



Ministerio de Agricultura y
Desarrollo Rural

INVESTIGACIÓN EN CACAO BAJO SISTEMAS AGROFORESTALES EN URABÁ

BOLETÍN DIVULGATIVO

JAVIER GUSTAVO LÓPEZ SÁNCHEZ¹
MELQUISEDECK CORPAS HIGUITA²

E.E. Tulenapa
Carepa - Antioquia
2008

¹ Ingeniero Agrónomo. Corpoica. E.E. Tulenapa. Km 1 vía Apartadó. Carepa - Antioquia. e-mail: tulenapa@edatel.net.co. Tel.: 823 6721.

² Tecnólogo Agropecuario. Corpoica. E.E. Tulenapa. Km 1 vía Apartadó. Carepa - Antioquia. e-mail: tulenapa@edatel.net.co. Tel.: 823 6721.

López Sánchez, Javier Gustavo; Corpas Higueta, Melquisedeck / Investigación en cacao bajo sistemas agroforestales en Urabá. Carepa – Antioquia. Corpoica, 2008. 24 p.

Palabras clave: THEOBROMA CACAO, CACAO (PLANTA), SISTEMAS AGROFORESTALES, CULTIVOS, INVESTIGACIÓN AGRARIA, COLOMBIA – ANTIOQUIA – URABÁ.

ISBN 978-958-8311-82-1

Código Único Interno: 186

Código de Agenta: PR-04100183

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, contribuye al bienestar de la población colombiana, mediante la generación y transferencia de tecnologías, para hacer más eficiente y rentable la producción agropecuaria con criterios de Competitividad, Equidad, Sostenibilidad y Desarrollo Científico y Tecnológico.

Publicación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA.

© 2008, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA.
Estación Experimental Tulenapa.

Ejemplares: 500

Producción editorial



Teléfono: 288 5338 - Bogotá, D.C.

www.produmédios.com

Estación Experimental Tulenapa, CORPOICA

Impreso en Colombia

2008

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es posible gracias a los recursos de cofinanciación convenio 028/05 Ministerio de Agricultura - CIAT, Gobernación de Antioquia y el ICA; y es un producto del *Proyecto investigación en cacao bajo sistemas agroforestales en la región de Urabá*.

A los productores, técnicos SAMA Apartadó Juan Carlos Muñoz y Jorge González, al técnico de la Secretaría de Agricultura de Antioquia, Álvaro Pérez Cobos, al técnico del ICA Julio César Silva Castillo y a Ruth Stella Torres - Transferencia de Tecnología CORPOICA C.I. La Selva; muchas gracias por el apoyo recibido.

CONTENIDO

	Pág.
Introducción	5
Resumen del proyecto	6
Importancia de los sistemas agroforestales	7
Importancia de las especies seleccionadas	8
Resultados relevantes	10
Distribución de los tratamientos	11
Arreglos agroforestales que presentaron una mayor preferencia entre productores y técnicos	13
Cambios en el suelo	15
Selección de cacao regionales	17
Conclusiones y recomendaciones.....	22
Bibliografía	23

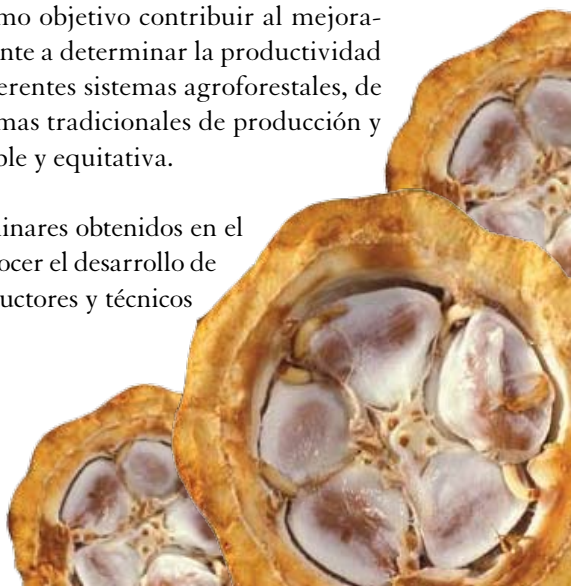
INVESTIGACIÓN EN CACAO BAJO SISTEMAS AGROFORESTALES EN URABÁ

