7 kg t/ha/año para roble y guayaba respectivamente.

Tabla 33. Kilogramos de nutrimento por tonelada de biomasa ha/año. Zona Bananera. Magdalena. 2002-2003

Sistema	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
Zapote	21.2	2.5	13.5	9.5	1.4	2.6
Guayaba	23.0	3.5	14.0	9.4	1.7	2.3
Roble	18.8	2.5	12.0	9.3	1.4	2.3
Cedro	19.5	2.6	12.9	9.2	1.6	2.4

Para la zona de Manaure (Tabla 34) los aportes de nitrógeno para los diferentes sistemas variaron entre 13.0 y 16 kg t/ha/año, el de fósforo entre 0.4 y 1.4 kg en aguacate y nogal respectivamente; el potasio fue ligeramente superior para aguacate y zapote en comparación con los sistemas de nogal y cedro los cuales estuvieron entre 3.8 y 4.8 kg t/ha/año .

El aporte de calcio se considera significativo, varió entre 10.0 kg t/ha/año para nogal y 7.0 kg para cedro y el contenido de magnesio tuvo una variación entre 3.2 kg para aguacate y 4.5 kg para zapote; el contenido de azufre fue de 1.3 kg t/ha/año en promedio para todos los sistemas.

Tabla 34. Kilogramos de nutrimento tonelada biomasa ha/año. Manaure. Cesar. 2003

Sistema	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
Aguacate	14.6	0.4	5.0	9.4	3.2	1.0
Zapote	13.0	0.7	5.5	8.0	4.5	1.6
Nogal	14.7	1.7	4.8	10.0	3.5	1.6
Cedro	16.0	1.4	3.8	7.0	3.9	1.1

3.6. Desarrollo Fenológico de los Frutales, Maderables y Clones de Cacao

Para determinar el desarrollo fenológico de los diferentes sombríos que intervienen en el estudio, se tomaron las alturas y diámetro de los frutales y maderables cada seis meses y con base en estos parámetros se determinó el índice de crecimiento promedio año, datos que se presentan a continuación.

Tabla 35. Desarrollo fenológico de los sistemas y clones. San Vicente, Santander. 2003

Sistema/ clon	Altura (m)	Diámetro (cm)	Indice de crecimiento año^{-1}	
			Altura (m)	Diámetro (cm)
SISTEMAS				
Aguacate	3.91 a*	4.03 a	2.93 a	3.02 a
Cítricos	1.69 c	2.53 c	1.27 c	1.90 c
Cedro	3.34 b	3.03 b	2.50 b	2.27 b
Caoba	3.11 b	3.06 b	2.33 b	2.30 b
CLONES				
ICS 95	1.66 a	2.00 a	1.25 a	1.50 a
ICS 60	1.51 ab	1.83 a	1.13 ab	1.37 a
SCC 61	1.53 a	2.08 a	1.15 ab	1.56 a
EET 8	1.44 ab	1.79 a	1.08 ab	1.34 a
CCN 51	1.36 b	1.90 a	1.02 b	1.43 a
ICS 1	1.39 b	1.75 a	1.04 b	1.31 a

* Los sistemas o clones con la misma letra no difieren significativamente p<0.05 Duncan

En la zona de San Vicente (Tabla 35) el aguacate se desarrolla mejor que los maderables cedro y caoba con altura de 3.91 metros, estadísticamente superior y diferente a la altura de los maderables, con alturas de 3.34 metros para cedro y 3.11 metros para caoba.

El diámetro del aguacate como sombrío tiene un desarrollo superior a los demás sombríos, seguido del cedro y caoba que no ofrecen diferencias significativas entre sí, por lo cual se estima que los cedros, caobas y aguacates tienen un crecimiento superior de diámetro en comparación con el cítrico.

Los índices de crecimiento están expresados como el desarrollo de los maderables y frutales por año, indicando por tanto que los maderables cedros y caoba tienen un crecimiento por año significativamente igual pero inferior al aguacate, mientras que el desarrollo en cuanto a diámetro oscila entre 2.7 y 2.3 centímetros para cedro y caoba y de 3.2 para aguacate.

