



RESUMEN

TITULO: “DESCRIPCION DE SISTEMAS AGROFORESTALES, EN ASOCIACION CON CULTIVOS PERENNES”

Al asociar especies forestales como poro, guaba o laurel con cultivos perennes como el café o el cacao, encontramos grandes beneficios económicos, sociales y ambientales. Entre los beneficios económicos podemos mencionar los siguientes: en un mismo espacio físico cultivamos más de una especie vegetal, por lo tanto se va a obtener más ganancias, sin necesidad de que los agricultores tengan que ocupar otros espacios físicos para sus cultivos, en este caso aparte de la venta de cacao o café, también obtenemos ganancias de la venta de la madera resultante de las especies forestales que en principio eran utilizadas como sombra para los cultivos antes mencionados. Entre los aspectos sociales podemos enunciar los siguientes: Este modelo de agricultura incentiva al agricultor a reactive la producción del área rural y así evitar las migraciones hacia las grandes urbes, mejorando su economía y la de su familia, otro de los beneficios sociales es la demanda de empleo por parte de las empresas dedicadas al cultivo orgánico tanto del café

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

Pág. 1

Tema: Descripción de Sistemas Agroforestales, en Asociación con Cultivos Perennes



como del cacao. Entre los beneficios ambientales tenemos: Disminución de emisión de gases de efecto invernadero, debido a que el CO² producto de la descomposición de los restos vegetales del cultivo y también presente en la atmósfera en grandes cantidades, ya no va a aportar al calentamiento global, sino que va a ser asimilado y reutilizado por las especies forestales que se encuentran en asocio.

Palabras clave: Perennes, cultivos orgánicos, gases efecto invernadero, calentamiento global, evapotranspiración.

INDICE GENERAL

Contenido

1. INTRODUCCION	11
OBJETIVOS	14
GENERAL	14
ESPECIFICOS.....	14
2. REVISION DE LITERATURA.....	15
2.1. Definición de Agroforestería.....	15
2.1.1. Características particulares de las especies utilizadas en los Sistemas Agroforestales.....	17
2.1.1.1. Árboles de uso múltiple	17
2.1.1.2. Sostenibilidad.....	17
2.1.1.3. Multidisciplinariedad.....	18

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

Pág. 2

Tema: Descripción de Sistemas Agroforestales, en Asociación con Cultivos Perennes



2.1.2. Clasificación de los Sistemas Agroforestales	19
2.1.2.1. Sistemas Agroforestales Secuenciales.....	19
a. Agricultura Migratoria.....	20
b. Sistemas Taungya	22
2.1.2.2. Sistemas Agroforestales Simultáneos	23
a. Árboles en asociación de cultivos perennes.....	24
b. Árboles en asociación con cultivos anuales	26
c. Huertos caseros mixtos.....	27
d. Sistemas Silvopastoriles	29
2.1.3. Descripción de las principales especies utilizadas en agroforesteria	32
2.1.3.1. <i>Erythrina poeppigiana</i> Walp (Bombon).....	32
a. Origen.....	32
Es originaria de los Andes del Perú, se expande por el trópico ecuatorial americano, del Salvador a Puerto Rico a Brasil y Bolivia. La <i>E. Poeppigiana</i> ha sido introducida y se ha naturalizado en las islas del Caribe (Huertas y Saavedra, 1990).....	32
b. Ubicación Taxonómica y Distribución del Género <i>Erythrina</i>	33
c. Descripción Botánica	33
d. Hábitat y Adaptación.....	35
e. Usos	35
f. Ventajas de asociar <i>Erythrina poeppigiana</i> con café.....	37
g. Fijación del nitrógeno.....	38
- Fijación biológica de nitrógeno.....	38
- Flujos de nitrógeno dentro del sistema Café –Poró.....	40
2.1.3.2. <i>Inga Edulis</i> Mart. (Guaba de bejuco)	43
a. Origen.....	43
b. Ubicación Taxonómica y Distribución del Genero <i>Inga</i>	44

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

Pág. 3

Tema: Descripción de Sistemas Agroforestales, en Asociación con Cultivos Perennes



c. Descripción Botánica	44
d. Hábitat y Adaptación.....	45
e. Usos	46
f. Efectos de la Sombra de Guabo en el cultivo del Cacao.....	48
g. Biomasa aérea en Guabo	48
2.1.3.3. <i>Cordia alliodora</i> L. (Laurel)	49
a. Origen.....	50
b. Ubicación Taxonómica y Distribución del genero <i>Cordia</i>	50
c. Descripción Botánica	51
d. Hábitat y Adaptación.....	52
e. Ventajas en asociar <i>Cordia allidora</i> con Café.....	52
f. Usos	53
g. Producción.....	54
h. Biomasa aérea en Laurel	55
2.2. Cultivos Perennes	56
2.2.1. Características Particulares de los Cultivos Perennes Utilizados en los Sistemas Agroforestales	56
2.2.2. <i>Coffe arábica</i> L (Café)	57
2.2.2.1. Origen.....	57
2.2.2.2. Ubicación taxonómica y Distribución del genero <i>Coffe</i>	58
2.2.2.3. Descripción botánica.....	59
a. Tallo.....	59
b. Ramas.....	60
c. Raíces	60
d. Hojas	61



e. Inflorescencia.....	62
f. Fruto	62
2.2.2.4. Exigencias Climáticas.....	63
a. Temperatura.....	63
b. Precipitación.....	64
c. Sombreamiento	64
2.2.2.5. Exigencias de Edáficas	66
a. Suelo	66
b. Topografía	66
c. Profundidad.....	67
2.2.2.6. Usos	67
2.2.2.7. Producción.....	68
2.2.2.8. Biomasa aérea en Café.....	69
2.2.2.9. Situación Nacional del café	70
a. Superficie Cafetalera	73
2.2.3. Theobroma cacao L. (Cacao).....	76
2.2.3.1. Origen.....	76
2.2.3.2. Ubicación Taxonómica y Distribución del genero Theobroma.....	77
2.2.3.3. Descripción botánica.....	78
a. Tallo.....	78
b. Raíz	78
c. Hojas	79
d. Flores	79
e. Fruto	80
2.2.3.4. Exigencias Climáticas.....	80

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

Pág. 5

Tema: Descripción de Sistemas Agroforestales, en Asociación con Cultivos Perennes



a. Temperatura.....	80
b. Precipitación.....	81
c. Sombreamiento	82
2.2.3.5. Exigencias Edáficas.....	83
a. Suelo	83
b. Profundidad.....	83
2.2.3.6. Usos	84
2.2.3.7. Producción.....	85
2.2.3.8. Biomasa aérea en Cacao.....	86
2.2.3.9. Situación Nacional del Cacao en el Ecuador.....	87
a. La producción de cacao ecuatoriano	90
3. CONCLUSIONES.....	93
4. ANEXOS.....	96
5. BIBLIOGRAFIA.....	102



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Fundada en 1867

Yo, **JESUS FRANCISCO MOLINA CARDENAS**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **INGENIERO AGRONOMO**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.


FRANCISCO MOLINA CARDENAS
030219785-0

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316
e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103
Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, **JESUS FRANCISCO MOLINA CARDENAS**, certifico que las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son exclusiva responsabilidad del autor/a


FRANCISCO MOLINA CARDENAS
030219785-0

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316
e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103
Cuenca - Ecuador



NOTA DE ACEPTACIÓN

Aprobado por el Tribunal de Monografía de
Grado en cumplimiento con los requisitos
exigidos por la Universidad de Cuenca para
optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Cesar Galarza Álvarez

Presidente del Tribunal de Monografía

Ing. Pedro Cisneros Espinoza

Integrante del Tribunal de Monografía

Ing. Eduardo Tacuri

Integrante del Tribunal de Monografía

Cuenca, 12 de Julio del 2012

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

Pág. 9

Tema: Descripción de Sistemas Agroforestales, en Asociación con Cultivos Perennes



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**“DESCRIPCION DE SISTEMAS AGROFORESTALES,
EN ASOCIACION CON CULTIVOS PERENNES”.**

MONOGRAFIA PREVIA A
LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO

AUTOR: Jesús Francisco Molina Cárdenas

TUTOR: Ing. Germán Arcos Rojas

CUENCA – ECUADOR

2012

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

Pág. 10

Tema: Descripción de Sistemas Agroforestales, en Asociación con Cultivos Perennes

-2012-



1. INTRODUCCION

Este ensayo tiene como finalidad recopilar una gran cantidad de información, para que el agricultor realice un mejor uso del suelo y por ende obtengan mayores réditos de sus predios, hemos visto estos últimos años que en la mayoría de fincas o predios tanto de la sierra, costa y amazonia, que la mayoría de agricultores se han dedicado a la explotación irracional de sus suelos, con el uso intensivo de agrotóxicos y la predominancia del monocultivo como eje fundamental para el desarrollo del agro.

La asociación de especies forestales (guaba, eritrina, laurel) con cultivos perennes (café, cacao) es una alternativa innovadora y que presenta al agricultor un modelo de agricultura basada en el policultivo, es decir, la diversificación de los cultivos en una finca, la fertilización de los suelos con el uso de plantas fijadoras de nitrógeno y el aprovechamiento de la biomasa resultante de los mismos.

La aplicación continua y elevada de fertilizantes no parece ser una opción sostenible para el tercer mundo, ya que los precios de los energéticos son muy elevados y su uso inside en la contaminación de los mantos acuíferos. La

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

Pág. 11

Tema: Descripción de Sistemas Agroforestales, en Asociación con Cultivos Perennes



utilización de herbicidas es otro contribuyente al deterioro de los sistemas de producción cafetalera promoviendo la erosión superficial del suelo y consecuentemente la pérdida de la materia orgánica y la lixiviación de nutrientes hacia las capas más profundas del suelo (Vaast y Snoeck 1999).

Estos problemas se fueron acrecentando cuando se incentivaron en los agroecosistemas tradicionales, las plantaciones de café sin sombra con altas densidades de cultivares de porte bajo. Estos sistemas promovieron poca protección del suelo y al momento de la poda, baja restitución de la materia orgánica, bajo reciclaje de nutrientes y alta exportación de los mismos, lo que lleva a los agricultores a depender considerablemente de los insumos químicos.

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo de gran importancia económica en diversos países del mundo, como Costa de Marfil, Ghana, Camerún, Indonesia, Colombia, Venezuela, Ecuador entre otros. La producción mundial de cacao es de 3.102.000 toneladas, siendo Costa de Marfil el principal productor mundial con 1.320.000 toneladas, en tanto que para América el mayor productor



es Brasil con 163.000 toneladas. Por lo tanto los países del continente Africano aportan el 69,6%, Asia y Oceanía 17% y América 13,4% de la producción total de cacao a nivel mundial respectivamente (ICCO 2005).

En la última década el café (*Coffea arábiga* y *Coffea conephora*) en el Ecuador ha experimentado una diversificación de modelos de producción. Muchos de los modelos de alto insumos han sido criticados por contaminar el ambiente, tener una rentabilidad riesgosa y ser poco accesibles para los productores de escasos recursos.

Debido a estos factores se hace necesaria la búsqueda de alternativas más eficientes para obtener la más alta producción al menor costo posible (económico y ambiental). Lo que ha motivado la diversificación de cafetales por medio de los sistemas agroforestales (SAF) para lograr combinar muchos beneficios de un sistema agrícola con la de un sistema forestal creando beneficios directos como la obtención de productos múltiples, mejorar las características físicas químicas y biológicas del suelo logrando minimizar los efectos erosivos y un mejor microclima para la producción de café (Muschler 2000).



Una de las alternativas que se ha propuesto para mitigar el daño causado a los sistemas de producción ha sido el manejo orgánico. Porque permite conservar, restaurar y mejorar el recurso suelo a la vez que reduce la dependencia de insumos externos. Sin embargo existen pocos estudios de sistemas comparativos orgánico y convencional.

OBJETIVOS

GENERAL

- Elaborar un documento que sirva de guia para conocer las ventajas de la asociación de los cultivos perennes a los sistemas Agroforestales.

ESPECIFICOS

- Describir las características particulares de las especies utilizadas en los Sistemas Agroforestales.
- Analizar las características principales de los Cultivos Perennes.



2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Definición de Agroforestería

Los sistemas agroforestales son una forma de uso de la tierra en donde leñosas perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando en principio de la sostenibilidad (López, T. G. 2007).

Estos sistemas pueden contribuir a solucionar problemas en el uso de los recursos naturales debido a las funciones biológicas y socioeconómicas que cumplen. Desde el punto de vista biológico, la presencia de los árboles favorece los sistemas de producción en aspectos tales como el mantenimiento del reciclaje de nutrientes y el aumento en la diversidad de especies. Además, debido a la estructura vertical proporcionada por los árboles y otras especies leñosas, pueden convivir plantas y cultivos con diferentes requerimientos de luz; asimismo, los árboles protegen al suelo de los efectos del sol, el viento y las fuertes lluvias que caracterizan al trópico.



El uso de prácticas agroforestales también puede proveer beneficios económicos y socioculturales, entre los cuales se pueden mencionar la disminución de los riesgos económicos por la diversificación de la producción y la creación de nuevos puestos de trabajo en tareas de viveros, siembras, mantenimiento de áreas, etc.

La agroforestería se puede considerar como la combinación multidisciplinaria de diversas técnicas ecológicamente viables, que implican el manejo de árboles o arbustos, cultivos alimenticios y/o animales en forma simultánea o secuencial, garantizando a largo plazo una productividad aceptable y aplicando prácticas de manejo compatible con las habituales de la población local.
Tomado de Palomeque 2009. (Musálem, 2001).

Se fundamenta en principios y formas de cultivar la tierra basado en mecanismos variables y flexibles en concordancia con objetivos y planificaciones propuestos, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos, obteniendo en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas (Ramírez, R. W. 2005).



