

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

INSTITUTO TECNOLÓGICO PUERTO RICO

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



ALTERNATIVAS PARA EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao*),
EN SISTEMAS AGROFORESTALES DEL MUNICIPIO DE PUERTO
RICO-PANDO.

Monografía, para obtener el Título de Técnico Superior en Sistemas de
Producción Agropecuario.

Autor: Univ. Juan Pablo Oyola Moreno

Asesor: Ing. Wilfredo Montaña Teco

PUERTO RICO – PANDO – BOLIVIA

NOVIEMBRE, 2014

HOJA DE APROBACIÓN

Monografía aprobada el ____ de _____ de _____

	Nombres	Firmas
Postulante:	_____	_____
Asesor:	_____	_____
Pdte. Tribunal:	_____	_____
Tribunal 1:	_____	_____
Tribunal 2:	_____	_____
Tribunal 3:	_____	_____

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, la salud y mis Padres: Isaac y Patricia por las tantas noches de desvelo, por sus consejos y orientación que fueron cruciales para la formación de mi persona, por ser la solución en los momentos difíciles, por su comprensión y por creer en mí.

A mi asesor de monografía: Ing. Wilfredo Montaña T., por sus consejos y orientaciones en la presente investigación.

A los miembros del tribunal revisor, por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A los docentes del programa académico Sistema de Producción Agropecuaria, por su paciencia, su comprensión y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

Al Instituto Tecnológico Puerto Rico, a su Directora y personal administrativo, por su apoyo durante mi formación y en la elaboración de la presente investigación monográfica.

A mis compañeros de la universidad: Por los momentos de amistad compartidos, a lo largo de toda la carrera.

DEDICATORIA

A mis Padres Isaac y Patricia, a mi esposa Bella e Hijos Nikol, Daniel, Ken y Chelsi, quienes han logrado con mucho sacrificio y dedicación formarme como persona y como profesional.

A mis compañeros de estudio, por el apoyo durante los años de estudio.

A la Universidad Amazónica de Pando (templo de sabiduría) por acogerme en sus aulas durante estos tres años.

INDICE

	Pág.
HOJA DE APROBACIÓN.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INDICE.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS.....	3
3.1. Objetivo General.....	3
3.2. Objetivos específicos.....	3
IV. METODOLOGÍA	4
4.1. Métodos.....	4
4.2. Técnicas.....	4
4.3. Instrumentos.....	5
V. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.....	6
5.1. Descripción de la especie.....	6
5.2. Requerimientos de Clima y Suelo.....	8
5.3. Técnicas de Cultivo.....	11
5.4. Manejo de la plantación.....	17
5.5. Cosecha.....	23
VI. APORTE TEÓRICO.....	24
6.1. Importancia del sistema agroforestal cacao.....	24
6.2. Cualidades que deben reunir las especies a emplear en el sistema.....	25
6.3. Uso de sombras: provisional, intermedia y permanente.....	27
6.4. Establecimiento de los sistemas agroforestales.....	28

6.5. Mantenimiento del sistema agroforestal.....	30
6.6. Abonamiento.....	34
6.7. Plagas y enfermedades.....	35
6.8. Cosecha.....	35
VII. CONCLUSIONES.....	36
VIII. RECOMENDACIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	38

I. INTRODUCCIÓN

El cacao es una de las materias primas agrícolas más importantes del comercio internacional; y como tal es una fuente indispensable de divisas para muchos países. Se estima la producción mundial en más de siete millones de hectáreas y unas 3.7 millones de toneladas según la Organización Internacional del cacao. Entre los mayores productores se encuentran Costa de Marfil (33%), Indonesia (18%) y Ghana (15%) (Enríquez 2009).

En los últimos años se ha originado un aumento en la demanda de cacao de comercio justo, ecológico y de origen diferenciado, esto significa que los consumidores no solo exigen excelente calidad, sino que también quieren estar seguros de que el cacao con el que se ha elaborado el chocolate ha aportado ingresos justos a los agricultores que lo cultivaron y que se ha producido siguiendo practicas socialmente y ambientalmente aceptables (Estrada 2010).

La producción orgánica que cumpla con estándares de calidad y de certificación tiene un incentivo en el sobreprecio llegando incluso a precios superiores a los U\$ 3.700 por tonelada por encima de los U\$ 3.400 que cotiza el cacao convencional en mercados internacionales (Enríquez 2009).

Limitantes como enfermedades, plagas, mal manejo, material genético no óptimo así como poco uso de insumos en la producción orgánica ocasionan una baja productividad de los sistemas agroforestales en la región de Centroamérica con un promedio de 200 kg por hectárea por año (Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (FHIA, 2004).

El estudio de los sistemas de producción agroforestal de cacao orgánico en la región amazónica, a través de la caracterización de los sistemas de manejo y del análisis de la fertilización orgánica y de ciclos de nutrientes, permitiría demostrar o presentar mejores argumentos en cuanto a la sostenibilidad de estos sistemas agroforestales, para así poder apoyar procesos productivos en esta y en otras regiones será la base de este estudio (Estrada 2010).

II. JUSTIFICACIÓN

El cultivo del cacao por sus características, demanda mano de obra, que en muchos casos es aportada por la familia y en algunas oportunidades se contratan jornales o mano de obra especializada en labores claves para el desarrollo del cultivo, tales como la injertación, las podas o la cosecha. Esta característica hace que sea un importante productor de empleo tanto directo como indirecto; pues se calcula que en la fase de manejo y sostenimiento por cada tres hectáreas de cacao se genera un empleo rural permanente.

Por ello se considera que este cultivo dinamiza la economía de las zonas en las cuales se desarrollan proyectos cacaoteros, los cuales además en muchos casos están ubicados en regiones que presentan diversas problemáticas sociales tales como pobreza, desempleo, violencia y presencia de cultivos ilícitos y grupos armados.

En Bolivia la mayor proporción de cacao se concentra en los Yungas del departamento Pando, también se cuenta con cantidades significativas de cacao silvestre en la provincia Iténez (Baures), los cuales son aprovechados industrializados en chocolates y exportados por empresas que no necesariamente están en la misma región. En el departamento Pando y específicamente en la provincia Manuripi también se cuenta con manchas de cacao silvestre, los mismos que son escasamente aprovechados por los moradores del área rural, quienes en su mayor parte se dedican a la actividad extractiva de la castaña.

El cultivo de esta especie en el municipio de Puerto Rico es realizado de forma tradicional, uso de material vegetal donado por instituciones del estado y organizaciones no gubernamentales, empleando herramientas manuales, y con mano de obra familiar.

Considerando que la región presenta condiciones favorables para el cultivo y producción del cacao, es necesario profundizar en el conocimiento de las técnicas de producción orgánica y como parte de sistemas agroforestales.

III. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Analizar las alternativas para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), como parte de sistemas agroforestales en el municipio de Puerto Rico-Pando.

Objetivos específicos:

- Analizar la bibliografía referida a las características del cacao, así como sus requerimientos ambientales.
- Describir las técnicas del proceso de cultivo del cacao como parte de los sistemas agroforestales.
- Proponer alternativas para la implementación de sistemas agroforestales con cacao como componente principal.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Métodos

Para la elaboración de la monografía se empleó el enfoque de investigación cualitativa, cuyas características se describen a continuación:

La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema. La misma procura lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular.

Las técnicas empleadas son dos: a) el estudio de caso y b) la investigación documental.

4.2. Estudio de Caso:

Consiste en el estudio de escenarios, fenómenos y comportamientos de hechos reales que denotan problemas aún desconocidos en el plano teórico.

Tipos de Estudio de Casos: Según los objetivos: Existen tres categorías o tipos principales de estudios de caso: explicativos, descriptivos y de metodología combinada. Aunque en la vida real a menudo se superponen estas categorías:

- 1) Explicativos. El propósito de los estudios de caso explicativos, tal como su nombre lo indica, es explicar las relaciones entre los componentes de un programa.
 - a. Implementación del Programa. Este estudio de caso investiga las operaciones, a menudo en varios terrenos, y con frecuencia, de manera normativa.
 - b. Efectos del Programa. Este estudio de caso examina las causas y habitualmente involucra evaluaciones de tipo multi-terreno y multi-método.
- 2) Descriptivos. Estos estudios son más focalizados que los casos explicativos.
 - a. Ilustrativo. Este tipo de estudio de caso es de carácter descriptivo y tiene el propósito de añadir realismo y ejemplos de fondo al resto de la información acerca de un programa, proyecto, o política.

Estos estudios de caso describen primordialmente lo que está sucediendo y por qué, con la finalidad de mostrar el perfil de una situación. Este tipo de estudios son especialmente útiles para ayudar a interpretar otros datos que pueden estar disponibles, tales como encuestas.

- b. Exploratorio. Este es también un estudio de caso descriptivo pero apunta, antes que a ilustrar, a generar hipótesis para investigaciones posteriores.

4.3. Investigación Documental

La investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos.