Estos parámetros indican que para esta zona, los cedros y caobas ofrecen buenas perspectivas para ser utilizados como sombríos temporales por su rápido crecimiento.

El crecimiento de los clones ICS 95, ICS 60, EET 8 y SCC 61 no difieren significativamente, siendo igual y mayor al CCN 51 y ICS 1. (Tabla 35).

Los diámetros de los diferentes clones y su índice de crecimiento no varía significativamente asumiendo por tanto, que el crecimiento de diámetro y su índice no tienen variación significativa al 5% de probabilidad.

Desarrollo fenológico de maderables, frutales y clones de cacao

Tabla 36. Desarrollo fenológico de los maderables, frutales y clones. Rionegro, Santander. 2002-2003.

Sistema/ clon	Altura (m)	Diámetro (cm)	Indice de crecimiento año	
			Altura (m)	Diámetro (cm)
SISTEMAS				
Aguacate	3.78 a*	3.73 a	2.83 b	2.80 a
Cítricos	1.23 d	1.26 c	0.93 d	0.85 c
Cedro	4.01 a	2.70 b	3.01 a	2.02 b
Caoba	2.83 c	2.60 b	2.12 c	1.95 b
CLONES				
ICS 95	1.57 a	1.61 a	1.18 a	1.21 a
ICS 60	1.27 ab	1.34 ab	0.95 bc	1.00 ab
SCC 61	1.43 ab	1.52 ab	1.07 ab	1.14 ab
EET 8	1.30 bc	1.45 ab	0.98 bc	1.08 ab
CCN 51	1.15 c	1.25 b	0.86 c	0.93 b
ICS 1	1.38 ab	1.47 ab	1.03 abc	1.10 ab

* Los sistemas o clones con la misma letra no difieren significativamente p<0.05 Duncan.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

El desempeño de los sombríos en la localidad de Rionegro (Tabla 36), tiene una variación significativa; el cedro y el aguacate se desarrollan en mayor proporción, su crecimiento es igual y significativamente diferente al crecimiento de los caobas y este diferente al de los cítricos cuyo crecimiento es menor.

El desarrollo del diámetro guarda las mismas proporciones con el del crecimiento en altura, los cuales están correlacionados significativamente, siendo el aguacate el de mayor crecimiento en diámetro, seguido del cedro y caoba y por último el cítrico cuyo crecimiento es menor a los demás sombríos.

Los índices de crecimiento tanto de la altura como del diámetro expresado como el desarrollo anual, demuestra que el cedro tiene un mayor crecimiento en cuanto a altura, diferente al aguacate, seguido de caoba y por último el cítrico; esto demuestra que el cedro tiene un desarrollo respecto a su índice de crecimiento mayor que los demás sombríos; en aguacate fue superior a los demás sombríos, siendo diferente al índice de crecimiento de los cedros y caobas.

Los clones ICS 95, ICS 60, SCC 61, ICS 1 tienen un crecimiento superior a los demás materiales; los clones EET 8 y CCN 51 tienden a desarrollarse menos que los demás clones. Para sostener la estructura de la zona productiva, se encontró que los clones ICS 95, ICS 60, SCC 61, ICS 1 tienen un desarrollo del diámetro igual y estadísticamente superior al CCN 51.

Respecto a los índices de crecimiento se encontró que los clones ICS 95, SCC 61 e ICS 1 tienen un desarrollo estadísticamente superior y diferente a los clones ICS 60, EET 8, CCN 51.