2.1.1. *Características particulares de las especies utilizadas en los Sistemas Agroforestales.*

2.1.1.1. *Árboles de uso múltiple*

(Musálem, 2001) lo define como: un árbol de uso múltiple es uno que en adición de los productos y servicios normalmente esperados como madera, influencias microclimáticas, mejoramiento del suelo, adición de materia orgánica, proporciona productos y servicios adicionales tales como fijación de nitrógeno, forraje, productos comestibles para humanos, gomas, fibras y productos medicinales.

2.1.1.2. *Sostenibilidad*

Se considera como un manejo sostenible de la tierra que incrementa su rendimiento integral, combina la producción de cultivos (incluidos cultivos arbóreos) y plantas forestales y/o animales, simultánea o secuencialmente en la misma unidad de tierra. La sostenibilidad de un sistema de producción corresponde a su capacidad para satisfacer las necesidades siempre en aumento de la humanidad sin afectar, y de ser posibles, el recurso base del que depende el sistema.



Un sistema agrícola, desde el punto de vista socioeconómico, es sostenible si cumple con estos requerimientos:

- Satisfacer las necesidades energéticas de los agricultores.
- Satisfacer las necesidades alimenticias de los agricultores para que puedan asegurar una dieta balanceada y adecuada.
- Fortalecer los vínculos de solidaridad entre los miembros de la comunidad local.

2.1.1.3. Multidisciplinariedad

La agroforestería como ciencia, involucra tres disciplinas básicas: la silvicultura, la agronomía y la ganadería. La idea es combinar los diferentes componentes para alcanzar un sistema de manejo que toma en cuenta los requerimientos de cada componente, mientras asegura una producción óptima.



2.1.2. *Clasificación de los Sistemas Agroforestales*

Existen varios criterios para la clasificación de los sistemas agroforestales de acuerdo con el arreglo temporal y espacial de sus componentes, la importancia y rol de estos componentes, los objetivos de la producción del sistema y el escenario económico social (Conafor, 2007). Hay dos categorías básicas de sistemas agroforestales: simultáneos y secuenciales (Rivas, T. D. 2005).

10

2.1.2.1. *Sistemas Agroforestales Secuenciales*

(Musálem, 2001) Menciona que en estos sistemas existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos; esta categoría incluye formas de agricultura migratoria con la intervención o manejo de barbechos, y los sistemas Taungya, métodos de establecimiento de plantaciones forestales en los cuales los cultivos anuales se llevan a cabo simultáneamente con las plantaciones de árboles, hasta que el follaje de los árboles se encuentra desarrollado.

De acuerdo con (Rivas, T. D. 2005) en los sistemas secuenciales, las cosechas y los árboles se turnan para



ocupar el mismo espacio, los sistemas generalmente empiezan con cosechas agrícolas y terminan con árboles, la secuencia en el tiempo mantiene la competencia a un mínimo, los árboles en un sistema secuencial deben crecer rápidamente cuando los cultivos no lo están haciendo, deben reciclar minerales de las capas de suelo más profundas, fijar nitrógeno y tener una copa grande para ayudar a suprimir plantas indeseables.

a. Agricultura Migratoria

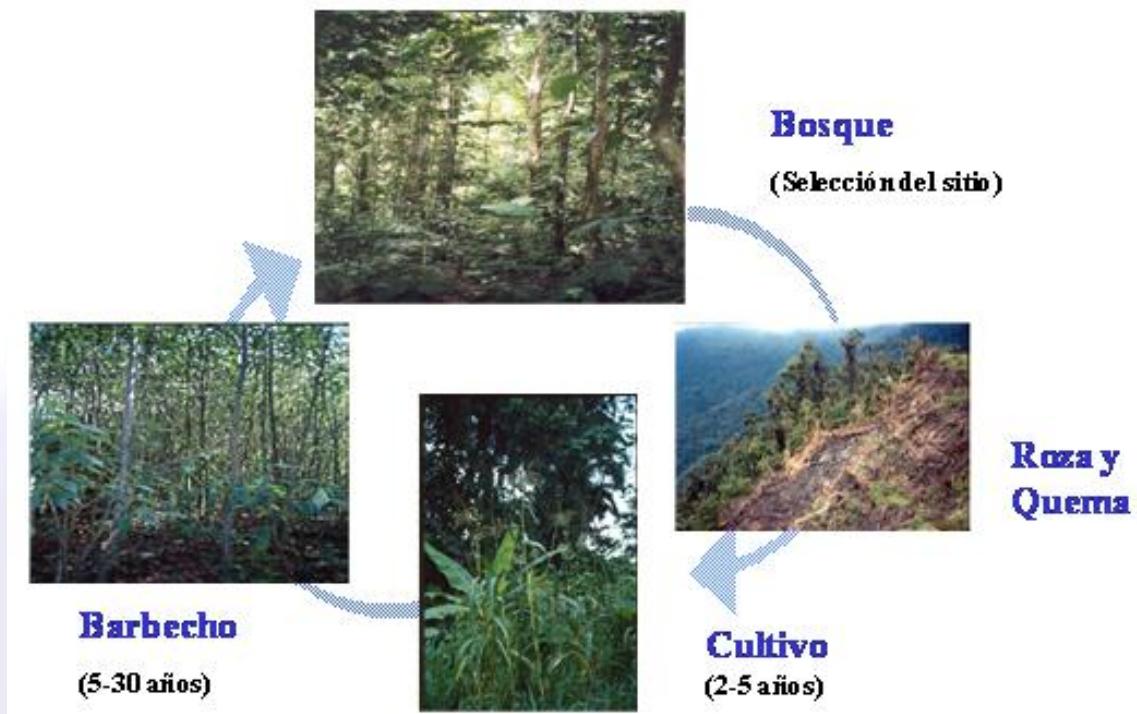
Comprende sistemas de subsistencia orientadas a satisfacer las necesidades básicas de alimentos, combustible y habitación. Solo ocasionalmente considera la fuente de ingresos por medio de la venta de los excedentes de los productos (López, T. G. 2007).

Es un sistema en el cual el bosque se corta y se quema para cultivar la tierra por un periodo de 2 a 5 años; luego del periodo de cultivo continúa la fase de descanso o barbecho, que dura generalmente de 5 a 20 años (Jiménez y Muschler, 2001).



El periodo del barbecho es necesario porque, inicialmente la productividad del cultivo es elevada, pues con la quemas los nutrientes que se encontraban en la vegetación se incorporan al suelo, baja la acidez y aumenta la fertilidad del suelo, luego de 2 a 3 años de cultivo, se empobrecen los suelos, aumentan los costos de desmalezado y disminuye la productividad de los cultivos, el periodo de barbecho permite que se restablezca el reciclaje de nutrientes, al ser colonizada la parcela por la vegetación secundaria (Musálem, 2001).

Figura 1. Sistema de Agricultura Migratoria



Fuente: Tomado de *Sistemas, Prácticas y Técnicas Agroforestales para el Ecuador* (Añazco, M. 2000).

b. Sistemas Taungya

Siembra de cultivos durante la fase de establecimiento de plantaciones forestales, de frutales o de cultivos perennes como café y cacao (Beer *et al.*, 2004). El beneficio socioeconómico de los sistemas taungya es que se ahorran costos en el establecimiento de las plantaciones, en secuencia, la obtención de madera se logra a un costo más reducido que en las plantaciones forestales



convencionales, los agriculturas participantes obtienen ingresos monetarios, aparte de los beneficios recibidos de las cosechas (Musálem, 2001).

Estos sistemas permiten una mejor utilización del espacio y del suelo, mejor protección del mismo, y reducen el costo de la limpieza de las plantaciones establecida sin agricultura (Jiménez y Muschler, 2001).

Las ventajas que se tienen con este sistema son: ahorrar costos de establecimiento de las plantaciones forestales y obtener de ingresos o beneficios por concepto de cosechas. Dentro de sus desventajas están el no obtener beneficios inmediatos por venta de productos forestales, el uso y manejo de la tierra están determinados por las necesidades de la plantación y no por las necesidades que tienen los productores; el diseño de las plantaciones no siempre es el adecuado y la presencia de árboles impide la utilización de maquinaria para los cultivos (López, T. G. 2007).

2.1.2.2. Sistemas Agroforestales Simultáneos

(Conafor, 1997) Cuando todos sus componentes se encuentran presentes al mismo tiempo, que es más fácil de



identificar. (Rivas, T. D. 2005) En un sistema simultáneo, los árboles y las cosechas agrícolas o los animales crecen juntos, al mismo tiempo en el mismo pedazo de terreno, estos son los sistemas en los cuales los árboles compiten principalmente por luz, agua y minerales, la competencia es minimizada con el espaciamiento y otros medios, los árboles en un sistema simultáneo no deben crecer tan rápido cuando la cosecha está creciendo también rápidamente, para reducir la competencia, los árboles deben tener también raíces que lleguen más profundamente que las de los cultivos, y poseer un dosel pequeño para que no los sombrean demasiado.

a. Árboles en asociación de cultivos perennes

(Musálem, 2001) Estos sistemas representan una alternativa cuando el uso de monocultivos no es económicamente factible debido al alto costo de productos agroquímicos, la elección de un sistema con árboles para sombra depende de la necesidad de diversificar la producción (Jiménez y Muschler, 2001). Consiste en la combinación simultanea de árboles con cultivos perennes, tales como café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*), té (*Camellia sinensis*) y cardamomo (*Elettaria*



cardamomum). Generalmente son sistemas de cultivo intercalado donde el árbol contribuye productos adicionales, mejora el suelo microclima o sirve de tutor para cultivos de enredadera como pimienta (*Piper nigrum*) o vainilla (*Vanilla planifolia*).

Figura 2. Arboles en asociación de cultivos perennes



Fuente: Autor

Los árboles pueden ser maderables como por ejemplo *Cordia alliodora* (Laurel) o *Cedrela odorata* (Canela), especies leguminosas de uso múltiple como *Inga* spp (Guaba).., *Gliridia sepium* (Mata ratón) y *Erythrina* spp (Palo prieto).., o frutales como *Citrus* spp (Naranja).., *Persea americana* (Aguacate), o *Macadamia* spp (Nuez).



Entre las especies forestales que mejor se adaptan al sistema están las siguientes: *Inga edulis*; *Cordia alliodora* (Laurel); *Cedrela odorata* (Canela); *Gmelina arborea* (Melina); *Psidium guajava* (Guayaba); *Leucaena leucocephala* (Leucaena); *Cybistax donnell-smithii* (Guayacán blanco); *Schizolobium parahybum* (Ramírez, 2005).

b. Árboles en asociación con cultivos anuales

Estos sistemas se prestan para especies anuales tolerantes a la sombra. Sin embargo, para esta misma categoría, para el caso particular de los sistemas de cultivos en callejones se puede utilizar especies que no toleren la sombra. Estos sistemas incluyen cultivos como maíz, frijol, guisantes, soya, maní, en asociaciones con árboles fijadores de nitrógeno (Musálem, 2001). En plantaciones de cultivos perennes como café y cacao.



Figura 3. Arboles en asociación con cultivos anuales



Fuente: Tomado de Sistemas, Prácticas y Técnicas Agroforestales para el Ecuador (Añazco, M. 2000).

Incluye maderables, árboles de uso múltiple y árboles de "servicio" (manejados únicamente por el bien del cultivo, para fijación de nitrógeno, manejo de sombra) (Beer, 2004).

c. Huertos caseros mixtos

Estos huertos se encuentran en los alrededores de las casas de los agricultores, son plantados y mantenidos por los miembros de la familia, y sus productos son dedicados



principalmente al consumo familiar (Jiménez y Muschler, 2001). Son mezclas con muchos estratos muy complejos de árboles, arbustos, bejucos, cultivos perennes y anuales, animales (especialmente cerdos y gallinas), para generar una multitud de productos comerciales y de uso familiar (Beer, 2004). Los alimentos provenientes de los huertos caseros o familiares tienen una función importante al proporcionar un dispositivo de seguridad, un complemento de dichos productos básicos (FAO, 2003).

Con este sistema se puede crear un ambiente agradable para la casa, incorporando alrededor de ella plantas medicinales, árboles maderables, para leña, plantas forrajeras, frutas diversas, a una distancia irregular, cuidando en dejar un espaciamiento entre plantas de 4 a 6 metros (PMSRF, 2007).



Figura 4. Huertos caseros mixtos



Fuente: <http://huertocaseros.blogspot.com/>

d. Sistemas Silvopastoriles

La actividad silvopastoril se enfoca a optimizar la producción pecuaria, las oportunidades para la finca, a mejorar la calidad del alimento y a la vez, generar un ingreso adicional por la venta de la madera a través de la plantación de especies que permitan rehabilitar suelos degradados, que sean de rápido crecimiento y que aseguren a los ganaderos competir, ventajosamente, en su mercado (Trujillo, N. E. 2008).



Los sistemas silvopastoriles, son asociaciones de árboles maderables o frutales con animales, con o sin la presencia de cultivos. Son practicados a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas - comerciales con inclusiones de ganado o con complemento a la agricultura de subsistencia.

Figura 5. Sistemas silvopastoriles



Fuente: Tomado de Sistemas, Prácticas y Técnicas Agroforestales para el Ecuador (Añazco, M. 2000).

Algunas interacciones entre los componentes del sistema:

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

pág. 30

Tema: Descripción de sistemas agroforestales, en asociación con cultivos perennes



- La presencia del componente animal cambia y puede acelerar algunos aspectos del ciclaje de nutrientes.
- Si la carga animal es alta, la compactación de los suelos puede afectar el crecimiento de árboles y otras plantas asociadas.
- Las preferencias alimenticias de los animales pueden afectar la composición del bosque.
- Los árboles proporcionan un microclima favorable para los animales (sombra).
- Los animales participan en la diseminación de las semillas, lo cual favorece la germinación.