BOLETÍN DIVULGATIVO

INTRODUCCIÓN

En la región de Urabá se tiene un reporte de áreas sembradas con cacao al 2004 de 2.575 hectáreas, todas bajo el sistema tradicional; las cuales contribuyen con el 39% del área del departamento (6.643 hectáreas). En el sistema actualmente establecido (cacao-plátano-maderables), se tiene un rendimiento promedio de 430 kilos por hectárea, baja calidad del producto, plantaciones muy viejas, prácticas de manejo inadecuadas, materiales híbridos y alta incidencia de enfermedades. La tecnología generada actualmente y que CORPOICA ofrece, presenta un esquema donde se trabaja con base en propagación por injertos (sistema de clones), ésta permite una producción más uniforme, un mayor rendimiento (entre 1.500 y 1.800 kg/ha) bajo un manejo ambientalmente sostenible del cultivo; sin embargo, como gran debilidad de la región, se tiene que a la fecha no se ha validado la tecnología de producción que involucre modelos sostenibles económica, ambiental y agronómicamente para este cultivo. Por lo cual se formuló el proyecto “*Investigación en cacao bajo sistemas agroforestales en la región de Urabá*”, que tiene como objetivo contribuir al mejoramiento del sistema de producción de cacao, tendiente a determinar la productividad y el comportamiento del cultivo de cacao bajo diferentes sistemas agroforestales, de tal modo que se amortigüe el impacto en los sistemas tradicionales de producción y se convierta en una actividad competitiva, sostenible y equitativa.

El presente boletín recoge los resultados preliminares obtenidos en el primer año de ejecución del proyecto y permite conocer el desarrollo de las especies, su interacción y la preferencia de productores y técnicos por cada uno de los sistemas en evaluación.





RESUMEN DEL PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto “*Investigación en cacao bajo sistemas agroforestales en la región de Urabá*” y de acuerdo con los conceptos emitidos por productores y equipo técnico, se incluyeron en los ensayos las siguientes especies asociadas a cacao *Theobroma cacao*: cultivos transitorios, plátano *Musa paradisiaca*, papaya *Carica papaya*, guandul *Cajanus cajan*, piña *Ananas comosus* y maíz *Zea mays*; cultivos permanentes o de sombra, los maderables teca *Tectona grandis*, nogal *Cordia gerascanthus*, caucho *Hevea brasiliensis* y los frutales aguacate *Persea gratissima*, zapote *Matisia cordata*. Se conformaron arreglos agroforestales con cinco tratamientos y tres repeticiones cada uno en un diseño de bloques completamente al azar, a saber, T1: cacao-plátano-caucho, T2: cacao-caucho-plátano-piña-maíz, T3: cacao-papaya-maderables, T4: cacao-plátano-maderables y T5: cacao-guandul-frutales.

Se establecieron 15 parcelas de 2.805 m² cada una, para un área aproximada de 4.5 hectáreas. Se registró información correspondiente a altura de la planta, diámetro a la altura del pecho, amplitud de copa, floración y desarrollo de las especies para sombrero permanente, cada cuatro meses y datos de desarrollo y producción de las especies transitorias mensualmente, durante un año, para obtener el promedio de las variables cualitativas y cuantitativas. Se tomaron muestras de suelos para análisis microbiológico y de fertilidad al inicio y al final del ensayo para determinar los cambios sobre los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo bajo cada uno de los sistemas. Se identificaron y están en evaluación materiales regionales de cacao criollos y tipo porcelana de árboles que los productores consideraron productivos en diferentes fincas de la región.

En recomendaciones técnicas y prácticas de manejo se logró identificar entre productores y técnicos, nueve materiales de cacao en campo de los cuales hay cinco seleccionados y en proceso de evaluación. Se determinó la distribución espacial y densidad de especies asociadas a cacao en cinco arreglos agroforestales; registros de desarrollo de seis especies permanentes y registros de producción de cinco especies transitorias en asocio con cacao en el primer año de desarrollo de las plantas. Análisis de suelos para verificar cambios físicos, químicos y biológicos de 14 variables. Se realizaron 18 eventos entre giras, talleres de injertación, demostraciones de método y cursos de cacao, donde se capacitaron 476 usuarios entre agricultores, técnicos y estudiantes.