Tabla 37. Desarrollo fenológico de los sistemas y clones. Tibú, Norte de Santander. 2002-2003

Sistema/ clon	Altura (m)	Diámetro (cm)	Indice de crecimiento año^{-1}	
			Altura (m)	Diámetro (cm)
SISTEMAS				
Zapote	2.64 c*	4.76 b	1.98 c	3.57 b
Aguacate	2.60 c	2.40 d	1.95 c	1.80 d
Caoba	2.87 b	4.03 c	2.15 b	3.02 c
Cedro	4.00 a	6.23 a	3.00 a	4.67 a
CLONES				
ICS 95	1.31 a	2.19 a	0.98 a	1.64 a
ICS 60	1.17 ab	1.72 bc	0.87 ab	1.29 bc
SCC 61	1.12 ab	2.10 a	0.84 ab	1.57 a
ICS 40	1.12 ab	2.00 ab	0.84 ab	1.50 ab
TSH 812	1.05 b	1.62 c	0.78 b	1.21 c
IMC 67	1.29 a	2.19 a	0.96 a	1.64 a

* Los sistemas o clones con la misma letra no difieren significativamente p<0.05 Duncan

En Tibú (Tabla 37) el maderable con mayor crecimiento fue el cedro (4 metros) siendo estadísticamente superior a los demás sombríos, seguido de los caobos, y por último, los zapotes y aguacates que no ofrecen diferencias significativas entre sí y siendo su crecimiento estadísticamente menor.

El diámetro del cedro fue superior en comparación con los demás sombríos, el cual tiene un desarrollo a los dos años de 6.23 cm; el zapote también ofrece un crecimiento del diámetro bastante significativo y superior al de los caobas.

Respecto a los índices de crecimiento, el cedro es el sombrío permanente que tiene un mayor desarrollo de diámetro cuyas diferencias con el caoba son significativas; estos parámetros indican que el cedro para la zona de Tibú ofrece perspectivas para ser plantado como sombrío permanente por su desarrollo en su crecimiento, altura y en el grosor.

Con relación a los clones, todos los materiales a excepción del TSH 812, tiene un crecimiento igual y su diámetro tiene algunas variaciones. El ICS 60 y TSH 812 tienen un desarrollo de diámetro estadísticamente inferior a los demás materiales; estos parámetros indican que algunos clones como el ICS 95, SCC 61, ICS 40, IMC 67 tienen la propiedad de tener un buen crecimiento en altura y buen desarrollo de diámetro, características ideales para los clones.

Tabla 38. Desarrollo fenológico de los sistemas y clones. Arauquita, Arauca. 2003

Sistema/ clon	Altura (m)	Diámetro (cm)	Indice de crecimiento año	
			Altura (m)	Diámetro (cm)
SISTEMAS				
Cítricos	2.16 d*	3.06 d	1.62 d	2.30 d
Guanábana	3.80 c	5.16 c	2.85 c	3.87 c
Nogal	5.80 b	10.33 a	4.35 b	7.75 a
Teca	7.26 a	9.46 b	5.45 a	7.10 b
CLONES				
ICS 95	1.38 a	2.18 a	1.03 a	1.63 a
ICS 60	1.13 bc	1.84 bc	0.85 bc	1.38 bc
SCC 61	1.02 c	1.64 c	0.76 c	1.23 c
ICS 40	1.43 a	2.07 ab	1.07 a	1.55 ab
TSH 812	1.12 bc	1.79 c	0.84 bc	1.34 c
IMC 67	1.23 b	2.198 a	0.92 b	1.64 a

* Los sistemas o clones con la misma letra no difieren significativamente p<0.05 Duncan.

En (Tabla 38), la teca tiene un excelente desarrollo con un crecimiento significativamente diferente y superior a todos los demás sombríos; el nogal no se desarrolla como la teca, siendo este parámetro significativamente inferior. Los cítricos y guanábanas no ofrecen un crecimiento que puedan proporcionar una sombra adecuada a los clones de cacao. El índice de crecimiento para la teca fue superior a los demás sombríos, seguido del nogal, los cítricos y la guanábana, cuyos crecimientos son significativamente diferentes.

El desarrollo de los diámetros de los maderables importantes en un agronegocio maderero, ofrece buenas perspectivas para nogal y tecas, cuyo desarrollo es altamente significativo.

Los clones ICS 95 e ICS 40 son materiales que tienen un crecimiento superior en cuanto a altura y diámetro, seguido de los materiales ICS 60 y TSH 812 siendo los índices de crecimiento en altura y diámetro estadísticamente iguales y superiores a los demás materiales a excepción del crecimiento en diámetro para el material IMC 67 que tiene la característica de tener baja altura y un desarrollo de diámetro significativamente superior.