La economía de estos sistemas se caracteriza por la obtención de ingresos a corto y a largo plazo. En lo económico se puede favorecer con el aumento y diversificación de la producción.



2.1.3. *Descripción de las principales especies utilizadas en agroforestería*

2.1.3.1. *Erythrina poeppigiana Walp (Bombon)*



Fuente: Autor

a. Origen

Es originaria de los Andes del Perú, se expande por el trópico ecuatorial americano, del Salvador a Puerto Rico a Brasil y Bolivia. La E. Poeppigiana ha sido introducida y se ha naturalizado en las islas del Caribe (Huertas y Saavedra, 1990).



b. Ubicación Taxonómica y Distribución del Género Erythrina

El género *Erythrina* pertenece al reino vegetal, división Tracheophyta, clase Angiospermae, subclase Dicotyledoneae, orden Fabales, familia Leguminosae (Fabaceae). (Krukoff y Barneby, 1974; Huertas y Saavedra, 1990; Barreto, 1990; Paterson, 1994).

El nombre del género *Erythrina* proviene del griego erythros (que significa rojo) por el color de sus flores. En él se incluyen más de 100 especies de árboles, arbustos, hierbas y bejucos, que crecen en diferentes regiones del viejo y el nuevo mundo y se encuentran ampliamente distribuidas en los trópicos y subtrópicos. De estas, 70 especies se distribuyen en América, 32 en África, 18 en Asia y 3 en Australia y Argentina (Allen y Allen, 1981; Russo, 1984; Paterson, 1994).

c. Descripción Botánica

Las especies del género *Erythrina* generalmente son árboles o arbustos, armados, deciduos, que presentan espinas cónicas en las ramas jóvenes y en los peciolos.



Poseen hojas trifoliadas, alternas, con estípula simple en la base de los foliolos laterales y doble en la base del terminal. Presenta foliolos elípticos, deltoides o romboides, los laterales generalmente zigomorfos, el terminal más grande y simétrico (Hermano León y Hermano Alain, 1951; Russo, 1984; Huertas y Saavedra, 1990; Barreto, 1990)

Las flores tienen cáliz acampanado, oblicuamente truncado o bilabiado; estandarte alargado, casi sésil o con uña larga; alas cortas, a veces muy reducidas o nulas; quilla más corta o más larga que las alas, con sus pétalos libres o adheridos por el dorso, estambre vexilar libre o coherente con los demás que están unidos en su mitad inferior; ovario estipitado, con muchos óvulos, estilo subulado, arqueado, con una estigma terminal pequeña y casi capitulado. Las flores aparecen antes o junto con las primeras hojas o en épocas secas. Son muy vistosas, generalmente rojas, rosadas o anaranjadas, y crecen en racimos axilares o terminales.

El fruto es una legumbre estipitada, lineal u oblonga, plano-comprimida, comúnmente algo comprimida entre las semillas, bivalvada y dehiscente a lo largo de la sutura



superior, o indehiscente; semillas ovoides, brillantes, de color rojo, carmín o marrón, carmelita con contraste en negro o algunas veces blancas. (Hermano León y Hermano Alain, 1951; Allen y Allen; 1981, Russo, 1984; Huertas y Saavedra, 1990; Paterson, 1994).

d. Hábitat y Adaptación

Las especies del género *Erythrina* pueden encontrarse en un amplio rango de hábitats naturales, como son bosques abiertos, malezas, pantanos, orillas de ríos y zonas costeras (Russo, 1984; Paterson, 1994). Algunas están adaptadas a regiones secas, rocosas y arenosas y otras a las montañas andinas (Huertas y Saavedra, 1990).

e. Usos

Las especies arbóreas del género *Erythrina* son muy usadas para sombrío en café y cacao, como cerca viva debido a su fácil reproducción por estacas, como árboles de ayuda en plantaciones de pimienta (India) y de vainilla (Puerto Rico) y como sombrío de potreros en zonas tropicales (Costa Rica). Sus hojas, por lo general, son de gran valor como abono verde.



Estas especies poseen, en muchos casos, una madera grisácea, esponjosa y liviana, fuerte pero poco durable, la cual es muy utilizada para flotadores, tablas de surf, cajas rústicas para tomate y frutas y construcción de canoas. Esta madera seca y la corteza son empleadas para la fabricación de corcho (Maecha, Gilberto, Echeverría y Rodrigo, 1983; Pérez-Arbeláez, 1990).

Este género incluye especies que tienen nódulos radicales (Allen y Allen, 1981), los cuales son formados como consecuencia de la asociación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*. Esta asociación les permite la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, característica altamente deseable cuando son utilizados en asociaciones forestales (Montagnini y col., 1992).

Por otra parte, Russo (1983) evaluó en Turrialba la producción de biomasa al podar *E. poeppigiana* (plantada a 6 x 6 m como sombra en un cafetal) y encontró que después de cada poda semestral se depositaban aproximadamente 6 000 kg de MS/ha; la tercera parte de esta, la cual estaba representada por las hojas, tenía un contenido de nitrógeno de 4,2 a 4,6 %.



f. Ventajas de asociar *Erytrina poeppigiana* con café

La agroforestería es una forma de uso de la tierra en la que se cumplen tres condiciones fundamentales en el cual, (a) al menos existen dos especies de plantas que interactúan biológicamente, (b) al menos uno de los componentes es una leñosa perenne, y (c) al menos uno de los componentes es una especie manejada con fines agrícolas (Somarriba, 1990). Las leguminosas arbóreas de usos múltiples se usan comúnmente en los sistemas agroforestales tropicales, los cuales son generalmente manejados por medio de podas periódicas.

E. poeppigiana, por su abundante producción de follaje rico en N es una especie apta para utilizarse como abono verde en sistemas agroforestales con café (Nygren, 1995). Bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica, produjo hasta 18.5 ton/ha/año de materia seca con una densidad de 280 árboles/ha en asocio con el cultivo de café (Russo y Budowski, 1986).

En el caso del café, la incorporación de residuos de poda de los árboles de sombra, precede a la floración y la fructificación del cultivo. Esta sincronización es importante



cuando no se fertiliza artificialmente, debido a que permite la liberación de nutrientes cerca de las raíces del café, las cuales son muy superficiales, justamente en el momento que podría demandar nutrientes. Además en el caso del *Coffea arabica* y *Theobroma cacao* bajo sombra la transferencia de nutrientes por la hojarasca y la rápida descomposición compensa ampliamente la “exportación” por cosecha, constituyendo así un “fertilizante natural”.

g. Fijación del nitrógeno

Cuando el N atmosférico (N₂) se combina con H₂ u O₂, ocurre un proceso llamado fijación. Este proceso debe ocurrir para que el N pueda ser utilizado por las plantas. La fijación puede ocurrir en varias formas. (Bertsch, 1995).

- Fijación biológica de nitrógeno

La fijación biológica puede ser simbiótica o no simbiótica. La fijación simbiótica de N se refiere al trabajo de bacterias que fijan N mientras crecen en asociación con una planta huésped. Esta asociación beneficia tanto a los microorganismos como a la planta huésped. El ejemplo más conocido es la asociación entre la bacteria *Rhizobium*



y las raíces de las leguminosas (Bertsch, 1995). Estas bacterias forman nódulos en las raíces, en los cuales las bacterias fijan el N de la atmósfera y lo hacen disponible para las leguminosas.

Las leguminosas entregan carbohidratos, los cuales proveen la energía necesaria para que las bacterias fijen N. Las prácticas de manejo, como las podas, afectan la fijación de N₂ por los árboles de sombra leguminosos en plantaciones de café. Estas prácticas afectarán los niveles de fijación de N₂ y la disponibilidad de N en las plantaciones (Nygren y Ramírez, 1995). (Fassbender, H. 1987), comparando los balances de nutrientes de asociaciones de café con árboles de sombra leguminosos y no leguminosos estimó que los árboles de *E. poeppigiana* fijaron 60kg N/ha/año. Nygren y Ramírez (1995), encontraron que los nódulos de *E. poeppigiana* desaparecieron casi completamente por diez semanas después de la poda, lo que sugiere que pueden haber 20 semanas en el año durante las cuales estos árboles podados (2 veces al año) no fijan N₂ y compiten con el cultivo asociado por el N del suelo.



- *Flujos de nitrógeno dentro del sistema Café –Poró*

(Fassbender, 1993), señala que el género de árboles más utilizado en Costa Rica para sombra de café corresponde a *Erythrina poeppigiana* tratándose de leguminosas que además de la reducción de la actividad lumínica, fija nitrógeno en el suelo y aporta cantidades considerables de residuos vegetales de forma natural, o por podas como material de cobertura. Se considera a la capa de hojarasca como el eslabón fundamental que mantiene unidos los componentes arbóreos con el suelo. Esta capa a su vez, por procesos de descomposición y mineralización, liberará nutrientes que podrán ser nuevamente absorbidos por las plantas. El cafeto adquiere los nutrientes de las capas superficiales de los suelos, justamente donde se ubican una gran proporción de sus raíces absorbentes y pueden absorber del suelo el nitrógeno, ya sea en forma catiónica o aniónica, principalmente por medio de iones nitrato o amonio (Bertrand, 1999)

El poró es quizás la única especie de sombra de café que no genera productos adicionales, comerciables o utilizados en la finca. Su función básica, además de proporcionar



sombra, es la de mejorar la fertilidad del suelo, dada su capacidad de fijar nitrógeno y el “mulch” proporcionado por medio de la poda (Sabogal, 1983). Por eso se refiere a esta especie como árbol de servicio. Es importante notar que el café puede producir aproximadamente la mitad de materia orgánica (residuos de poda/hojarasca natural) de todo el sistema cuando es asociado con poró (Glover y Beer, 1984).

Otra forma de interacción en el sistema, lo constituye la competencia por nutrientes y agua, principalmente a nivel radicular, entre el componente arbóreo y el cultivo, aunque su efecto según varios autores está más relacionado con la densidad de siembra, el manejo (p.e. podas que conlleva a la mortalidad temporal de raíces finas), la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo. Otra forma de interacción, sobre la cual se basa el sistema, la constituye la sombra que ejercen los árboles sobre el cultivo, aspecto que debe ser manejado a través de podas periódicas que regulen su intensidad y ofrezcan los niveles de luz requeridos por el cultivo (Beer, 1988; Fassbender, 1992; Hart, 1985).



Existe una relación directa entre la cantidad de materia orgánica y fertilidad del suelo que se deposita por un período de tiempo prolongado. Muchos estudios que se han realizado concluyen que la cantidad de materia orgánica producida durante un año, es hasta tres o cuatro veces mayor en un cafetal sombreado que en uno sin sombra.



2.1.3.2. *Inga Edúlis Mart.* (Guaba de bejuco)



Fuente: Autor

a. Origen

El guabo de bejuco es nativo de Centro y Sudamérica, desde el Sur de México. Se extiende desde Colombia a través de la mayor parte de Sudamérica tropical al este de los Andes hasta la costa de Brasil (Huertas y Saavedra, 1990).



b. Ubicación Taxonómica y Distribución del Genero Inga

El género *Inga* con 200 especies es de tamaño mediano dentro de la familia de las leguminosas con 18.000 especies. Pertenece a la subfamilia Mimosoideae, caracterizada por tener flores individualmente pequeñas pero que se agregan en inflorescencias muy vistosas por sus numerosos estambres. La mayoría de las especies de *Inga* se encuentra en los bosques de tierras bajas tropicales de América, pero algunas están representadas en las tierras altas de los Andes. *Inga edulis* es la especie más común en las tierras bajas, mientras que *Inga feuillei* – el pacae – está ampliamente distribuida en los valles interandinos y en las costas de Perú y Ecuador (León 1964). Ambas son muy apreciadas por sus frutos comestibles y se las encuentra en patios de casas, plazas y avenidas.

c. Descripción Botánica

Es un árbol con 8 a 15 m de altura, tronco bajo, ramificando algunas veces casi desde la base, copa algo rala. Hojas compuestas pinnadas, raquis alado con cuatro a seis pares



de foliolos subsésiles, elípticos u ovalados, los inferiores siempre más pequeños, base obtusa o redondeada, nervaduras laterales paralelas y presencia de glándulas interpeciolares. Inflorescencias terminales o subterminales agrupadas en las axilas de las hojas. Flores con cáliz verdoso y corola blanquecina, perfumadas, sésiles, agrupadas en el ápice del raquis.

El fruto es una vaina cilíndrica indehiscente, de color verde, multisurcado longitudinalmente y de largo variable, pudiendo llegar hasta un metro. Las semillas son negras de 3 cm de longitud, con un rango entre 1,4 y 4,5 cm, cubiertas por una pulpa (arilo) blanca, suave y azucarada.

http://webmail.radiomaranon.org.pe/redmaranon/archivos/frutas_amazonicas_guaba.pdf

d. Hábitat y Adaptación

Planta adaptada a las condiciones de climas tropicales y subtropicales, a climas con temperaturas medias iguales o superiores a 20°C, siempre y cuando no existan heladas; adaptada a condiciones de precipitación entre 1,000 y más de 5,000 mm, suelos ácidos con pH 4,0 y alta saturación con aluminio y aun en condiciones de suelos de desierto

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

pág. 45

Tema: Descripción de sistemas agroforestales, en asociación con cultivos perennes



que han sido incorporados en sistemas de riego. Se le encuentra distribuida en toda América del Sur tropical, desde el Océano Pacífico al Atlántico, aunque solamente en la región amazónica existe de manera natural. Otras especies del género *Inga* son cultivadas desde tiempo precolombino en la costa peruana.

http://webmail.radiomaranon.org.pe/redmaranon/archivos/frutas_amazonicas_guaba.pdf

e. Usos

El uso primario de la guaba es como sombra en cafetales. Su madera es moderadamente pesada, con un peso específico que fluctúa entre 0.57 y 0.75 g/cm³. La albura es blanquecina y el duramen de color pardo pálido. Produce una leña excelente y se usa también para carbón y para postes.