La investigación documental tiene la particularidad de utilizar como una fuente primaria de insumos, más no la única y exclusiva, el documento escrito en sus diferentes formas: documentos impresos, electrónicos y audiovisuales. Sin embargo, los textos monográficos no necesariamente deben realizarse sobre la base de sólo consultas bibliográficas; se puede recurrir a otras fuentes como, por ejemplo, el testimonio de los protagonistas de los hechos, de testigos calificados, o de especialistas en el tema.

4.4. Materiales

En concordancia con la metodología y las técnicas, se emplearon los siguientes materiales:

Bibliografía:

- Bibliografía especializada existente en las bibliotecas de la UAP, CIPA, ONG Herencia, etc.
- Bibliografía digital obtenida mediante internet.

Equipos de Oficina:

- Computadora e impresora

Material de escritorio

- Papel bond
- Tinta para impresora
- USB

4.5. Análisis

Consistió en la síntesis e integración de la información obtenida de diversos instrumentos y medios de observación. Prepondera más un análisis descriptivo coherente que pretende lograr una interpretación minuciosa y detallada del asunto o problema de investigación.

Las conclusiones y recomendaciones se derivaron continuamente durante el proceso.

V. ANALISIS BIBLIOGRÁFICO

5.1. Descripción de la especie

5.1.1. Origen y distribución

El cacao está distribuido en tierras bajas tropicales y se cultiva principalmente entre los 20 Latitud norte y 20 latitud sur. Sin embargo las mejores plantaciones están localizadas entre 10 latitud norte y 10 sur. En América se cultiva desde el sur de México hasta Brasil y Bolivia. Su distribución natural en Sudamérica alcanza desde los 15 de latitud sur entre los ríos Alto Beni y Mamoré de territorio Boliviano, hasta cerca de los 10 de latitud norte, en los límites de los llanos venezolanos por las vertientes bajas de las sierras de Parima que divide a Venezuela de Brasil (Maldonado 2002).

A la llegada de los españoles a América en 1492, el cacao se cultivaba únicamente en Mesoamérica (desde Costa Rica hasta el sur de México). En el resto de Sudamérica, el cacao crecía en forma silvestre en los cursos superiores y medios del Amazonas y cursos superiores del Orinoco que conectan con las cabeceras del río Negro, tributario principal del Amazonas. (Batista 2009).

5.1.2 Taxonomía del Cacao

Reino: Vegetal → Brota, crece y se desarrolla pero no tiene un sistema nervioso.

Tipo: Espermatofita → Que se reproduce por semillas.

Clase: Dicotiledóneas → Que la semilla cuenta de dos partes.

Familia: Esterculiáceae → Por sus hojas alternas y vellosas flores
Ovilares y frutos en cápsulas.

Género: Theobroma

Especie: *T. cacao* (Enríquez 1987).

5.1.3 Descripción Botánica

El árbol de cacao alcanza alturas de 2 m hasta de 20 m cuando tiene condiciones óptimas de crecimiento (sombra intensa, temperatura, viento, agua y suelos

apropiados). La planta proveniente de semilla presenta un tronco vertical que puede desarrollarse en forma muy variada dependiendo de las condiciones ambientales, el cual empieza su etapa de producción a los dos años después de establecido en el campo (Enríquez 1987).

El cacao posee una raíz principal pivotante, con hojas simples, enteras y de colores variables que van desde morado hasta verde pálido, con pecíolo corto, posee flores pequeñas, hermafroditas y pentámeras con cinco lóculos donde hay de 6 a 12 óvulos. Las flores al igual que los frutos se producen en racimos pequeños, sobre el tejido maduro del tronco y de las ramas. Generalmente su polinización es entomófila, principalmente llevada a cabo por individuos del género *Forcipomya*. Una planta puede llegar a producir de 100.000 a 150.000 flores por año, de las cuales sólo se fecunda entre el 0,1 y 0,3% por lo que las demás caen (Enríquez 1987).

Los frutos maduran entre 5 y 6 meses después de la polinización. Poseen un mesocarpo de textura lisa o arrugada que se divide en cinco carpelos interiormente. Los frutos son de tamaño y forma muy variable, generalmente tienen forma de baya de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro. Tienen forma elíptica y son de diversos colores al madurar (rojo, amarillo, morado y café); contienen entre 20 y 40 semillas que están cubiertas de una pulpa mucilaginoso de color blanco, cuyos cotiledones pueden ser de color blanco y/o violetas. Las semillas una vez secas alcanzan pesos entre 0,8 y 1,5 gr cada una (Velásquez 2004).

Esa planta del cacao, puede alcanzar unos seis metros de altura, de tallo vertical y ramas extendidas. Sus hojas, «de un color marrón a rojizo cuando jóvenes, se tornan a verde-oscuro con el tiempo». Su duración es larga, llegando a los ochenta años. Sus flores son pequeñas y de colores variados, desde el blanco y el rojo al púrpura, pasando por el verde, amarillo y rosado. Como sucede con el taparo o totumo, sus flores y frutos presentan la infrecuente particularidad de brotar directamente del tronco y de las ramas principales. La fertilización la efectúan ciertas especies de moscas y hormigas y es “de difícil realización debido a la disposición de sus piezas florales, llegando sólo a ser efectiva en el 1% de las flores presentes en un árbol”. La dispersión de las semillas es efectuada por una variedad de animales, como son los

monos, ratas, ardillas, murciélagos y, entre las aves, los loros, pájaros carpinteros y conotos, considerados todos ellos como plagas por los cultivadores en razón de los daños que causan al fruto, el cual constituye la parte más preciada de la planta, de donde viene la conseja que identifica a «los enemigos del cacao: ardita, conoto y mono», a los cuales se les agregan socarronamente «los peones y el mayordomo» (Velásquez 2004).

La planta del cacao no resiste por mucho tiempo la luz solar directa, de modo que le es imprescindible la sombra para subsistir, lo cual la hace una especie eminentemente selvática. (Velásquez 2004).

5.2. Requerimientos de Clima y Suelo

5.2.1. Clima

El crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva. Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de floración, brotamiento y cosecha está regulado por el clima, cuya relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos (PROAMAZONIA, 2004)

Cuando se define un clima apropiado para el cultivo de cacao generalmente se hace referencia a la temperatura y la precipitación (lluvia), considerados como los factores críticos del crecimiento. Así mismo, el viento, la radiación solar y la humedad relativa afectan muchos procesos fisiológicos de la planta. (Maldonado 2002).

Temperatura: La temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en grado en la intensidad de floración (menor intensidad). Así mismo, controla la

actividad de las raíces y de los brotes de la planta. La absorción del agua y de los nutrientes por las raíces de la planta del cacao está regulada por la temperatura. Un aspecto a considerar es que a temperaturas menores de 15°C la actividad de las raíces disminuye (PROAMAZONIA, 2004).

En regiones donde se cultiva cacao, la temperatura generalmente varía entre un máximo de 30 C a 32 C y un mínimo de 18 a 21 C. Entre los lugares de mayor producción de cacao la temperatura media fluctúa entre 25 y 26 C, pero se encuentra plantaciones comerciales en lugares cuyo promedio es de 23 C con buenos rendimientos. El límite medio anual de temperatura es de 21 C, ya que es difícil cultivar cacao por debajo esta (Enríquez y Paredes, 1989). En el trópico de Cochabamba la temperatura promedio fluctúa entre 23 a 26 C, condiciones adecuadas para el buen comportamiento del cacao. (Maldonado 2002).

Precipitación: Según Barros mencionado por Maldonado (2002) Tecnologías de Cacao en Bolivia, el cacao requiere humedad y sufre mucho con largos periodos secos y cuando el suelo tiene poca capacidad de retención del agua. En condiciones tropicales debe haber un mínimo anual de lluvias de 1200 mm y un máximo de 3500 mm, sin embargo su distribución tiene aún más valor que la cantidad total precipitada, ya que es afectada por la evapotranspiración. El mínimo anual requerido esta alrededor de los 1250 mm bien distribuidos durante todo el año. Sin embargo, es preferible un promedio superior a 1500 mm (Maldonado 2002).

En la zona de Trópico de Cochabamba la precipitación supera los 5000 mm, distribuidos todo el año. En esta zona el cacao alarga su periodo productivo en dos cosechas durante el año.

Humedad relativa: La humedad relativa para el cacao debe ser elevada puesto que tiene elevada exigencia hídrica, una media de 70- 80% es adecuada, sin embargo este factor favorece el desarrollo de enfermedades fungosas (DGIEA 1991).

Luz y Sombra: La luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, la cual ocurre a baja

intensidad aun cuando la planta este a plena exposición solar. En los primeros estadios el cacao requiere de sombra relativamente densa entre el 25 al 50 % de la luz total. La regulación de la sombra depende de las condiciones fisiológicas de la planta y factores de clima, humedad y precipitación (Escobar 2008).

Vientos: Los fuertes vientos y de manera continua pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. La presencia de vientos en los meses de julio y agosto que provienen del hemisferio sur conocidos como surazos ocasionan grandes trastornos en la fisiología de las plantas de cacao, provocando abortos de las flores y de las mazorca pequeñas. Una velocidad del viento mayor a 4 m/seg (14,4 Km/hr) es perjudicial para el cacao (FHIA 2004).