Tabla 39. Desarrollo fenológico de los sombríos y clones de cacao. Chaparral, Tolima. 2002-2003

Sistema/ clon	Altura (m)	Diámetro (cm)	Indice de crecimiento año	
			Altura (m)	Diámetro (cm)
SISTEMAS				
Aguacate	1.44 b*	1.60 b	1.06 b	1.20 b
Citrico	1.62 a	1.93 b	1.21 a	1.45 b
Nogal	1.46 b	3.06 a	1.09 b	2.30 a
Cedro	1.21 c	3.36 a	0.91 c	2.52 a
CLONES				
ICS 95	1.24 a	2.25 a	0.93 a	1.64 a
ICS 60	0.82 b	1.52 c	0.62 b	1.14 c
SCC 61	-	-	-	-
ICS 40	1.21 a	2.40 a	0.90 a	1.80 a
TSH 812	0.86 b	1.81 bc	0.64 b	1.36 bc
IMC 67	0.77 b	2.10 ab	0.58 b	1.57 ab

* Los sistemas o clones con la misma letra no difieren significativamente p<0.05 Duncan.

De las observaciones tomadas en Chaparral (Tabla 39), se deduce que los maderables, nogal y cedro no tienen un buen desarrollo, puesto que en dos años de edad su crecimiento es de 1.21 m para cedro y 1.46 m para nogal; con índices de crecimiento anual de 0.91 y 1.09 metros respectivamente, lo cual se consideran bajos. Se aprecia igualmente que los diámetros tienen un desarrollo promedio de 3.20 cm con un índice de 2.41cm para ambos materiales maderables nogal y cedro.

Los clones ICS 95 e ICS 40 tienen el mayor crecimiento iguales y superiores a los demás materiales; los clones ICS 60, TSH 812 e IMC 67 tienen un crecimiento del diámetro significativamente superior a los demás materiales.

Se observa también que los clones ICS 95 e ICS 40 tienen el mayor índice de crecimiento en altura y los diámetros ofrecen mayor crecimiento junto con el material IMC 67. Estos parámetros indican que los clones ICS 40 e ICS 95 tienden a tener un diámetro mayor y que el material IMC 67 a pesar de tener un bajo crecimiento, tiene un diámetro superior al TSH 812 e ICS 60.

Tabla 40. Desarrollo fenológico de los sistemas y clones. Maceo, Antioquia. 2002-2003

Sistema/ clon	Altura (m)	Diámetro (cm)	Indice de crecimiento año	
			Altura (m)	Diámetro (cm)
SISTEMAS				
Aguacate	1.70 a*	2.43 c	1.27 a	1.82 c
Cítrico	1.09 b	1.63 d	0.83 b	1.22 d
Cedro	1.53 a	3.30 b	1.15 a	2.47 b
Caoba	1.70 a	4.36 a	0.92 b	3.27 a
CLONES				
ICS 95	0.70 a	1.84 a	0.52 a	1.38 a
ICS 60	0.72 a	1.95 a	0.54 a	1.46 a
SCC 61	0.51 b	1.96 a	0.38 b	1.47 a
ICS 40	0.67 a	1.75 a	0.50 a	1.31 a
CAP 34	0.61 ab	1.87 a	0.46 ab	1.40 a
TSH 812	0.59 ab	1.93 a	0.44 ab	1.45 a

* Los sistemas o clones con la misma letra no difieren significativamente p<0.05 Duncan.

El desarrollo de los sombríos en la localidad de Maceo (Tabla 40), no tienen un desempeño igual a otras localidades como Arauquita y Tibú; puesto que los crecimientos de los cedros y caobas son de 1.53 cm para cedros y 1.70 para caobas, significativamente iguales al desarrollo de los aguacates; los cítricos no tienen un buen desarrollo que ofrezcan un sombrío adecuado para el desarrollo de los clones.

Los que obtuvieron mejor desarrollo fueron las caobas cuyo crecimiento es superior al cedro; los aguacates tienen un crecimiento del diámetro seguido al de los maderables cedro y caoba.