La madera se usa también para muebles, cajas, construcción liviana y carpintería en general. Sin embargo, la madera se pudre fácilmente en el suelo y es susceptible a las termitas de la madera seca.

La pulpa de las frutas es dulce y comestible, y se sabe que las flores atraen a las abejas.



Algunas comunidades indígenas de la Amazonia, además de consumir la fruta como alimento, utilizan las semillas y hojas con fines medicinales: antidiarreico y antireumático. Las semillas de especies seleccionadas son consumidas por ciertos grupos indígenas de Araracuara. En El Salvador se emplea la corteza de algunas especies para la producción de taninos. En el Vaupes, Colombia, los indígenas utilizan la goma de ciertas especies para fijarlos colores destinados a pintar sombreros, canastas y otras artesanías.

<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Ingavera.pdf>

En el Ecuador se encuentra en el bosque húmedo, su mayor uso es como leña, en la producción de carbón, construcciones rurales, parquet; además su fruto es comestible y se utiliza como alimento por su grado nutricional. En recuperación de tierras degradadas, es una especie ideal por su aporte de hojarasca y manejo bajo podas (Enríquez, 1996).



f. Efectos de la Sombra de Guabo en el cultivo del Cacao

El cacao normalmente es cultivado bajo sombra, debido a que en condiciones naturales no es una planta de plena exposición. En el Ecuador es importante el sombreamiento, debido a la condición de prolongados períodos secos que producen tensión hídrica más difícil de soportar a plena exposición solar (Vera, 1993).

(Borbor, F. 1976) reportó que, en fincas cacaoteras de Quevedo, Provincia de Los Ríos, la mayor formación de mazorcas se encontró bajo árboles de sombra de mayor altura y con una amplia copa (fernán sánchez, aguacate, laurel, guabo, matapalo).

g. Biomasa aérea en Guabo

El guabo de bejuco, por su crecimiento rápido, copa amplia (relativamente abierta) y su capacidad de fijación de nitrógeno, le confieren el ideotipo de especie de sombrío de cultivos como cacao y café, con los que no compite por luz ni por nutrientes, siendo una especie ideal por su abundante producción de biomasa, ya que sus hojas caen



durante todo el año aportando abundante materia orgánica al suelo (Enríquez, G. 1996).

Aranguren et al. citados por (Montagnini, 1992) mencionan que en Venezuela en sistemas agroforestales con árboles de sombra, entre los cuales existían varias especies fijadoras de nitrógeno (algunas del género Inga), la contribución de hojarasca de los árboles alcanzaba un 50 % del total de los requerimientos de este nutriente por parte del cultivo.

2.1.3.3.*Cordia alliodora L. (Laurel)*



Fuente: Autor

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

pág. 49

Tema: Descripción de sistemas agroforestales, en asociación con cultivos perennes



a. Origen

El laurel es una especie nativa de las zonas bajas tropicales de Centro y Sudamérica, pertenece a la familia Boraginaceae; es de crecimiento rápido y se distribuye desde México, Centro América, Islas Occidentales hasta el noreste de Sudamérica (Hernández, 1995).

b. Ubicación Taxonómica y Distribución del genero Cordia

El capá prieto es la especie de más amplia distribución del género *Cordia*, un género que incluye alrededor de 200 especies que van de arbustos a árboles de gran tamaño. La distribución geográfica es muy extensa, desde la latitud 25° N. hasta la 25° S., o aproximadamente desde el Estado de Sinaloa, en México, hasta Misiones en Argentina).

La distribución también incluye la mayoría de las Indias Occidentales. Se cree que el capá prieto fue introducido en Jamaica y fue inicialmente plantado en Surinam como una especie exótica de plantación en 1967. Se le ha también plantado como una ornamental en la Florida. Por lo general, los mapas de distribución local no se encuentran



disponibles, excepto para México, Colombia y Puerto Rico, en donde la distribución se proporciona tanto para las zonas geográficas como gubernamentales. (Mundo Forestal, 2003).

c. Descripción Botánica

Londoño, citado por (Loor, 1998) menciona que el laurel se desarrolla desde los 30 a los 300 msnm, alcanzando alturas de hasta 20 m y de 20 a 40 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) a 1,30 cm. Esta especie posee hojas simples, cubiertas por una fina pubescencia; forman copas muy densas que durante los meses secos se caen y el árbol queda totalmente desnudo.

Las flores son muy pequeñas y al madurar adquieren un color blanco y brillante; poseen un aroma dulce que atrae a insectos que las polinizan. Los frutos son de color café oscuro y tienen una sola semilla pequeña en su interior. La recolección de la semilla se realiza entre septiembre y noviembre; además, la madera es semidura, de color café oscuro. Se considera como una especie muy resistente a condiciones ambientales agrestes (Mundo Forestal, 2003).



d. Hábitat y Adaptación

Puede ser encontrado hasta 2000 m de altitud, pero es más abundante en altitudes más bajas. Prefiere los bosques tropicales húmedos con precipitación anual de 2000 mm o más y la media de temperatura por encima de 23 ° C, pero también es común en áreas secas con menos de 1000 mm / año. El mejor crecimiento es logra en suelos bien drenados. (Mundo Forestal, 2003).

e. Ventajas en asociar *Cordia allidora* con Café

Una de las ventajas que ofrece la especie es su poda natural, pues sus ramificaciones por pisos se van secando a medida que aumenta la altura del árbol, lo que también reduce los tiempos de manejo. La poda mecánica es necesaria en los casos que se busque mejorar la calidad del árbol o reducir la competencia por luz con un cultivo asociado como el café, y se realiza una o dos veces por año, generalmente, hasta los dos tercios de la altura total del árbol.

Al usar árboles de *Cordia allidora* como sombra en los cafetales, se obtienen las siguientes ventajas:



- Aumenta el contenido de materia orgánica con la caída de hojas y ramas.
- Disminuye la proliferación de malezas en el cafetal, debido a la menor cantidad de luz que ingresa al suelo.
- Contribuye a la nutrición del cafetal, como en el caso de las leguminosas que fijan nitrógeno atmosférico.
- Ingresos adicionales al café por venta de productos maderables (leña, postes, brotones, frutos, madera de aserrío, etc.).
- Se mejora la disponibilidad de agua en el suelo.

http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/gpcafeconsumbramaderables.pdf

f. Usos

El laurel es utilizado principalmente en ebanistería por la facilidad de trabajar su madera; en la elaboración de revestimientos interiores y exteriores, parquet, duela y mueblería en general (Mundo Forestal, 2003). También se lo utiliza como árboles de sombra en cultivos de ciclo corto y perenne, por tener una copa estrecha y porque en el litoral ecuatoriano se comporta como decidua al caerse todo su follaje, permitiendo el paso de mucha luz a los



cultivos ubicados en estratos inferiores; además esta especie es utilizada para programas de forestación, etc.

g. Producción

En experimentos realizados en Surinam, con parcelas de laurel sembrados a una distancia de 7 x 2 m, Vega, citado por (Loor, 1998) reportó que estos árboles alcanzaron al primer año un promedio de altura de 1,7 m; a los dos años 3,5 m y 5,9 cm de diámetro; a los tres años 8 m de altura y 8,6 cm de diámetro y a los cuatro años 9,8 m de altura y 10,5 cm de diámetro.

Por otra parte, (Mora, 2005) indica que, en parcelas forestales demostrativas en la Finca “La Represa”, en Quevedo, Ecuador, cada una con 225 m², en la cual una especie forestal estuvo integrada por dos parcelas a un espaciamiento de 3 x 3 m con una densidad de 1 089 plantas/ha; el laurel prieto presentó un volumen total de 9,75 a 10 m³ y un volumen/ha de 216,69 a 222,13 metros cúbicos.

CEDEGE - AECL (1992) indican que en una plantación de *C. alliodora* (laurel) realizada en el Embalse Daule - Peripa,



en un suelo removido con bulldozer, pobre en cubierta vegetal, a 3 x 3 m de distancia y a los cuatro años de edad, los árboles presentaron 2,81 m de altura media, 3,82 cm de diámetro medio y 1,38 m³ de volumen total.

(Loor, 1998), en la Represa Daule - Peripa, en Quevedo, Ecuador, en parcelas agroforestales de cacao CCN51 + Cybistax donnell smithii (guayacán), C. macrantha (laurel prieto), Colubrina sp (caoba) y T. guayaquilensis (Fernán sánchez), en donde las especies forestales fueron sembradas en marco real a 9 x 9 m, el cacao a 3 x 3 m y el plátano como sombra temporal a 4,5 x 4,5 m; el Fernán sánchez se comportó mejor en cuanto a crecimiento de volumen; sin embargo, el laurel prieto fue la especie de menor crecimiento, llegando a presentar a los cuatro años de edad un promedio de 3 m de altura y 5,12 cm de DAP. Por otra parte, el laurel prieto y el guayacán contribuyeron a un mejor desarrollo del cacao.

h. Biomasa aérea en Laurel

En un ensayo de parcelas agroforestales con cacao, en la finca experimental “La Represa” (Quevedo), (Ramírez, 2003) encontró que la producción de hojas en el C.



macrantha (laurel prieto) resultó ser mayor durante el período seco con 171,4 g/m², mientras que, en el período lluvioso registró un aporte de 24,1 g/m². La caída de hojas en el cacao no fue influenciada por la presencia de las especies forestales o sombreadoras, al igual que en las especies forestales este fenómeno interactuó con los factores ambientales como la lluvia y la sequía.

De igual manera (Mora, 2005), en estudios efectuados con laurel reportó que la caída de hojarasca en el mes de octubre fue de 110,5 g/m². Sin embargo, en los meses de marzo y abril reportó un aporte de 2 y 7 g/m², respectivamente.

2.2. *Cultivos Perennes*

2.2.1. *Características Particulares de los Cultivos Perennes Utilizados en los Sistemas Agroforestales.*

Los cultivos perennes como el café, los cítricos, el mango, etc., se caracterizan porque después de sembrados pasan por una etapa de desarrollo seguida de una etapa productiva de varias cosechas antes de ser eliminados; por lo tanto, contablemente se considera que tienen una etapa



de desarrollo o inversión donde no hay producción, y una etapa productiva normalmente de varias cosechas o ciclos productivos.

2.2.2. *Coffe arábica L (Café)*



Foto: Autor

2.2.2.1. *Origen*

El café arábico se originó en las tierras altas de más de 1000 m.s.n.m. de Etiopía y Sudán, África. En los años 575 y 890, los persas lo llevaron a Arabia y Yemen, en tanto que los nativos africanos lo extendieron a Mozambique y

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

pág. 57

Tema: Descripción de sistemas agroforestales, en asociación con cultivos perennes



Madagascar. De aquí los holandeses y los portugueses, entre los años 1600 y 1700, lo trasladaron a Ceilán, posteriormente a Java y a la India, así como a otras regiones de Asia y África.

En cuanto a Costa Rica, no existen evidencias concretas sobre la existencia de plantaciones de café antes de 1816, fecha que corresponde al testamento del presbítero Félix Velarde, en el que declara, entre sus bienes, ser poseedor de un sembrado de café.

El mencionado religioso afirma en su testamento, poseer un solar sembrado de café y que, según la tradición, distribuía semillas entre los vecinos, invitándolos a que las sembraran. Esta es la primera prueba de la existencia de los cultivos de café en Costa Rica.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00080.PDF>

2.2.2.2. Ubicación taxonómica y Distribución del genero Coffe

Se conoce actualmente más de un centenar de especies, pero solamente dos de ellas son cultivadas a gran escala y



aprovisionan el mundo: Coffea arábica (Arábigo) y Coffea canephora Pierre (Robusta).

El cafeto Coffea arábica, conocido desde hace mucho tiempo, es el mas difundido. Prácticamente toda la producción americana que representa más del 60% de la producción mundial, tiene esa procedencia.

www.fs.fed.us/global/iitf/Cordiaalliodora.pdf

2.2.2.3.Descripción botánica

a. Tallo

El arbusto de café está compuesto generalmente de un solo tallo o eje central. El tallo exhibe dos tipos de crecimiento. Uno que hace crecer al arbusto verticalmente y otro en forma horizontal o lateral. El crecimiento vertical u ortotrópico es originado por una zona de crecimiento activo o plúmula en el ápice de la planta que va alargando a ésta durante toda su vida, formando el tallo central, nudos y entrenudos.

En los primeros 9 a 11 nudos de una planta joven sólo brotan hojas. De ahí en adelante ésta comienza a emitir ramas laterales. Estas ramas de crecimiento lateral o



plagiotrópico se originan de unas yemas que se forman en las axilas superiores de las hojas. En cada axila se forman dos o más yemas unas sobre las otras. De las yemas superiores se desarrollan las ramas laterales que crecen horizontalmente. La yema inferior a menudo llamada accesoria, da origen a nuevos brotes ortotrópicos. Usualmente esta yema no se desarrolla a menos que el tallo principal sea decapitado, podado o agobiado.

<http://academic.uprm.edu/mmonroig/id53.htm>

b. Ramas

Las ramas laterales primarias se originan de yemas en las axilas de las hojas en el tallo central. Estas ramas se alargan continuamente y son producidas a medida que el eje central se alarga y madura. El crecimiento de éstas y la emisión de nuevas laterales en forma opuesta y decusada van dando lugar a una planta de forma cónica.

<http://academic.uprm.edu/mmonroig/id53.htm>

c. Raíces

Al igual que en el tallo en el sistema radical hay un eje central o raíz pivotante que crece y se desarrolla en forma



cónica. Esta puede alcanzar hasta un metro de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten.

De la raíz pivotante salen dos tipos de raíces: unas fuertes y vigorosas que crecen en sentido lateral y que ayudan en el anclaje del arbusto y otras que salen de éstas de carácter secundario y terciario. Normalmente estas se conocen como raicillas o pelos absorbentes.

<http://academic.uprm.edu/mmonroig/id53.htm>

d. Hojas

Las hojas aparecen en las ramas laterales o plagiotrópicas en un mismo plano y en posición opuesta. Tiene un pecíolo corto, plano en la parte superior y convexo en la inferior. La lámina es de textura fina, fuerte y ondulada. Su forma varía de ovalada (elíptica) a lanceolada. El haz de la hoja es de color verde brillante y verde claro mate en el envés. En la parte superior de la hoja las venas son hundidas y prominentes en la cara inferior. Su tamaño puede variar de 3 a 6 pulgadas de largo.



La vida de las hojas en la especie arábiga es de 7 a 8 meses mientras que en la canephora es de 7 a 10 meses.

e. Inflorescencia

Las flores son pequeñas, de color blanco y de olor fragante. Los cinco pétalos de la corola se unen formando un tubo. El número de pétalos puede variar de 4 a 9 dependiendo de la especie y la variedad. El cáliz está dividido en 4 a 5 sépalos.

La inflorescencia del café es una cima de eje muy corto que posee un número variado de flores. En los arábigos es de 2 a 9 y en los robustoides de 3 a 5. Como regla general se forman en la madera o tejido producida el año anterior. En las partes lignificadas del arbusto que posean de uno a tres años aparecen en gran número.

<http://academic.uprm.edu/mmonroig/id53.htm>

f. Fruto

El fruto del cafeto es una drupa. Es de forma ovalada o elipsoidal ligeramente aplanada. Contiene normalmente



dos semillas plano convexas separadas por el tabique (surco) interno del ovario.

El fruto es de color verde al principio, luego se torna amarillo y finalmente rojo aunque algunas variedades maduran color amarillo.

<http://academic.uprm.edu/mmonroig/id53.htm>

2.2.2.4. Exigencias Climáticas

Para el cultivo del café, al igual que para cualquier otro, existen características climáticas y edáficas bien definidas, las cuales en cuanto más se aproximen a las condiciones ideales requeridas por el cultivo, en sus diferentes fases fenológicas, mayores posibilidades tendrá de expresar todo su potencial genético, lo que se traducirá en mayor producción, que es lo que en última instancia le interesa al caficultor.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00080.PDF>

a. Temperatura

Los rangos de temperatura media anual señalados como óptimos para esta especie, están entre 17 °C y 23°C, o aún



en rangos más estrechos, ubicándose entre 18.3°C y 21,1°C. Se cita además, otro margen de oscilación de temperatura más amplio que va desde los 13°C hasta los 27°C.

b. Precipitación

Es un factor climático muy importante que tiene un efecto significativo en la floración y, por lo tanto, en la producción y en su época de maduración. En Costa Rica se ha determinado que, dependiendo de la época de maduración, (temprana, media o tardía), se presentan diferencias importantes en el tamaño y calidad del grano, así como en la acidez, aroma y cuerpo del café en la taza.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00080.PDF>

c. Sombreamiento

Los agroecosistemas de *Coffea* spp (café), con alta diversidad vegetal, son más estables y sostenibles que los monocultivos, por el rol benéfico de los árboles de sombra (particularmente leguminosos), para conservar la materia orgánica del suelo, elemento clave para mitigar numerosos problemas ambientales que enfrenta la productividad de los



cultivos tropicales, pues ésta afecta sustancialmente la fertilidad biológica, química y física del suelo; de allí la importancia de implementar prácticas que favorezcan su conservación y que incrementen la eficiencia de los procesos biológicos como son la fijación biológica de nitrógeno y la simbiosis micorrícica 30 para reducir el uso de fertilizantes y otros agroquímicos, y por ende incrementar las utilidades de los productores (Vaast y Snoesk, 1999).

El café puede adaptarse a altas intensidades de luz, lo cual puede aumentar la producción si se combina con altas cantidades de insumos. Sin embargo el manejo a plena luz disminuye la longevidad del cultivo, principalmente en suelos pobres o por mal manejo.

Las especies fijadoras de N y los frutales se consideran beneficiosos para incrementar la productividad del café.

Sin embargo, el período seco, parece tener gran importancia en algunos procesos fisiológicos del cafeto como: el crecimiento de las raíces, la maduración de las ramas del último crecimiento, la iniciación floral y la maduración de los frutos (Enríquez, 1993).



2.2.2.5. Exigencias de Edáficas

a. Suelo

El cafeto se cultivo a nivel mundial, en suelos de características físicas y químicas muy dispares. La producción de cosechas altas sólo puede tener lugar en suelos fértiles. En su defecto, la fertilidad debe ser mantenida artificialmente mediante la adición de abonos minerales, orgánicos o ambos, pues contribuyen al logro de un equilibrio nutricional óptimo.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00080.PDF>

b. Topografía

El cafeto, por ser una planta rústica, se adapta con facilidad a condiciones topográficas que son desfavorables para otros cultivos.

Los suelos planos o ligeramente ondulados son los más aptos para el cultivo del café, por su mayor profundidad, capacidad de retención de agua y nutrientes y, por ser aptos para la mecanización. No obstante, esta última ventaja carece de importancia para la caficultura en



Centroamérica, puesto que en general, las labores de cultivo se efectúan manualmente.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00080.PDF>

c. Profundidad

La profundidad efectiva del suelo es la capa que permite la penetración de la raíces de las plantas. En el caso del cultivo de café se ha determinado que son recomendables los suelos con profundidades no menores a un metro.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00080.PDF>

2.2.2.6. Usos

El cafeto es cultivado por sus frutos o cerezas que dan granos de café. Después de haber sido tostados, éstos sirven para preparar una bebida muy popular en el mundo. Actualmente se la prepara con los cafés en polvo “instantáneo” (soluble), que dan bebidas al minuto, partiendo siempre de los granos de café. Asimismo, el café sirve para perfumar en pastelerías, heladerías, etc.



La pulpa de los frutos, secos o frescos, se utilizan también como abono orgánico o como alimento para el ganado.

Los taninos contenidos en la pulpa, pueden servir para curtir cueros. La pulpa, rica en hidratos de carbono, puede servir para preparar aceites esenciales para perfumería.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00080.PDF>

2.2.2.7. Producción

(Hernández, 1995) encontró que en sistemas agroforestales con café, bajo sombra de poró o bombón (que es una leguminosa) y laurel, la producción del cultivo fue afectada negativamente por la densidad del laurel, encontrando los mayores rendimientos en densidades bajas de esta especie (100 árboles/ha) y los menores rendimientos en densidades altas (300 árboles/ha).

Por otra parte, para la selección de materiales de café, éstos deben presentar buenas características físicas del grano, teniendo en cuenta que el porcentaje de granos vanos y anormales no debe superar el 8 y 20 %, respectivamente.



Por otra parte, (Guedes, 2003), en la zona de Quevedo, en parcelas de café (variedad caturra rojo), encontró un porcentaje de 6,8 a 7,5 de granos vanos; 84 % de granos normales y de 8,5 a 9 % de granos anormales.

2.2.2.8. Biomasa aérea en Café

En los agroecosistemas cafetaleros, el suelo es uno de los componentes fundamentales y entre sus propiedades químicas, el contenido de materia orgánica es de primordial importancia. Las plantaciones a pleno sol, acumulan en términos generales, menos hojarasca que aquellas establecidas bajo sombra regulada, lo que hace que el suelo sea en las primeras más susceptible a la erosión y al crecimiento de malezas.

Por otra parte, (Hernández, 1995), indica que el incremento en la cantidad de la capa de hojarasca de *C. arabica* (café), estimado en el mes de julio, septiembre y noviembre, se dió porque el cultivo se encontraba en una etapa de culminación de su ciclo productivo (última cosecha de grano), implicando una mayor caída de hojas senescentes y el inicio de la renovación vegetativa preparándose para la floración del siguiente ciclo productivo; también por la



presencia de ataques de la enfermedad de Mal de hilachas (*Corticium koleroga*) que provoca la defoliación los arbustos.

Glover y Beer, citados por (Montagnini, 1992), encontraron que, en parcelas de *C. arabica* (café) con sombra de *C. alliodora* (laurel), existió reciclaje de calcio en cantidades de 328 kg/ha/año y magnesio 69 kg/ha/año. De la misma forma, Aranguren, Escalante y Herrera (1982) determinaron que la concentración de nitrógeno en la hojarasca de café osciló entre 0,42 y 1,97 por ciento.

2.2.2.9. *Situación Nacional del café*

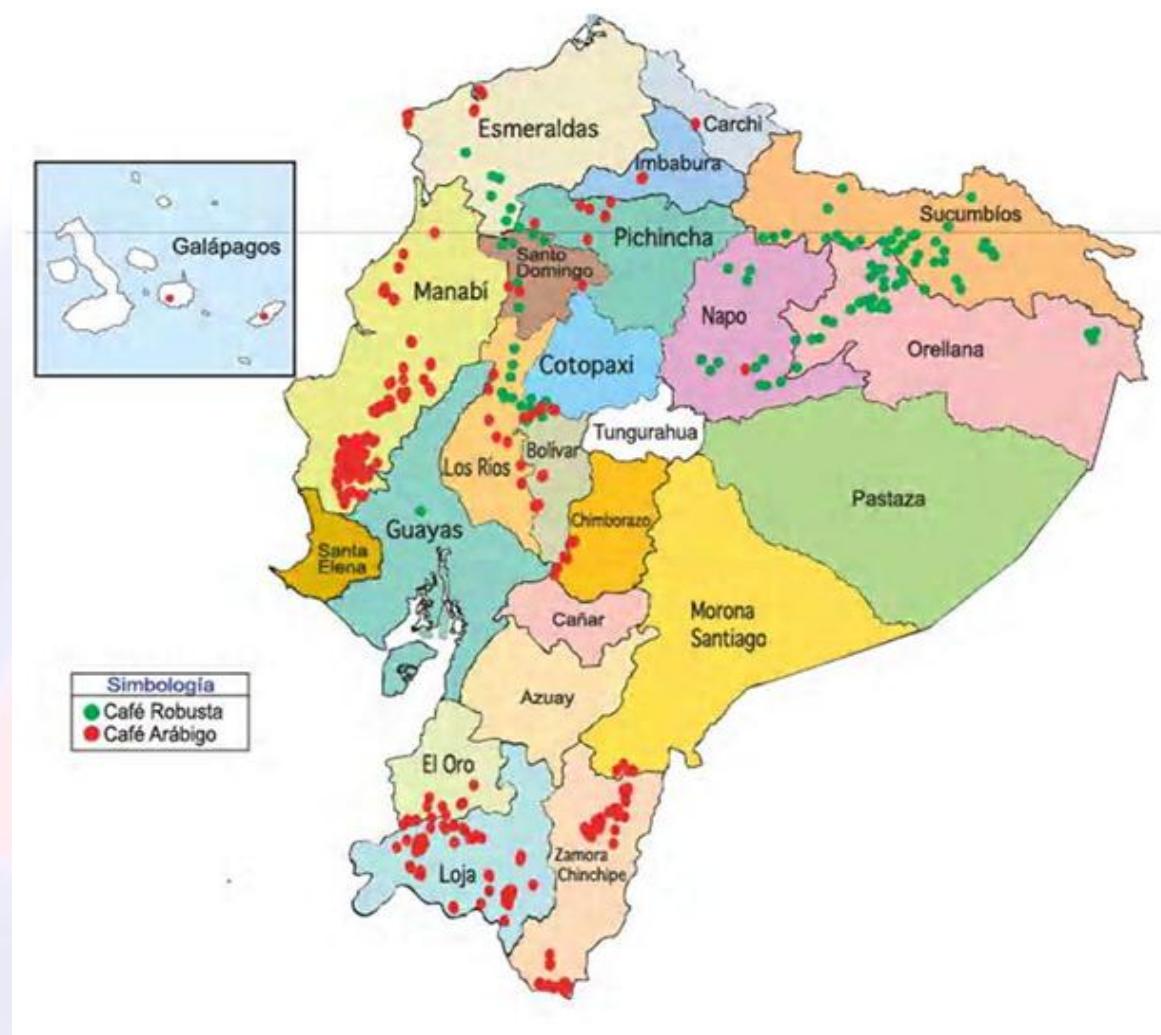
En el Ecuador, se cultiva café de las especies arábiga y robusta. Las principales zonas de producción de café arábigo se localizan en Manabí-Guayas, el Sur del país (El Oro y Loja) y las estribaciones occidentales y orientales de la cordillera de los Andes. En la zona Manabí- Guayas se cultiva desde los 250 msnm hasta los 700 de altitud; en la zona sur desde los 500 msnm hasta los 2000 de altura y en las estribaciones de la cordillera andina de los 500 a 1600 metros sobre el nivel del mar. Las principales variedades arábigas cultivadas en el Ecuador son: Típica, Caturra (rojo



y amarillo), Bourbón (rojo y amarillo), Pacas, Catuaí (rojo y amarillo), Catimor y Sarchimor.

El café robusta se cultiva en las zonas tropicales húmedas de la Costa y del Oriente, hasta los 600 metros de altitud. Las provincias de mayor importancia en la producción de café robusta son: Los Ríos, Pichincha, Esmeraldas, Orellana, Sucumbíos y Napo. La mayor parte de cafetales robustas se han establecido a partir de “lechuguines” (plantas que emergen bajo los cafetos en producción) y que, debido a la naturaleza alogámica de la especie, muestran una elevada variabilidad fenotípica y baja productividad. La opción tecnológica apropiada para renovar las plantaciones de robusta es el empleo de clones de alta producción. En la Figura 10, se observan las principales zonas productoras de café del Ecuador.

**Figura 10. Principales zonas cafetaleras del Ecuador
2010**



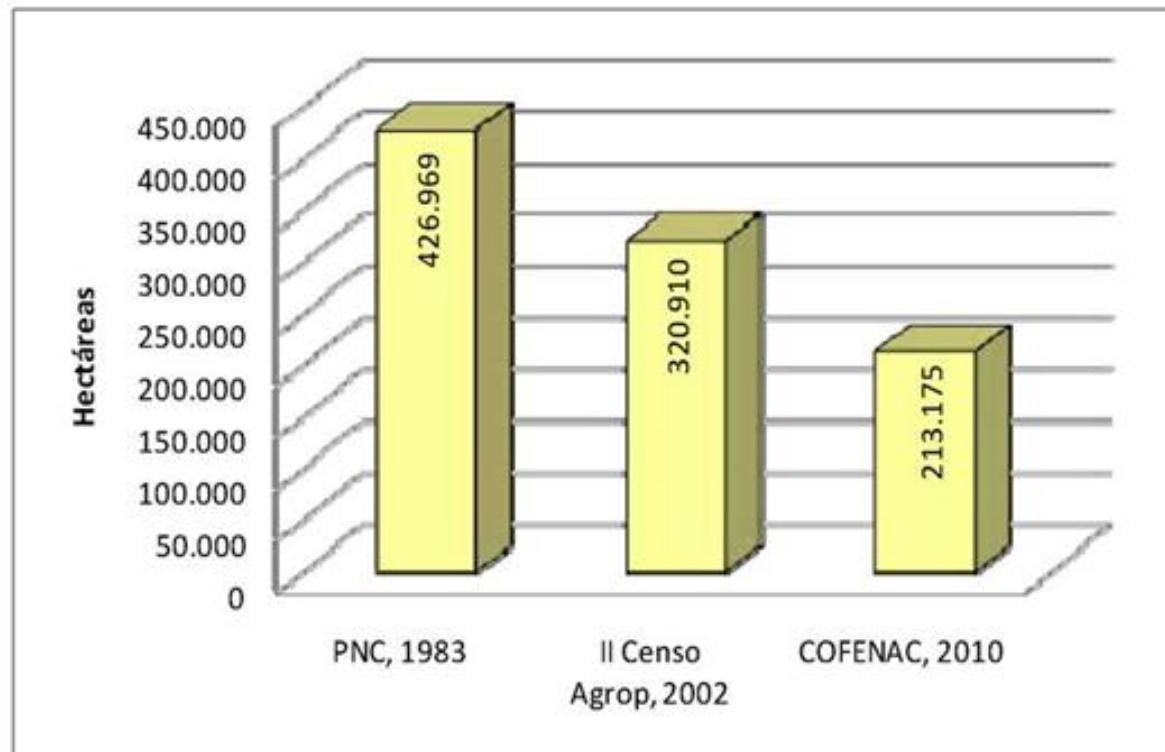
Fuente:http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/Informe_DT-2010_COFENAC.pdf



a. Superficie Cafetalera

Según el Censo Cafetalero de 1983, existían 246.667 hectáreas de café arábigo y 180.302 hectáreas de café robusta, o sea una superficie cafetalera total de 426.969 hectáreas. Los resultados del III Censo Nacional Agropecuario del 2002, exponen una superficie de 151.941 hectáreas de cafetales “solos” y de 168.969 hectáreas de cafetales “asociados” a otras especies vegetales, dando un total nacional de 320.910 hectáreas. El COFENAC, estimó en el 2010, una superficie cafetalera nacional de 213.175 hectáreas, de las cuales; 145.575 hectáreas son de la especie arábiga y 67.600 hectáreas de la especie robusta (Figura 11).

Figura 11. Evolución de la superficie cafetalera del Ecuador



Fuente:http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/Informe_DT-2010_COFENAC.pdf



**Cuadro 1. Superficie cafetalera del Ecuador, según el
COFENAC, 2010**

PROVINCIAS	CAFÉ ARÁBIGO (Hectáreas)		CAFÉ ROBUSTA (Hectáreas)		ÁREA CAFETALERA NACIONAL (Hectáreas)	
	Superficie Total	Área en Producción	Superficie Total	Área en Producción	Superficie Total	Área en Producción
Esmeraldas	1.800	1.350	6.345	4.759	8.145	6.109
Manabí	70.050	52.538	0	0	70.050	52.538
Santa Elena	1.800	1.350	0	0	1.800	1.350
Guayas	11.195	8.396	425	319	11.620	8.715
Los Ríos	4.770	3.578	6.610	4.958	11.380	8.535
El Oro	9.730	7.298	0	0	9.730	7.298
Carchi	195	146	0	0	195	146
Imbabura	300	225	0	0	300	225
Pichincha	1.300	975	1.300	975	2.600	1.950
Santo Domingo	0	0	5.300	3.975	5.300	3.975
Cotopaxi	2.000	1.500	1.600	1.200	3.600	2.700
Bolívar	3.410	2.558	3.780	2.835	7.190	5.393
Chimborazo	880	660	0	0	880	660
Cañar	370	278	0	0	370	278
Azuay	420	315	0	0	420	315
Loja	29.345	22.009	0	0	29.345	22.009
Sucumbíos	0	0	17.320	12.990	17.320	12.990
Orellana	0	0	20.000	15.000	20.000	15.000
Napo	120	90	4.800	3.600	4.920	3.690
Pastaza	150	113	0	0	150	113
Morona Santiago	290	218	120	90	410	308
Zamora Chinchipe	6.350	4.763	0	0	6.350	4.763
Galápagos	1.100	825	0	0	1.100	825
TOTAL (Hectáreas)	145.575	109.181	67.600	50.700	213.175	159.881

Fuente:http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/Informe_DT-2010_COFENAC.pdf



2.2.3. *Theobroma cacao L. (Cacao)*



Fuente: Autor

2.2.3.1. *Origen*

Cuatrecasas, citado por Wood (1982) expresa que el cacao se originó en las cabeceras de la cuenca del Amazonas y supone la existencia de dos subespecies: los Criollos, originarios de América Central y la subespecie de los Forasteros con origen en el bajo Amazonas; también existe una mezcla de ellos que se les denomina Trinitarios.

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

pág. 76

Tema: Descripción de sistemas agroforestales, en asociación con cultivos perennes



2.2.3.2. Ubicación Taxonómica y Distribución del genero *Theobroma*

El género americano *Theobroma* L. de la familia Sterculiaceae está integrado por 22 especies en el ámbito mundial, con hábitat restringido a bosques húmedos del Neotrópico. En Venezuela está representado por seis especies, las cuales han sido poco coleccionadas, y sólo *Theobroma cacao* L. ha sido descrita taxonómicamente. Esta especie presenta la mayor distribución geográfica, encontrándose desde los estados centro-occidentales hasta el oriente del país. La región con mayor representación específica está comprendida entre Costa Rica y el noroeste de Colombia. De las 22 especies citadas actualmente, la más conocida e importante es *Theobroma cacao*, utilizada para la elaboración de chocolate y otros productos de importancia económica. Esta especie se ha cultivado desde la época precolombina en Centroamérica, aunque se estima que no es nativa de esta región. Al parecer, su crecimiento y propagación natural se extendió desde la región Amazonas-Guayana hasta el sur de México, desde donde fue introducida a Venezuela alrededor de 1750.



http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0084-59062005000100007&script=sci_arttext

2.2.3.3. Descripción botánica

a. Tallo

Árbol de tamaño mediano (5-8 m) aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m.

Tronco recto que se puede desarrollar en formas muy variadas, según las condiciones ambientales.

<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>

b. Raíz

Raíz principal pivotante y tiene muchas secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm de suelo.

<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>



c. Hojas

Simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de pecíolo corto.

<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>

d. Flores

Son pequeñas y se producen, al igual que los frutos, en racimos pequeños sobre el tejido maduro mayor de un año del tronco y de las ramas, alrededor en los sitios donde antes hubo hojas. Las flores son pequeñas, se abren durante las tardes y pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente. El cáliz es de color rosa con segmentos puntiagudos; la corola es de color blancuzco, amarillo o rosa. Los pétalos son largos. La polinización es entomófila destacando una mosquita del género *Forcipomyia*. *Inflorescencia cauliflora*

<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>



e. Fruto

De tamaño, color y formas variables, pero generalmente tienen forma de baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o acostillados, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa, dura o suave y de consistencia como de cuero. Los frutos se dividen interiormente en cinco celdas. La pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de semillas por baya es de 20 a 40 y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo.

<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>

2.2.3.4. Exigencias Climáticas

a. Temperatura

El cacao no soporta temperaturas bajas, siendo su límite medio anual de temperatura los 21 °C ya que es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una temperatura más baja.

Las temperaturas extremas muy altas pueden provocar alteraciones fisiológicas en el árbol por lo que es un cultivo



que debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan directamente y se incremente la temperatura.

La temperatura determina la formación de flores. Cuando ésta es menor de 21 °C la floración es menor que a 25 °C, donde la floración es normal y abundante. Esto provoca que en determinadas zonas la producción de mazorcas sea estacional y durante algunas semanas no haya cosecha, cuando las temperaturas sean inferiores a 22 °C.

<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>

b. Precipitación

El cacao es una planta sensible a la escasez de agua pero también al encharcamiento por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. Un anegamiento o estancamiento puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo.

Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos.

<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>



c. Sombreamiento

El cacao normalmente es cultivado bajo sombra, debido a que en condiciones naturales no es una planta de plena exposición. En el Ecuador es importante el sombreamiento, debido a la condición de prolongados períodos secos que producen tensión hídrica más difícil de soportar a plena exposición solar (Vera, 1993).

Borbor (1976) reportó que, en fincas cacaoteras de Quevedo, Provincia de Los Ríos, la mayor formación de mazorcas se encontró bajo árboles de sombra de mayor altura y con una amplia copa: Fernán Sánchez (*Tripalis guayaquilensis*), aguacate (*Persea americana*), laurel (*Cordia allidora*), guabo (*Inga edulis*), matapalo (*Ficus benjamina*). Por otra parte, (Humpries 1940) manifiesta que la enfermedad de los frutos cherelles es enormemente afectada por la brotación y relaciona el hecho con la mayor demanda de nutrientes dentro del árbol.



2.2.3.5. *Exigencias Edáficas*

a. Suelo

El cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa. Por ello es común el empleo de plantas leguminosas auxiliares (*Erytrina* sp, *Inga edulis*, etc) que proporcionen la sombra necesaria y sean una fuente constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo.

b. Profundidad

Con relación a las propiedades físicas y químicas, el cultivo requiere de suelos profundos, con buen contenido de materia orgánica, nutrientes minerales y que no contengan obstáculos, tales como piedras y gravas, que impidan el buen desarrollo radicular. El sistema de raíces laterales del cacao se extiende radialmente y de ellas crecen raicillas que exploran la capa superficial mientras que la raíz



principal explora las capas inferiores del suelo a profundidades de hasta 3 metros (Vera, 1993).

2.2.3.6. Usos

Las semillas del cacao contienen un 40% - 50% de lípidos (grasa) un 12% - 14% de proteínas, teobromina (1%) sales minerales, y pequeñas cantidades de las vitaminas A, B1 y B2. El cacao en polvo se obtiene por trituración de las semillas de cacao desecadas.

La teobromina del cacao es un alcaloide cuya fórmula química (S - 7 - dimetilxantina) así como sus efectos, son similares a los de la cafeína. Se diferencia, sin embargo, en que la teobromina es más diurética y menos excitante que la cafeína. El efecto diurético de la teobromina se acompaña de una acción antiinflamatoria sobre el riñón, por lo que se recomienda en casos de nefrosis y nefritis.

En conjunto, el cacao es tonificante y ligeramente estimulante, aunque en grandes dosis, o en personas sensibles, puede producir insomnio y taquicardia.



Como preparación medicinal se usa la decocción de semillas de cacao. Esta es muy preferible al chocolate, pues se halla exenta de sus inconvenientes (adición de azúcar y de grasa) Desafortunadamente, las semillas de cacao solo se encuentran disponibles en los países tropicales en los que se cultiva el cacao.

<http://www.hipernatural.com/es/pltcacao.html>

2.2.3.7. Producción

(Delgado, 2003), manifiesta que el Ecuador produce entre 80 000 y 90 000 toneladas de cacao al año, exportando tanto en grano como productos semielaborados. Los países asiáticos importan cacao principalmente de Indonesia y Malasia o de Ecuador y otros países de América del Sur.

La producción del cacao se registra pesando en kilogramos las almendras de las mazorcas fisiológicamente maduras y sanas. Este dato se multiplica por 0,40 que es un factor de conversión para obtener su peso seco y finalmente expresarlos en kg/clon/año (Zambrano, 2000).



2.2.3.8. Biomasa aérea en Cacao

(Beer, 1999) indica que las plantaciones diversificadas de cacao, que podrían parecer un bosque natural son ideales para proteger al suelo, conservar el agua, mantener una alta biodiversidad y el secuestro de carbono, ya que las huertas de cacao pueden fijar hasta cinco toneladas de carbono por hectárea. La producción de hojarasca y la productividad primaria neta de las plantaciones de cacao con sombra, son similares a las de los bosques naturales tropicales y muy superiores a las de la mayoría de los sistemas agrícolas tropicales.

Por su parte (Ramírez, 2003) reporta que la caída de hojas en el cacao CCN51 (Colección Castro Naranjal), asociada a *Cordia macrantha* (laurel prieto), no fue influenciada por la presencia de las especies forestales o sombreadoras. Al igual que en las especies forestales, este fenómeno interactuó con los factores ambientales como la lluvia y la sequía, registrando 26,1 g/m² en la época lluviosa y 255,4 g/m² en la época seca. De la misma forma, Escalante, Herrera y Aranguren (1984), en experimentos efectuados en Venezuela con sistemas agroforestales de cacao y poró



(bombón); encontraron que la estación seca coincide con la mayor caída de hojarasca.

2.2.3.9. *Situación Nacional del Cacao en el Ecuador*

Pese a las dificultades que enfrentó el sector, como los bajos precios en el mercado internacional y los factores climáticos, la producción de cacao en el país mantiene el incremento anual de producción sostenido en alrededor del 10%. El sector cierra 2011 con un promedio de \$ 500 millones en exportaciones y una producción de alrededor de 180 mil toneladas.

El presidente de la Asociación Nacional de Cacaoteros (Anecacao), Julio Zambrano, dijo que el incremento va de 165 en 2010 a 185 mil toneladas métricas en 2011. A la fecha existen alrededor de 415.000 hectáreas de cacao sembrado a nivel nacional. “Mejoramos un 17% en relación a 2010 y hay un crecimiento sostenido en los últimos cinco años, producto de la siembra de nuevos cultivos de cacao”, dijo el directivo. Enfatizó que es importante el fortalecimiento de los mercados. “El próximo año (2012) apuntamos a buscar nuevos mercados y afianzar los que



conseguimos en este año (2011). Hemos comenzado suscribiendo un acuerdo con China que, si bien existía, está comprando más y pensamos que podemos incrementar la venta de 5 mil a 8 mil toneladas", expresó el empresario.

En 2010 el cacao representó para el país aproximadamente \$ 350 millones, siendo su principal mercado la Unión Europea. Además de concretarse los acuerdos comerciales con países como Brasil y México, el sector puede registrar un crecimiento entre un 10 y 20%, afirmó el empresario cacaotero.

<http://www.anecacao.com/index.php/es/noticias/40-ecuador-exportaciones-de-cacao-reportan-cifras-record-al-termino-del-2011.html>

Figura 13. Ubicación geográfica de las principales zonas de producción del Cacao.



Fuente:http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10338/22/Dinamica_cadena_cacao_Ecuador.pdf

La superficie de cacao está distribuida a lo largo de 18 provincias y el cultivo se lo realiza de manera independientemente o en forma asociada con otros cultivos. Sin embargo, la mayor concentración se encuentra

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

pág. 89

Tema: Descripción de sistemas agroforestales, en asociación con cultivos perennes



en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas y El Oro.

a. La producción de cacao ecuatoriano

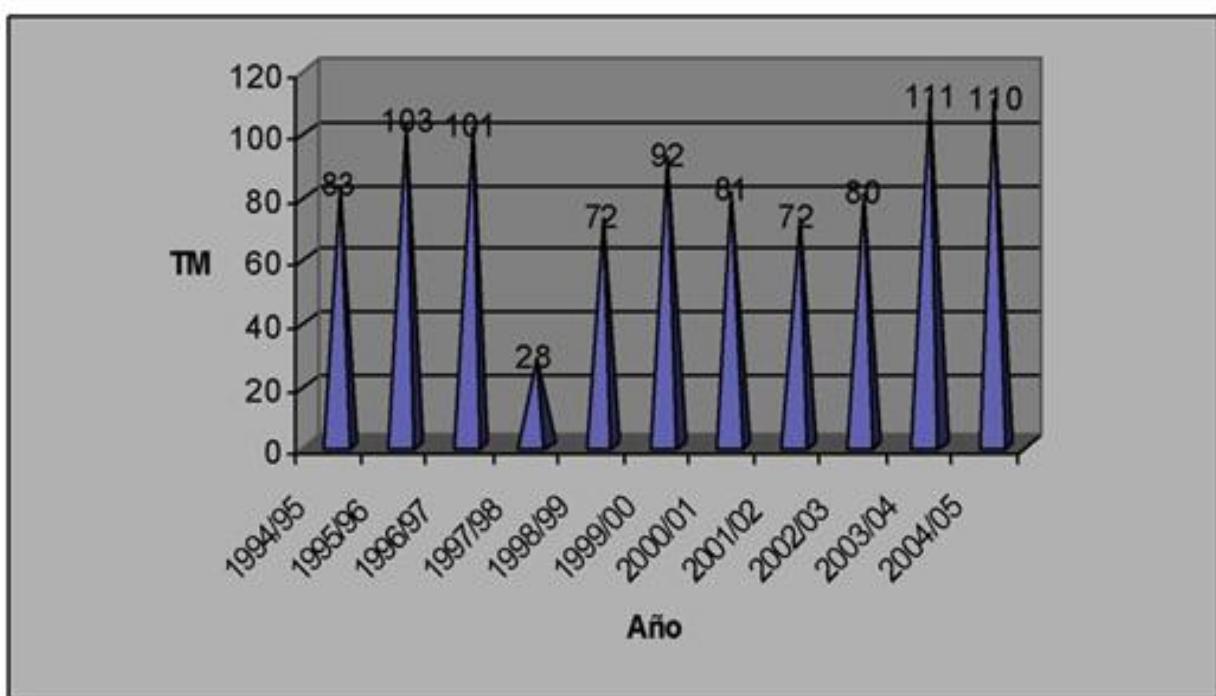
Según datos del último censo nacional agropecuario, la producción de cacao en el Ecuador abarca aproximadamente 243059 hectáreas como cultivo solo, y 190919 hectáreas como cultivo asociado (en total 433.978 hectáreas). No obstante debido a los buenos precios en los últimos años y a la declive del café en zonas como la amazonía, se estima que la superficie de cacao puede haber subido a más de 500.000 ha.

La producción para el 2004/2005 (año cacaotero octubre 2004-octubre 2005) fue de alrededor de 110.000 toneladas métricas anuales, lo que significa un rendimiento promedio de alrededor de 5 quintales por hectárea anuales.

Según las estadísticas de exportación, el CCN51 corresponde a 4800 Ton. Sin embargo se puede suponer una producción cercana a las 10.000 Ton. La diferencia se transforma en manteca y polvo y el resto se mezcla con el tipo Nacional.

Como se presenta en la figura 2, a lo largo de los últimos años la producción nacional de cacao ha sido variable, la cual ha estado influenciada principalmente por el clima cambiante (lluvias, sequía, humedad ambiental) y sobre todo por el fenómeno de “El Niño” en el año 1997.

Figura 14. Producción total de cacao del Ecuador, 1994 – 2005



Fuente:http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10338/22/Dinamica_cadena_cacao_Ecuador.pdf



Cuadro 2. Superficie del cacao solo y asociado por provincia en el Ecuador

	Cultivo solo Ha.	%	En Asocio Ha.	%
Total nacional	243,059	100%	190,919	100.00%
Sierra	19,067	7.84%	36,865	19.31%
Azuay	2,577	1.06%	708	0.37%
Bolívar	3,396	1.40%	14,588	7.64%
Cañar	4,017	1.65%	403	0.21%
Cotopaxi	3,179	1.31%	8,953	4.69%
Chimborazo	--	--	884	0.46%
Loja	130	0.05%	152	0.08%
Pichincha	5,768	2.37%	11,177	5.85%
Costa	205,414	84.51%	144,728	75.81%
El Oro	18,511	7.62%	2,627	1.38%
Esmeraldas	24,527	10.09%	30,460	15.95%
Guayas	51,227	21.08%	21,084	11.04%
Los Ríos	58,572	24.10%	42,134	22.07%
Manabí	52,577	21.63%	48,423	25.36%
Región Amazónica	9,374	3.86%	6,339	3.32%
Morona Santiago	876	0.36%	633	0.33%
Napo	2,930	1.21%	1,317	0.69%
Pastaza	459	0.19%	540	0.28%
Zamora Chinchipe	459	0.19%	747	0.39%
Sucumbíos	2,304	0.95%	1,883	0.99%
Orellana	2,346	0.97%	1,219	0.64%
Zonas no delimitadas	9,204	3.79%	2,987	1.56%

Fuente.- Censo Nacional Agropecuario

http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1033/8/22/Dinamica_cadena_cacao_Ecuador.pdf

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

pág. 92

Tema: Descripción de sistemas agroforestales, en asociación con cultivos perennes



3. CONCLUSIONES

- En el sistema Taungya consiste en la siembra de cultivos durante el establecimiento de plantaciones forestales o frutales, esto resulta altamente beneficioso, ya que se obtienen ganancias de los cultivos anuales en el transcurso del establecimiento de las plantas forestales y frutales.
- La agricultura migratoria resulta altamente beneficiosa ya que propone un periodo de descanso de los suelos para recuperación de nutrientes y por ende incremento de la fertilidad del suelo, que oscila entre 5 y 20 años.
- Los sistemas agroforestales simultáneos como: cultivos anuales en asociación de plantas forestales y cultivos perennes en asociación de con plantas forestales resulta altamente beneficiosa para el agricultor, ya que se obtiene mayores ingresos por aumento de cultivos en el factor suelo.
- Los sistemas silvopastoriles resultan ser altamente beneficiosos, ya que eleva la fertilidad del suelo por el componente animal, que es el encargado de



proporcionar nitrógeno con la excreción de sus orines y eses.

- La asociación de cultivos resulta altamente beneficiosa, tanto para el agricultor como para el medio ambiente, ya que en este modelo de agricultura se ha reducido significativamente el uso de agrotoxicos, y por ende hay una menor contaminación de las fuentes hídricas y del suelo.
- Asociar cultivos como es el caso del café y del cacao con especies forestales como *Erythrina poeppigiana* *Inga Edulis* que pertenecen a la familia de las fabáceas, es una gran alternativa, ya que estas especies fijan el nitrógeno atmosférico al suelo para que después este nitrógeno sea aprovechado por las especies perennes (café, cacao). Lo cual resulta económicamente beneficioso ya que existe un ahorro en la compra de fertilizantes químicos.
- Además de fijar nitrógeno al suelo, hay otras especies forestales como la *Cordia allidora* que además de aporta grandes cantidades de biomasa resultante de las hojas y ramas para fertilizar el suelo, también es una especie muy cotizada en la industria maderable



por su buena calidad y su alto costo, generando así un alto ingreso económico para la finca.

- La asociación del café y el cacao con las especies forestales resulta ser beneficiosa, ya que con la bibliografía consultada, llegamos a la conclusión de que la sombra que proporciona el poro, el laurel y la guaba aumentan la producción del café y el cacao y la longevidad de estas especies vegetales, logrando así un mayor ciclo de vida del vegetal y mayores ganancias para los agricultores.
- La sombra es esencial para el café y el cacao, ya que el exceso de luz solar provoca estrés y una mayor transpiración del vegetal. Con una sombra adecuada también evitaremos el exceso de evapotranspiración del suelo.



4. ANEXOS



Anexo1. El cultivo del café Granja “El Romeral”



Anexo 2. El café en asociación con la Guaba y
otros arbustos en la Granja “El Romeral”



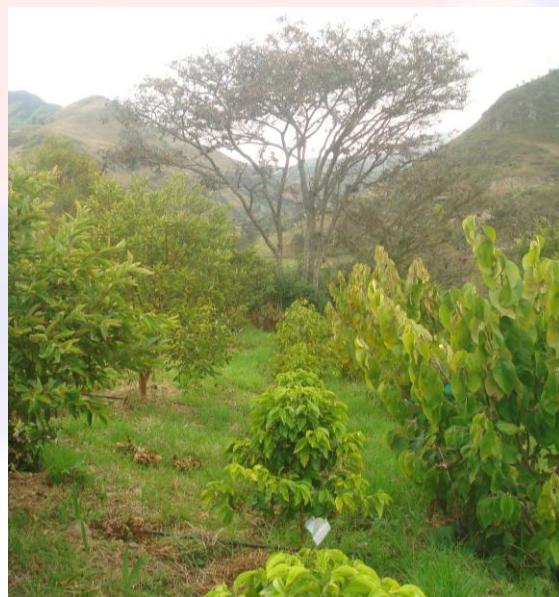
Anexo 3. El café en asociación con la Guaba en la Granja
“El Romeral”



Anexo 4. Cultivo del café en hileras, en asociación con
chirimoya y guayaba Granja “El Romeral”



Anexo 5. EL cultivo del café en asocio con especies forestales Granja “El Romeral”



Anexo6. El cultivo del café en asociación con especies forestales, Guayaba y Chirimoya en la Granja “El Romeral”

Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

pág. 98

Tema: Descripción de sistemas agroforestales, en asociación con cultivos perennes



Anexo 7. El cultivo del cacao en la Finca “Voluntad de Dios”



Anexo 8. El cultivo del cacao en asociación con la Guava en la Finca “Voluntad de Dios”



**Anexo 9. El cultivo del cacao en asocioacion con el Poro
en la Finca “Voluntad de Dios”**



Autor: Jesús Francisco Molina Cárdenas

pág.

100

Tema: *Descripción de sistemas agroforestales, en asociación con cultivos perennes*

-2012-



Anexo 10. El cultivo del cacao en asociación con Papaya, Poro, Guaba en la Finca “Voluntad de Dios”



Anexo 11. El cultivo del cacao en asociación con Teca en la Finca “Voluntad de dios”



Anexo 12. El cultivo del cacao sin asociación alguna en una sector de la Finca “Voluntad de Dios”



5. BIBLIOGRAFIA

1. **ALLEN, O.N. & ALLEN, E.K. 1981.** The Leguminoseae, a source book of characteristics, uses and nodulation. University of Wisconsin Press. Madison, USA. 212 p. Disponible en:
<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v22n2/body/pyf01299.htm>
2. **AÑAZCO, M. 2000.** Introducción al manejo de los recursos naturales y a la agroforestería. Camaren, rafe. Quito, Ecuador.
3. **BARRETO, ADELAIDA. 1990.** Botánica de las leguminosas. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana. Cuba. 39 p. Disponible en:
<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v22n2/body/pyf01299.htm>
4. **BEER J. IBRAHIM, M. SOMARRIBA, E. BARRANCE, A. LEAKEY R. 2004.** Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. Capítulo 6. Árboles de Centroamérica. OFICATIE. 46 p.
<http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>
5. **BEER, J. 1988.** Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) plantations with shade trees. Agrofor. Syst. 7: 103-114.



Disponible en:

orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF

6. BERTRAND, B; RAPIDEL, B. 1999. Desafíos de la caficultura en Centroamérica.

PROMECAFE/CIRAD/IRD/CCC. Francia. VII. Título. 496 p.

Disponible en:

orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF

7. BORBOR, F. 1976. Estudio preliminar de la clasificación, distribución y efectos de losárboles de sombra en fincas cacaoteras de la zona de Quevedo. Tesis Ing.Agr. Guayaquil, EC. Universidad de Guayaquil. 53 p.

8. CEDEGE - AECI (COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS). 1992. Manejo Ambiental al Embalse Daule, Peripa. Informe Técnico. Guayaquil. EC. 245 p.

http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=2&sobi2Id=110&Itemid=110

≡

9. COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR)- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales.



Manual de obras y prácticas. Tercera Edición. Zapopan,
Jalisco, México. 298 p.

<http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>

- 10. COFENAC.** Informe técnico 2010. Portoviejo, enero de 2011. Disponible en: http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/Informe_DT-2010_COFENAC.pdf
- 11. DELGADO, A. 2003.** El cacao ecuatoriano. Sabor Arriba. 2 (3):1. Disponible en: http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=2&sobi2Id=110&Itemid=3
- 12. ENRÍQUEZ, G. 1996.** Sistemas de cultivo del cacao en el Ecuador. IICA. Preparado paraser presentado en el “MiniSimposiosobre Sistemas Agroforestales”. Salvador, Bahía, BR. 56 p.
- 13. EL CULTIVO DEL CACAO.** Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>
- 14. ESTRUCTURA Y DINAMICA DE LA CADENA DE CACAO EN EL ECUADOR:** Sistematización de información y procesos en marcha. Disponible en:



http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10338/22/Dinamica_cadena_cacao_Ecuador.pdf

15. FAO. 2003. Genero. La clave para el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria. Plan de acción. <http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>
16. FASSBENDER, HW., 1992. Ten years balance of organic matter and nutrients in agroforestry systems at CATIE, Costa Rica. Forest Ecology and Management (Holanda). 45: 173-183. Disponible en:
orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF
17. FASSBENDER, HW., 1993. Modelos edafológicos de Sistemas Agroforestales. Serie de materiales de enseñanza No. 29. 2da. Edición. CATIE-GTZ, Turrialba, Costa Rica, 491p. Disponible en:
orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF
18. GLOVER, N. Y BEER, J., 1984. Spatial and temporal fluctuations of litterfall in the agroforestry associations *Coffea arabica* var. *caturra*-*Erythrina poeppigiana* and *C. arabica* var. *caturra*-*E. poeppigiana*-*Cordia alliodora*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 50 p. Disponible en:
orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF



- 19. GUEDES, R. 2003.** Comportamiento agronómico de ocho variedades de café arábigo (*Coffea arabica* L.) en las zonas de Quevedo (Provincia de Los Ríos) y Gualea (Provincia de Pichincha). Tesis Ing. Agr. Babahoyo, EC. Universidad Técnica de Babahoyo. 54 p.
- 20. HART, SC. AND BINKLEY, D., 1985.** Correlation among indices of forest soil nutrient availability in fertilized and unfertilized loblolly pine plantations. *Plant and Soil* 85:11-21. Disponible en:
orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF
- 21. HERMANO, LEON & HERMANO, ALAIN. 1951.** Flora de Cuba. Contribuciones ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio de La Salle. La Habana, Cuba. Vol. II, p. 346. Disponible en:
<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v22n2/body/pyf01299.htm>
- 22. HERNÁNDEZ, G. 1995.** Rendimiento y Análisis Financiero del Sistema Agroforestal Café (*Coffea arabica* cv caturra) con Poró (*Erythrina poeppigiana*) bajo diferentes densidades de Laurel (*Cordia alliodora*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 70 p. Disponible en:



http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=2&sobi2Id=110&Itemid=110

≡

23. HIPERNATURAL. Productos sanos para su salud
Disponible en:

<http://www.hipernatural.com/es/pltcacao.html>

24. HUERTAS, A. & SAAVEDRA, E. 1990. Apuntes de
Dendrología. Universidad del Tolima. Facultad de
Ingeniería Forestal. Departamento Forestal. Colombia. 15
p. Disponible en:

<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v22n2/body/pyf01299.htm>

HUMPRIES, EC. 1940. Progress Report in "Studies in
the Physiology of Theobroma cacao L., with special
reference to Cherelle Will". Annual Report on Cacao
Research. TR. 10: 1222. Disponible en:

http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=2&sobi2Id=110&Itemid=110

≡

**25. ICCO. (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL
CACAO). 1991.** Resumen Estadístico. (Boletin del
Cacao GB 21). Disponible en:

<http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>



26. CARLOS RODRÍGUEZ. *Inga vera* Willd. Guaba

Disponible en:

<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Ingavera.pdf>

27. JIMÉNEZ F. MUSCHLER R. 2001. Introducción a la agroforestería. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Módulos de Enseñanza Agroforestal CATIE/GTZ. Pp. 1-24. Dsponible en:

<http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>

28. JOSÉ BAUDILIO RONDÓN Y LUIS J. CUMANA CAMPOS. Acta Bot. Venez. v.28 n.1 Caracas ene. 2005.

Revisión Taxonómica del género *Theobroma* (Sterculiaceae) en Venezuela.

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0084-59062005000100007&script=sci_arttext

29. KRUKOFF, B.A. & BARNEBY, R.C. 1974. Conspectus of species of the genus *Erythrina*. *Lloydia*. 37(3):332. Disponible en:

<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v22n2/body/pyf01299.htm>

30. LA LIMA, CORTÉS, HONDURAS, C.A. MARZO DE 2004. Guía práctica Producción de café con sombra de maderables.



http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/gpcafeconsombramaderables.pdf

- 31. LEÓN, J. 1964.** Plantas alimenticias andinas. IICA Boletín técnico 6. Lima. 112 p. Disponible en :
<http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/er/Capitulo%2021.pdf>
- 32. LOOR, Z. 1998.** Comportamiento inicial de Cybistax donnell smithii (guayacán), Cordia sp (laurel), Columbrina sp (caoba) y Triplaris guayaquilensis (fernán sánchez) en asociación con Theobroma cacao (cacao). Tesis de Ing. For. Quevedo, EC. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. p. 1836.
- 33. LÓPEZ T. G. 2007.** Sistemas agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla. 8 p. Disponible en:
<http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>
- 34. MAECHA, V.; GILBERTO, E.; ECHEVERRIA, R. & RODRIGO, R. 1983.** Arboles del Valle del Cauca. Progreso Corporación Financiera S.A. Litografía Arco Bogotá, Colombia. 208 p. Disponible en:
<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v22n2/body/pyf01299.htm>



- 35. MIGUEL F. MONROIG INGLES.** Morfología del cafeto.
Descripción morfológica del cafeto. Disponible en:
<http://academic.uprm.edu/mmonroig/id53.htm>
- 36. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA.**
Dirección Regional Huetar Norte. Disponible en:
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00080.PDF>
- 37. MONTAGNINI, F. 1992.** Sistemas Agroforestales. Principios y Aplicaciones en los Trópicos. 2da ed. San José, CR. O.E.T, USAID. 622 p.
- 38. MONTAGNINI, FLORENCIA; PREVETTI, LAUREL; THRUPP, LORI ANN; BEER, J.; BOREL, R.; BUDOWSKI, G.; ESPINOZA, L.; HEUVELDOP, J.; REICHE, C.; RUSSO, R.; SALAZAR, R.; ALFARO, MARIELOS; ROJAS, ISABEL; BERSTCH, FLORIA; FERNANDEZ, E.; GONZALEZ, M.; ALVIM, R.; SHAHEDUZZAMAN, Md. & NICHOLS, D. 1992.** Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para Estudios Tropicales. San José, Costa Rica. 602 p. Disponible en:
<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v22n2/body/pyf01299.htm>
- 39. MORA, L. 2005.** Determinación del volumen de 10 especies forestales por el método de regresión y aporte



de biomasa de hojas al suelo, Finca Experimental “La Represa”. Tesis de Ing. For. Quevedo, EC. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Ambientales. 69 p.

- 40. MUNDO FORESTAL, 2003.** Árboles del paraíso. Consultado 04 sep. 2004. (en línea). Disponible en: <http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>
- 41. MUSÁLEM S. M. A. 2001.** Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. 120 p. Disponible en: <http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>
- 42. MUSCHLER, R.G. 2000.** Árboles en Cafetales. Turrialba, Costa Rica.; CATIE/GTZ. 139p. (Materiales de enseñanza nº 5).
- 43. NYGREN, P Y RAMÍREZ, C. 1995.** Production and turnover of N₂ fixing nodules in relation to foliage development in periodically pruned *Erythrina poeppigiana* (Leguminosae) trees. For Ecol Man 73: 59-73. Disponible en: orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF
- 44. NYGREN, P. 1995.** Carbon and nitrogen dynamics in *Erythrina poeppigiana* (leguminosae : phaseoleae) trees



managed by periodic prunings. Doctoral thesis in Agricultural and Forestry, University of Helsinki, Department of Forest Ecology. 51p. Disponible en: orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF

45. PATERSON, R.T. 1994. Use of trees by livestock. Erythrina. Natural Resources Institute. Chatham, UK. 18 p. Disponible en:

<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v22n2/body/pyf01299.htm>

46. PEREZ-ARBELAEZ. E. 1990. Plantas útiles de Colombia. Editorial Víctor Hugo. Medellín, Colombia. p. 592. Disponible en:

<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v22n2/body/pyf01299.htm>

47. PROYECTO MANEJO SOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES (PMSRN). 2007. Manual de agroforestería. Paraguay. 45 p. Disponible en:

<http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>

48. RAMÍREZ R. W. 2005. Manejo de Sistemas Agroforestales. 11 p. Disponible en:

<http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>

49. RAMÍREZ, G. 2003. Evaluación de biomasa de hojas caídas y otros indicadores en las asociaciones de especies forestales con Theobroma cacao en la zona



central del Litoral Ecuatoriano. Tesis M.S.c. Universidad “Pinar del Río”. Hermanos Saiz Montes de Oca. Pinar del Río. CU. 74 p.

- 50. RIVAS T. D. 2005.** Sistemas Agroforestales 1. Uach. 8 p. Disponible en: <http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>
- 51. (RUIZ & PAV.)** *Cordia alliodora* Oken. Capá prieto, laurel. Disponible en:
<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Cordiaalliodora.pdf>
- 52. RUSSO, RO, 1983.** Efecto de la poda de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook (poró), sobre la nodulación, producción de biomasa y contenido de N en el suelo en un sistema agroforestal Café-Poró. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 108 p. Disponible en:
orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF
- 53. RUSSO, R.O. 1984.** *Erythrina*: un género versátil en sistemas agroforestales del trópico húmedo. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 14 p. Disponible en:
<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v22n2/body/pyf01299.htm>



- 54. RUSSO, RO Y BUDOWSKY, G.** 1986. Effect of pollarding frecuency on biomass of *Erythrina poeppigiana* as a coffee shade tree. Agroforestry Systems (Holanda). 4: 145-162. Disponible en: orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF
- 55. SABOGAL M,** 1983. Observaciones sobre la combinación de *Cedrela odorata* con café en Tabarcia - Palmichal (Cantón Puriscal). In: Heuveldop, J. y Espinoza, L. (eds.). El componente arbóreo en Acosta y Puriscal, Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 90-101. Disponible en: orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF
- 56. SOMARRIBA, E.** 1990. ¿Qué es Agroforestería? El Chasqui (Costa Rica) : 5-13. Disponible en: orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF
- 57. TIPOS DE CULTIVOS,** frutas amazonicas, guaba. Disponible en: http://webmail.radiomaranon.org.pe/redmaranon/archivos/frutas_amazonicas_guaba.pdf
- 58. TRUJILLO N. E.** 2008. Silvopastoreo: árboles y ganado, una alternativa productiva. Forestal. Revista- MM. Pp. 22-29. Disponible en:



<http://agroeco.org/socla/pdfs/sistemas-agroforestales.pdf>

59. VERA, J. 1993. Botánica y clasificación del cacao. In. Manual del cultivo del cacao. Suárez, C. ed. Quevedo, EC. p. 144164. Disponible en:

http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=2&sobi2Id=110&Itemid=3

60. VAAST, P; SNOECK, D. 1999. Hacia un manejo sostenible de la materia orgánica y de la fertilidad biológica de los suelos cafetaleros. In Bertrand, B; Rapidez, B. eds. Desafío de la caficultura en Centro América.. San José, C.R. IICA: PROMECAFE: CIRAD: IRD: CCCR. Francia. Editorial Agronómica. p139-169. Disponible en:

orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0132E/A0132E.PDF

61. WOOD, G. 1982. Cacao. Traducido por A. Ambrosio. México, D. F. p. 2328. Disponible en:

http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=2&sobi2Id=110&Itemid=3

62. ZAMBRANO, J. 2000. Caracterización fenológica de 67 genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L) tipo



Nacional y de otros orígenes en la colección de la Estación Experimental Tropical Pichilingue INIAP. Tesis Ing. Agrp. Manta, EC. Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. 61 p.

http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=2&sobi2Id=110&Itemid=3