La investigación permite concluir que las especies evaluadas en los sistemas agroforestales, presentan un buen desarrollo en los diferentes arreglos, los productores y técnicos identificaron de forma participativa, la importancia de los sistemas agroforestales desde el punto de vista productivo, económico y ambiental y mostraron un marcado interés por fomentarlos en sus fincas y proyectos futuros. Los arreglos agroforestales que presentaron una mayor preferencia entre los productores y técnicos fueron: cacao-plátano-maderables, cacao-papaya-maderables y cacao-caucho-plátano. Los sistemas agroforestales permiten aprovechar de manera integral los diferentes recursos de la finca; el agricultor obtiene productos e ingresos de manera rápida con los cultivos transitorios de ciclo corto (semestrales: maíz, guandul), ingresos permanentes con cultivos de ciclo intermedio que se cosechan semanalmente (plátano, piña y papaya) y cultivos de tardío rendimiento como los frutales (cacao, aguacate y zapote) y forestales. Los suelos bajo sistemas agroforestales conservan o mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas durante el proceso productivo. El ciclaje de nutrientes, garantiza una mejor sostenibilidad y productividad del suelo en los sistemas agroforestales, disminuyendo las fertilizaciones posteriores. La selección de materiales en fincas permite encontrar recursos vegetales promisorios y desarrollar trabajo participativo entre productores e instituciones. La capacitación contribuyó a fortalecer la visión de productores y técnicos frente a la posición del cacao en el mundo y la importancia que tiene la cadena productiva de cacao-chocolate en Colombia. Esta investigación se deberá llevar por lo menos durante cinco años, teniendo en cuenta el período vegetativo de las diferentes especies que integran los arreglos agroforestales.

IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Son sistemas de producción donde se combinan parcelas agrícolas o pecuarias con cultivos de árboles.

Cumplen una función de mantenimiento de la biodiversidad, reducción de la erosión y recuperación de suelos y praderas degradadas, conservación y recuperación de la capacidad productiva del suelo, mantenimiento de la cantidad y calidad del agua, absorción de carbono y reducción de las emisiones de gases de invernadero. Generan mayor empleo permanente y aportan seguridad alimentaria por la diversidad de productos que se pueden obtener. Permiten el abonamiento de los cultivos con productos orgánicos provenientes de las fincas y se mejora el microclima y la sanidad de los animales y plantas que están bajo estos sistemas.

IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES SELECCIONADAS

De acuerdo con los conceptos emitidos por el equipo técnico, se determinó incluir en los ensayos las siguientes especies asociadas a cacao *Theobroma cacao*: cultivos transitorios, plátano *Musa paradisiaca*, papaya *Carica papaya*, guandul *Cajanus cajan*, piña *Ananas comosus* y maíz *Zea mays*; cultivos permanentes o de sombra, maderables teca *Tectona grandis*, nogal *Cordia gerascanthus*, caucho *Hevea brasiliensis* y frutales aguacate *Persea gratissima*, zapote *Matissia cordata*, adaptadas a esta zona agroecológica.

Teca *Tectona grandis*. Especie originaria de la India, Birmania y zonas occidentales de Tailandia e Indochina. Su madera es valiosa para diferentes usos, especialmente fabricación de barcos y mueblería fina. En Colombia Conif y Cartón de Colombia han realizado investigaciones sobre esta especie especialmente en el bosque seco tropical. En Urabá, la especie fue introducida hace algunos años y actualmente el área sembrada abarca 10 mil hectáreas. Los árboles alcanzan su altura comercial a los 18 años.

Nogal *Cordia gerascanthus*. Especie nativa de América, se encuentra desde regiones secas hasta muy húmedas. La madera es fina, utilizada en ebanistería. Los árboles alcanzan su altura comercial entre los 15 y 18 años.

Cacao *Theobroma cacao*. El cacao es originario del Valle del Amazonas (ríos Napo, Putumayo y Amazonas), en los límites de Colombia, Brasil y Ecuador donde se encuentra la mayor diversidad genética de especies del género *Theobroma*. Es un cultivo típico de sombra, la cual debe establecerse antes de la plantación. Las áreas de producción están en 14 departamentos, entre ellos, Santander, Nariño, Norte de Santander, Huila, Arauca y Antioquia (www.abcAgro.com, 2003).

Papaya *Carica papaya* L. Es nativa de la región tropical de América. Su relevancia en Colombia se debe a su alta rentabilidad, fácil manejo (con excepción de las virosis), producción en un período corto (30-36 meses), amplias zonas aptas para su producción y aceptación en los mercados nacionales e internacionales. En Urabá, la variedad Hawaiana alcanza un rendimiento de 35 toneladas por hectárea en promedio.

Maíz *Zea mays*. El cultivo del maíz tiene importancia especial dado que este cereal constituye la base de la alimentación de los latinoamericanos. Es una buena fuente de almidón, pero su contenido de proteína es más bajo que otros cereales. La variedad ICA V-109, es un maíz blanco que se adapta satisfactoriamente a las condiciones agroecológicas de la región de Urabá con un rendimiento de 3.5 a 4.0 t/ha (CORPOICA, 2003).

Piña Ananas comosus. Es una planta herbácea, perenne, originaria de Centro y Suramérica. En Colombia se cultiva en los departamentos de Santander, Valle del Cauca, Cauca y Viejo Caldas y se consume como fruta fresca. Con una densidad de 46.000 plantas por hectárea, los rendimientos que se alcanzan en el Valle del Cauca con las principales variedades son: Perolera, 82.5 t/ha; Cayena lisa, 85.9 t/ha y Manzana, 70.3 t/ha. La segunda cosecha oscila entre 20 y 30 t/ha en las tres variedades (Salazar y García, 1994).

Guandul Cajanus cajan. El guandul se introduce en modelos de sistemas de producción sostenibles que eviten la erosión y degradación acelerada de los suelos y se utiliza como materia prima para la elaboración de compostajes y caldos microbiales para abonar el cultivo, reduciendo la compra y utilización de insumos químicos (Sánchez, 2006). Igualmente, interviene activamente en la utilización y el ciclaje de nutrientes, en la fijación o solubilización del nitrógeno y en hacer más disponibles los nutrientes, como los fosfatos mediante la interacción microbiana o micorrízica en el suelo.

Plátano Musa sp. Planta de gran importancia como productora de alimentos en las regiones tropicales. En Colombia se siembran diferentes clones, de los cuales, los más cultivados son Dominico, Dominico hartón y Hartón. En Urabá se cultivan 40.000 hectáreas de la variedad Hartón bajo el sistema de monocultivo, para el mercado de exportación. Dentro de los sistemas agroforestales se considera el plátano como un cultivo transitorio y socio importante para el cacao, el cual proporciona sombra a los injertos de cacao por lo menos durante su etapa de instalación y crecimiento; igualmente, cumple un propósito económico para amortiguar los costos ocasionados por la siembra del cacao (Sánchez, 2006).

Zapote Matisia cordata. Originario de la cuenca alta del río Amazonas, constituye por su producción una fuente de ingresos muy rentable, los rendimientos medios estimados por planta, en condiciones adecuadas de cultivo, oscilan entre 700 y 1.000 frutos/planta. Por ser una fruta con valor nutritivo adecuado y sabor dulce característico, tiene la posibilidad de desarrollar con ventajas comparativas un mercado para el consumo fresco a nivel local (www.agroandina.com/productos/frutales/cuerpo_zapote.htm, 2006).

Aguate Persea gratissima. Originario de México y luego se difundió hasta las Antillas. Proporciona una sombra adecuada a la plantación de cacao, su producción puede oscilar entre 300 y 800 frutos, se destina al consumo interno y regional y se constituye en una importante fuente de ingresos para los productores cuando lo incluyen en sistemas agroforestales.



Caucho Hevea brasiliensis. Es originario de la cuenca del río Amazonas. En Colombia sólo se produce el 5% de la cantidad que se requiere para consumo interno, el resto se importa. Su rendimiento es de 1.800 kg/ha de caucho seco. Los árboles alcanzan una circunferencia hasta de 47 cm a los seis años de edad y tienen una vida productiva de 25 años.

RESULTADOS RELEVANTES

Se establecieron 15 parcelas de 2.805 m² cada una, correspondientes a cinco arreglos con tres repeticiones respectivas, para un área aproximada de 4.5 hectáreas. La distribución de los tratamientos se aprecia en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de parcelas agroforestales en el Proyecto Investigación en cacao bajo sistemas agroforestales en la región de Urabá.

LOTE No.	PARCELA No.	TRATAMIENTO	REP.
11	1	T4: cacao-plátano-maderables	I
11	2	T3: cacao-papaya-maderables	I
11	3	T5: cacao-guandul-frutales	I
11	4	T2: cacao-caucho-plátano-piña-maíz	I
11	5	T1: cacao-plátano-caucho	I
9	6	T4: cacao-plátano-maderables	II
9	7	T1: cacao-plátano-caucho	II
9	8	T5: cacao-guandul-frutales	II
9	9	T2: cacao-caucho-plátano-piña-maíz	II
9	10	T2: cacao-caucho-plátano-piña-maíz	III
9	11	T1: cacao-plátano-caucho	III
9	12	T4: cacao-plátano-maderables	III
9	13	T3: cacao-papaya-maderables	II
8	14	T3: cacao-papaya-maderables	III
8	15	T5: cacao-guandul-frutales	III



Fotos 1 y 2. Establecimiento de parcelas de investigación de cacao bajo diferentes sistemas agroforestales.

Distribución de los tratamientos

T1. Cacao-plátano-caucho. El caucho se estableció en doble línea a 3 metros entre surcos y 2.5 metros entre árboles. La distancia entre doble surco fue de 16 metros. El cacao se sembró a 2 metros del doble surco de caucho y a 3 metros entre plantas de cacao. El plátano se estableció a 3×3 metros intercalado con el cacao.

T2. Cacao-caucho-plátano-maíz-piña. El caucho se estableció en doble surco a 3 metros entre surcos y 2.5 metros entre árboles. La distancia entre doble surcos fue de 19 metros. El cacao se sembró a 2.5 metros del doble surco de caucho y a 3 metros entre plantas de cacao. La piña se estableció en franjas de 2 metros, a 1.5 metros del caucho y a 0.5 metros entre plantas en cuadro. El plátano se estableció a 3×3 metros intercalado con el cacao. El maíz se estableció como barrera entre los surcos de caucho a una distancia de 0.7 metros entre surcos y 0.5 entre plantas y 1.5 metros del caucho.

T3. Cacao-papaya-madera. Como maderables se establecieron teca en los bordes de la parcela a 3 metros entre árboles y nogal para sombrío permanente del cacao a una distancia de 18 metros entre surcos y 3 metros entre árboles. El cacao se sembró a 3 × 3 metros surco/planta. La papaya se estableció a 3 × 3 metros intercalada con el cacao.

T4. Cacao-plátano-madera. Como maderables se establecieron teca en los bordes de la parcela a 3 metros entre árboles y nogal para sombrío permanente del cacao a una distancia de 18 metros entre surcos y 3 metros entre árboles. El cacao se sembró a 3 × 3 metros surco/planta. El plátano se estableció a 3 × 3 metros intercalado con el cacao.

T5. Cacao-guandul-frutales. Para los frutales (zapote y aguacate) se utilizó una distancia de siembra de 17 metros entre surcos y 6 metros entre plantas; el cacao y el guandul se sembraron a 3 × 3 metros en cuadro.

En la Tabla 2 se presenta la densidad de población de cada especie en cada uno de los tratamientos.

Tabla 2. Densidad para cada especie en cinco sistemas agroforestales en la región de Urabá.

TRATAMIENTO	ESPECIE	DENSIDAD (plantas/ha)
T1: cacao-plátano-caucho	Cacao	850
	Plátano	567
	Caucho	612
T2: cacao-caucho-plátano-piña-maíz	Cacao	680
	Caucho	480
	Plátano	340
	Piña	5.025
T3: cacao-papaya-maderables	Maíz	3.618
	Cacao	952
	Papaya	748
T4: cacao-plátano-maderables	Madera	204
	Cacao	952
	Plátano	748
T5: cacao-guandul-frutales	Madera	204
	Cacao	816
	Guandul	612
	Frutales (aguacate y zapote)	102

Arreglos agroforestales que presentaron una mayor preferencia entre productores y técnicos



T1. Cacao-plátano-caucho



T3. Cacao-papaya-maderables



T4. Cacao-plátano-maderables



Se tomaron y tabularon registros de campo con datos de altura, diámetro, amplitud de copa, floración y desarrollo de las especies permanentes cada cuatro meses; los resultados se muestran en la Tabla 3 y Tabla 4.

Tabla 3. Promedio de las variables cualitativas y cuantitativas de seis especies permanentes en cinco arreglos agroforestales en la región de Urabá al primer año de desarrollo de las plantas.

ESPECIE	TRATAMIENTO	ALTURA DE PLANTA (m)	DIÁMETRO TALLO A UN METRO DE ALTURA (cm)	DIÁMETRO DE COPA (m)
Caucho	T1: cacao-plátano-caucho T2: cacao-caucho-plátano-piña-maíz	1.2	1.2	1.0
Teca	T3: cacao-papaya-maderables T4: cacao-plátano-maderables	5.5	5.9	1.2
Nogal	T3: cacao-papaya-maderables T4: cacao-plátano-maderables	2.0	1.9	1.5
Cacao	En todos los tratamientos	1.0	1.6	Patrones
Aguacate	T5: cacao-guandul-frutales	1.3	1.1	1.0
Zapote	T5: cacao-guandul-frutales	1.0	2.1	0.9

Tabla 4. Promedio de las variables cualitativas y cuantitativas de cinco especies transitorias en cinco arreglos agroforestales en la región de Urabá.

ESPECIE	TRATAMIENTO	FLORACIÓN (semanas)	RENDIMIENTO (t/ha)
Plátano	T1: cacao-plátano-caucho	38	6.5
Plátano	T2: cacao-caucho-plátano-piña-maíz	38	3.6
Plátano	T4: cacao-plátano-maderables	38	7.9
Piña	T2: cacao-caucho-plátano-piña-maíz	50	6.0
Maíz	T2: cacao-caucho-plátano-piña-maíz	8	0.4
Papaya	T3: cacao-papaya-maderables	26	6.0
Guandul	T5: cacao-guandul-frutales	17	0.3

Cambios en el suelo

Con base en la fertilización que se aplicó en los diferentes sistemas agroforestales y los resultados de laboratorio de los años 2005 y 2006 para los datos de fertilidad y microbiología de suelos, se encontró: El pH se situó en un rango de 5.6 a 5.9 considerado como moderadamente ácido y de acuerdo con la evaluación realizada en el año 2005, mostró un incremento promedio de 0.2 para el año 2006, lo cual es deseable para estos sistemas puesto que mejora la disponibilidad de nutrientes para las plantas especialmente de fósforo, calcio y magnesio.

La materia orgánica expresada en %, se situó en niveles considerados medios, la misma disminuyó en cinco de las siete muestras evaluadas en un promedio de 0.7, lo cual no es deseable puesto que ésta es un indicador de la disponibilidad de nitrógeno en el suelo y además mejora las condiciones físicas del mismo; sin embargo, es sabido que al aumentar la degradación de la materia orgánica, los nutrientes liberados son incorporados e inmovilizados en la biomasa de los microorganismos, los cuales pueden ser degradados posteriormente por los solubilizadores de fosfatos mediante ácidos orgánicos y quedar nuevamente a disposición de las plantas, por lo que no resulta preocupante que este parámetro haya disminuido. El contenido de materia orgánica aumentó en un promedio de 0.5 en los tratamientos cacao-plátano-maderables de los lotes 9 y 11, lo cual es deseable y posiblemente correlacionado con la gran cantidad de biomasa aportada por este sistema. La capacidad de intercambio de cationes expresada en $\text{cmolc}\cdot\text{kg}^{-1}$, estuvo situada entre 15.4 y 17.5 para el año 2005 y entre 14.9 y 19.5 para el año 2006, la misma mostró un incremento promedio de 1.4, lo cual es deseable puesto que se aumenta la disponibilidad de nutrientes en el complejo suelo-planta. El contenido de fósforo expresado en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, estuvo entre 7 y 12 para el año 2005 y entre 3 y 8 para el año 2006, situado como bajo, lo cual no es deseable y requiere que se programen fertilizaciones y asociados micorrícicos para contribuir a elevar su nivel.

Los niveles de azufre expresado en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, aumentaron de un rango de 1-5 en el año 2005 a 8-13 para el año 2006 lo cual es deseable pues es un elemento esencial en la síntesis de proteínas. Los niveles de hierro expresado en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, se situaron en un rango considerado como alto; sin embargo, su valor disminuyó en promedio 35 unidades para el año 2006, lo cual es deseable puesto que se disminuye la probabilidad que cause toxicidad para los cultivos. Los niveles de manganeso expresado en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, aumentaron de un rango de 4-6 en el año 2005 a 6-22 para el año 2006 lo cual es deseable pues disminuye el riesgo de presentarse una deficiencia de dicho elemento. Los niveles de cobre expresado en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, mostraron valores entre 5-5 en el año 2005 y 3-6 para el año 2006 lo cual es deseable pues permanece estable este elemento.

Los niveles de zinc expresado en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, permanecieron estables para los dos años de evaluación en un rango de 1-2, lo cual es deseable pues permanece estable. Los niveles de boro expresado en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, aumentaron de un rango de 0.2-0.3 en el año 2005 a 0.4-0.6 para el año 2006 lo cual es deseable pues disminuye el riesgo de presentarse una deficiencia de dicho elemento. El valor promedio de la densidad aparente expresada en gramos/centímetro cúbico bajó de 1.38 en el año 2005 a 1.20 en el año 2006, lo cual es deseable puesto que se aumenta el espacio poroso y la capacidad del suelo para almacenar agua y oxígeno y permitir el desarrollo y toma de nutrientes por las raíces de los diferentes cultivos.

En cuanto a los resultados de los análisis de microbiología de suelos y al hacer un cuadro comparativo de valores para cuatro grupos de microorganismos se encontró: El grupo de fijadores de nitrógeno expresados en Unidades Formadoras de Colonia (UFC), aumentó en promedio de 26.0×10^5 en el año 2005 a 34.1×10^5 en el año 2006, lo cual resulta beneficioso por cuanto se incrementa este macroelemento en el suelo, requerido por las plantas en mayor proporción para el crecimiento del follaje y por ende la actividad de fotosíntesis. Los solubilizadores de fosfatos expresados en UFC, permanecieron estables en valores promedios de 54.7 en el año 2005 y 52.4 en el año 2006, pero cobran vital importancia en la nutrición de las plantas cuando se presentan niveles bajos de disponibilidad de fósforo en el suelo, como en el presente estudio donde estuvieron en un rango entre 3 y 12. El grupo de microorganismos celulolíticos expresados en UFC, aumentaron en valores promedios de 25.8 en el año 2005 a 34.4 para el año 2006, probablemente debido a una mayor cantidad de necromasa dispuesta sobre el suelo proveniente de hojas, biomasa y subproductos de cosecha, lo cual es deseable, puesto que los procesan los microorganismos degradadores en sus elementos esenciales y son retenidos temporalmente para luego ser liberados y aprovechados por las plantas. El grupo de hongos y levaduras expresados en UFC, disminuyó en valores promedios de 51.0 en el año 2005 a 22.1 para el año 2006, lo cual no es deseable, debido posiblemente a un menor contenido de agua en el suelo al momento de tomar la muestra en el año 2006.

Selección de cacao regionales

Se identificaron con productores y técnicos nueve árboles nativos, erectos, sanos y con características de grano fino deseables para el mercado en los municipios de Chigorodó y Apartadó, de los cuales se seleccionaron cinco por los siguientes parámetros: arquitectura y sanidad de la planta, número de granos por mazorca, color y peso seco del grano (Tabla 5). Los mismos serán injertados para continuar su evaluación en las parcelas de investigación.

Tabla 5. Materiales seleccionados en fincas de productores en la región de Urabá.

FINCA	MATERIAL	NÚMERO DE GRANOS/ MAZORCA	COLOR DEL GRANO	PESO SECO DEL GRANO (g)
El Mandarino	EM1	42	Violeta	1.41
	EM2	58	Violeta claro	1.47
	EM3	41	Violeta	1.95
	EM4	47	Violeta claro	1.67
Las Mercedes	LM1	46	Violeta	1.47



Foto 3. Productores y técnicos seleccionando cacao en la finca El Mandarino, Chigorodó - Antioquia.





Fotos 4 y 5. Cacaos seleccionados en la finca El Mandarino, Chigorodó - Antioquia.



Foto 6. Productores y técnicos seleccionando cacao en la finca Las Mercedes, Apartadó - Antioquia.



Foto 7. Cacao seleccionado en la finca Las Mercedes, Apartadó - Antioquia.



Foto 8. Tipo de grano en cacao seleccionado en la finca Las Mercedes, Apartadó - Antioquia.



Foto 9. Capacitación de productores, establecimiento de arreglos.



Foto 10. Demostración de métodos de injertación en cacao y frutales.



Foto 11. Crecimiento de especies en lotes de investigación.



Foto 12. Mantenimiento y desarrollo de cultivos en parcelas.





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las especies evaluadas en los sistemas agroforestales presentan un buen desarrollo en los diferentes arreglos.

Los productores y técnicos identificaron de forma participativa, la importancia de los sistemas agroforestales desde el punto de vista productivo, económico y ambiental y mostraron un marcado interés por fomentarlos en sus fincas y proyectos futuros.

Los arreglos agroforestales que presentaron una mayor preferencia entre los productores y técnicos fueron: cacao-plátano-maderables, cacao-papaya-maderables y cacao-caucho-plátano.

Los sistemas agroforestales permiten aprovechar de manera integral los diferentes recursos de la finca. El agricultor obtiene productos e ingresos de manera rápida con los cultivos transitorios de ciclo corto (semestrales: maíz, guandul), ingresos permanentes con cultivos de ciclo intermedio que se cosechan semanalmente (plátano, piña y papaya) y cultivos de tardío rendimiento como los frutales (cacao, aguacate y zapote) y forestales.

Los suelos bajo sistemas agroforestales conservan o mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas durante el proceso productivo.

El ciclaje de nutrientes garantiza una mejor sostenibilidad y productividad del suelo en los sistemas agroforestales, disminuyendo las fertilizaciones posteriores.

La selección de materiales en fincas permite encontrar recursos vegetales promisorios y desarrollar trabajo participativo entre productores e instituciones.

La capacitación contribuyó a fortalecer la visión de productores y técnicos frente a la posición del cacao en el mundo y la importancia que tiene la cadena productiva de cacao-chocolate en Colombia.

La investigación se deberá llevar por lo menos durante cinco años, teniendo en cuenta el período vegetativo de las diferentes especies que integran los arreglos agroforestales.

BIBLIOGRAFÍA

Belalcázar Carvajal, Sylvio. El cultivo del plátano en el trópico. Armenia, Colombia: Feriva Ltda. 1991. 376 pp.

El cultivo del aguacate. En: www.infoagro.com/frutas/frutastropicales/aguacate.htm. Consultado el 16 de febrero de 2006.

El cultivo del cacao. En: www.abcAgro.com. Consultado el 16 de febrero 2006.

Federación Nacional de Cacaoteros - Fondo Nacional del Cacao. 2005. Conceptos básicos sobre la administración de fincas cacaoteras. Bogotá, 24 p.

Generalidades del zapote. En: www.agroandina.com/productos/frutales/cuerpo_zapote.htm. Consultado en febrero de 2006.

Gobernación de Antioquia, Fedecauchó, Fedecacao, Gobernación de Córdoba. Asistencia preparatoria para la formulación del proyecto de siembra de 50.000 hectáreas de cacao y caucho en los departamentos de Antioquia y Córdoba. Bogotá, Febrero de 2004. 107.

Instituto Colombiano Agropecuario. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Bogotá, Produmedios. 1992. 64 p. (Manual de Asistencia Técnica No. 25).

Maíz. Editorial Trillas. México, 1981. 56 p. (Manuales para la educación agropecuaria 10).

Mejía Flórez, L.A. y Argüello Castellanos, O. (comp.) Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA: Bucaramanga, 2000. 144 p.

Palencia-Calderón, Gildardo E. 2005. Establecimiento y manejo de sistemas agroforestales con cacao. Manual Técnico. CORPOICA, Bucaramanga. 40 p.

Salazar Castro, Raúl y García Reyes, Álvaro. 1994. Sistemas de cultivo de la piña. Bogotá: Produmedios. 105 p.

Sánchez, Jorge Eliécer. Serranía de los Yariguies Magdalena Medio, Santander. Proyecto de producción agroforestal de cacao. Revista semillas. Número 20.

Sección Tema estratégico, agroforestería y manejo de bosques. En: www.semillas.org.co/articulos.htm. Consultado el 16 de febrero de 2006.

Vargas-Ríos, Rafael; Arie Klop. 1987. Algunas especies forestales para la reforestación en Urabá, Colombia. En: Revista Conif. Serie técnica No. 21. Septiembre 1987. pp. 10-12.