Los índices de crecimiento en altura, de los cedros y aguacate son superiores a los demás sombríos y los diámetros del maderable caoba es superior a los demás sombríos e incluso al crecimiento de diámetro del cedro.

En esta localidad, todos los clones a excepción del SCC 61, tienen un crecimiento en altura superior, pero su diámetro es igual a los demás materiales, los índices de crecimiento de altura de todos los clones son iguales a excepción SCC 61, lo cual significa que el crecimiento promedio anual es igual para todos los clones.

En la localidad de la Zona Bananera (Tabla 41), los maderables cedro y roble tienen un crecimiento superior al de los zapotes y guayaba; dentro de los dos maderables, el cedro supera en crecimiento al roble, pero el crecimiento del diámetro es igual para los dos maderables; el cedro tiene la propiedad de tener un índice de crecimiento en altura superior al roble, es decir, que conjugadas las cualidades de altura y diámetros y sus índices de crecimiento el cedro supera al roble.

BIBLIOTECA DE COLOMBIA

Tabla 41. Desarrollo fenológico de los sistemas y clones. Zona Bananera. Magdalena. 2002-2003

Sistema/ clon	Altura (m)	Diámetro (cm)	Indice de crecimiento año	
			Altura (m)	Diámetro (cm)
SISTEMAS				
Zapote	1.69 c*	1.83 c	1.27 c	1.37 c
Guayaba	1.57 c	2.36 b	1.18 c	1.77 b
Roble	4.56 b	5.16 a	3.42 b	3.87 a
Cedro	5.16 a	5.46 a	3.87 a	4.10 a
CLONES				
ICS 95	1.51 a	1.87 a	1.13 a	1.40 a
ICS 60	1.08 b	1.45 b	0.81 b	1.08 b
SCC 61	-	-	-	-
TSH 812	0.69 c	1.34 b	0.52 c	1.00 b
ICS 40	0.97 b	1.43 b	0.73 b	1.07 b
EET 96	0.57 c	1.28 b	0.43 c	0.96 b

* Los sistemas o clones con la misma letra no difieren significativamente p<0.05 Duncan.

En la localidad de Zona Bananera el clon ICS 1 es el material que tiene la propiedad de desarrollarse mejor que los demás materiales, seguido de los materiales ICS 60 e ICS 40 que tienen un desarrollo igual pero significativamente inferior al ICS 95.

Tabla 42. Desarrollo fenológico de los sistemas y clones. Manaure. Cesar. 2002-2003

Sistema/ clon	Altura (m)	Diámetro (cm)	Indice de crecimiento año	
			Altura (m)	Diámetro (cm)
SISTEMAS				
Aguacate	1.65 a*	2.63 a	1.24 a	1.97 b
Zapote	1.41 b	2.16 b	1.06 b	1.62 c
Nogal	1.53 a	3.58 a	1.15 a	2.68 a
Cedro	1.55 a	3.60 a	1.16 a	2.70 a
CLONES				
ICS 95	1.30 bc	0.67 b	0.96 bc	0.50 a
ICS 60	1.34 bc	0.54 b	1.00 bc	0.40 a
SCC 61	1.26 c	1.22 a	0.95 c	0.92 a
TSH 812	1.48 abc	0.59 b	1.11 abc	0.44 a
EET 8	1.51 ab	0.60 b	1.13 ab	0.45 a
ICS 40	1.63 a	0.60 b	1.22 a	0.45 a

* Los sistemas o clones con la misma letra no difieren significativamente p<0.05 Duncan.

En la localidad de Manaure (Tabla 42), los maderables como sombrío no tienen un buen desarrollo; los nogales y cedros tienen características en crecimiento de altura y diámetro similares a las del aguacate pero inferiores a las del zapote; lo cual indica que el desarrollo del zapote en esta zona agroecológica tiene un crecimiento inferior a los demás sombríos, lo cual indica que no ofrece una ventaja comparativamente superior o igual a los nogales, cedros y aguacates.