Altitud: El cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. Sin embargo, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones desarrollan normalmente en mayores altitudes que van del orden de los 1,000 a 1,400 msnm. La altitud no es un factor determinante como lo son los factores climáticos y edafológicos en una plantación de cacao. En el caso del Alto Beni con alturas de 900 msnm y en el departamento de Caldas (Colombia) a 1.300 msnm, con material híbrido, se registran rendimientos de 1.350 kg/ha de cacao seco/año. La altitud óptima se encuentra entre los 400 y 600 msnm (Maldonado 2002).

5.2.2. Requerimiento de Suelos

El cacao requiere de suelos en los cuales las raíces puedan penetrar fácilmente, que retengan humedad durante la época seca y que permitan la circulación de aire y humedad. El sistema radicular de esta planta parece ser más sensible que otros cultivos. Sin embargo, el cacao es capaz de adaptarse a los más variados tipos de suelo, incluso en aquellos cuyo contenido de nutrientes es muy bajo. En estos suelos la producción suele ser muy limitada, pero se pueden lograr rendimientos medios si el cultivo se mantiene bajo un adecuado sombraje y si los demás factores ecológicos son favorables (Lama 2008).

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 (Lama 2008).

En suelos de textura arcillosa, la penetración de las raíces se ve limitada dependiendo de los minerales que constituyan esta fracción. Las arcillas más pesadas, incluyendo las constituidas por minerales arcillosos como los del grupo de la montmorillonita son, en general, inconvenientes para este cultivo. La fracción arcillosa de la mayoría de los suelos en los trópicos húmedos se compone de arcillas caoliníticas y de óxidos de hierro y de aluminio, las cuales proporcionan un medio físico ideal para el desarrollo de las raíces del cacao. Las mejores condiciones las presentan los terrenos franco-arcillosos. No es recomendable sembrar cacao en: suelos pantanosos, suelos de pendientes muy fuertes, suelos muy pedregosos, suelos poco profundos y pobres (Navarro y Mendoza, 2006).

5.3. Técnicas de Cultivo

5.3.1. Propagación

El método de propagación más apropiado para este cultivo es por medio de semilla híbrida certificada, producida con fincas debidamente autorizadas y fiscalizadas por la Oficina Nacional de Semillas. Otros métodos usados son aquellos conocidos como propagación vegetativa: injertos, acodos y estacas enraizadas, la cual se utiliza cuando se desea reproducir fielmente una planta. El empleo de estos sistemas es caro y requiere mano de obra especializada. Para los propósitos de este manual se detalla el método de propagación por semilla y se indican los pasos requeridos para la injertación (PROAMAZONIA 2004).

Propagación por semilla: La confección del almácigo es el punto de partida de una plantación y debe manejarse eficientemente para lograr, al cabo de tres meses, plantas sanas y vigorosas, lo que va a influir en un adecuado establecimiento y comportamiento del árbol. El vivero debe ubicarse en un sitio cercano a una fuente de agua, protegido de vientos fuertes, plano que no se inunde, de fácil acceso y cerca del sitio definitivo de la plantación. Previo a la siembra de la semilla, se debe construir una estructura para apoyo de la sombra (talanguera o cobertizo) de 2 m de altura, en la que se colocará, inmediatamente después de la siembra, algún material como hojas de palma, banano, pasto, cedazo plástico, sarán u otro material con el fin de sombrear y proteger las plantas de luz directa. Al final del período del vivero, esta sombra se va reduciendo hasta la mitad, para que la planta se adapte a las condiciones de mayor luminosidad en la plantación (Rojas y Sacristán 2013).

Como se mencionó, la semilla a sembrar debe reunir requisitos de buena calidad, debe ser certificada y recomendada por la Oficina Nacional de Semillas y debe sembrarse lo más rápido posible después de adquirida; germinativa.

Para sembrar una hectárea de cacao se requieren mil cien semillas, sembrado a la distancia de 3 x 3 m. Se deben comprar alrededor de cien semillas más, para cubrir las resiembras, que se estiman en 10%. La siembra se hace en bolsas plásticas negras, perforadas, de tamaño 20 x 30 cm y con 1,5 a 2 kg de suelo bien suelto, mullido, rico en materia orgánica y debidamente desinfectado (Velásquez 2004).

Para desinfectar el suelo que se utilizará en las bolsas, con el tiempo necesario antes de la siembra, se aplican productos como PCNB o dazomet siguiendo la recomendación técnica en cuanto a dosis, forma de aplicación y período de espera antes de sembrar.

La semilla se coloca en posición acostada, a una profundidad no mayor de 1 cm. Es conveniente completar el llenado de las bolsas con una porción de aserrín, arena o granza de arroz, para evitar el salpique y la diseminación de hongos del suelo y propiciar un sustrato adecuado para la germinación de la semilla. Se recomienda

colocar entre veinte a veinticinco bolsas por metro cuadrado de era (Suatunce *et al.* 2010).

Las plántulas de cacao, se deben fertilizar mensualmente con 5 g/planta de las fórmulas 18-106-5, 23-12-6-7, 20-6-5 ó similares, cantidad que se distribuye en el borde la bolsa. Si el suelo utilizado para el almácigo es rico en materia orgánica, la fertilización se puede reducir a una aplicación de 5 g/planta de cualquiera de las fórmulas indicadas, cuarenta y cinco días después de sembrada la semilla.

La deshierba se hace en forma manual, cada semana. La aplicación preventiva de fungicidas e insecticidas se realiza una vez al mes como mínimo. Se pueden utilizar productos cúpricos (40 g/16 l) e insecticidas como malation o metamidofos (Malathion y Tamarón, 25 a 30 cc/16 l). Las características de estos productos permiten mezclarlos, lo cual facilita la aplicación y reduce el costo.

El riego del vivero se realiza a diario, preferiblemente en horas temprano de la mañana. Las plantas sanas y robustas, deben estar listas para el trasplante a los tres meses de edad. Para el trasplante, las plantas débiles y enfermas se deben descartar y sólo se utilizarán aquellas plantas que tiene el brote terminal maduro o en reposo. Aquellas plantillas cuyo brote terminal no tenga esta condición, se mantendrán en vivero hasta que maduren y puedan trasplantarse (Suatunce *et al.* 2010).

Propagación por injerto: Los injertos se pueden realizar en plantas originales de semilla, o bien en árboles adultos consideradas no deseables en la plantación en un momento determinado pero que tengan características que permitan dicho procedimiento. Cuando el injerto se va a realizar en plantas patrones de vivero, es requisito fundamental que éstos presenten resistencia a la enfermedad mal del machete, lo cual se logra sembrando semilla de los siguientes clones: IMC-67; PA-132; UF-613; EET-400; EET-399; Pound 12 y SPA-9. El patrón estará listo para injertar entre los cuatro a seis meses de edad, cuando el diámetro del tallo de la planta de almácigo alcance un centímetro (Quiroz y Mestanza 2012).

Existen diversos tipos de injerto, pero el más empleado es el tipo U o lengüeta. El injerto se realiza a 3 ó 4 cm por debajo de la cicatriz que dejan los cotiledones.

- Primero se hace un corte horizontal de aproximadamente un centímetro y en cada extremo de este corte se realiza una incisión vertical pero sin llegar a la cicatriz dejada por los cotiledones.
- Se levanta la lengüeta y se inserta la yema.
- Esta yema puede obtenerse en bancos de yemas de cultivares debidamente conocidos y certificados, de instituciones como CATIE u otras recomendadas por el MAG y la Oficina Nacional de Semilla, o bien de árboles de plantaciones comerciales que tengan características sobre salientes y que cuenten con la aprobación y supervisión de un técnico especialista en el cultivo.
- La yema debe tener un tamaño menor que el de la lengüeta para que las superficies entren por encima del injerto, de manera que quede suficientemente ajustado.
- Quince días después se quita la cinta y se corta la lengüeta. Se comprueba si el injerto prendió raspando la corteza de la yema injertada; es positivo si aparece el tejido de color verde.
- Diez días después se quiebra o corta el patrón, en sentido contrario a la posición de la yema injertada y 10 ó 15 cm arriba del injerto, para estimular su crecimiento. Al corte se le debe aplicar pasta a base de cobre (fungicida).
- Tres meses después, se debe inducir el crecimiento vertical del injerto, para lo cual el brote originado de la yema injertada se amarra al patrón.

Las plantas injertadas deben recibir todos los cuidados mínimos de fertilización combate preventivo de plagas y deshierbas manuales durante el período de desarrollo del injerto. Cuatro o cinco meses después de realizado el injerto, la plantita está lista para el trasplante (Quiroz y Mestanza 2012).

5.3.2. Preparación del suelo

Si se parte el terreno de montaña, se deben realizar las labores de "voltea, socola, repica", así como la hechura de drenajes. Los árboles que pueden cumplir funciones de sombra temporal o permanente, se deben dejar. En caso que se parta de tacotal o potrero, se deshierba y se aplica herbicida quemante. En esta etapa, se aconseja tomar las muestras de suelo con el fin de identificar la fertilidad del suelo o las necesidades de correcciones (encalado, deficiencia o exceso de algún nutriente, etc.) (Paredes 2000).

5.3.3. Sombra

Para que el establecimiento de la planta de cacao sea adecuado, es requisito fundamental que exista sombra que regule la luminosidad, las condiciones de temperatura que rodean la planta, el viento excesivo y evite deficiencias extremas de humedad en épocas de sequía. En este cultivo se utilizan dos tipos de sombra: la temporal y la permanente (Estrada 2010).

Sombra temporal: Se establece cuatro a cinco meses antes del trasplante. Se puede utilizar plátano o banano (3 x 3 m en cuadro o triangular), gandul, higuierilla (4 x 4 m), papaya (3 x 3 m), yuca, saragundí u otros. Paralelamente, antes del trasplante (30 a 40 días) conviene sembrar una sombra inicial como maíz o gandul bien denso, más aún, si por alguna razón la sombra temporal se sembró a destiempo y su crecimiento no va a proteger las plantas de cacao después del trasplante como es deseable. La sombra temporal es un aspecto fundamental del cultivo de cacao; requiere la asistencia pertinente en cuanto a fertilización, combate de malezas, plagas y enfermedades y cuidado general. Además, funciona como un cultivo asociado que generan ingresos para el productor, muchos antes que el cultivo principal.

Sombra permanente: Debe sembrarse en forma simultánea a la temporal (alrededor de cuatro meses antes del trasplante del cacao). La planta joven de cacao requiere hasta 70% de sombra o más (según la zona), que debe reducirse a 30% cuando la

plantación alcanza el quinto año de edad. La mayor cantidad de sombra requerida por el cacao joven está relacionada con la menor cantidad de follaje, razón por la cual el auto sombreado no es suficiente. Las especies recomendadas para este fin son entre otras: el poró, guabas, madero negro, laurel; otras especies como el coco se siembra cuatro a cinco años antes del cacao (Estrada 2010).

El Cuadro 1 indica las distancias de siembra para los árboles de sombra, la densidad y la sombra que brindan. Es conveniente no sembrar un solo tipo de árbol de sombra permanente en la plantación, con el propósito de evitar el efecto de plagas, enfermedades u otro factor que afecte una especie en especial; es mejor combinar especies, por ejemplo la mitad de árboles de poró y la otra mitad de guaba u otras proporciones o combinaciones de diferentes especies (DGIA 2001).

Cuadro 1. Densidades utilizadas para los árboles de sombra en cacao.

Distancia entre árboles de sombra.	Árboles de sombra/ha	Porcentaje de sombra estimada
6 x 6	278	>90
9 x 9	123	50 – 55
12 x 15	56	25 – 30
15 x 15	44	< 25

Fuente: DGIA (2001).

Es muy importante advertir que el árbol de sombra debe recibir asistencia y los cuidados adecuados desde pequeño. Además, para que haya buena aereación, evitar humedad excesiva en el ambiente de la plantación y permitir la luz deseada, los árboles de sombra se deben podar anualmente en dos ocasiones (DGIA 2001).

5.3.4. Siembra

Una vez establecida la sombra, se traza, estaquilla y huequea para trasplantar las plantas de cacao. El hoyo para siembra debe medir 40 cm de diámetro y 40 cm de

profundidad. La distancia de siembra recomendada es 3 x 3 m, ya sea en cuadro o en el sistema de tres bolillos (pata de gallo); con ello se obtiene una población de mil ciento once plantas de cacao por hectárea. La plantación debe orientarse preferiblemente de este a oeste. El trasplante se realiza de acuerdo con el clima de la zona, de manera que la plantita disponga al menos de dos meses de lluvia o bien riego (Batista 2009).

5.4. Manejo de la plantación

5.4.1. Resiembra:

Esta práctica es fundamental durante los primeros dieciocho meses (año y medio) de la plantación. Se persigue restaurar la población original de plantas para procurar una rentabilidad estable. Se debe advertir que para máxima efectividad de esta práctica, la resiembra debe recibir condiciones apropiadas de luz y el cuidado general. Por lo tanto, puede requerirse poda del cacao vecino y de las sombras temporal o permanente, ya que pueden afectar la planta recién sembrada (Escobar 2008).

5.4.2. Fertilización:

Según Lama (2008), la fertilización que se realice en el cacao u otro cultivo, requiere obligatoriamente basarse en un análisis general del suelo, tanto químico como físico, ya que permite adecuar la fórmula o proceder a hacer las correcciones más convenientes. De otro modo, se pueden cometer errores como: generar deficiencias o toxicidad de suelo, perjudicar el cultivo o aplicar fórmulas no convenientes, con el consecuente desperdicio de recursos. En cacao, como recomendación general, se han obtenido resultados satisfactorios con el siguiente programa:

Inicio de la plantación: en el trasplante, se aplican 100 g de la fórmula fertilizante 10-30-10, 12-24-12 ó 8-32-8 en el fondo del hoyo, se cubre con tierra para proteger a la raíz de la planta del contacto directo con el fertilizante, dos semanas después, se aplican 60 g de abono nitrogenado en banda, alrededor de cada planta.

Primero y segundo de la plantación: en el primer año se realizan tres aplicaciones. Se abona con 100 g/planta/aplicación con cualquiera de las siguientes fórmulas completas: 18-5-15-6-2; 18-10-6-5; 20-7-12-3-2 u otra similar. El fertilizante se distribuye en banda alrededor de la planta.

Durante el segundo año, la dosis se aumenta a 400 g/planta, la cual se divide en tres o cuatro aplicaciones según la precipitación de la zona. Las áreas con exceso de lluvia, requieren dividir la dosis en cuatro aplicaciones, para evitar al máximo la pérdida del fertilizante y lograr mejor aprovechamiento por la planta. El fertilizante se distribuye en banda a 1 m del tallo del árbol de cacao.

Tercer año y posteriores: La abonada se incrementa a 600 g/planta, la cual se distribuye en tres o cuatro aplicaciones, considerando las épocas de mayor floración y mayor desarrollo de las mazorcas. Las fórmulas indicadas para el primer año, se utilizan para el segundo, tercero y años posteriores. Es muy conveniente realizar muestreos y análisis completos del suelo, al menos cada dos años (Lama 2008).

5.4.3. Combate de malezas

Navarro y Mendoza (2006), sostienen que el combate de malezas en el cacaotal, se debe realizar preferiblemente en forma manual. Normalmente, seis deshierbas al año para la plantación joven y cuatro en la adulta, son suficientes. Antes de la deshierba se debe realizar una rodajea, de medio a un metro de ancho, alrededor del tallo. Se debe evitar realizar cortes o heridas en los árboles cuando se deshierba, para disminuir el riesgo del daño de enfermedades, especialmente el mal del machete. La decisión de aplicar herbicidas debe tomarse con apoyo de la asesoría técnica, la cual se basará en factores como topografía, costo, equipo disponible, producto a usar, tipo de suelo, condición de la plantación. etc. Algunos productos y sus dosis que han dado resultados satisfactorios son: paraquat (2 l/ha), glifosato (0,8 l i.a./ha) aplicado a bajo volumen y la mezcla de paraquat (2 l/ha) con diuron (2 kg/ha).

El manejo adecuado de la sombra y la siembra de cultivos intercalados, mientras el tamaño del cacao lo permita, son otros métodos indirectos de combate de malezas.

Advertencias:

- Las plantas que salen del vivero son muy susceptibles a los herbicidas, por lo que de ninguna manera deben estar expuestas al rocío de este producto.
- La mezcla paraquat con diuron afecta malezas hasta de 40 cm de altura. Su aplicación es más recomendable en plantaciones de más de dos años de edad.
- El herbicida, seleccionado para este cultivo no debe dañar las especies que se utilizan como sombra temporal o permanente (Navarro y Mendoza 2006).

5.4.4. Poda

Paredes (2000), indica que durante el crecimiento del cacao se deben practicar dos tipos de poda:

La poda de formación: se realiza entre los doce y veinticuatro meses después del trasplante. Consiste en eliminar brotes laterales (chupones) para conseguir un solo tallo erecto y balanceado, con un molinillo, verticilo u horqueta compuesto de tres a cinco ramas principales bien balanceadas. Sólo se dejará crecer un chupón cuando la horqueta se haya formado debajo de los 60 cm, lo cual no es deseable. La poda de mantenimiento: se realiza durante toda la vida del árbol, uno a dos veces por año, fundamentalmente durante la época seca, para mantener la forma del árbol obtenido con la poda de formación. Para ello se elimina las partes enfermas, ramas quebradas, chupones, plantas parásitas, nidos de hormigas y comejenes y mantiene una copa de árbol clara en equilibrio con el ambiente.

La poda sanitaria: se realiza con el propósito de eliminar las secciones del árbol enfermas: ramas, frutos (atacados por monilia o mazorca negra u otras enfermedades) e incluso parte del tallo principal. La poda de rehabilitación: se realiza normalmente en los árboles improductivos a aquellos que por descuido en las podas se hacen difíciles de manejar. El objetivo es estimular el brote de los chupones basales; uno de los cuales se seleccionará y recibirá luego las podas de formación y

mantenimiento. Si el chupón seleccionado brota muy cerca del suelo, se le arrima tierra para que emita sus propias raíces y así se renovará el árbol.

Cuando se realice cualquier tipo de poda, todo corte mayor de 1 cm de diámetro se debe cubrir con pasta cicatrizante. Una mezcla adecuada puede ser aceite quemado con un fungicida a base de cobre, un insecticida y un adherente, unidos de tal proporción que formen una pasta semilíquida, la cual se aplica con una paleta de madera; ejemplo; 1 kg Cobox, 25 cm³ Malathion 5%, 550 cm³ aceite quemado, 330 cm³ adherente.

Cualquier herramienta utilizada para podar, debe ser desinfectada con formalina a 5%, después de podar cada árbol. Los cortes de poda deben ser inclinados y a ras, sin dejar puntas, ya que al pudrirse se convierten en focos de entrada de agua, plagas y enfermedades. Herramientas recomendadas para las podas: tijera podadora manual, machete y mazo, serrucho "rabo de zorro" y ganchos o "media luna" para despuntar ramas altas y cosechar frutos ubicados en la copa (Paredes 200)

5.4.5. Plagas de insectos y su control

A continuación se presentan los insectos de mayor importancia en las plantaciones, citados por Quiroz y Mestanza (2012):

Chinche con forma de avispa *Moralonium broconoides*: Su presencia tiene relación con deficiencia de sombra. Su daño principal es cuando ataca el brote de las plantas y mueven las ramillas.

Trips: Atacan en colonias, tanto al revés de las hojas como al fruto. También se ataque se asocia a plantaciones con problemas de deficiencia en la sombra y problemas nutricionales. Cuando ataca el fruto ocasiona un color ladrillo que evita tener certeza sobre el estado de madurez del fruto.

Picudo de los retoños tiernos: Afecta principalmente plantas jóvenes. Causa defoliación y rebrote constante. Se relaciona con áreas deficientes en sombra.

Hormigas zompopas *Atta spp.*: Causa defoliación tipo media luna. Si el ataque de uno de estos insectos o combinación de ellos justifica la aplicación de productos químicos, se recomienda el uso de cualquiera de los siguientes productos, endosulfan (Thiodan 1-1,5 l/ha); diazinon (Diazinon 400 g i.a/ha), metamidofos (Tamarón), Malathion (Malathion 5%).

Barrenador del tallo *Xyleborus spp.*: Alcanza 1 a 1,5 mm de tamaño. Hace galerías diminutas en el tronco y libera aserrín muy fino de la corteza con lo cual disemina enfermedades como mal del machete.

Los productos químicos recomendados para combatir estos insectos son: endosulfan (Thiodan 450 g i.a./ha), Zompex, Super Isca, Formuquín 0,45 (aplicados en el hormiguero), sevin, mefosfolan, clorpirifos Quiroz y Mestanza (2012).

5.4.6. Enfermedades y su combate

Suatunce *et al.* (2010) afirman que entre las enfermedades del cacao las que más daños provocan son:

Mazorca negra *Phytophthora palmivora*: Ataca los brotes laterales o chupones, ramas y frutos. La lesión es color café chocolate y es extensiva; cuando el ataque se presenta en la hoja, la lesión se extiende sobre la vena. Para el combate, se deben eliminar periódicamente los órganos enfermos (chupones, frutas) y sacarlos de la plantación para que el hongo no colonice el suelo y provoque nuevas infecciones. Además, se debe establecer un programa de aplicación de fungicidas a base de cobre, dirigido especialmente al fruto, en dosis de 120 g p.c/201 con 2 ml de adherente.

Monilia *Moniliophthora roreri*: La monilia ataca el fruto. La mazorca afectada por la enfermedad en los primeros tres meses de edad, presenta un abultamiento o "giba". En frutos de mayor edad se presenta como una mancha café sin bordes definidos o regulares (que la distingue de mazorca negra). El combate químico tiene sentido y es económico si en la plantación se realizan todas las prácticas culturales recomendadas (drenaje, regulación de sombrero, poda del cacao, combate de malezas, fertilización, etc), y únicamente en casos de daños severos. Contra esta enfermedad, es efectivo el clorotalonil (Bravo, Daconil), el que se debe aplicar principalmente en el fruto.

Antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides*: Ataca ramillas, hojas y frutos del cacao. Causa defoliación dejando las ramas desnudas y se presenta también a nivel de vivero. Cuando la enfermedad llega a nivel importantes de daño, se recomienda aplicar fungicidas como maneb, mancozeb y en ataques severos una mezcla de mancozeb con benomil, con un insecticida como endosulfan. Mancozeb y en ataques severos una mezcla de mancozeb con benomil, con un insecticida como endosulfan.

Mal del machete *Ceratocystes fimbriata*

Enfermedad que ataca el tronco y ramas de la planta y se manifiesta como una marchites total de las hojas del árbol que quedan pegadas al mismo por mucho tiempo. El árbol muere debido al daño causado por el hongo. El árbol atacado debe ser destronado, sacado y quemado fuera de la plantación; la tierra del hueco también se saca, se asolea y se le aplica cal. A manera de prevención, durante las deshierbas o podas se debe evitar herir las plantas y desinfectar constantemente toda herramienta durante la deschupona, poda, limpieza, etc. Para este efecto se utiliza la formalina a 5% (Suatunce *et al.* 2010).

5.5. Cosecha

PROAMZANIA (2004), afirma que las mazorcas deben ser recolectadas cada diez o quince días, excepto en los períodos de mayor producción del año (abril, mayo, noviembre, y diciembre), cuando la cosecha se realizará prácticamente a diario. Las mazorcas deben cosecharse maduras. Los frutos inmaduros (pintones), reducen el rendimiento y la calidad, y en los sobremaduros, las almendras pierden calidad aromática y de sabor; además, existe el riesgo de que la semilla germina adentro.

Es posible identificar el momento de cosecha por el cambio de color de la mazorca: los frutos verdes cambian a amarillo y los rojos se tornan anaranjados. La calidad final del cacao para la comercialización, depende directamente de una adecuada fermentación y secado de la almendra. Mediante este proceso se limpia la semilla, muere el embrión y se alcanza el aroma y sabor, así como la buena presentación de las almendras. Además, se prepara el grano para que pueda ser almacenado por un determinado tiempo sin riesgo de contaminación de insectos y mohos (PROAMAZONIA 2004).

VI. APORTE TEÓRICO

6.1. Importancia del sistema agroforestal cacao-maderables y/o frutales

Es necesario promover el uso de especies de árboles comerciales en reemplazo de las especies sombreadoras más comúnmente usadas por los productores de cacao, entre las que destacan las del género Inga (Guamas y guanijiquil), Erythrina (Pitos o gualiquemes), Gliricidia (madreado o madre de cacao) y otras en su mayoría leguminosas, que son conocidas como árboles de "servicio" por la función que desempeñan en la protección y sombreadamiento del cacao, pero con beneficios adicionales muy limitados.

El interés por recomendar el empleo de árboles maderables y frutales en sustitución de los ya tradicionales en asociación con cacao, se debe especialmente a:

- La inestabilidad de los precios del grano de cacao en el mercado nacional, regional e internacional.
- Los resultados alentadores obtenidos con estos tipos de asocio por centros de investigación agroforestal de la región amazónica, en la búsqueda de sostenibilidad económica.
- El mayor beneficio económico que se introduce con los árboles maderables y frutales en combinación con cacao.
- El beneficio ambiental y conservacionista que ofrece el cultivo de cacao integrado con árboles (protección del suelo).

Los sistemas agroforestales con cultivos permanentes como cacao, representan una buena opción para los agricultores de ladera en condiciones de marginalidad, al incrementar la rentabilidad de sus sistemas de producción al incluir más de un componente productivo, en especial los árboles.

Entre los beneficios del sistema de producción de cacao con sombra tenemos:

- Lograr a través de la sombra, un menor agotamiento del cacao y menor demanda de insumos que cuando está a plena exposición solar.
- Prolongar la vida productiva del cacao.

- Reducir los costos de mantenimiento, específicamente en el control o regulación de malezas.
- Producir un mejoramiento /estabilización de la fertilidad del suelo por el aumento de materia orgánica y disponibilidad de nutrientes.
- Una mayor rentabilidad por el valor de las maderas y frutos.

6.2. Cualidades que deben reunir las especies a emplear en el sistema

Cacao: Sembrar plantas híbridas mejoradas de 4 a 5 meses de edad, o injertos provenientes de árboles seleccionados con cualidades sobresalientes, preferiblemente obtenidos de viveros certificados.

Plátano: Utilizar cormos sanos de variedades libre de enfermedades preferiblemente, por ser tolerantes a la Sigatoka negra, o el plátano cuerno, más susceptible pero de gran aceptación en el mercado nacional.



Figura 1. Asociación Cacao - Plátano

Maderables: Se deben seleccionar en base a criterios como: la demanda o aceptación en el mercado, el uso que se le pretende dar a la madera, la adaptación al clima y al suelo de la región, la productividad, además de la afinidad biológica con el cacao. De manera que las maderas deben reunir algunos atributos como la adaptación y la aceptación local y tener usos definidos; en otras palabras deben ser

maderas conocidas. De acuerdo a la experiencia en centros de investigación, las especies nativas que mejor comportamiento presentan en asocio hasta el momento son: el laurel negro (*Cordia megalantha*), caoba (*Swietenia macrophylla*) cedro (*Cedrella sp.*), granadillo rojo (*Dalbergia glomerata*), marapolán (*Guarea grandifolia*), barba de jolote (*Cojoba arborea*), rosita (*Hieronima alchorneoides*), cumbillo (*Terminalia amazonia*), san juan areno (*Ilex tectonica*) y algunas introducidas como la limba (*Terminalia superba*) y la kaya o caoba africana (*Khaya senegalensis*).



Figura 2. Asociación de Cacao con especies maderables

Frutales: Además de la función como sombra y protección al cultivo, los árboles frutales también se combinan para aportar productos adicionales. El rambután o mamón chino es una planta que se adapta bien a las condiciones del suelo y clima de la zona de la región tropical húmeda de Honduras y constituye una buena alternativa de sombra, permitiendo intensificar el uso de suelo y mejorar la rentabilidad del sistema de producción de cacao. No se recomienda sembrar plantas por semilla debido a que un buen porcentaje de ellas salen improductivas o producen frutos de mala calidad; para aumentar la probabilidad de obtener un mayor número de plantas productivas, algunos productores colocan dos plantas por sitio; pero lo mejor es sembrar injertos de variedades comerciales de buena calidad que distribuye la FHIA.

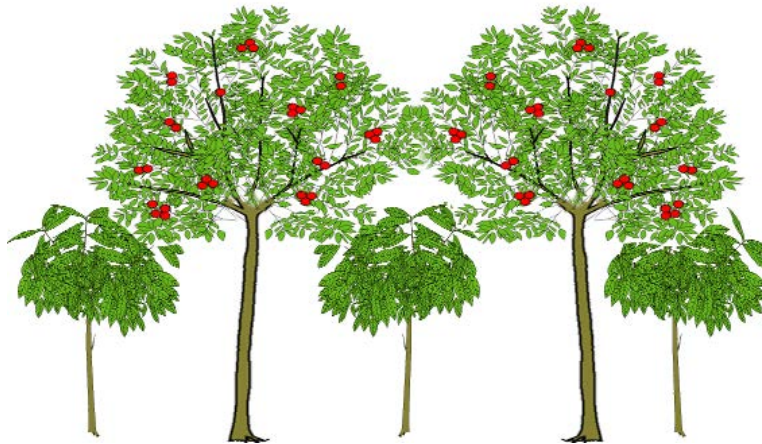


Figura 3. Asociación de Cacao con Frutales

6.3. Uso de sombras: provisional, intermedia y permanente

Como el desarrollo de los árboles destinados a proporcionar la sombra definitiva y los beneficios adicionales es bastante lento, se recomienda el establecimiento no necesariamente al mismo tiempo, sino en forma secuencial, de tres tipos de especies: sombra provisional, sombra intermedia y sombra permanente.

- Sombra provisional: se utiliza para los primeros dos o dos y medio años, siendo el más usado el plátano (*Musa sp.*).
- Sombra intermedia: sirve de "puente" entre la temporal y la definitiva, y por lo general se utiliza para un período no menor de 6 años, que es el tiempo estimado para que un maderable o frutal proyecte su propia sombra.
- La especie más adecuada por su fácil propagación y rápida capacidad de regeneración es el madreño (*Gliricidia sepium*) aunque también se recomienda el gualiqueme (*Erythrina sp.*).
- Sombra permanente: es la que brindará sombra toda la vida a la plantación y es proporcionada por las especies maderables y/o frutales que se siembran en asocio con el cacao.

El sistema de producción de cacao con árboles de mayor potencial económico, se inicia con el establecimiento del sombrío temporal o provisional, que lo proporciona el plátano a partir de los 7 meses de edad; enseguida se trasplanta el cacao en una época con buena humedad al centro o entre las hileras del plátano (ambos llevan el

mismo distanciamiento). El sombrío intermedio se planta con leguminosas de rápido crecimiento como el madreño y el gualiqueme o pito, a una distancia al doble que el cacao, y será el que prevalezca cuando el plátano se elimine, hasta que la sombra definitiva sobrepase lo suficiente el dosel o copas del cacao; esto normalmente suele ocurrir a partir de los seis años de edad en adelante, según el crecimiento de la especie en particular.

6.4. Establecimiento de los sistemas agroforestales.

a) Selección del terreno

Para el desarrollo óptimo de todos los componentes considerados, se recomiendan áreas con pendiente no muy pronunciada (menos al 25%), en zonas de clima tropical cálido y húmedo, desde 0 hasta unos 700 metros sobre el nivel del mar.

b) Preparación del área

Las labores de adecuación del terreno se orientan básicamente a la limpieza o chapia y posterior trazo o marcación de los puntos donde va a ir el plátano, el cacao y luego el madreño con el maderable y/o frutal.

c) Siembra o trasplante: marcos de plantación

- Plátano: se siembra al tresbolillo o en pata de gallina a una distancia de 3.5 x 3.5 m (11.5 x 11.5 pies), obteniendo una población de 945 plantas/ha o al cuadro con una población de 817 plantas/ha.

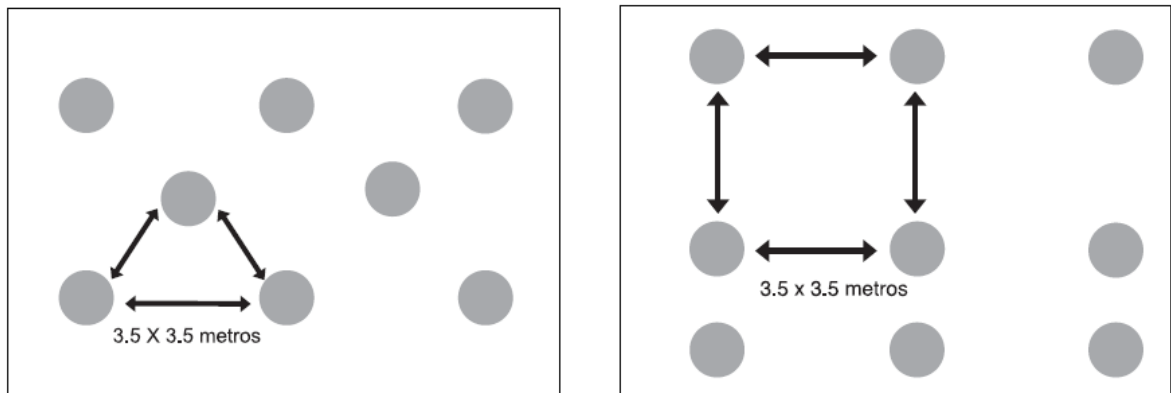


Figura 4. Siembra en tresbolillo y en cuadro

Los cormos o rizomas para siembra se deben agrupar por tamaño en grandes, medianos y pequeños, siendo los rizomas de hijos de espada el mejor material de siembra. Una vez arrancada la semilla debe ser pelada, o sea eliminar la tierra, raíces y todo tejido dañado por nematodos y picudos. Si la semilla presenta daños por estas causas, debe además desinfectarse por inmersión en agua caliente a unos 58 °C, durante unos 15 minutos.

Una vez hechos los agujeros según el tamaño de las cepas (40 cm de profundidad y entre 30 y 40 cm de diámetro), se agregan al fondo del hueco unas dos paladas de estiércol mezclado con la tierra.

- Cacao: se establece a igual distanciamiento que el plátano (3.5 x 3.5 m) y la población de cacao y plátano será la misma cuando se trate de maderables; en cambio cuando se trabaje con frutales (por ejemplo con rambután) las primeras dos hileras son de cacao y la tercera será de rambután y así sucesivamente. De esta forma se sembrarán únicamente 775 plantas/ha al tresbolillo y 671 plantas/ha al cuadro.

- Maderables: las plantas se trasplantan a una distancia mínima de 10.5 x 10.5 m (34.4 x 34.4 pies); al tresbolillo se requieren 105 arbolitos/ha y al cuadro 91 arbolitos/ ha; esta población permite cancelar mediante raleos sucesivos los árboles débiles o mal formados y así llegar al turno de aprovechamiento final con unos 46 árboles/ha. Estas distancias pueden ampliarse hasta 14.0 m x 14.0 (46.0 x 46.0 pies aproximadamente) cuando se usan especies de copa amplia como el laurel negro y la limba, por ejemplo.

Con estas densidades iniciales adoptadas para maderables (10.5 x 10.5 m) los raleos responden más a las necesidades de luz del cacao, que a la necesidad de mejorar las condiciones de crecimiento de las maderas.

- Frutales: en el caso específico del rambután por semilla, por tratarse de plantas dioicas o con sexos separados, los productores acostumbran poner dos plantas por sitio a un metro una de otra. Si este es el caso, se debe seguir un arreglo espacial de 7.0 x 10.5 metros (23.0 x 34.4 pies), cuya densidad de población será de 218 plantas considerando la doble postura; y la mitad o sea 136 plantas si se tratara de plantas por injerto. Ahora que se puede exportar el

rambután al mercado americano, es indispensable producir fruto de excelente calidad y para esto es necesario sembrar solamente plantas injertas procedentes de árboles buenos productores de frutos con la calidad exigida en el mercado de exportación.

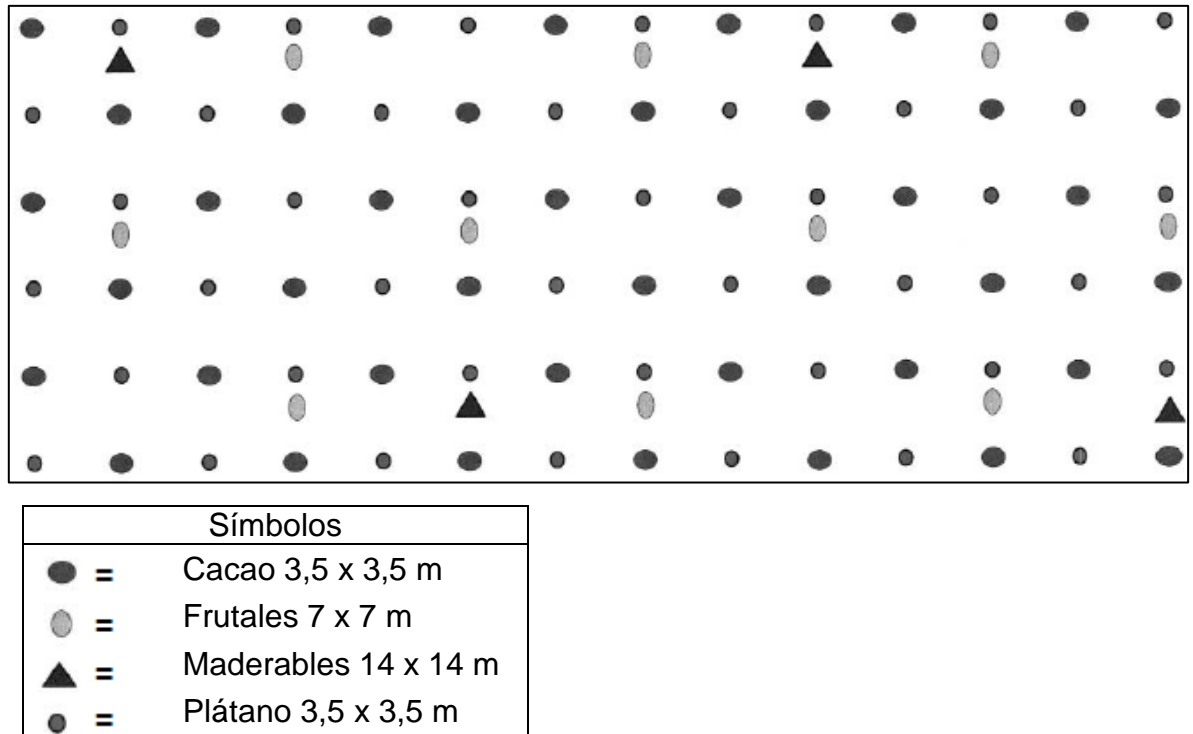


Figura 5. Arreglo de plantación: SAF's Cacao-Sombra intermedia-Maderables

Con estas densidades iniciales adoptadas para maderables (10.5 x 10.5 m) los raleos responden más a las necesidades de luz del cacao, que a la necesidad de mejorar las condiciones de crecimiento de las maderas.

6.5. Mantenimiento del sistema agroforestal

Para mejorar el sistema se realizan las siguientes actividades.

a) Control de malezas:

En suelos de ladera las malezas tienen su importancia debido a que dan rápida protección al suelo y a los microorganismos por su cubrimiento. Como práctica convencional se recomienda realizar en los primeros tres años de tres a cuatro chapas con machete, combinadas con tres limpiezas en contorno del plátano, cacao, maderables y frutales.

En suelos con pendientes es más conveniente hacer las limpiezas sobre la hilera de las plantas en sistema de carril, contrario al declive (para proteger el suelo de la erosión o escorrentía). Al cuarto año se comienza a reducir la incidencia de malezas, por la intercepción de los rayos solares, así como por la adición continua de la hojarasca que se deposita en la superficie del suelo; en este caso las chapas se hacen localizadas y eso se conoce como parcheos o limpia de burras. Es importante resaltar que al momento de las chapas y comaleos, todo el material cortado debe acomodarse al pie de las plantas para su protección (mulch).

b) Podas

En cacao: el propósito de la poda es mantener un árbol sano, productivo y de fácil manejo; durante los primeros tres años va dirigida a eliminar chupones y despuntar ramas prolongadas. En la etapa adulta la poda orienta a conservar la forma natural del árbol, manteniendo un solo tronco, una sola horqueta y un buen estado sanitario libre de ramas y frutos enfermos, de parásitos y nidos de comején, entre otros.

Con la presencia de la moniliasis, se hace necesario practicar podas periódicas, para mantener realzada y abierta las copas del cacao, y así permitir una mayor aireación y entrada de luz solar dentro del cacaotal, y a la vez se trata de bajar la altura del árbol, para facilitar la eliminación de frutos enfermos y de esta manera reducir la fuente de inóculo en el ambiente.

En plátano: entre las prácticas más elementales en plátano están:

- El deshermane. Se realiza a los tres o cuatro meses después de la siembra, cuando emergen varios brotes producto de varias yemas en el cormo, de manera que hay que seleccionar el brote más vigoroso y mejor ubicado.
- El deshije. La primera deshija es selectiva y consiste en dejar solamente el hijo más grande y vigoroso y mejor ubicado, realizándose aproximadamente a los 5 ó 6 meses después de la siembra, esto evitará que se den plantas débiles con racimos pequeños y de baja calidad.
- El deshoje. Es una práctica sanitaria que consiste en quitar total o parcialmente las hojas dañadas o infectadas por Sigatoka negra, evitando así

la propagación de la enfermedad en las hojas sanas; esta práctica se efectúa cada 3 ó 4 semanas según sea necesario.

- El desbellote. El objetivo de esta labor es principalmente proteger la fruta (evitando la llegada de insectos que atrae la bellota) y en cierto grado ayudar a un mejor desarrollo del racimo. La herramienta utilizada es la misma cuchilla usada para el deshoje (para ambas actividades, especialmente si hay la enfermedad del moko, es menester desinfectar la herramienta con cloro al 10%).
- El desmane. Esta práctica se realiza con el objeto de eliminar las manos cuyos dedos no alcanzaron el tamaño normal y se eliminan para que no afecten el desarrollo del racimo.

La eliminación total de la plantación se inicia a los dos años y medio y se concluye con la segunda cosecha.

En maderables: La poda forestal consiste en cortar ramas de los árboles con el propósito de producir madera limpia, es decir libre de nudos y obtener al final madera de mejor calidad. No es conveniente podar más del 50% de la altura total de un árbol, en general se deben cortar las ramas de la parte media inferior del árbol a partir del tercer año. Cabe señalar que las primeras podas en maderables, tienen además el propósito de evitar competencia en espacio con el follaje del cacao.

En frutales. En el caso de rambután se efectúa la poda de formación a partir del tercer año, cortando un tercio de la altura total de la planta para suprimir la dominancia apical y favorecer un crecimiento más aparrado de la planta. La eliminación de plantas machos se hace tan pronto podamos diferenciar un macho de una hembra por la floración; el otro recurso más conveniente es el de injertar en los sitios donde ambas plantas salgan machos.

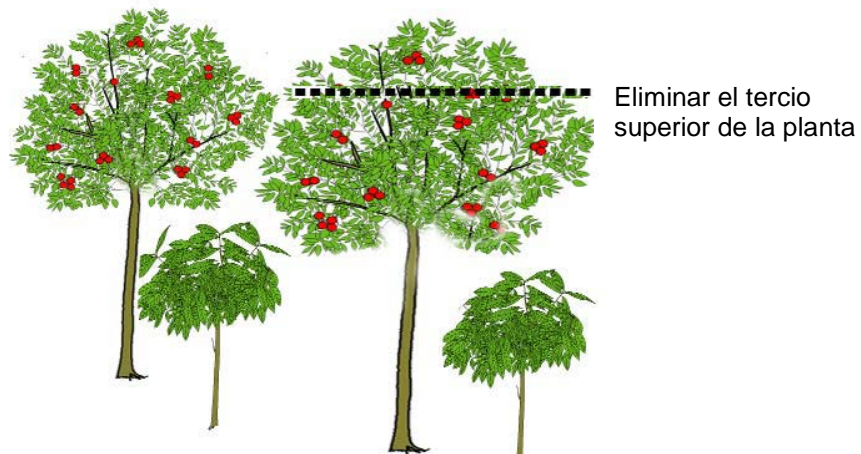


Figura 6. Poda en frutales

c) Sombra intermedia: su manejo y regulación

En este caso se trata del madreaje, el cual inicia su función de sombra a partir de la eliminación del plátano, por consiguiente debe ser manejado en el sentido de mantener una copa realzada y una buena distribución de ramas. Del cuarto año en adelante se acostumbra practicar cada año un descombre en un 50% mediante el descope alterno de árboles, hasta concluir con su eliminación total o parcial.

d) Raleos

Con respecto a los maderables las interrogantes que surgirán en el transcurso de los años serán: ¿cuándo va a ser necesario ralear? ¿cuántos árboles se deben ralear? ¿cuáles se deben ralear y cómo se debe ralear? Todas estas decisiones se deben tomar en el campo, debido a que la época, la cantidad, y cuáles árboles deberán ser raleados, están en función de varios aspectos, entre ellos el comportamiento de cada especie en particular.

Se recomienda hacer un mapa de campo antes de decidir sobre el momento y la forma de ejecutar un raleo. Lo que se busca es disponer de sombra homogénea o bien distribuida y eso nos conduce a practicar un raleo sistemático de un árbol sí, y un árbol no; pero también debe prevalecer el criterio de ralear selectivamente en los casos de árboles con pobre crecimiento, enfermos o defectuosos. El raleo de árboles

vigorousos y de buena forma que deben eliminarse por consideraciones de sombra, debe ser una medida a adoptar como último recurso.

e) Raleo y eliminación de la sombra puente

La sombra puente o intermedia se comienza a raleo o eliminar en forma gradual a partir del séptimo año, suprimiendo cada seis meses un 25% de la población original. Según la tasa de crecimiento de la especie adoptada, se estima que a más tardar al final del octavo año, prácticamente el cacao quedará únicamente bajo el abrigo del follaje de los árboles maderables o frutales.

6.6. Abonamiento

Cacao: En etapa de plantío se pueden hacer dos aplicaciones anuales de una fórmula completa como 15-15-15; así el primer año se aplican 2 onzas/planta/aplicación, aumentando a esta dosis una onza cada año. A partir del quinto año se pueden adoptar las dosis que han dado los mejores resultados a nivel experimental, los cuales se han obtenido con niveles de N y K en una proporción de 2 a 1 con relación al P, que se consigue aplicando 8 onzas de 15-15-15 más 4 de nitrato de amonio y 4 de KCl por árbol, repartido en dos aplicaciones/año. Para su mejor aprovechamiento, siempre las fertilizaciones en cacao deben hacerse inmediatamente después de las regulaciones de sombra y de las podas.

Plátano: Aplicar una onza de urea cada 30 días durante los tres primeros meses; 3.0 onzas de urea/mata a partir del cuarto mes y seguir aplicando esa cantidad cada tres meses. En caso de deficiencia de potasio se recomienda aplicar KCl para obtener un incremento en el tamaño de los dedos.

Eliminación del plátano: Básicamente se aprovecharán dos cosechas de plátano; la primera cosecha que generalmente se inicia a los 11 ó 12 meses después de la siembra, según las condiciones de clima y suelo del sitio y de los cuidados que se brinden a la plantación. La segunda cosecha debe concluir a los dos años y medio con su eliminación total.

6.7. Plagas y enfermedades

Sembrar cacao resistente y realizar las prácticas oportunas de manejo como: limpias, regulaciones de sombra, podas de mantenimiento y sanitarias, abonamientos, y cosechas periódicas, contribuyen a mantener un mejor estado de salud dentro de la plantación, reduciendo drásticamente el problema de insectos plagas y de enfermedades.

Con seguridad que los mayores problemas se van a presentar en estado de plantía son gallina ciega y zomposos en ataques al sistema radicular y follaje, respectivamente, para los cuales existen productos comerciales y botánicos muy efectivos.

A nivel de plantación adulta la enfermedad que más daños económicos ocasiona al productor, es la moniliasis del cacao, que ataca exclusivamente los frutos en cualquier estado de desarrollo.

6.8. Cosecha

La cosecha consiste en separar del árbol las mazorcas de cacao, recolectarlas, abrirlas y sacar las almendras frescas. Solo se cosechan las mazorcas o bellotas maduras, es decir las que sean de color amarillo o anaranjado. La cosecha se realiza cada 8 ó 15 días. Las herramientas (tijera manual o gancho) para cosechar siempre deben estar bien afiladas.

VII. CONCLUSIONES

La recopilación, sistematización y análisis de la bibliografía especializada y los resultados de investigación de campo, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a los requerimientos de clima y suelo para el cultivo de cacao, comparado con los existentes en la región, es posible concluir que las condiciones climáticas son favorables para el cultivo de cacao, mientras que el suelo presenta limitaciones para el cultivo intensivo de esta especie, por lo que se justifica que el cacao debe ser cultivado como parte de sistemas agroforestales.
- El plátano constituye una especie de cultivo plurianual que debe estar presente en los sistemas agroforestales con cacao, toda vez que esta especie proporciona la semi-sombra imprescindible para el crecimiento del cacao durante los primeros dos años, sin embargo pasado este periodo se recomienda su eliminación para evitar la competencia por nutrientes con las otras especies del sistema agroforestal.
- Los sistemas agroforestales a implementar en la zona, además deben contemplar especies frutales como pacay (*Inga sp.*), copoazú (*Theobroma grandiflorum*), cítricos, etc., especies forestales maderables como Mara (*Swietenia macrophylla* King.), cedro (*Cedrela odorata*), etc., los mismos que a partir del tercer año proporcionan la sombra a las plantas de cacao.
- En el diseño del sistemas agroforestales se deben considerar como sugerencia las siguientes distancias de siembra: Cacao y plátano (3,5 x 3,5 m), especies frutales (7,0 x 7,0 m) y especies forestales maderables (14,0 x 14 m), empleando la combinación en cuadro y tresbolillo.
- El cultivo de cacao en sistemas agroforestales, permiten un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en la región además generan ingresos adicionales para los productores.

VIII. RECOMENDACIONES

La información obtenida a través de la literatura consultada respecto al tema, permite efectuar las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar investigaciones experimentales empleando el cacao como parte de los sistemas agroforestales propuestos en la presente investigación bibliográfica.
- Adicionalmente se deben profundizar investigaciones sobre la producción de material vegetal (plántulas de cacao) en vivero, para garantizar la disponibilidad de simientes de calidad y libre de enfermedades.
- Difundir los resultados de la presente investigación entre los interesados, instituciones públicas y privadas, en la producción de cacao en la región y/o específicamente en el municipio de Puerto Rico.
- Las instituciones responsables del desarrollo productivo a nivel departamental y local deben implementar talleres de capacitación a productores y/o moradores del área rural, sobre las técnicas de cultivo del cacao como parte de sistemas agroforestales.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Batista, Lépido 2009. El cultivo de Cacao. Guía Técnica. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF). Santo Domingo. República Dominicana.

Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.). s.f. República de Colombia.

DGIEA 1991 (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola). Cacao (*Theobroma cacao*) Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

Enríquez, GA. 2005. Curso sobre el cultivo del cacao. CATIE, Serie Materiales de Enseñanza N° 22. Turrialba, Costa Rica. 239 p.

Escobar, Raúl 2008. Comportamiento de seis clones de “cacao” (*Theobroma cacao* L.) en Guasaganda, provincia de Cotopaxi, Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Estrada, Francisco José. 2010. Balance de nutrientes en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao*) orgánico en el municipio de Waslala, Nicaragua. Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica.

FHIA 2004 (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). Guía técnica cultivo de Cacao bajo sombra de maderables o frutales. La Lima, Cortéz, Honduras.

FHIA 2005 (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). Guía práctica producción de plantas de cacao por injerto. La Lima, Cortéz, Honduras.

Lama D. D. 2008. Paquete Tecnológico del Cultivo de Cacao en la Región Alto Huallaga, Ministerio de Agricultura, Agencia Agraria Leoncio Prado. Lima Perú.

Maldonado F (2002). Informe de Mercado Cacao Silvestre (*Theobroma cacao*). La Paz, Bolivia. pp. 4-18.

Navarro M y Mendoza I. 2006. Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales. Guía Técnica para Promotores. Programa para el Desarrollo Rural Sostenible en el Municipio El Castillo. Río San Juan, Nicaragua.

- Paredes A. M. 2000 Rehabilitación – Renovación en Cacao, Convenio USAID/CONTRADROGAS, Lima – Perú.
- PROAMAZONIA 2004 (Programa para el Desarrollo de la Amazonia). Manual del cultivo del cacao. Ministerio de Agricultura. Perú. pp. 9-21.
- Quiroz J. y Mestanza S. 2012. Establecimiento y Manejo de una plantación de Cacao. Programa Nacional del Cacao. Estación experimental Litoral del Sur. Boletín Técnico N° 146. Quito Ecuador.
- Rojas F y Sacristán E J. 2013. Guía ambiental para el cultivo del cacao. Bogotá Colombia.
- Suatunce P, Días G, Troya F y Llerena L. 2010. Sistemas agroforestales de cuatro clones de *Theobroma cacao* L., tipos nacional y trinitario con *Triplaris cumingiana* F. (fernansánchez) y *Tectona grandis* L. (teca). Quito, Ecuador.
- Vasquez F. (2004). Trabajos de Investigación en Cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca Bulbuxya. Fausac, Guatemala.