Los clones TSH 812, EET 8 e ICS 40 ofrecen las mejores características en cuanto a desarrollo pero tienen un diámetro muy delgado superando el SCC 61 a los demás materiales, es decir, que este material tiene la propiedad de tener un tallo grueso capaz de soportar una estructura de ramas para la producción de mazorcas.

Los índices de crecimiento respecto a la altura de los materiales TSH 812, EET 8, e ICS 40 es superior a los demás materiales, pero los índices de desarrollo de diámetro son iguales para todos los materiales.

3.7 Análisis Financiero de los Sistemas Agroforestales

Se hizo análisis de todos los costos que demanda establecer los arreglos agroforestales con frutales y maderables, teniendo en cuenta las inversiones directas e indirectas, mano de obra, valor de material vegetal, insumos, recolección, arriendo, asistencia técnica, entre otros.

Igualmente, se recopiló información sobre los ingresos por venta de productos obtenidos en cultivos de cobertura, plátano, semilla de plátano y otros ingresos propios de los arreglos.

Los datos compilados se procesaron en un sistema de excell en donde muestra los costos totales del sistema, los ingresos totales, flujo de capital, ingresos netos, rentabilidad, salarios mínimos obtenidos por ingresos y unidades mínimas requeridas para sostenimiento de una familia, que equivale a dos salarios mínimos y las rentabilidades de cada una de las explotaciones desde el año 1 al 15.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los suelos de las zonas cacaoteras son ácidos, con bajo contenido de materia orgánica, nitrógeno, cobre, zinc, boro y fósforo, altos contenidos de hierro y manganeso.

- El establecimiento de sombrío con maderables y plátano debe ofrecer un porcentaje de sombreamiento del 35% el cual se considera adecuado para un buen desarrollo y condiciones ecológicas.

- La producción de biomasa después de dos años varío entre 17 y 23 t/ha/año para Rionegro, localidad que produce la mayor cantidad de biomasa y entre 9.3 y 10.2 t/ha/año para Chaparral, localidad que produjo las menores cantidades de biomasa.

- Teniendo en cuenta la cantidad de carbono fijado por la biomasa, estimado como un porcentaje del 0.42 de este parámetro los contenidos de carbono expresados en toneladas año, varían entre 12.8 para el arreglo caoba en San Vicente y 3.7 para el sistema nogal-cacao en la localidad de Chaparral. De los datos observados se deduce que una tonelada de biomasa produce entre 37 Kg toneladas de biomasa por ha/año de nitrógeno para el nogal en Arauquita y 8 kg para cítricos en Garzón.

- De los datos obtenidos se deduce que una tonelada de biomasa aporta entre 37 Kg /ha/año de nitrógeno para el nogal en Arauquita y 8 kg para cítricos en Garzón, de fósforo aporta entre 3.4 Kg para los sistemas aguacate y cítricos en Rionegro y 0.8 Kg para los sistemas aguacate y caobo en San Vicente; el aporte de potasio varió entre 45 kg toneladas de biomasa /ha/año para el sistema cedro en Rionegro y 1.5 kg biomasa para cítricos en Garzón; para calcio los mayores valores se registraron en el sistema cedro – cacao en la localidad de Tibú con 13.0 kg 1.7 kg para caoba en Maceo; en el caso del magnesio los mayores valores como ciclaje de nutriente corresponden a 4.0 kg para cedro en Tibú y 0.9 kg para ocobo en Garzón; los contenidos de azufre registraron altos niveles en la Zona Bananera con promedio de 2.5 Kg y los menores para la zona de Garzón con promedio de 0.8 Kg para todos los sistemas.

- Los maderables muestran buenas perspectivas para ser cultivados como sombríos de cacao, por el índice de crecimiento del DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) y crecimiento del fuste son superiores a los encontrados por estas mismas especies en otros estudios.

- Los clones en estudio evaluados por su altura y desarrollo del diámetro del tallo, indican que ICS 95, ICS 60, SCC 61 e ICS 40 son materiales que tienen la particularidad de desarrollarse con mayor eficiencia bajo los sombríos de maderables como cedros, caobas y nogales.

- Los análisis económicos indican que para establecer una hectárea de cacao bajo los sistema maderables (cedro, nogal, caoba y ocobo) los costos de producción están en promedio en $7.945.000.oo con ingresos al segundo año de $3.500.000 y con una tasa interna de retorno durante los 15 años de 32%. El mayor beneficio económico se obtienen al finalizar los 15 años con unos ingresos por venta de madera de $76.000.000.oo; para un flujo neto de $52.890.000 en promedio para todos los sistemas con maderables.

- El establecimiento del sistema cítricos, zapote, aguacate, guayaba, guanábana tiene un valor de $9.058.000 por hectárea, con unos ingresos en los dos primeros años de $3.467.000 por venta de productos de cultivos de cobertura y plátano y a partir del año 4 cuando inician la producción los frutales tiene un ingreso promedio año de $10.000.000 por venta de frutales y un ingreso por venta de madera al año 15 de $40.000.000, para una tasa interna de retorno durante los 15 años de operación del sistema, de 54% en promedio.

- Mediante actividades de transferencia de tecnología fue posible capacitar a 392 usuarios en sistemas agroforestales, lo cual permitió que los agricultores, técnicos y empresarios se familiarizaran con la instalación, manejo de maderables de alto valor económico y frutales bajo los arreglos maderables y cítricos, lo cual permite incrementar los ingresos de los agricultores en comparación con el monocultivo de cacao y a la vez tener ingresos adicionales por venta de productos de cobertura y maderables, proceso en el cual esta gestionando cerca de 80 productores en las zonas de influencia del proyecto la siembra de cacao con sombrío de maderables.

- Se recomienda continuar con este proyecto con el propósito de tener información acerca del comportamiento de los maderables manejados como sombríos del cacao y sobre los índices de crecimiento a través de los años tanto para frutales como maderables.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

ARANZAZU, H.F.; AGUDELO, M.A.; GRISALES, R.A.; ZULETA A.L. 2003. Sistemas agroforestales, plátano, cacao, maderables para la zona marginal baja cafetera. *En*: Seminario Internacional de sistemas agroforestales con énfasis en cacao. Bucaramanga, Colombia 17 p.

CORREA, E.F. y et al 2003. Producción de biomasa de diferentes interacciones en sistemas agroforestales en el Estado de Rioraima, Brasil. Memorias Congreso de Sistemas Agroforestales Illhéus, Bahía, Brasil. 3-002.

FERREIRA, E.; DA SILVA, I et al, 2002. Producción de biomasa en diferentes interacciones en sistemas agroforestales en el estado de Roraima, Brasil. Seminario Agroforestería Ilheús, Bahía, Brasil. 3-002.

GESTA DE MELO, A.C., 2003. Dinámica de nutrientes con cacaoteros (*Theobroma cacao* L.) en Amazonia Oriental. Memorias Congreso de Sistemas Agroforestales Illhéus, Bahía, Brasil. 3-005.

MEJIA, F.L.A; ARGUELLO, C. O. 2000. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Bucaramanga – Colombia. 144 p.

MEJIA, F.L.A; PALENCIA, C.G.E. 2000. Manejo Integrado del Cultivo de Cacao. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (Ed) Nidia Ramírez G. Bucaramanga - Colombia 24 p.

MULLER, M.W; et al. 2003. Sistemas agroforestales en cacao: una alternativa para la explotación sostenibles de los biomas tropicales. *In*: Seminario Internacional de Sistemas Agroforestales con Enfasis en Cacao. Resumen. Bucaramanga, Colombia 3 p.

PIOTTO, D. MONTAGINI, F., KANNINE, M, UGALDE, L. VIQUEZ, E. 2002. Comportamiento de las especies y preferencias de los productores. Plantaciones forestales en Costa Rica y Nicaragua en: Revista forestal centroamericana Número 30, abril – Junio. 59-69 p.

VILLANUEVA, C.; IBRAHUM, M. 2002. Evaluación del impacto de los sistemas silvopastoriles sobre la recuperación de pasturas degradadas y su contribución al secuestro de carbono en lecherías de altura en Costa Rica. *En*: Agroforestería en las Américas. Vol. 9 No. 35-36. p 69-74.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA