



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS TABASCO

PROGRAMA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO

“PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO EN CÁRDENAS, TABASCO”

EVARISTA BAUTISTA MORA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

H. CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO

2015

La presente tesis titulada: **Productividad del sistema agroforestal cacao en Cárdenas, Tabasco**, realizada por la alumna: **Evarista Bautista Mora**, bajo la dirección de Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS EN
PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:

Dr. Julián Pérez Flores

ASESOR:

Dr. Octavio Ruiz Rosado

ASESOR:

Dr. Apolonio Valdéz Balero

H. Cárdenas Tabasco, México, 08 de Junio de 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de vivir, por ser el todo que me mueve, mi fuerza, alegría, esperanza, paz, amor, paciencia y salud, que me ayuda a crecer día a día, y quien me da la inteligencia para seguir adelante.

Al CONACYT por darme el apoyo económico durante la realización de mis estudios de postgrado.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco por haberme permitido realizar mis estudios de Maestría en Ciencias en producción Agroalimentaria en el Trópico.

A la LPI-2 Agroecosistemas Sustentables del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco por brindarme el apoyo para realizar esta investigación.

Al Dr. Julián Pérez Flores, por su grandiosa amistad, apoyo, comprensión, paciencia, sugerencias y confianza durante la realización de mi investigación.

Al Dr. Octavio Ruíz Rosado, por ser partícipe de esta investigación, por su amistad, apoyo, comentarios sugerencias y confianza durante la realización de mi investigación.

Al Dr. Apolonio Valdéz Balero, por su gran apoyo en la colaboración de la investigación.

A la Contadora Claudia, por su gran apoyo en la disponibilidad con los recursos para llevar a cabo esta investigación.

A mis compañeros de generación primavera 2013-2015, Maribel Hernández, Irma del Carmen Osorio, Ma. Del Carmen De los Santos, Liliana Yareni Reyes, Sandra Atondo, Nathaly del Carmen Sánchez, Rodolfo Barragán, Omar Reyes, Hermeregildo Salomón García, Juan Gabriel, Juan Pablo Hernández, Andrés Concepción; por haber compartido y vivido juntos ésta etapa de superación en nuestras vidas.

A mis grandes amigos Maribel Hernández, Irma Carmen Osorio, Miriam, Rodolfo Barragán, Omar Reyes, Salomón Garcia, Juan Pablo Gonzales; por haberlos encontrado en mí camino y por ser, sin duda alguna, en la etapa de la maestría.

Al Ing. Asunción López Quiroga por su apoyo en la investigación en campo, sugerencias y confianza durante la realización de mi investigación.

A los productores (Sr. Galación, Felipe Garcia, Ramiro Torrez, Guadalupe, Luis, Cruz, Guillermo...) por haberme permitido realizar mi investigación en sus parcelas

A los profesores de maestría del PROPAT por ser parte de mi formación profesional. Dr. David Jesús Palma, Dr. José Guadalupe Herrera Haro, Dr. Julián Pérez Flores, Dr. Ángel Sol Sánchez, Dr. Ángel Galmiche Tejeda, Dr. Víctor Córdova Avalos, Dra. Maribel Domínguez.

DEDICATORIA

A mis padres

Delfina Mora Telefor y Agraciano Bautista Mata, por ser los mejores padres que Dios concedió para mí, por sus enseñanzas sobre valores, amor y confianza, por ser ustedes el motivo más importante de mi formación.

A mi Esposo

José Fernando Vera Uribe, por ser la persona especial en mi vida, por compartir juntos momentos brillantes y sombreados, por tu comprensión y gran apoyo moral y económico en esta etapa de superación académica. Mil gracias por cuidar de nosotros. “Te amo viejito”.

A mi Hijo

Omar Alejandro Vera Bautista, por ser el motivo e inspiración de mi vida y por darme la dicha de ser mamá y alentarme día a día bebé con tus risas, tus chistes y tus ocurrencias; eres el centro de mi mente con los recuerdos que a diario solías decirme mamita linda! Cuantos meses te faltan para que acabes tu maestría, cuando vienes a visitarme, que día es hoy? y cosas así, esas palabras me ponían triste, pero esto me alentaba para terminar con esta investigación. Mi vida, “Te Amo Omarcito”.

A la Familia Uribe Franco:

A Doña Natita, por ser la cabeza principal de la familia Vera Uribe (Dios la Bendiga Siempre), Comadre Rosa, a Doña Guera; mil gracias por su enorme apoyo y responsabilidad por cuidar de mi hijo en esta estancia de la maestría. Gracias, gracias. Se les quiere de corazón.

A mis hermanos

Nico, Floren, Memo, Vella y Rosi mil gracias a cada uno de ustedes, porque siempre están pendiente de mí, por hacerme sentir bien a pesar de la distancia, por su apoyo moral en todo momento, por la confianza que han depositado en mí, gracias hermanitos son los brazos del árbol para mí vida.

A mis cuñadas

Antonia, Mariana y Margarita, por ser las personas especiales en la convivencia familiar, ustedes son la chispa de la armonía, gracias por formar parte de la familia Vera Bautista. Se les quiere mucho cuñaditas.

A mis sobrinos

América, Francisco Omar, Vania, Erika, Aldo, Nicol, Cesar, y Zeidy porque han llenado mi vida de alegría, felicidad. Y los sobrinos por parte de mi esposo Natalia, Luis, Vane, Dani, Rudito y Regis; ustedes muy especiales en nuestra familia Vera Bautista.

A mis abuelos paternos

Estanislao Bautista Suastegui (†) y Trinidad Mata Salinas (†). Ya en el en cielo abuelitos pero desde allá ven mis logros

A mis abuelos maternos

Pedro Mora (†) y Damiana Telefor Aquino (†) ya en el cielo desde allá me cuidan y aplauden mis logros.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 ORIGEN E HISTORIA DEL CACAO.....	3
2.2 PRODUCCIÓN MUNDIAL	4
2.3 SUPERFICIE PLANTADA Y PRODUCCIÓN NACIONAL.....	4
2.4 PRODUCCIÓN ESTATAL.....	5
2.5 PRODUCTIVIDAD EN SISTEMAS AGROFORESTALES	5
2.6 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES	6
2.7 PRODUCTOS FORESTALES MADERABLES(PFM)	6
2.8 PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES (PFNM)	7
2.9 IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES VEGETALES ASOCIADAS AL CACAO.....	8
2.10 ESTUDIOS FLORÍSTICOS REALIZADOS EN EL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO EN TABASCO.....	8
2.11 ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE ÁRBOLES EN PIE	8
2.12 LOS SISTEMAS AGROFORESTALES COMO ALMACENES DE CARBONO	10
2.13 PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA).....	11
2.14 PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL	12
2.15 PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA) EN MÉXICO.....	13
2.16 ÁREAS PARA EL PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES EN MÉXICO (CONAFOR)	14
III OBJETIVOS.....	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos particulares	15
IV HIPÓTESIS.....	15
4.1 Hipótesis general.....	15
4.2 Hipótesis particulares	15
V. MATERIALES Y METODOS	16
5.1 PROCESO METODOLÓGICO	16

5.2 ZONA DE ESTUDIO	16
5.3 DESARROLLO METODOLÓGICO	17
DISEÑO Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	17
5.4 PROCEDIMIENTO PARA CONOCER Y CUANTIFICAR LOS RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES (RFNM) EN EL SAF CACAO	18
5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	19
5.7 PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMACIÓN DEL C ALMACENADO POR LA BIOMASA AÉREA Y LOS RENDIMIENTOS DE CACAO.....	19
5.8 VARIABLES DASOMÉTRICAS DE ÁRBOLES EN EL SAF CACAO	20
5.8.1 Altura total (Ht)	20
5.8.2 Diámetro (m)	20
5.9 DETERMINACIÓN DE LAS EXISTENCIAS DE CARBONO	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
VII. DISCUSIÓN GENERAL.....	36
VIII. CONCLUSIONES	37
VIII. LITERATURA CITADA.....	39
VII. ANEXO	48

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Especies con mayor frecuencia de acuerdo al número de árboles registrados en sistemas agroforestales de cacao en Cárdenas Tabasco, México	23
2. Especies con mayor frecuencia de acuerdo al número de plantas registradas en sistemas agroforestales de cacao en Cárdenas Tabasco, México.....	25
3. Rendimiento de cacao en baba y el ingreso que se obtiene en SAF cacao en Cárdenas Tabasco, México.....	32
4. Valor económico de la producción de cacao y del Carbono capturado en 20 plantaciones de cacao en Cárdenas Tabasco, México.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura	pág.
1 Medición de altura de los árboles con Pistola Haga (FAO, 2004).....	10
2 Mapa de ubicación del área de estudio, Cárdenas, Tabasco.....	17
3 Levantamiento de Inventario General de RM y RNM en el SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México.....	18
4 Aplicación de Cuestionarios en el domicilio de productores de cacao 2014 en Cárdenas Tabasco, México.....	18
5 Registro de información de inventario de RM y RNM en el SAF-cacao, en Cárdenas Tabasco, México.....	19
6 Marcaje de árboles como parte del inventario de RM en el SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México.....	19
7 Toma de altura del árbol como parte del inventario de RM en el SAF-cacao, en Cárdenas Tabasco, México.....	20
8 Toma de Diámetro del árbol a la altura de pecho (Dap 1.30) en el SAF-cacao, en Cárdenas Tabasco, México.....	20
9 Recursos maderables en SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México, especies más comúnmente asociadas al cacao: a. <i>Erythryna americana</i> Mill, b. <i>Cedrela odorata</i> L. (izquierda) y <i>Roystonea regia</i> Kunth (derecha), c. <i>Colubrina arborescens</i> (Mill) Sarg, d. <i>Diphysa robinoides</i> Benth.....	24
10 Especies no maderables en el SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México, estas son las especies más frecuentemente encontradas: a. Hojas y brácteas de Heliconia (<i>Heliconia latispatha</i> Benth), b. Fronda de Helecho (<i>Osmunda cinnamomea</i> L., c. Fruta de <i>Carica mexicana</i> (A. DC), d. Planta de <i>Capsicum annum</i> L.....	26
11 Número de plantas por categorías de uso, encontradas en el sistema agroforestal cacao en Cárdenas Tabasco, México.....	27
12 Porcentaje de las cuatro categorías de uso más frecuentes de las especies del SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México.....	

	28
13 Existencias de C (t ha ⁻¹) en biomasa aérea en 20 plantaciones de SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México.....	31
14 Rendimiento de cacao en 20 sistemas agroforestales de cacao en Cárdenas Tabasco, México.....	36

ABREVIATURAS

AB	Área basal
ASP	Áreas Silvestres Protegidas
BM	Banco Mundial
C	Carbono
CBa	Carbono de la biomasa aérea
CESVETAB	Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tabasco
cm	Centímetros
CO ₂	Dióxido de carbono
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
D	Diámetro
DAP _{1.3m}	Diámetro a la altura de pecho
E.U.	Estados Unidos
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FCC	Factor de Conversión de biomasa a Carbono
FEB	Factor de Expansión de Biomasa
Ff	Factor mórfico
Ha	Hectárea
Ht	Altura total
ICCO	Organización Internacional del Cacao
IFC	Inventario Físico de Carbono
Kg	Kilogramo
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ² ha ⁻¹	Metros cuadrados por hectárea
m ³	Metros cúbicos
m ³ ha ⁻¹	Metros cúbicos por hectárea
msnm	Metros sobre el nivel del mar
PFM	Productos Forestales Maderables
PFNM	Productos Forestales No Maderables
PSA	Pago por Servicios Ambientales
PSAH	Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos
RM	Recursos maderables
RNM	Recursos no maderables
REDLACH	Red Latinoamericana de cooperación técnica en manejo de cuencas hidrológicas
SA	Servicios Ambientales
SAF	Sistema Agroforestal

SAF-cacao	Sistema Agroforestal Cacao
SAGARPA	Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación
SSA	Sistemas Silvoagrícolas
SASP	Sistemas Agrosilvopastoriles
Sp	Especie
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SSP	Sistemas Silvopastoriles
t C ha ⁻¹	Toneladas de Carbono por hectárea
U.S.A. (\$)	Dólares estadounidenses
V	Volumen
V _{cc}	Volumen con Corteza por árbol
VCC ha ¹	Volumen con Corteza por hectárea
V _t	Volumen total

PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO EN CARDENAS, TABASCO

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el sistema agroforestal (SAF) cacao en diferentes localidades de Cárdenas, Tabasco, México. El objetivo fue analizar la productividad de recursos maderables y no maderables (RM y RNM). Se establecieron 20 sitios de muestreo de 5,000 m² se registró la edad y superficie, se identificaron taxonómicamente y se geoposicionaron los árboles presentes y todas las especies no maderables dentro de cada plantación. Para los recursos forestales maderables se tomaron medidas dasométricas que fueron el diámetro a la altura de pecho (DAP_{1.3m}) y la altura total (Ht). Con estas variables se calculó el área basal (AB), y el volumen con corteza (m³.ha⁻¹); con los cálculos de volumen se estimó el C almacenado por la biomasa aérea para luego calcular el inventario físico de carbono (t.ha⁻¹) con el factor de expansión de biomasa de 1.6, el factor de conversión de biomasa a carbono de 0.5 y el precio USA\$ 7.5 por tonelada para venta como bonos de C. Para conocer la parte socioeconómica y uso de RNM (frutales, hortalizas, especias, ornamentales, medicinales, forrajes) y de la producción de cacao, se aplicó un cuestionario específico a los dueños de cada plantación. Se registraron 3,239 árboles, pertenecientes a 56 especies que se agruparon en 27 familias, sobresalieron por frecuencia las especies *Erythrina americana*, *Cedrela odorata* y *Colubrina arborescens*, de las familias Fabáceae, Meliaceae y Rhamnaceae. Como RNM se registraron 6,308 plantas, 53 especies que se agruparon en 29 familias principalmente *Heliconia latispatha Benth*, *Calathea lutea*, *Musa paradisiaca*, de las familias Heliconiaceae, Marantaceae y Musaceae. De los recursos forestales no maderables, el 70 % de las personas no le da ningún uso, el 20% para autoconsumo y el 10 % para la venta. Las especies no maderables se clasificaron en seis categorías de uso, Ornamentales 44%, Frutales 28%, Hortícolas 25%, Medicinales 3%, Forrajes 0.01% y Especias 0.01%. La estimación de C fue de 120 t C ha⁻¹ en promedio, con una densidad de árboles de 324 con un rango de 58 - 580 árboles ha⁻¹. Los rendimientos de cacao fueron de 962.5 kg ha⁻¹ en promedio, con ingresos de \$ 5475.00 ha⁻¹, y con un ingreso calculado por bonos de C de \$10,831.00 ha⁻¹.

PRODUCTIVITY OF COCOA AGROFORESTRY SYSTEMS IN CARDENAS, TABASCO

ABSTRACT

The present study was conducted in 20 different cocoa agroforestry systems (SAF) in Cardenas, Tabasco, Mexico. The aim was to analyze the productivity of timber and non-timber resources (RM and RNM). 20 sampling sites of 5,000 m² each were established; then age and area were recorded, furthermore the trees and non-timber resources within each plantation were georeferenced. For timber resources dendrometric measures were diameter at breast height (DAP1.3m) and total height (Ht) were taken. With these variables basal area (AB), and volume over bark (m³.ha⁻¹) was calculated; volume calculations with C stored in the biomass and then estimated the physical inventory of carbon (t ha⁻¹). With biomass expansion factor of 1.6, the conversion factor of biomass carbon 0.5 and price US \$ 7.5 t, for sale as bonds C. aspects socio-economic and use (production target) of RNM (fruit, vegetables, condiments, ornamental, medicinal, fodder) and cocoa production *per se*, a specific questionnaire was applied to owners of each plantation. 3,239 trees, were recorded 56 species belonging to which were grouped into 27 families, excellent species *Erythrina Americana*, *Cedrela odorata* y *Colubrina arborescens*, of families Fabáceae, Meliaceae y Rhamnaceae. As RNM 6,308 plants were recorded, 53 species that were pooled 29 families primarily *Heliconia latispatha Benth*, *Calathea lutea*, *Musa paradisiaca*, for the families Heliconiaceae, Marantaceae y Musaceae. Of non-timber forest resources, 70% of people do not give any use, the 20% for consumption and 10% for sale, these were classified six categories of use, Ornamental 44% Fruit 28%, 25% Horticultural, Medicinal 3%, 0.01% Forages and Spices 0.01%. The estimation for C was 120 t C ha⁻¹ on average, with a density of trees of 324 with a range of 58 to 580 trees ha⁻¹. Average cocoa yield was 962.5 kg ha⁻¹ meaning an income of \$ 5,475.00 ha⁻¹, and an estimated income of \$ 10,831.00 ha⁻¹ from C bonus.

I. INTRODUCCIÓN

La productividad es la capacidad de producir bienes y servicios de manera eficiente de acuerdo con los recursos que se encuentran disponibles dentro de un sistema, ya sea para autoconsumo o para fines comerciales (Jiménez y Muschler, 1999). A nivel mundial existen aproximadamente 400 millones de hectáreas con sistemas agroforestales (Watson *et al.*, 2000). Un sistema agroforestal (SAF) es un conjunto de técnicas de manejo de tierras que implica la combinación de árboles forestales con cultivos, ganadería, o una combinación de ambos. Esta asociación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo y el espacio; su objetivo es optimizar la producción por unidad de superficie, respetando el principio de rendimiento sostenido (Combe y Budowski, 1979). El SAF de cacao posee una diversa gama de asociación de plantas, con alto potencial para producir diversos beneficios a las familias cacaoteras (Ospina, 2002; Sotomayor *et al.*, 2008; Ramírez, 2009). También es importante porque brinda múltiples servicios de aspecto ambiental, porque de manera directa conservan la biodiversidad por las especies endémicas y/o amenazadas o en peligro de extinción, y de manera indirecta por facilitar la presencia de otras especies, como son las aves entre otros (Alcudia *et al.*, 2009). Los bienes ambientales son parte de la naturaleza directamente valorados y aprovechados por el ser humano en la producción o en el consumo. Servicios ambientales son aquellas funciones de los ecosistemas que generan beneficios y bienestar para las personas y las comunidades. Estos servicios son considerados beneficios indirectos por que no aportan fuente de ingreso, pero representarían un egreso si se tuvieran que comprar. A estos servicios los productores no los consideran como parte de la productividad, y por ende potenciales de ingresos extras.

En lo ambiental el SAF-cacao, produce oxígeno y captura CO₂; con esto el sistema contribuye a mantener el equilibrio ambiental además de contribuir en la salud humana. A pesar del papel que los SAF han desempeñado en el proceso de domesticación y conservación de la biodiversidad, han recibido poca o nula atención por parte de los centros de investigación que buscan estrategias para su manejo sustentable (Pritchard y Nair 2006; Bárcenas y Ordóñez, 2008).

En la parte económica el SAF-cacao puede proveer al productor de beneficios directos e indirectos. De manera directa se obtienen ingresos económicos por la producción de cacao, y diversos productos de autoconsumo: madera, leña, frutos, plantas medicinales, especias, hortalizas y ornamentales entre otros. Los beneficios indirectos pueden ser el pago por servicios ambientales por la fijación de CO₂ y captura de carbono en la cubierta arbórea.

En México la mayor parte de la producción de cacao se localiza en los estados de Chiapas y Tabasco con una superficie de 61,320 ha de la cual dependen 47 mil productores. En Tabasco la superficie plantada es de 41,117 ha de donde se obtienen 16,560 t de cacao seco, que sustentan a 31,139 familias (Córdova, 2005; SAGARPA, 2010); el 96% se distribuye en la región de la Chontalpa y 4% en la Sierra (López *et al.*, 2005).

El SAF-cacao en el estado de Tabasco, es una actividad profundamente arraigada en la cultura agraria y popular, posee una gran base de conocimiento tradicional y depende principalmente de la organización familiar (Córdova, 2005; Córdova *et al.*, 2008); brinda además estabilidad de la tradición cacaotera y sugiere una aceptable sustentabilidad a los medios de vida de las familias cacaoteras.

En el estado de Tabasco, el cultivo de cacao enfrenta problemas de baja producción. La baja producción y los bajos precios del mercado han desmotivado a los productores para mantener sus cacaotales y el número de plantaciones va a la baja. Con la reducción de la superficie plantada con cacao se pierde un sistema de producción que mantiene una cubierta arbórea y provee de recursos forestales maderables y no maderables, motivo de esta investigación; además se ve afectada la biodiversidad que a la fecha no ha sido valorada de forma general económica los sistemas agroforestales de cacao, en Cárdenas Tabasco.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen e historia del Cacao

El árbol de cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene sus orígenes en las tierras tropicales de América del Sur, de la cuenca del río Amazonas. Es un árbol perennifolio, de 4 a 7 m (cultivado) y cuando es silvestre puede crecer 20 m o más. De copa baja densa y extendida y con hojas grandes alternas, colgantes o elípticas u oblongas. Es una especie cauliflora, es decir, las flores parecen insertadas sobre el tronco o las viejas ramificaciones. Se representan flores en racimos a lo largo del tronco y de las ramas, sostenidas por un pedicelo de 1 a 3 cm. El fruto es una baya grande comúnmente denominada “mazorca” carnosa oblonga a ovalada, amarilla o purpúrea, de 15 a 30 cm de largo por 7 a 10 cm de grueso, puntiaguda y con camellones longitudinales; cada mazorca contiene en general entre 30 y 40 semillas incrustadas en una masa de pulpa. Las semillas del fruto son del tamaño de una almendra color chocolate o purpúreo, de 2 a 3 cm del largo y de sabor amargo. No tienen albumen y están recubiertas por una pulpa mucilaginosa de color blanco y de sabor dulce y acidulado, los granos son ricos en almidón, en proteínas y en grasa (Yanez-García, 1994).

Los granos del cacao se utilizaban en la época prehispánica para elaborar bebidas y como medida de valor en los intercambios; ahora son la base de la multitud de productos bajo el universal genérico de chocolate. El cacao era consumido en una bebida que los aztecas llamaban xocolatl (*xococ, agrio, atl, agua*) ésta se preparaba con cacao puro, agua, miel y algunas veces, harina de maíz, (Yanez-García, 1994). Díaz (1986), en una de las crónicas de la conquista de México expone: “los indios y caciques comúnmente tenían cantidades de indios e indias por esclavos que los vendían y contrataban con ellos como se contrata cualquier mercancía y andaban indios mercaderes de plaza en plaza y de mercado en mercado vendiéndolos y trocándolos a oro, mantas o cacao”. Actualmente, los granos de cacao son utilizados para elaborar múltiples productos en la industria: Aromatizante, comestible, cosmético, estimulante y medicinal (Alvarado, 2006; CESVETAB, 2009).

El árbol del cacao, se encontraba de manera natural en las selvas (Navarro y Mendoza, 2006; Pérez *et al.*, 2009), y de ahí se propago en las regiones tropicales del mundo. En México los Olmecas (1500 A.C. a 400 A.C.), fueron los primeros en domesticarlo y utilizarlo. Estos se localizaban en los llanos del golfo de México, los cuales abarcan el sur de Veracruz y Tabasco. En Chiapas México, los Izapeños fueron los primeros en cultivar el cacao en la que ahora es conocida como la zona del Soconusco, (García, 1994), una de las principales zonas de producción en México.

2.2 Producción Mundial

En el año 2010, se produjeron 4 320 790 t de cacao seco, en una superficie de 8 919 483 ha de cultivo; en este mismo año los ocho principales países productores en el mundo fueron: Costa de Marfil, Indonesia, Ghana, Nigeria, Camerún, Brasil, Ecuador, y Togo. Estos países representan el 90.8 % de la producción mundial, de la cual Costa de Marfil aportó el 30%; México se ubicó en el 13º lugar con una aportación de 0.6% (FAOESTAT, 2011).

Según las proyecciones de SIAP (2010), la participación de África en la producción mundial debería de decrecer ligeramente (69 % a 68 %), mientras que la del Lejano Oriente se mantendría en 18 % y la de América Latina y el Caribe en 14%. África seguirá siendo la principal región productora mundial de cacao en el próximo decenio. La producción de cacao en el mundo está limitada a unos pocos países. Del total de los granos cosechados en 2011, el 74.8% se cultivaron en África, el 13% en Asia y el 12.1% en América. Aun cuando los porcentajes varían año tras año, África sigue siendo el rey del cacao. Al contrario de lo que se podría pensar, países con tradición chocolatera como México o Ecuador sólo representan un pequeño porcentaje del total consumido en el mundo (ICCO, 2013).

2.3 Superficie Plantada y Producción Nacional

De acuerdo a datos del SIAP (2013), Chiapas, Tabasco y Guerrero son los únicos tres estados que producen cacao. La superficie sembrada nacional asciende a 61,319.10 ha, con una producción de 27, 844.12 t, distribuida de la siguiente manera; Chiapas con una superficie sembrada de 20 299.4 ha y una producción de 9,080.04 t (33.1 %);

Guerrero con superficie sembrada de 237 ha y una producción de 213.44 t (0.39 %) y Tabasco con una superficie sembrada de 40782.7 ha y con una producción de 18,550.64 t (66.50 %).

2.4 Producción Estatal

En Tabasco la producción asciende a 18 550 t y la superficie plantada de cacao es de 40 782 ha (SIAP, 2013). Las principales regiones productoras son: la Chontalpa; conformada por los municipios de Cunduacán, Comalcalco, Cárdenas, Paraíso, Jalpa de Méndez y Huimanguillo; Centro y la Sierra; esta última ubicada en Jalapa, Teapa y Tacotalpa. Los municipios con mayor superficie sembrada y producción son: Comalcalco 11,055 ha y 2,673 t, Cárdenas 10,342 ha y 3,080 t, Cunduacán 8, 511 ha y 3,287 t, Huimanguillo 5,671 ha y 2,540 t, Jalpa de Méndez 2,830 ha y 680 t, Paraíso 1,583 ha y 361 t, Centro 323.5 ha y 210.26 t. Los municipios de Jalapa, Tacotalpa y Teapa 430.22 ha (SIAP, 2013). En cuanto a superficie sembrada los principales municipios son Comalcalco, Cárdenas y Cunduacán; pero en cuanto a producción los principales son Cunduacán, Cárdenas y Comalcalco (SIAP 2013). El primer lugar en rendimiento lo ocupa Jalapa con 0.82 t ha^{-1} , Cárdenas se encuentra en el octavo lugar con 0.43 t ha^{-1} .

2.5 Productividad en Sistemas Agroforestales

La productividad de los SAF combina beneficios agrícolas con beneficios forestales. Del sistema agrícola se obtienen frutos, hortalizas, granos y animales. De los beneficios forestales se obtiene madera, plantas medicinales, aire filtrado, agua pura, tierra protegida y biodiversidad. El desarrollo de los sistemas agroforestales responde a las necesidades y condiciones de muchas zonas tropicales, donde la agricultura y forestaría convencionales, por si solas, no han podido satisfacer las diferentes demandas.

La productividad significa que el sistema debe ser capaz de producir los bienes requeridos por los productores, ya sea para subsistencia o fines comerciales. La productividad del sistema produce bienes, mercancías y servicios requeridos por los

productores y aumenta con los rendimientos de los cultivos asociados y de los productos arbóreos (Jiménez *et al.*, 2001).

2.6 Ventajas de los Sistemas Agroforestales

Los productores pueden reducir sus gastos al utilizar madera, leña y alimentos que se obtienen dentro del SAF-cacao; la adopción del SAF se justifica por la necesidad de asociar la producción agropecuaria con servicios ambientales, tales como secuestro de carbono, aumento y calidad del agua, conservación del suelo, disminución de la erosión y aumento de la biodiversidad de los sistemas productivos (Ribaski, 2009). Debido a su uso múltiple, los sistemas agroforestales, en sus diferentes modalidades, representan alternativas económicas, ecológicas y sociales viables para el fortalecimiento de la agricultura. En los SAF, árboles y arbustos son cultivados de forma interactiva con cultivos agrícolas, pastos y/o animales, para múltiples propósitos, constituyéndose en una opción viable para mejor utilización del suelo, para revertir los procesos de degradación de los recursos naturales, para aumentar la disponibilidad de madera, de alimentos y de servicios ambientales (Ribaski, 2009).

Los SAF se rescatan como formas de plantación que proveen servicios ambientales, contenidas en los sistemas silvopastoriles (SSP), Sistemas Silvoagrícolas y sistemas agrosilvopastoriles, puesto que combaten la degradación de tierras, contribuyen al manejo integrado de cuencas y corredores biológicos que conectan las Áreas Silvestres Protegidas, y al proceso de desarrollo económico, social y ambientalmente sostenible (Ribaski, 2009).

En un estudio que se realizó en Ghana, al introducir cultivos asociados los rendimientos de la producción de cacao aumentaron de un 28 a 60% (Opoku *et al.*, 2011).

2.7 Productos Forestales Maderables

Las selvas y bosques brindan muy diversos servicios ambientales a la sociedad; su aporte más tangible son los productos maderables, como la madera empleada para la producción de escuadría (tablas, tablones, vigas y materiales de empaque), papel, chapa, triplay y para la generación de energía, a través de la quema de leña. La

producción maderable en México entre 1986 y 2007 promedió 7.7 millones de metros cúbicos en rollo al año. Los estados con mayor producción maderable anual promedio entre 1990 y 2007 fueron Durango (2.1 millones de metros cúbicos en rollo), Chihuahua (1.6 millones) y Michoacán (1.1 millones). Las principales especies aprovechadas en ese mismo periodo fueron el pino con 106.5 millones de metros cúbicos en rollo y el encino con 11.1 millones. (SEMARNAT, 2008).

2.8 Productos Forestales No Maderables (PFNM)

Los PFNM o beneficios forestales no madereros, son todos los productos y servicios vegetales y animales (consulta de Expertos celebrada en Tanzania, 1993). Es decir constituyen una colección de recursos biológicos que incluyen: frutales, plantas medicinales, plantas ornamentales, miel, y muchos otros (De Beer y McDermot, 1989). En muchas partes del mundo los PFNM son indispensables para los habitantes de las zonas marginadas, quienes constituyen los actores principales en la extracción de dichos productos, pudiendo constituir su única fuente de ingresos personales (FAO, 1995; Ros-Tonen, 1999).

A través de los PFNM la biodiversidad juega un papel importante en el alivio de la pobreza de las comunidades marginadas. Dichos productos contribuyen a los medios de vida de las familias, incluyendo la seguridad alimentaria, la salud, el bienestar y los ingresos (FAO, 1995; Falconer, 1996). No obstante, debido a que la conservación forestal sostenible depende de la capacidad de conciliar la productividad ecológica con la densidad poblacional, en muchas ocasiones confronta el bienestar económico-social con la sustentabilidad de la naturaleza.

Los PFNM incluyen productos (frutales, ornamentales, plantas medicinales, etc.), importantes en la vida diaria de las comunidades locales y generan ingresos y empleos complementarios. En México existen 20000 especies vegetales, 950 proporcionan PFNM útiles, pero solo el 10% de ellos se comercializa. La mayoría es PFNM de uso local, se obtiene por recolección y genera beneficios precarios y estacionales, en algunas zonas representa la única fuente de ingresos de las familias campesinas. En

el periodo 1985-2003, la producción anual promedio de PFM fue de 135,667 t (Tapia y Reyes, 2008).

2.9 Importancia de las especies vegetales asociadas al cacao

El árbol de cacao se cultiva normalmente en sistemas agroforestales en estrecha asociación con diversas especies arbóreas y otras plantas útiles. Esta diversidad de especies provee varios servicios ambientales de interés para toda la sociedad (conservación de agua, suelo y biodiversidad, fijación de carbono atmosférico, mitigación del cambio climático y del calentamiento global). Estos aspectos no se han cuantificado para gran parte de las zonas cacaoteras del mundo (Beer *et al.*, 1998; Salgado, 2007; Roa *et al.*, 2009).

2.10 Estudios florísticos realizados en el sistema agroforestal cacao en Tabasco

La diversidad biológica ha sido descrita en diferentes estudios realizados en fincas de cacao en Tabasco y Chiapas, incluyendo listados de la composición florística de árboles de sombra, así como los principales usos y características de cada especie (Ramírez, 2009). Estudios realizados por García (1983) y Ramos (2001) reportan las especies *Diphysa robinoides*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina sp*, *Colubrina arborescens* son las más sobresalientes como árboles de sombra en el SAF cacao.

Sánchez (2012) reporta las 10 especies arbóreas más importantes que se encontraron en un sistema agroforestal cacao en Cárdenas Tabasco y que representaron el 87.4 % del volumen total, entre ellas *Erythrina poeppigiana*, *Erythrina americana*, *Cedrela odorata*, *Samanea samán*, *Gliricidia sepium*, *Gmelina arborea*, *Diphysa robinoides*, *Mangifera indica*, *Swietenia humilis*, *Colubrina arborescens*.

2.11 Estimación del volumen de árboles en pie

El cálculo del volumen total o comercial de árboles en pie es un requisito básico de toda actividad forestal. La práctica requiere de un instrumento fácil (tabla volumétrica o un factor adecuado de forma), rápido y de exactitud suficiente para tal efecto. Los parámetros a medir son diámetro a la altura del pecho (DAP_{1.3m}) y la altura. Si el fuste

tuviera la forma de un cilindro su volumen correspondería simplemente al producto del área basal ($DAP_{1.3m}$) y altura, pero los fustes tienen cierta conicidad por lo que es necesario considerar la forma como un tercer parámetro de estimación (Dauber, 1997). Sánchez 2011, reportó el V_t promedio en SAF cacao de $192.4 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, variando de 70.4 a $619.9 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$.

El diámetro se mide a 1.30 m de altura; los instrumentos más utilizados para medir tanto diámetro como área basal son: cinta métrica, forcípula, cinta diamétrica, relascopio, pentaprisma y equipos láser (Rivas, 2006).

Un criterio para medir diámetro es, en cada sitio seleccionado se mide todos los árboles con la corteza, incluyendo palmas con $DAP \geq 25 \text{ cm}$ (Pinelo, 2001; SOCODEVI e INTA, 2006) sin tomar en cuenta vegetales que alteren la medida. Al utilizar la cinta métrica, da como resultado el perímetro, y para obtener el DAP se estima con la ecuación: $D = P/\pi$, donde P es perímetro y π es 3.1416. La cinta diamétrica tiene la ventaja de medir directamente el diámetro del árbol (FAO, 2004; Pinelo, 2004; Zarco *et al.*, 2010).

Si el árbol está bifurcado por debajo de 1.3 m, se considera cada tronco como un árbol independiente. Si la bifurcación comienza a 1.3 m, la medición es de bajo del punto de intersección y se cuenta como un árbol (FAO, 2004; SOCODEVI e INTA, 2006). Árbol con base ensanchada o contrafuertes la medición es a 30 cm por encima (FAO, 2004). La altura puede medirse directamente con varas graduadas, cuando los árboles tienen una estructura que lo permite hacer de esa forma o bien utilizando algún instrumento de medición; entre los más comunes son: escuadra de brazos iguales, clinómetro Suunto, nivel Abney, pistola Blume-Leiss, pistola Haga, plancheta dendométrica, hipsómetro, dendrómetro, relascopio y equipos láser (Rivas, 2006).

Para medir la altura con la Pistola Haga, se toma la distancia horizontal de la base del árbol, equivalente a su altura (15, 20, 25, 30 y 35 m), punto donde se hace la medición (Figura 1) (FAO, 2004; Zarco *et al.*, 2010); se realizan dos mediciones: primero en la parte más alta de la copa del árbol y segundo en la base, la altura total es la suma de las dos mediciones (González y Cuadra, 2004; SOCODEVI e INTA, 2006).

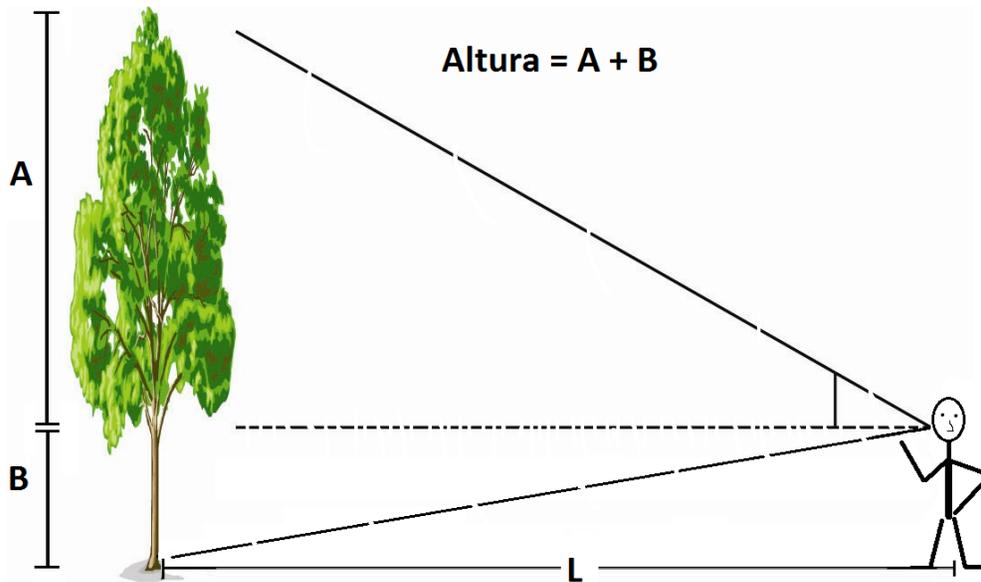


Figura 1. Medición de altura de los árboles con Pistola Haga (FAO, 2004).

El factor de forma *f.f.* es un factor de reducción, considerado para obtener el volumen del árbol. Es el factor de forma absoluto, que se determina en base al diámetro del tronco al nivel de suelo y la altura del fuste, en bosques tropicales no se le considera; por ser impráctico (Loetsch *et al.*, 1973).

2.12 Los Sistemas agroforestales como almacenes de carbono

La capacidad de cualquier ecosistema terrestre para secuestrar *C* depende principalmente del área total de esos ecosistemas y del número de árboles por unidad de área. Los SAF pueden contener sumideros considerablemente grandes de *C*, la diversidad florística es importante por los principales usos y características de cada especie que aportan al medio ambiente (Ramírez, 2009). Kanninen (1997), resume que al reducir la deforestación y proteger los bosques la cantidad de *C* es alta, por lo tanto, a mayor densidad de árboles mayor cantidad de carbono.

Los SAF son una alternativa sostenible que ayuda a incrementar la productividad y contribuyen a mitigar el calentamiento global (Casanova *et al.*, 2011). Dixon (1995), afirma que los SAF pueden ser manejados para estabilizar la emisión de gases en tres formas: 1) por la protección de alimentos y fibra lo cual ayuda a reducir la deforestación

y degradación de las tierras, 2) por la producción sostenida de leña, lo cual contribuye en la reducción del uso de combustible, y 3) por el secuestro de CO₂ en las plantas y captura de C en la vegetación perenne en el suelo a largo plazo. El potencial para el almacenamiento de C de los SAF oscila entre 12 y 228 t C ha⁻¹ (Dixon, 1995), teniendo mayor potencial en las zonas del trópico húmedo y donde se ha estimado que estos sistemas tienen la capacidad de almacenar hasta 70 t C ha⁻¹ en biomasa aérea (Mutuo *et al.*, 2005).

Las plantaciones bajo un sistema de arbolado mixto representan el más alto valor comercial por el almacenamiento de C con un valor estimado de \$359.64 (USA) por hectárea lo cual justifica que los SAF tienen un mayor valor en el pago como bonos de C (Pérez y Calderón, 2011).

En un estudio en sistemas agroforestales en la selva alta de Tingo María, Perú, se determinó que el C orgánico almacenado en la biomasa vegetal, fue de 94.383 t ha⁻¹ (Hidalgo, 2011). En las reservas de C en SAF de cacao en América Central, los árboles de cacao acumulan 9 t C ha⁻¹ (18% del C en la biomasa aérea), pero el mayor porcentaje lo almacenan los árboles maderables y frutales (65% del C superficial) (Somarriba *et al.*, 2012). Somarriba y Beer (1999), demostraron que en plantaciones de cacao con sombra de *Erythrina* spp., se pueden fijar entre 10 y 22 t C ha⁻¹ año a los 10 años de edad.

La cantidad de carbono secuestrado directamente por los árboles dentro de los diferentes SAF oscila normalmente de 3 a 25 t C ha⁻¹; en el caso de huertos caseros y en el sistema Taungya se logra superar las 50 t C ha⁻¹ (Kursten y Burschel, 1993).

2.13 Pago por Servicios Ambientales (PSA)

El PSA es un mecanismo que favorece las externalidades positivas gracias a las transferencias de recursos financieros entre los beneficiarios de ciertos servicios ecológicos y los prestadores de servicios o los gestores de recursos ambientales. El principio fundamental del PSA es que los colectivos que proveen los servicios ambientales deben de recibir una compensación y los que se benefician de ellos deben

pagar por el bien que reciben (Mayrand y Paquin, 2004), FAO-REDLACH (2004) lo conceptualiza como un mecanismo flexible y adaptable a diferentes condiciones, que apunta a un pago o compensación directa por el mantenimiento o provisión de un servicio ambiental, a los pobladores de los ecosistemas por los servicios ambientales, necesarios para las actividades humanas, incluido el sustento del hombre.

Existen diferentes formas para valorar económicamente estos servicios, como el costo de oportunidad de la tierra y los costos de producción forestal, pero que no reflejan su verdadero valor en el mercado internacional. Algunos valores para el PSA oscilan entre US\$2.67 y US\$16 ha⁻¹ año⁻¹.

2.14 Pago por Servicios Ambientales en el Contexto Internacional

En los últimos 10 años han surgido en el mundo múltiples iniciativas de mercados y otros esquemas de PSA. El Banco Mundial está trabajando en colaboración con varios países para desarrollar sistemas de PSA que puedan sustituir la ausencia de mercados y promover el mantenimiento de servicios ambientales. Los esquemas de PSA vigentes a nivel mundial, se han desarrollado tomando en cuenta las condiciones naturales, sociales y económicas propias de cada país y las condiciones específicas de mercado. Algunos Servicios Ambientales (SA) que están en discusión mundial son: la protección de la biodiversidad, el almacenamiento de carbono, la protección de la belleza del paisaje natural y los servicios hidrológicos (Pagiola y Platais, 2002).

Es patente que los mecanismos de compensación y beneficios para la conservación y restauración de los servicios ambientales pueden ser instrumentos importantes para el fomento de la sostenibilidad, social, ambiental y económica, en especial para las poblaciones rurales que habitan en áreas estratégicas para la conservación de la biodiversidad, la producción de agua, la protección de manantiales y bosques, la producción de alimentos sanos.

Costa Rica es un país notable en su protección del medio ambiente y los recursos naturales, mediante la adopción de un mecanismo de gestión innovadora mediante la cual ofrece una remuneración de U.S.A. (\$) 64.00 por hectárea protegida. Este mecanismo reconoce como servicios ambientales: Reducción de las emisiones de gases contaminantes; protección del agua para el uso urbano, rural e hidroeléctrico;

protección de la biodiversidad para la conservación sostenida, usos científico y farmacéutico, para los fines de investigación y mejoramiento genético; la protección de los ecosistemas y formas de vida; además de su belleza natural a los efectos del turismo y la ciencia (Fonafifo, 2008).

En la Región Amazónica en Xapuri Brasil, se generó una alternativa de ingresos de PSA para la Selva Amazónica, con base en los costos reales de mantener a las comunidades forestales basado en las necesidades económicas de la producción familiar en el “Chico Mendes” Reserva Extractiva (RESEX). De acuerdo con las necesidades de la reproducción familiar, los cálculos requieren que el valor mínimo para el PSA debe ser de U.S.A (\$) 13 dólares por hectárea. Se estimó que los costos del PSA en el Chico Mendes (RESEX) sería aproximadamente U.S.A (\$) 5.767 millones por año, tomando en cuenta la superficie media por familia (Maciel *et al.*, 2014).

2.15 Pago por Servicios Ambientales (PSA) en México

Como parte de la estrategia para la promoción de mecanismos de PSA en México, el Gobierno Federal a través de la Comisión Nacional Forestal emprendió dos iniciativas: el Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) a partir de 2003, y el Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA) desde el año 2004 (CONAFOR, 2010).

La CONAFOR aportó el capital inicial en 2004 para el proyecto que fue nombrado “Captura de Carbono en Comunidades Indígenas y Campesinas del Estado de Oaxaca”, y lo hizo a través del programa entonces llamado PSA-CABSA, con un monto de 3.74 millones de pesos asignados en el periodo 2004-2009, por las toneladas de C adicionales capturadas con las actividades descritas, en las cuales se contó con el acompañamiento técnico por parte de la CONAFOR (CONAFOR, 2010).

A partir de 2006, los dos programas se fusionaron bajo un solo concepto denominado Servicios Ambientales que ahora forma parte de Pro Árbol. A partir del año 2007 el presupuesto destinado al Programa de PSA se incrementó cinco veces.

En el periodo 2003-2011, la CONAFOR asignó \$6,012 millones bajo el esquema de Servicios Ambientales para la ejecución de 5,085 proyectos de conservación, en una superficie de 3,113,000 ha. También apoyó la elaboración de 760 documentos para proyectos (2004 a 2009) con una inversión adicional de \$85 millones beneficiando así a más de 5,800 ejidos, comunidades y pequeños propietarios en todo el país.

En 2010 y 2011 se realizaron pagos diferenciados por tipo de ecosistema, procurando vincular el monto del apoyo con el costo de oportunidad en que incurren los dueños de terrenos forestales, al realizar actividades de conservación (CONAFOR, 2013).

La CONAFOR opera su estrategia de PSA a través de diferentes políticas y esquemas; enmarcados en el programa Pro Árbol:

- I) El Programa Nacional de PSA,
- II) El Fondo Patrimonial de Biodiversidad y
- III) La creación de mecanismos locales de pagos por servicios ambientales a través de fondos concurrentes.

2.16 Áreas para el pago de servicios ambientales en México (CONAFOR 2010)

El apoyo que brindó el gobierno federal para incentivar a las personas con la finalidad de conservar el medio ambiente, fue destinado a las siguientes áreas:

- Hidrológicos: más de 6 millones de ha.
- Captura de Carbono: más de 24 millones de ha.
- Biodiversidad: más de 35 millones de ha.
- Sistemas agroforestales con cultivos bajo sombra: más de 27 millones de Ha.

Los tres puntos últimos los cumple a la perfección el SAF cacao.

Dado lo anterior, es pertinente tomar en cuenta que la producción del SAF-cacao no es el producto cacao solamente, si no, este sistema agroforestal aporta además a la economía del productor, productos frutales, ornamentales, medicinales, hortícolas y maderables. De esta forma la valoración del SAF-cacao ha de considerar los diversos usos sociales y ambientales, reflejados en el almacenamiento de C.

De aquí esta investigación plantea lo siguiente.

III OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Analizar la productividad del sistema agroforestal cacao a partir de sus recursos forestales y el valor económico potencial por la captura de carbono en Cárdenas, Tabasco.

3.2 Objetivos particulares

- a) Conocer y cuantificar el uso actual de los recursos forestales maderables y no maderables del sistema agroforestal cacao.

- b) Comparar el valor económico de la producción de cacao contra el valor económico potencial del carbono capturado en el sistema agroforestal cacao.

IV HIPÓTESIS

4.1 Hipótesis general

El sistema agroforestal cacao en Cárdenas Tabasco cuenta con una alta productividad de acuerdo a sus recursos maderables y no maderables y a la captura de carbono en el dosel arbóreo.

4.2 Hipótesis particulares

- a) El uso de los recursos maderables y no maderables da mayor valor agregado en el sistema agroforestal cacao.

- b) El valor económico potencial del carbono capturado en el sistema agroforestal cacao es mayor que el valor económico de la producción.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Proceso Metodológico

Con la finalidad de orientar el proceso de investigación, se presenta el proceso metodológico que se siguió en la misma:



5.2 Zona de estudio

El estudio se realizó en 20 plantaciones (SAF-cacao) distribuidas en las localidades de Miguel Hidalgo y Costilla y Gregorio Méndez Magaña del municipio de Cárdenas Tabasco. Estas localidades son las más productivas del municipio de Cárdenas en el estado.

El cacao es uno de los sistemas más representativos en la zona de la Chontalpa. Cárdenas se ubica entre las coordenadas 17° 15' y 17° 40' de latitud norte, 90° 59' y 94° 06' de longitud oeste.

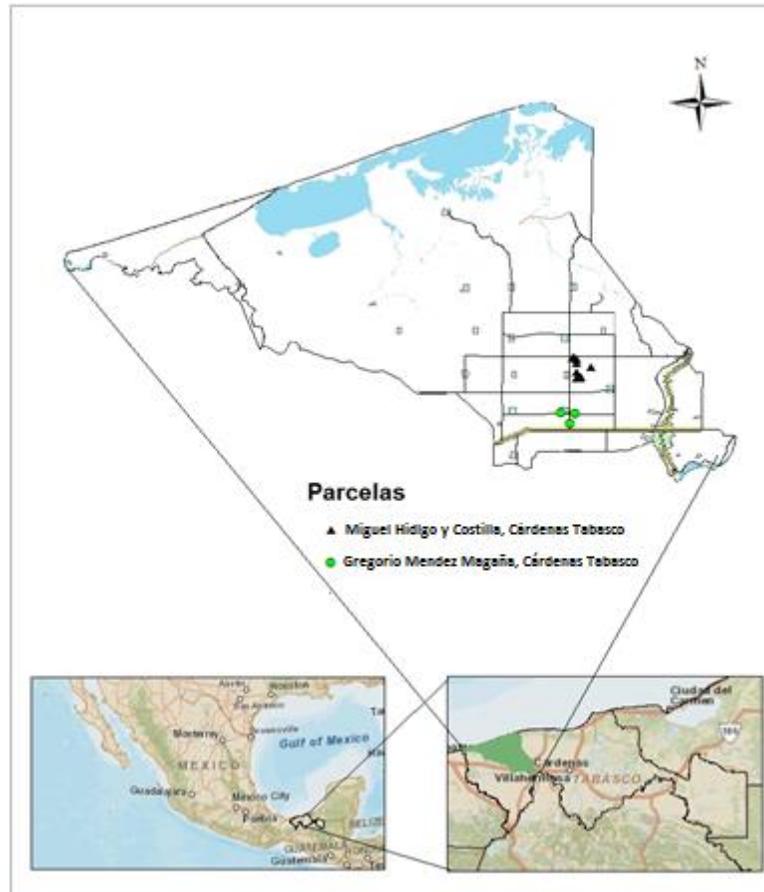


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio, Cárdenas, Tabasco

5.3 Desarrollo metodológico

Con la finalidad de buscar las respuestas a la hipótesis:

- a) El uso de los recursos maderables y no maderables da mayor valor agregado al sistema agroforestal cacao:**

Diseño y procedimiento de muestreo

Se establecieron 20 sitios de muestreo de 50 x 100 m cada uno (5,000 m²).

5.4 Procedimiento para conocer y cuantificar los Recursos Forestales No Maderables (RFNM) en el SAF cacao

En cada plantación se contó el número de especies vegetales que se encontraban dentro del área de estudio (5000 m²) (Figura 3). El nombre común de las especies se registró con ayuda de las personas que dependen de las plantaciones de cacao. Para conocer el nombre científico de cada especie, se utilizó literatura apropiada de la vegetación de Tabasco. Para conocer la parte socioeconómica, destino y uso de la producción de los RFNM (frutales, hortalizas, especias, ornamentales, medicinales, forrajes) y de la producción de cacao, se aplicó un cuestionario específico a los dueños de cada plantación (anexo 1) (Figura 4). En la parte social, el cuestionario incluyó la composición familiar y tenencia de la tierra, en la parte económica se preguntó quién labora en las actividades productivas, cuánto se invierte en la plantación y que rendimientos se obtienen por hectárea. Finalmente para conocer el uso y destino de la producción de PFNM del SAF-cacao, se preguntó, ¿qué productos se usan de la plantación, cómo y cuánto usa cada uno de ellos?, y los ingresos que se obtienen.



Figura 3.- Levantamiento de inventario General de RM y RNM en el SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México.



Figura 4.- Aplicación de Cuestionarios en el domicilio de productores de cacao 2014, en Cárdenas Tabasco, México.

5.5 Ingresos promedios para RFM y RFNM

Para calcular los ingresos anuales promedios por venta de estos recursos, se sumaron todos los ingresos de cada recurso que se obtuvo de las 20 plantaciones y se dividió

entre el número de plantaciones, esto dio como resultado ingresos promedios por plantación y recursos.

5.6 Análisis estadístico

Una vez ordenada la base de datos, se analizaron mediante estadísticas descriptivas con el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS versión 20).

5.7 Procedimiento para la estimación del Carbono almacenado por la biomasa aérea y los rendimientos de cacao.

b) El valor económico potencial del carbono capturado en el sistema agroforestal cacao es mayor que el valor económico de la producción de cacao. Se consideró lo siguiente:

En cada sitio se registró: la edad, superficie de la plantación, se identificaron taxonómicamente los árboles, se geoposicionaron con GPS tipo Garmin modelo *GPSmap 60CSxMR.*, al mismo tiempo se les asignó un número realizando un marcaje con pintura aerosol (Zarco *et al.*, 2010), y se tomaron sus variables dasométricas (Figuras 5, 6, 7 y 8).



Figura 5.- Registro de información de inventario de RM y RNM en el SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México.



Figura 6.- Marcaje de árboles como parte de inventario de RM en el SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México.



Figura 7.- Toma de altura del árbol como parte del inventario de RM en el SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México.



Figura 8.- Toma de Diámetro del árbol a la altura de pecho (Dap 1.30) en el SAF-cacao en Cárdenas Tabasco México.

5.8 Variables dasométricas de árboles en el SAF cacao

5.8.1 Altura total (Ht)

La altura total (Ht) se midió con una Pistola Haga. Se tomó una distancia similar a la altura del árbol (10, 15, 20, 25 y 30 m), y desde ese sitio se midió la altura considerando desde los 30 cm del tronco a la parte apical. Tomando en cuenta la bifurcación del árbol, si el árbol bifurcaba entre 30 cm y 1.30 m se consideraba como un solo árbol.

5.8.2 Diámetro (m)

Para obtener el diámetro a la altura del pecho se midió, a 1.30 m desde la superficie del suelo ($DAP_{1.30\text{ m}}$) la circunferencia de cada árbol con cinta diamétrica y el resultado se dividió entre 3.1416 (π).

Con las variables de altura (H) y diámetro (DAP), se procedió a calcular el área basal (AB) y el volumen (Vm^3 /árbol). Las fórmulas fueron las siguientes:

$$AB = (DAP^2/4) \times \pi$$

Donde

$$AB = \text{Área Basal (m}^2\text{)}$$

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1.30 m)

$\pi = 3.1416$

Para calcular volumen se empleó la fórmula siguiente:

$VCC = AB \times ff \times H$

Donde:

vcc= volumen con corteza por árbol ($m^3 \cdot ha^{-1}$)

AB= Área Basal (m^2)

ff= factor de forma (0.70)(Dauber, 1997; FAO, 2004).

H= altura (m)

5.9 Determinación de las existencias de carbono

La metodología para determinar las existencias de carbono por hectárea se basó en la fórmula indicada por la FAO (2000) con algunas modificaciones.

Primero se calculó el volumen de la biomasa aérea ($m^3 \cdot ha^{-1}$):

$$Vcc \text{ ha}^{-1} = \sum_{i=1}^n vcc \times 10000 \text{ m}^2 / A$$

Dónde:

Vcc= Volumen con corteza ($m^3 \cdot ha^{-1}$)

vcc = Volumen con corteza por árbol

A = Área muestreada (5000 m^2)

Para la estimación del C almacenado por la biomasa aérea se usó la fórmula:

$IFC = Vcc \times FEB \times FCC \times \(USA)

Dónde:

IFC = Inventario físico de carbono ($t \cdot ha^{-1}$)

Vcc= Volumen con corteza ($m^3 \cdot ha^{-1}$)

FEB = Factor de expansión de biomasa (1.6)

FCC = Factor de conversión de biomasa a carbono (0.5)

USA (\$) = Dólares estadounidenses

El carbono de la biomasa aérea (C) es valorado únicamente sobre la base de la biomasa aérea seca, para lo cual se utilizó el factor de conversión de biomasa seca de C de 50%, y un factor de expansión de biomasa de 1.6, ambos factores fueron propuestos por Brown (1990) y Lugo (1984). La estimación del pago potencial como bonos de C se hizo en función del precio fijado por el Banco Mundial (2011) el cual fue de 7.5 \$(USA) por tonelada de C.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

USO DE LOS RECURSOS MADERABLES Y NO MADERABLES CON VALOR AGREGADO EN EL SAF-CACAO (hipótesis a)

Recursos Maderables SAF-cacao

Se registraron 3,239 árboles de sombra, pertenecientes a 56 especies y 27 familias. El estudio realizado en Cárdenas, Tabasco, en sitios de 5,000 m² por Sánchez (2011), reporta 67 especies de 28 familias. García (1983) en Comalcalco Tabasco, en una encuesta a 72 productores, registró 40 especies de 19 familias. Ambos autores reportaron como las dos especies más comunes: *Erythrina americana* y *Cedrela odorata*.

En densidad se registró una media de 324 árboles ha⁻¹, variando de 58 a 544 árboles ha⁻¹, predominando las familias Fabaceae y Meliaceae. Mogollón *et al.* (1996) en Venezuela reporta 300 árboles ha⁻¹ donde predominó la familia Fabaceae.

Las especies sobresalientes por frecuencia se citan en el (Cuadro 1). Destacan *Erythrina americana* con 1678 individuos que representan más del 50 % del total.

En este estudio, como parte de la productividad de los SAF- cacao; de los recursos maderables brindan servicios para el medio ambiente y para las familias que dependen de ellos; se obtienen beneficios directos como el oxígeno, proporcionan madera para aserrío, postes, horcones, soleras y leña (Mora y Hernández (2007), los clasifican de acuerdo al DAP como los principales usos de la madera para aserrío delgado y grueso y sus resultados coinciden con lo que reporta Sánchez (2011).

Cuadro 1. Especies con mayor frecuencia de acuerdo al número de árboles registrados en el SAF cacao en Cárdenas Tabasco, México.

Nombre común	Nombre científico	Nº de árboles	Porcentaje
Mote	<i>Erythrina americana</i> Mill.	1,678	51.81
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	349	10.77
Tatuan	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill) Sarg.	300	9.26
Chipilcohite	<i>Diphysa robinoides</i> Benth	188	5.80
Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	188	5.80
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	87	2.69
Macuñis	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	81	2.50
Cocoite	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	68	2.10
Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	41	1.27
Cesniche	<i>Lippia myriocephala</i> Sch. Y Cham.	36	1.11
46 otras especies		223	6.88
Total		3,239	100

De acuerdo a la información de las encuestas el porcentaje de la población que destina para venta se obtiene ingresos anuales por venta de RM en promedio por productor de: madera para aserrío delgado y grueso \$1,450.00, por leña \$ 415.00 por año. Pero hay personas que utilizan los recursos para el hogar ejemplo: madera para elaboración de muebles propios para el hogar, y comúnmente la leña.

En la figuras (9) se aprecian las especies forestales más comunes en los sistemas agroforestales cacao que se caracterizan en Cárdenas, Tabasco.



a. *Erythryna americana* Mill, especie más común en los SAF-cacao.



b. *Cedrela odorata* L. (izquierda) y *Roystonea regia* Kunth (derecha).



c. *Colubrina arborescens* (Mill) Sarg, en el SAF-cacao.



d. *Diphysa robinoides* Benth, en el SAF-cacao.

Figura 9. Recursos maderables en SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México, especies más comúnmente asociadas al cacao: a) *Erythryna americana* Mill, b) *Cedrela odorata* L. (izquierda) y *Roystonea regia* Kunth (derecha), c) *Colubrina arborescens* (Mill) Sarg, d) *Diphysa robinoides* Benth.

Recursos no maderables en el SAF cacao

Se registraron 6,308 plantas de 29 familias y 53 especies. Las plantas se agruparon en seis categorías de uso de acuerdo a lo indicado por las familias que dependen de los SAF-cacao en Cárdenas, Tabasco.

Las 10 especies más sobresalientes por su frecuencia en el SAF-cacao se relacionan en el (Cuadro 2). La especie más comúnmente encontrada, fue *Heliconia latispatha* Benth con 1,663 plantas. Esta y otras especies comunes del SAF-cacao se observan en la figura 10.

Cuadro 2. Especies con mayor frecuencia de acuerdo al número de plantas registradas

Nombre común	Nombre científico	N° de Plantas	Porcentaje
Platanillo	<i>Heliconia latispatha</i> Benth	1,663	26.36
Hoja de To	<i>Calathea lutea</i> G.F.W. Meyer	653	10.35
Platano Cuadrado	<i>Musa paradisiaca</i>	408	6.47
Platano Macho	<i>Musa balbisiana</i>	386	6.12
Canna	<i>Canna indica</i> L.	351	5.56
Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.)	311	4.93
Macal	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> S.	307	4.87
Heliconia Pie gallo	<i>Heliconia psittacorum</i> L. f	292	4.63
Hierba Mora	<i>Solanum tuberosum</i> L.	248	3.93
Papaya Silvestre	<i>Carica mexicana</i> (A.DC.)	237	3.76
43 otras especies		1,452	23.02
	Total	6,308	100



a. Hojas y brácteas de *Heliconia latispatha* Benth



b. Fronda de Helecho (*Osmunda cinnamomea* L.)



c. Fruta de *Carica mexicana* (A. DC)
en el SAF-cacao



c. Planta de *Capsicum annum* L.,
en el SAF-cacao

Figura 10. Especies no maderables en el SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México, estas son las especies más frecuentemente encontradas: a. Hojas y brácteas de Heliconia (*Heliconia latispatha* Benth), b. Fronda de Helecho (*Osmunda cinnamomea* L., c. Fruta de *Carica mexicana* (A. DC), d. Planta de *Capsicum annum* L.

Uso de las especies maderables y no maderables del SAF-cacao

De las personas que dependen de los SAF-cacao, el 90% posee el mismo nivel de vida (tienen casa propia con piso firme, techo de concreto, el número de personas que viven ahí va de 3-6, y además obtienen otros ingresos como cultivo de caña de azúcar). Sin embargo, el 70% de ellas no le da ningún uso a los productos que se encuentran dentro del SAF cacao, el 20% los usa para autoconsumo y el 10% para venta. La producción de cacao es la razón principal del sistema. Lo que obtienen de ingreso por la venta de cacao, lo complementan con ingresos de otros cultivos como la caña de azúcar y de otras actividades. El 20% de las personas, usan estos productos para autoconsumo; de los RM que utilizan para carpintería, horcones, postes, vigas para techo, y de los residuos para combustible de uso diario (leña) se obtienen ingresos anuales en promedio de \$2,370.00. Los RNM como el plátano (*Musa sapientum* L.),

hoja de plátano, papaya silvestre (*Carica mexicana* A.DC.), hoja de tó (*Calathea lutea* Aubl Schult), hoja de momo (*Tradescantia sphatacea* Sw.), chile amashito (*Capsicum annum* L.), hierba buena (*Mentha sativa* L.), matalí (*Xanthosoma sagittifolium* Schott), perejil (*Eryngium foetidum* L.), cundeamor (*Mormodica charantia* L.), achiote (*Bixa orellana* L.), son indispensables para el hogar; por lo tanto, ahorran el dinero que gastarían para comprar estos productos. El 10% de la población que tiene plantaciones de cacao vende sus RNM (frutales, hortalizas, ornamentales y especias) en los mercados locales, generando ingresos en promedio de \$502.50/año.

Los productores que no usan los productos del SAF-cacao, es porque, no les interesa la diversidad de recursos, les interesa la producción de cacao.

Clasificación de especies de acuerdo al uso

Las plantas registradas como recursos no maderables en los SAF-cacao, se clasificaron en seis categorías de uso (Figura 11): Ornamentales, Frutales, Hortalizas, Medicinales, Forrajeras y Especias. De estas categorías las plantas o especies más predominantes fueron las ornamentales, frutales y hortícola con 2,719, 1776 y 1,578 plantas, respectivamente. Del total de las plantas se encontraron más ornamentales debido a su rápido crecimiento y distribución, al ser plantas que se encuentran comúnmente en los SAF-cacao y las personas no le dan importancia para su uso.

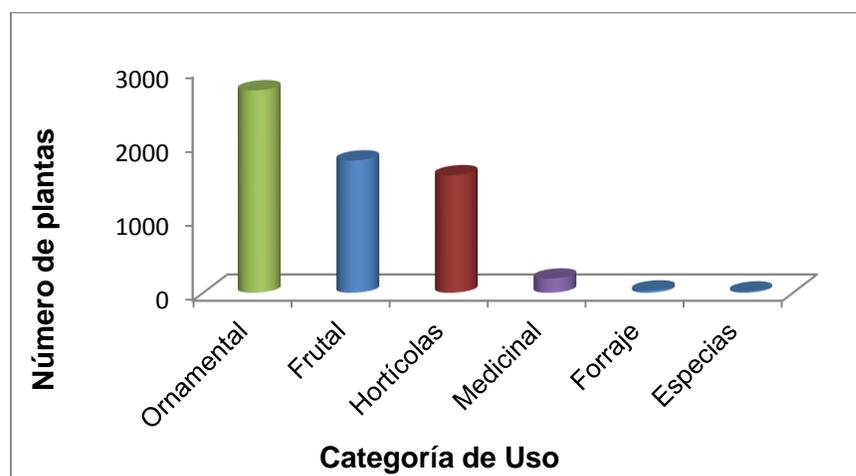


Figura 11. Número de plantas por categoría de uso, encontradas en el sistema agroforestal cacao en Cárdenas, Tabasco, México.

Porcentaje de distribución de las especies y su clasificación

No obstante, las plantas más frecuentes en los SAF-cacao fueron las ornamentales, es menor el uso que le dan las personas a esta categoría, debido a la falta de importancia que le puedan dar para obtener ingresos por venta de estas plantas. Las categorías de mayor uso son consideradas como frutales, hortícolas y medicinales, éstas últimas son las que ocupan las personas para autoconsumo (Figura 12).

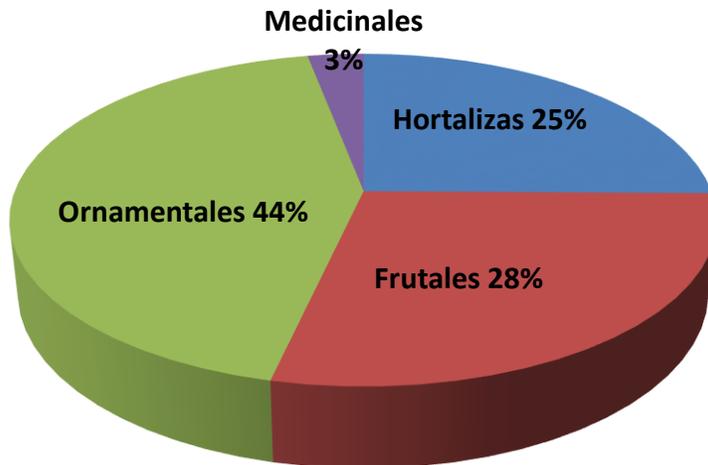


Figura 12. Porcentaje de las cuatro categorías de uso más frecuentes de las especies del SAF-cacao en Cárdenas, Tabasco, México.

Existencias de C ($t\ ha^{-1}$) en el SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México

Estimación de carbono y rendimiento de CACAO (hipótesis b)

En total se encontraron 3,239 árboles maderables en los sistemas agroforestales de cacao muestreados. El rango de edad de estos sistemas fue de 11 – 29 años. La media de árboles por hectárea fue de 324 árboles con un rango de 58 – 580. Los árboles que aportaron sombra fueron de diferentes especies, pero la especie más común fue *Erythrina americana* con 1678 árboles (51.88%). Esta especie midió en promedio 9.96 m de altura, con DAP de 1.0 m; es una especie leguminosa muy común en todos los SAF-cacao en el estado de Tabasco y contribuye de manera importante en las existencias de C.

Las existencias de C registradas en biomasa aérea en los SAF-cacao en Cárdenas Tabasco promediaron 120 t ha^{-1} . Como se observa en la (Figura 13), la densidad de, la diversidad y la edad de árboles, son factores importantes en la mayor o menor existencia de C. A mayor densidad de árboles, mayor biomasa y mayor almacenamiento de C, sin necesariamente menor rendimiento de cacao. Somarriba *et al.* (2012), menciona que los rendimientos de cacao disminuyen de forma no lineal con el aumento de la sombra, por ello sostiene que es posible diseñar los SAF-cacao óptimos para que aporten altos rendimientos de cacao y grandes cantidades de C.

Las existencias de C registradas en los SAF-cacao muestreados en el presente estudio, están muy por arriba o en promedio dentro de los rangos medidos en otras partes del mundo como en Brasil y Costa Rica. Puede haber cacaotales que almacenan hasta 200 t C ha^{-1} , en tanto otros no llegan a las 75 t C ha^{-1} . De acuerdo a una escala propuesta por Somarriba *et al.* (2008), un nivel medio de carbono total, y adecuado para no perjudicar la producción de cacao está entre $80\text{-}120 \text{ t C ha}^{-1}$. Según esta escala, el municipio de Cárdenas está en el límite de ese rango al promediar 120 t C ha^{-1} en biomasa aérea.

Las reservas de C en SAF-cacao en América Central, acumulan 9 t C ha^{-1} (18% del C en la biomasa aérea), el mayor porcentaje lo almacenan los árboles maderables (Somarriba *et al.*, 2012). Somarriba y Beer (1999) demostraron que en plantación de cacao con sombra *Erythrina sp.*, hay una fijación de entre $10 \text{ y } 22 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

En un estudio en Talamanca Costa Rica Cerda *et al.* (2013), determinó que el C almacenado en SAF-cacao en biomasa aérea fue de 52.7 t ha^{-1} . Ortiz *et al.* (2008), en un estudio en Panamá en SAF-cacao reportaron valores de $43\text{-}62 \text{ t C ha}^{-1}$ en biomasa aérea. En Brasil en SAF-cacao de 30 años el C fue de 32 t ha^{-1} (Gama *et al.*, 2011). Estos resultados son inferiores a lo encontrado en Cárdenas Tabasco.

Sin embargo, Wade *et al.* (2010), en SAF-cacao en plantaciones de 50 años, en Ghana, África, registraron hasta 131 t C ha^{-1} de C en biomasa aérea. En otro estudio para la contribución de los SAF en la captura de C en la selva alta de Tingo María Perú, se afirma que los resultados fueron de 94.3 t C ha^{-1} por año en la biomasa vegetal del SAF (Hidalgo, 2011).

Los resultados del presente estudio coinciden con lo que afirma Dixon (1995) de que el potencial para el almacenamiento de C de los SAF oscila entre 12 y 228 t C ha⁻¹, y en promedio es de 120 t C ha⁻¹ teniendo mayor potencial en las zonas del trópico húmedo.

En otra investigación sobre almacenes de C en la Unidad de Manejo Forestal 2708CE-CentroTabasco se encontró que las plantaciones bajo un sistema de arbolado mixto representan alto valor comercial por el almacenamiento de C con un precio de USA (\$) 359.64 ha⁻¹ y justifica el valor que los SAF pueden tener para el pago como bonos de C (Pérez y Calderón, 2011).

La metodología empleada en la presente investigación es factible de aplicarse no solo en el país sino también en otros países. En México puede emplearse por las instituciones de gobierno para obtener información sobre proyecciones de acumulación de C en SAF-cacao o en sistemas similares como el de café (*Coffea arabica*). En otros países, la metodología puede usarse para obtener información que sirva como punto de referencia para comparar cuanto C almacenan sus plantaciones de cacao y emplear esta información como parte de sus estrategias de mitigación de cambio climático.

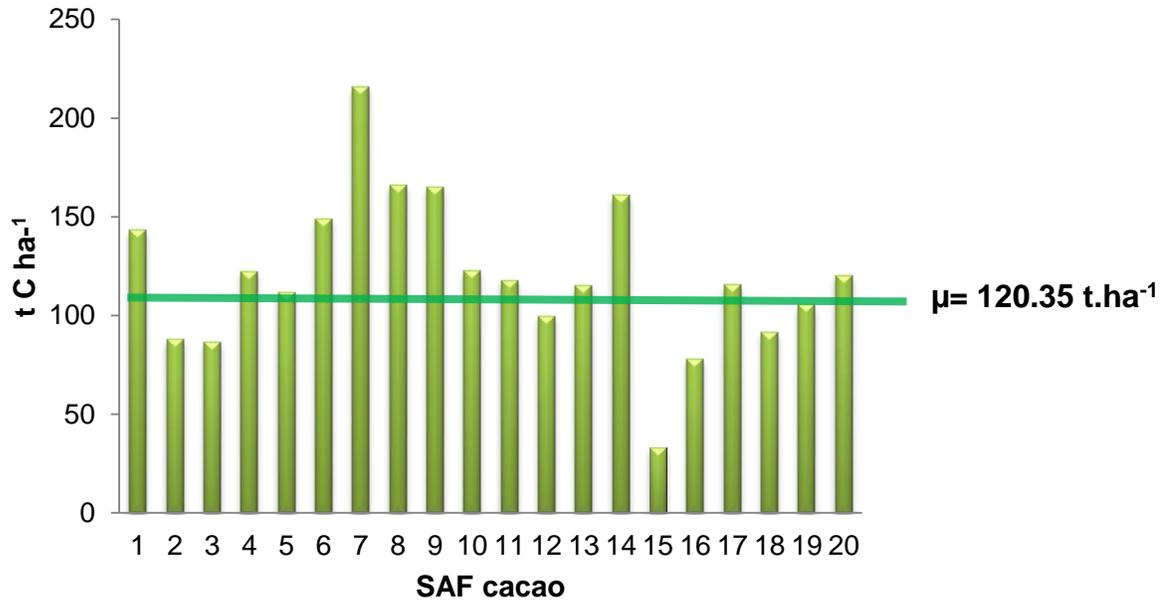


Figura 13. Existencias de C (t ha⁻¹) en biomasa aérea en 20 plantaciones del SAF cacao en Cárdenas, Tabasco México.

Valor económico del cacao y valor por el pago como bonos de C del SAF cacao en Cárdenas, Tabasco, México.

En esta investigación, en SAF-cacao con un rango de edad de 11 a 29 años, se obtuvo un rendimiento promedio de cacao (en baba) de 962.50 Kg. Con un precio de \$10.00 por kilogramo de cacao (en baba), se obtuvo un promedio de \$ 5,475.00 ha⁻¹. (±\$1681.75 ha⁻¹). Los costos de inversión promedio fueron de \$4,150.00 ha⁻¹ (±\$1631.11 ha⁻¹) (Cuadro 3). Estos datos son importantes para los productores de cacao, porque ellos son los que dependen de esta actividad, esto les permitirá comparar los ingresos que se obtienen por la venta de cacao con los ingresos que se obtengan de otros recursos de los SAF-cacao. Lo anterior puede contribuir a que no se enfoquen de manera directa sobre la producción de cacao, sino en la diversidad de productos que ofrecen los SAF-cacao y aprovechar los recursos que no reciben ningún uso para obtener más ingresos para la familia.

Cuadro 3. Rendimiento de cacao en baba y el ingreso que se obtiene en SAF cacao en Cárdenas Tabasco, México.

No. Plantación	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Ingresos (\$ ha ⁻¹)	Costos (\$ ha ⁻¹)	Ingreso neto (\$) por venta de cacao
1	1500	15,000.00	5,000.00	10,000.00
2	1000	10,000.00	5,000.00	5,000.00
3	700	7,000.00	2,000.00	5,000.00
4	1000	10,000.00	2,000.00	8,000.00
5	800	8,000.00	2,000.00	6,000.00
6	600	6,000.00	2,000.00	4,000.00
7	700	7,000.00	2,000.00	5,000.00
8	1000	10,000.00	5,000.00	5,000.00
9	600	6,000.00	2,000.00	4,000.00
10	1000	10,000.00	5,000.00	5,000.00
11	1500	15,000.00	7,000.00	8,000.00
12	1000	10,000.00	5,000.00	5,000.00
13	1000	10,000.00	5,000.00	5,000.00
14	1000	10,000.00	4,000.00	6,000.00
15	1100	11,000.00	6,000.00	5,000.00
16	1000	10,000.00	3,000.00	7,000.00
17	1000	10,000.00	5,000.00	5,000.00
18	1000	1,000.00	6,000.00	4,000.00
19	750	7,500.00	5,000.00	2,500.00
20	1000	10,000.00	5,000.00	5,000.00
Media	962.5	9,175.00	4,150.00	5,475.00
D. E.	238.9		4,559.54	
C. V.	24.8		109.86	

Fuente: elaboración propia derivado de la entrevista aplicado a productores de cacao realizada en el 2014.

La producción promedio de C estimado en el SAF-cacao en Cárdenas Tabasco fue de 120.35 t ha⁻¹; a un precio de U.S.A (\$) 7.5 por tonelada y a un valor de \$12.00 por dólar, se estimaron ingresos promedios de \$ 10,831.00 ha⁻¹ (Cuadro 4). Al comparar el ingreso por la producción de cacao y el ingreso por venta de bonos de C en un sistema agroforestal, se observa una diferencia del 50% a favor de los bonos de C. El pago por bonos de C implica la conservación de los árboles principalmente jóvenes de diferentes especies se debe considerar el no tirar los árboles y protegerlos para aumentar la cantidad de C en los SAF-cacao como lo indica Kanninen (1997). Además los productores no consideran gastos de mantenimiento del SAF-cacao, ya que la familia es la que realiza las actividades de mantenimiento. Los productores obtienen bajos ingresos por la venta del cacao, en comparación con lo que se podría obtener por la venta como bonos de C. Sin embargo, debido a que el pago de bonos de C es un proceso que puede ser tardado, una opción para los productores con el fin de obtener más ingresos de los SAF-cacao, es vender los recursos maderables y recursos no maderables del sistema. Esto es, contemplar el ingreso tangible (por la venta de cacao) y el no tangible (uso de productos forestales maderables y no maderables). Esto debido a que los productores mantienen sus cacaotales aun cuando el ingreso por venta de cacao no es redituable.

Cuadro 4. Valor económico de la producción de cacao y del Carbono capturado en 20 plantaciones de cacao en Cárdenas, Tabasco, México.

No. Plantación	Producción (kg ha ⁻¹)	Ingresos Cacao (\$ ha ⁻¹)	C en biomasa aérea (t ha ⁻¹)	Ingresos por C (\$ ha ⁻¹)
1	1500	10,000.00	143.29	12,896.07
2	1000	5,000.00	87.92	7,912.89
3	700	5,000.00	86.57	7,791.61
4	1000	8,000.00	122.07	10,986.32
5	800	6,000.00	111.90	10,071.24
6	600	4,000.00	148.98	13,408.40
7	700	5,000.00	215.75	19,417.58
8	1000	5,000.00	165.79	14,920.92
9	600	4,000.00	165.18	14,865.92
10	1000	5,000.00	122.45	11,020.37
11	1500	8,000.00	117.46	10,571.80
12	1000	5,000.00	99.85	8,986.38
13	1000	5,000.00	115.29	10,376.44
14	1000	6,000.00	160.98	14,488.42
15	1100	5,000.00	33.04	2,973.68
16	1000	7,000.00	77.83	7,004.33
17	1000	5,000.00	115.53	10,397.86
18	1000	4,000.00	91.42	8,227.85
19	750	2,500.00	105.39	9,485.48
20	1000	5,000.00	120.27	10,824.30
Media		10,831.39		5,475.00

Fuente. Entrevista a productores de cacao realizada en el año 2014 en Cárdenas Tabasco, México. Con un precio estimado de U.S.A (\$) 7.5 por tonelada de C y \$12.00 por dólar.

Rendimiento de cacao en los SAF cacao en Cárdenas Tabasco, México

El rendimiento promedio de cacao reportado por los productores fue de 962.5 ± 238.8 kg.ha⁻¹. El 70 % de los productores reportó rendimientos arriba de la media (Figura 14). Con estos rendimientos, el ingreso neto promedio por la venta de cacao en baba es de \$5,475.00; este ingreso no es redituable para los productores por que no cubre los gastos de inversión.

Sánchez (2014) en un estudio en Comalcalco Tabasco, reportó un rendimiento promedio de cacao de 230.2 kg ha⁻¹ e ingresos de \$2362.40 por familia por venta de

cacao en baba. Estos datos están muy por abajo de lo que se obtiene en esta investigación. Una posible explicación de la citada diferencia es la edad de las plantaciones. En Comalcalco son plantaciones viejas con un promedio de edad de 58 años y en el área de estudio en Cárdenas se evaluaron plantaciones jóvenes de 20 años de edad en promedio.

Dos productores presentaron el máximo rendimiento y dos el mínimo. Lo primero se atribuye al buen manejo de plantaciones, como resultado del programa Organización Internacional del Cacao ICCO-Nestlé. Este programa consiste en capacitar a productores de cacao para que realicen un buen manejo. El manejo adecuado del SAF-cacao asegura una buena producción que es comercializada por el mismo programa. Otro factor que contribuye a una alta producción de cacao, es que los productores visitan de manera constante sus plantaciones y llevan un sistema de control en todo el ciclo de producción. Con ello los rendimientos e ingresos que obtienen cubren los gastos de inversión.

Los rendimientos de cacao mínimos registrado, son resultados de la poca importancia que los productores dan a sus plantaciones, porque dependen de otros cultivos como la caña de azúcar, y tienen como segunda opción el SAF-cacao. Otro factor que lleva a los bajos rendimientos de cacao es la moniliasis, enfermedad causada por el hongo *Moniliophthora roreri*. El hongo afecta directamente los frutos en cualquier estado de desarrollo y por lo tanto lleva a la baja producción. El rendimiento promedio de cacao (en baba) en esta investigación fue de 962.5 kg.ha⁻¹ el cual es más alto que el reportado para Guerrero (910 Kg.ha⁻¹), Tabasco (450 Kg. ha⁻¹), Chiapas (450 Kg.ha⁻¹), y el de la región de la Chontalpa (540 Kg.ha⁻¹) (SIAP, 2013). Esta última considerada como la más productora en el estado de Tabasco.

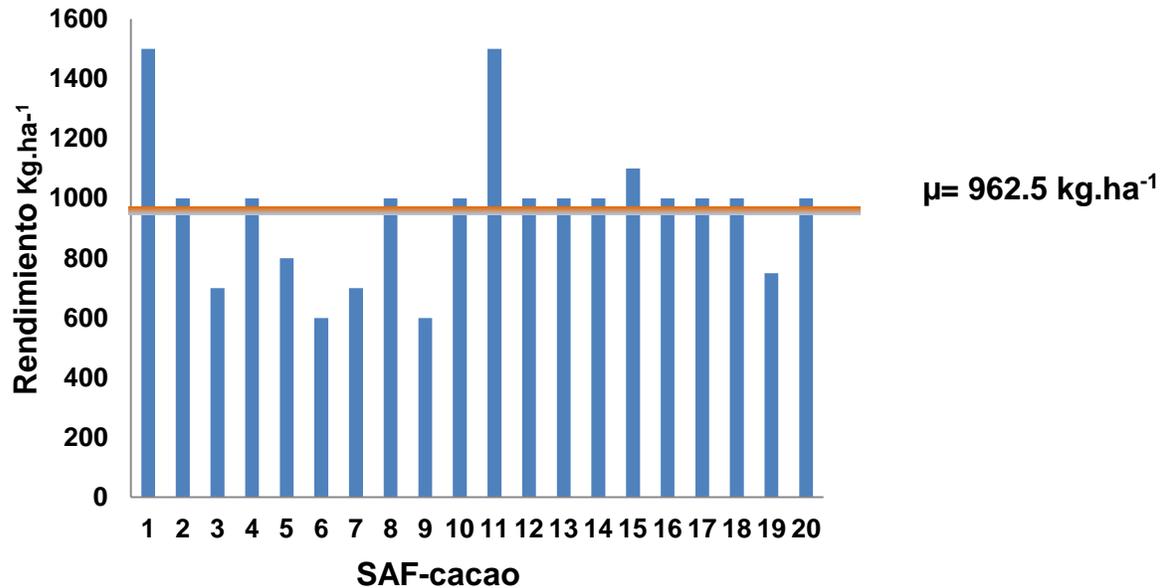


Figura 14. Rendimiento de cacao en 20 sistemas agroforestales de cacao en Cárdenas, Tabasco, México.

VII. DISCUSIÓN GENERAL

En el SAF-cacao, se registraron 3,239 árboles de sombra, pertenecientes a 56 especies y 27 familias. Las especies más predominantes fueron: *E. americana* y *C. odorata*. Esto coincide con lo reportado por García (1983) y Sánchez (2012). En densidad, se registró una media de 324 árboles ha⁻¹, variando de 58 a 544 árboles ha⁻¹. Somarriba *et al.* (2000), registraron 278 árboles ha⁻¹ y Mogollón *et al.* (1996), en Venezuela reportaron 300 árboles ha⁻¹. Ambos autores reportaron que en su estudio predominó la familia Fabaceae.

Como recursos no maderables se registraron 6,308 plantas. Las 10 especies más sobresalientes por su frecuencia en el SAF-cacao fueron: *Heliconia latispatha* Benth, *Calathea lutea* G.F.W. Meyer, *Musa paradisiaca*, *Musa balbisiana*, *Canna indica* L., *Hylocereus undatus* (Haw.), *Xanthosoma sagittifolium* S., *Heliconia psittacorum* L. f, *Solanum tuberosum* L., *Carica mexicana* (A.DC.), de estas destaca la *Heliconia*

latispatha Benth con 1,663 plantas (20% del total). Los RNM se agruparon en seis categorías de uso de acuerdo a lo indicado por las familias que dependen de los SAF-cacao en Cárdenas, Tabasco. Estos usos fueron: ornamental, frutal, hortícola, medicinal, forraje y condimento.

De las personas que dependen de los SAF-cacao, el 70% no le da ningún uso a los productos que se encuentran dentro del SAF-cacao, el 20% los usa para autoconsumo y el 10% para venta. El 20% de las personas, usan estos productos para autoconsumo. Los recursos maderables los utilizan para carpintería, horcones, postes, vigas para techo, y residuos para combustible de uso diario (leña); de estos recursos se obtienen ingresos anuales promedio de \$2,370.00. El 10% de la población vende sus productos a los mercados locales, generando ingresos por estos productos. Por la venta de los RNM (frutales, hortalizas, ornamentales y especias) se obtiene de ingreso un promedio de \$502.50 por año.

En cuanto a las existencias de C ($t\ ha^{-1}$), se obtuvo un promedio de $120.35\ t\ C\ ha^{-1}$, el cual representa un ingreso promedio de $\$10,831.5\ ha^{-1}$, si se vendiera como bonos de C. Esta venta implicaría considerar la densidad, la diversidad y la edad de árboles jóvenes como factores importantes que contribuyen en la mayor existencia de C. Las existencias de C calculadas en esta investigación están entre los rangos reportados en países como Costa Rica y Brasil. Comparando el ingreso por venta de cacao en baba ($\$ 5,475.00\ ha^{-1}$) con el ingreso por la venta potencial de bonos de C, se afirma que este último es 50% mayor que los ingresos por venta de cacao.

VIII. CONCLUSIONES

El SAF-cacao concentra gran cantidad de recursos maderables y no maderables. Al analizar la productividad de estos sistemas en Cárdenas, Tabasco se cuantificaron las especies y se obtuvo información sobre el uso actual de todos los recursos forestales maderables y no maderables. De los recursos maderables se registraron 56 especies y 27 familias, la especie más común fue *Erythrina americana* con más del 50%. De los recursos no maderables se registraron 6,308 plantas de 53 especies agrupadas en 29

familias; la especie más común fue *Heliconia latispatha* Benth de la familia Heliconiaceae; otras especies comunes fueron *Calathea lutea* (Marantaceae) y *Musa paradisiaca* (Musaceae). Los recursos no maderables del sistema agroforestal cacao se clasificaron en seis categorías de uso: Ornamentales, Frutales, Hortícolas, Medicinales, Condimentos y Forrajes. El 70% de las personas no le dan ningún uso a los productos que se encuentran dentro del SAF cacao; el 20 % lo usan para autoconsumo y solo el 10% se destina para venta. Se afirma que el ingreso por la venta de la producción de cacao se complementa con los ingresos que se obtienen por venta de los recursos maderables y no maderables, aun este ingreso combinado no supera el ingreso potencial por la posible venta de bonos de C. Como parte de la productividad de los SAF-cacao, los ingresos por venta de cacao en baba en promedio fueron de \$5,475 ha¹; y los ingresos estimados por bonos de C en promedio fueron de \$10,831.00.

Se estimó el C almacenado en la biomasa aérea. Conociendo los almacenes de C fue posible evaluar económicamente los rendimientos de cacao y el pago como bonos de C y determinar que las plantaciones de cacao siguen siendo almacenes importantes de C, los cuales deben conservarse, por que prestan servicios ambientales.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar importancia a todos los recursos que ofrecen los SAF-cacao para obtener ingresos por la venta de productos diversos.
- Llevar un buen manejo de los SAF-cacao para obtener más producción de cacao.
- Ofrecer la presente información a las instituciones gubernamentales y no gubernamentales ya que la cobertura arbórea del sistema agroforestal cacao es muy importante para mitigar los efectos del cambio climático y los productores cacaoteros deberían recibir un pago por mantener dicho sistema.

VIII. LITERATURA CITADA

- Alcudia A. A., Valenzuela Q. F., Van D. W. H., Villanueva L. G. y Hernández D. S. 2009. Densidad de plantación, luz, manejo y productividad de Cacaotales en Comalcalco Tabasco. Consultado: http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agricultura. Fecha de consulta: 18/08/2014.
- Alvarado E. 2006. Línea base para la caracterización de la cadena productiva de cacao y diagnóstico de la cooperación entre actores. APROCACAOH- CATIE. 40 p.
- Banco mundial. 2011. Consultado: www.bancomundial.org.mx. Fecha de consulta: 25/07/2011.
- Bárcenas P. G. M. y Ordóñez C. V. R. 2008. Calidad de la madera de los árboles de sombra. En: Manson V. R. H., Hernández O. V., Gallina S. and Mehltreter K. (eds.) Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz biodiversidad, manejo y conservación. INECOL, INE-SEMARNAT. 322 p.
- Beer J. H. and McDermot M. J. 1989. The economic value of Non-timber Forest Products in Southeast Asia. Netherlands Committee for the IUCN. Amsterdam. 2nd Edition.
- Beer J. W., Muschler R., Kass D. and Somarriba E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems*. 4: 175-189.
- Brown S. 1990. Volume expansion factors for tropical forests. Unpublished Paper, Prepared for the Forest resource Assessment-1990 Project.
- Brown S., A E Lugo. 1984. Biomass of tropical forests: A new estimate based on forest volumes. *Science* 223:1290-1293.
- Calvo G. R. y Guizar M. A. 2004. Plan rector del sistema producto cacao. SAGARPA y SDR. 90 p.

- Camacho S.M.A., Reyes G. V., Miranda Q. M. y Segura B. O. 2002. Gestión local y participación en torno al pago por servicios ambientales. Estudios de casos en Costa Rica: Ford- Prisma, 2002, 111 p.
- Casanova L F., Petit A.J. and Solorio S. J. 2011. Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. Rev. Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 17(1), 133-143.
- CESVETAB. 2009. Identificación y control de la moniliasis del cacao. Consultado: http://www.cesvetab.com/web/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=22&showall=1. 12/02/11.
- Cerda B. R., Espin C. T., Sifuentes M. 2013. Carbono en sistemas Agroforestales de cacao de la Reserva Indígena Bribri de Talamanca, Costa Rica. Avances de investigación. Agroforestería en las Américas. No 49. 33-41.
- Combe J. y Budowski G. 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales. Sistemas agroforestales en América Latina. Turrialba, Costa, Rica. pp. 17-48.
- CONAFOR. 2006. Consultado en: www.conafor.gob.mx/.../PSA_CABSA1.pdf y www.conafor.gob.mx. Disponible en: Servicios ambientales y cambio Climático. pp 6-76. Fecha de consulta: 26/08/2014.
- CONAFOR. 2013. Consultado en: www.conafor.gob.mx/.../PSA_CABSA1.pdf y www.conafor.gob.mx. Disponible en: Servicios ambientales y cambio Climático. Fecha de consulta: 26/08/2014.
- Córdova A.V. 2005. Organización campesina en la reconversión del cacao tradicional a orgánico en Tabasco, México. En: Aragón García A, López-Olguín JF, Tapia-Rojas AM (eds) Manejo Agroecológico de Sistemas. Dirección de fomento editorial, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. 180 p.
- Córdova A.V., Mendoza-Palacios J.D., Vargas-Villamil L., Izquierdo-Reyes F. y Ortiz-García C.F. 2008. Participación de las organizaciones campesinas en el acopio

- y comercialización del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 24(2): 147-158.
- Dauber E. 1997. Propuesta para la elaboración de tablas volumétricas y/o factores de forma. BOLFOR. USAID, Santa, Cruz, Bolivia. 511-0621. 16 p.
- Díaz C. A. 2002. Características de la distribución de la radiación fotosintéticamente activa y de la estructura del dosel en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el estado de Tabasco. Tesis Maestría en Ciencias; Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. 103 p.
- Díaz del C.B. 1986. Historia verdadera de la conquista de la nueva España, Ed. Valle de México, S.A. de C.V. México. Capítulo. 2. 39-69 pp
- Dixon K. 1995. Sistemas agroforestales y gases de invernadero. *Agroforestería en las Américas*. 2 (7) 22-26.
- Falconer J. 1996. Desarrollo de marcos de investigación de productos forestales no madereros: Experiencia de Ghana. En: M. Ruiz-Pérez y J. E. N. Arnold (Eds). *Problemas actuales de productos no maderables del bosque investigación*. Centro para la Investigación Forestal Internacional Bogor Indonesia. Pp.143-160.
- FAO. 1995. Memoria- consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe. Serie forestal N. 1. Dirección de productos forestales, oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.
- FAO. 2000. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Documento de Trabajo 22. Roma. 104p
- FAO. 2004. Inventario forestal nacional. Manual de campo modelo. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales (ERF). Guatemala. 89 p.

- FAO. 2006. Manejo de tierras forestales, de pastoreo y cultivadas para aumentar la captura de Carbono en los suelos. Consultado: www.fao.org/docrep. 18/09/14.
- FAOESTAT. 2011. Sistema Estadístico de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Fonafifo 2008. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. Consultado en: http://www.fonafifo.com/paginas_espanol/servicios_ambientales/servicios_ambientales.htm. Fecha de consulta: 20/08/14.
- Gama R. E.F., Gama R. A.C; and Nair P. K. R. 2011. Soil carbon sequestration in cacao agroforestry systems: a case study from Bahia, Brazil. In Kumar, BM; Nair, PKR. (Eds.). Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges. New York, USA, Springer-Science. Advances in Agroforestry no. 8. p. 85-99.
- García L. J. L. 1983. Los árboles utilizados como sombra de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Comalcalco, Tabasco. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo México. 50 p.
- González, Y. y Cuadra C. M. 2004. Estandarización de unidades de medidas y cálculo de volúmenes de madera. INAFOR. 22 p.
- Hidalgo P. C. 2011. Determinación de las reservas totales de carbono en un sistema agroforestal de la Selva Alta de Tingo María. Aporte Santiaguino. Vol.4 n. 1
- ICCO. 2013. Organización Internacional del Cacao. Informe Anual 2011/2012.
- Jiménez F. y Muschler R. 1999. Conceptos Básicos de Agroforestería “Introducción a los Sistemas Agroforestales. Proyecto Agroforestal CATIE. Serie de Materiales y Enseñanza. En proceso de Publicación. Turrialba, Costa Rica, 1999. 33 p.
- Jiménez F., Muschler R. and Kopsell E. 2001. Funciones y Aplicaciones de Sistemas Agroforestales. Proyecto Agroforestal CATIE. Serie de Materiales y Enseñanza No. 46. Turrialba, Costa Rica, 2001. 187 p.

- Kanninen M. 1997. Los bosques y el cambio global. En tercer congreso forestal Centroamericano (2. 1997 San José). Resúmenes de Ponencias del III Congreso Forestal Centroamericano. Costa Rica. 1997. pp 2-5.
- Kursten E. and Burschel P. 1993. CO₂- mitigation by agroforestry. *Water, Air and Soil Pollution*. 70: 533-544.
- Loetsch F., Zohrer F., Haller K. E. 1973. *Forest Inventory*. Munich, BLV. Vol. 2. 469 p.
- López A. P. A., Delgado N. V. H., Azpeitia M. A., López A J. I., Jiménez C. J. A., Flores R. A., Fraire S. L. y Castañeda C. R. 2005. El cacao en Tabasco: manejo y producción. INIFAP; ISPROTAB. Tercera edición. (eds): Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 54 p.
- Maciel R., Reydon B., Costa, J. and Sales, G. 2014. Paying for Environmental Services. *Journal of Environmental Protection*. 5: 423-433.
- Mayrand K. and Pakin M. 2004. Lepaiement pour les services environnementaux: Etude et evaluation des systemes actuels. Présenté par: unisféra international centree. Commission de coopération Environnementale de l Amerique duo nord Montréal. 67 p.
- Mayrand K. y Pakin M. 2006. Pago por servicios ambientales: estudios y evaluación de esquemas vigentes: Experiencia de servicios ambientales en países de Centroamérica y del cono sur. 58 p.
- Mogollón J. P., García M. J., Sánchez L. F., Chacón N. y Araujo J. 1996. Nitrógeno potencialmente disponible en suelos de cafetales bajo diferentes árboles de sombra. UNEFM. 12 p.
- Mora F. y Hernández W. 2007. Estimación del volumen comercial por producto para rodales de teca en el pacífico de Costa Rica. 12 p.

- Mutuo P.K., Cadisch G., Albrecht A., Palm C.A and Verchot L. 2005. Potential of agroforestry for carbon sequestration and mitigation of greenhouse gas emissions from soils in the tropics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 71: 43-54.
- Navarro P. M. y Mendoza A. I. 2006. Guía técnica para promotores. Cultivo del cacao en sistemas agroforestales. PRODESOC. Río San Juan, Nicaragua. 67p.
- OEIDRUS (2007). Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. 2007. Mosaico estatal de cultivo geo-referenciación de cacao. 1 p. Consultado en: http://www.campotabasco.gob.mx/sispro/mapas/cacao_estatal.pdf. Fecha de consulta: 10/10/11.
- Opoku A. K., Oppong K. F., Acheampong K. and Amoah M.F. 2011. Long Term Assessment of the Agronomic and Economic Benefits of Cocoa Food Crop Intercropping in the Absence of Fertilizer Application. *Institute of investigation Cocoa de Ghana*. 2(2): 186-197.
- Ospina A. A. 2002. La Agroforestería: un saber popular. Unidad de Investigación Fundación Ecovivero 2 p. Consultado: <http://www.ecovivero.org/Ecoarticuloabril.pdf>. Fecha de consulta: 12/05/2011.
- Ortiz, A; Riascos, L; Somarriba, E. 2008. Almacenamiento y tasas de fijación de biomasa y carbono de cacao en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao*) y laurel (*Cordia alliodora*). *Agroforestería en las Américas* 46: 26-29.
- Pagiola, S. and Gunars P. 2002. Payments for Environmental Services. World Bank, Washington, D.C. pp 1-4.
- Pérez C. M., Equihua M A, Romero N J, Sánchez S S, García L E. y Bravo M H. 2009. Escolítidos (Coleoptera: scolytidae) asociados al agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Colegio de Posgraduados Campus Tabasco y Montecillo*. 8 p.

- Pérez F. y Calderón B. 2011. Fijación de carbono de siete comunidades vegetales en la UMAFOR 2708CE, Tabasco. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. En memoria del X Congreso Mexicano de Recursos Forestales, noviembre 21-24. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca de Hidalgo México. 7 p.
- Pritchard M. R. and Nair P. K. R. 2006. Indigenous agroforestry systems in Amazonia: from prehistory to today. *Agroforestry Systems* 66:151–164.
- Ramírez M. A. 2009. Diversidad florística y macrofauna edáfica en plantaciones agroforestales de cacao en Cárdenas Tabasco. Tesis Maestría en Ciencias- Colegio de Postgraduado Campus Tabasco. 86 p.
- Ramos R. R. 2001. Análisis del uso sustentable de los suelos con plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco, México, aplicando sistemas de información geográfica. Tesis Maestría en Ciencias Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. 146 p.
- Ribaski J. 2009. Ventajas de los sistemas agroforestales. Programa Cooperativo de Investigación e Innovación Agrícola para los Trópicos Sudamericanos (Procitropicos). 4 p. Consultado en: <http://www.procitropicos.org.br>. Fecha de consulta: 18/09/14.
- Rivas T. D. 2006. Evaluación de los recursos forestales. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). 26 p.
- Roa R. H. A., Salgado M. M. G. y Álvarez H. J. 2009. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Soconusco, Chiapas, México. *Acta Biológica Colombiana (ABC)*. 14 (3): 97-110.
- Ros-Tonen, M.A.F (Ed.) 1999. Seminar proceedings: NTFP Research in the Tropenbos Programme: Results and Perspectives.

- SAGARPA. 2010. Impulsa SAGARPA producción de cacao. Consultado en: http://www.actualidadesmexico.com.mx/2010/03/impulsa_sagarpa-producción-de-cacao/. Fecha de consulta: 24/03/11.
- Salgado M. M. G., Ibarra N. G., Macías S. J. E. and López B. O. 2007. Diversidad arbórea en cacaotales del Soconusco, Chiapas, México. *Interciencia*. 32 (11). 763-768.
- Sánchez, G. F. 2012. Recursos Maderables en el Sistema Agroforestal Cacao en Cárdenas Tabasco. Tesis de Maestría en Ciencias Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. 89 p.
- Sánchez L.S. 2014. Evaluación de los métodos de renovación en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco. Tesis de Maestría en Ciencias Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. 33 p.
- Sánchez, P.A. 1995. Science in Agroforestry. *Agroforestry Systems*. 30: 5-55.
- SEMARNAT 2008. Anuario Estadístico de la Producción Forestal México 2001-2008.
- SIAP 2013. Cierre de la Producción Agrícola por cultivo. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.
- SOCODEVI e INTA. 2006. Normas de inventario forestal para los planes de manejo predial. Proyecto de implantación de un modelo de desarrollo forestal sustentable en Argentina y Uruguay 19 p.
- Somarriba E. y Beer J. 1999. Sistemas agroforestales con cacao en Costa Rica y Panamá. *Agroforestería en las Américas*. 6: 22. 7-11.
- Somarriba E., Andrade H., Segura M., y Villalobos M. 2008. ¿Cómo fijar carbono atmosférico, certificarlo y venderlo para complementar los ingresos de productores indígenas de Costa Rica? *Agroforestería en las Américas* 46:81-88.

- Somarriba E., Cerda R., Orozco L., Cifuentes M., Davila H., Espin T., Mavisoy H., Ávila G., Alvarado E., Poveda V., Astorga C., Say E. Deheuvels. 2012. Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central America. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 173. 46-57.
- Sotomayor A., Garcia E., Gonzales M. y Lucero A. 2008. Modelos agroforestales. Sistema productivo integrado para una agricultura sustentable. Instituto Forestal de Chile (INFOR), Castilla 109 – C. 23 p.
- Tapia T. E. y Reyes C. R. 2008. Productos Forestales No Maderables en México: Aspectos Económicos para el Desarrollo Sustentable. *Madera y Bosques*. 14 (3): 95-112. Wade, ASI; Asase, A; Hadley, P; Mason, J; Ofori-Frimpong, K; Preece, D; Spring, N; Norris, K., 2010. Management strategies for maximizing carbon storage and tree species diversity in cocoa-growing landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138: 324-334.
- Watson R. T., Noble I. R., Bolin B, Ravindranath N. H., Verardo D. J. and Dokken D. J. 2000. Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Special report. Cambridge Univ. Press. New York. 9 p.
- Yanez-García M. 1994. El cacao: Origen, Cultivo e industrialización en Tabasco, Centro de investigación de Ciencias Agropecuarias, UJAT. 87 pp.
- Zarco E. V. M., Valdez H. J. L., Ángeles P. L. and Castillo A. O. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal agua blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 26 (1):1-17

VII. ANEXO

Anexo 1.- Cuestionario aplicado a productores de cacao 2014.



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS TABASCO

PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO, EN CARDENAS TABASCO.

El presente cuestionario tiene como objetivo analizar la productividad en un sistema agroforestal cacao en Cárdenas Tabasco, forma parte del proyecto de investigación de tesis de maestría del Colegio de Postgraduados. La información obtenida es de carácter confidencial y ayudará a conocer la cantidad de productos o recursos que se encuentran dentro del sistema cacao. Con el estudio se realizarán propuestas para la toma de decisiones en beneficio a productores cacaoteros del estado de Tabasco.

Con base a lo anterior, agradeceré su amable cooperación voluntaria en la información que usted me proporcione.

Nombre del investigador: _____ Institución: _____ Zona
 Estudio: _____ Fecha de Aplicación: _____ Nombre del
 Entrevistado _____ No. de cuestionario: _____.

1. Composición familiar

a)	b)	c)	d)	e)	f)
Nombre completo	Edad	Sexo	Parentesco	Edo. Civil	Ocupación
Anotar a las personas que viven en la casa Indicar de mayor menor, empezando con el jefe de familia, conyugue, hijos solteros, después los casados (si los hay), su conyugue y los hijos y al final aquellos que tengan otro parentesco.	Indicar los años cumplidos	1. Masculino 2. Femenino	1. Jefe 2. Conyugue 3. Hij@ 4. Abuel@ 5. Yerno 6. Nuera 7. Ti@ 8. Amig@ 9. Sirviente 10. Otro: ____	1. Solter@ 2. Casad@ 3. Union Libre 4. Divorsiad@ 5. Separad@ 6. Viud@ 7. No especifica 8. Otro _____	1. Agricultor@ 2. Ama de casa 3. Ganader@ 4. Comerciante@ 5. Profesionist@ 6. Emplead@ 7. Emplead @ de 8. Estudiante 9. Tecnic@ 10. Obrer@ 11. Otro _____
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

2. Tenencia de la tierra

a) Régimen de propiedad	b) No. de hectáreas Totales	c) Tipo de propiedad
1. Ejidal 2. Comunal 3. Privada 4. Otro: _____	_____	1. Propia 2. Rentada 3. Prestada 4. Otro: _____

3. De los productos alimenticios-hortalizas que se generan en la plantación de cacao, especificar el uso.

a) Productos	Si/No	b) Usos (Destino de la producción) 1) Venta 2) Autoconsumo 3) Venta y Autoconsumo 4) Ninguno 5) Otro
1. Chile A machito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Chile pico Paloma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Tomate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Momo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Tomatillo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Hierba mora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Quelite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Nopal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Calabaza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Macal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. De los productos alimenticios-frutales que se encuentran en la plantación de cacao, especificar uso

a) Productos	Si/No	b) Usos (Destino de la producción) 1) Venta 2) Autoconsumo 3) Venta y Autoconsumo 4) Ninguno 5) Otro
1. Plátano Tabasco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Plátano Macho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Papaya silvestre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Guanábana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Pitahaya	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Café	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Piña	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Guayaba	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Coco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Naranja Agria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Naranja Dulce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Mamey	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Aguacate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Mandar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. De los productos alimenticios-especias que se generan dentro de la plantación de cacao, especificar uso

a) Productos	Si/No	b) Usos (Destino de la producción) 1) Venta 2) Autoconsumo 3) Venta y Autoconsumo 4) Ninguno 5) otro
1. Momo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Achiote	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Perejil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Canela	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. De los productos medicinales que se producen dentro de la plantación de cacao, especificar uso.

a) Productos	b) Usos (Destino de la producción) 1) Venta 2) Autoconsumo 3) Venta y Autoconsumo 4) Ninguno 5) Otro
1. Cundeamor 2. Diente de león 3. Camalote 4. Siempre viva 5. Árnica 6. Mátali 7. Epazote 8. Maguey 9. Hierba buena 10. Otro	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div>

7. De los productos ornamentales que se producen dentro de la plantación de cacao, especificar uso.

a) Productos	Si/No	b) Usos (Destino de la producción) 1) Venta 2) Autoconsumo 3) Venta y Autoconsumo 4) Ninguno 5) Otro
1. Heliconia Pie de gallo 2. Lengua de Vaca 3. Palma de corozo 4. Platanillo 5. Macal 6. Hoja de to 7. Helecho 8. Lirio 9. Uva silvestre 10. Malvavisco 11. Otro	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div>

8.- De los productos forestales que se encuentran dentro de la plantación de cacao, indicar el uso.

a) Productos	Si/No	b) Usos (Destino de la producción) 1) Venta 2) Autoconsumo 3) Venta y Autoconsumo 4) Ninguno 3) Otro
1. Mote	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Cedro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Caoba	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Tatúan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Guácimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Chipilcoite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Cocoite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9.- Indicar quien labora en las actividades productivas del cacao.

a) Integrante Familiar (empezando con el jefe de familia)	b) Parentesco(Conyugue, hijo, nietos, sobrinos, etc)
1. _____	1. _____
2. _____	2. _____
3. _____	3. _____
4. _____	4. _____
5. _____	5. _____
6. _____	6. _____
7. _____	7. _____

10. Dinero invertido en la plantación de cacao (en bruto) en el 2013.

- a) No invirtió b) Menos de mil pesos c) Entre mil y 5 mil pesos d) Entre 5001 y 10 mil pesos
 e) Más de 10 mil pesos

11. Describa la forma en que ha sido invertido el dinero de la venta de su producción gasto/año.

1. Fertilizantes químicos	a) Si <input type="checkbox"/>	b) No <input type="checkbox"/>
2. Abonos naturales	a) Si <input type="checkbox"/>	b) No <input type="checkbox"/>
3. Herbicidas	a) Si <input type="checkbox"/>	b) No <input type="checkbox"/>
4. Insecticidas	a) Si <input type="checkbox"/>	b) No <input type="checkbox"/>
5. Control de plagas	a) Si <input type="checkbox"/>	b) No <input type="checkbox"/>
6. Pago a jornaleros: mantenimiento	a) Si <input type="checkbox"/>	b) No <input type="checkbox"/>
7. Pago a jornaleros: cosecha	a) Si <input type="checkbox"/>	b) No <input type="checkbox"/>
8. Asistencia técnica	a) Si <input type="checkbox"/>	b) No <input type="checkbox"/>

12. Ganancias de la producción de cacao en el 2013, porcentajes vendidos y beneficios

a) Producción total en toneladas	b) Qué porcentaje de lo cosechado vendió	c) A quien lo vendió	d) Porcentaje vendido	d) Precio por kg (moneda nacional)	e) Ganancia total (moneda nacional)
		1. Vecinos de la comunidad 2. coyote 3. Asociación Local 4. Asociación Regional 5. La Chocolatera 6. Mercado Nacional 7. Mercado Internacional			

13. Ingresos en el año por subproductos del cacao (valor agregado), especificar venta

a) Productos/venta	b) Venta/Mensual (\$)
1) Pozol con cacao	
2) Chocolate	
3) Artesanías	
4) Tierra para Sustrato	

14. Ingresos por productos y subproductos no maderables dentro de la plantación (valor agregado), especificar venta

a) Productos	b) Venta/Mensual (\$)
1) Hortalizas	
2) Frutales	
3) Condimentos	
4) Plantas medicinales	
5) Plantas ornamentales	

15. Ingresos en el año por productos y subproductos árboles maderables, especificar venta mensual.

a) Productos	b) Venta/Mensual (\$)
1) Madera	
2) Leña (combustible)	
3) Aserrío	
4) Otros	

16. De las ganancias obtenidas del cacao y de toda la plantación, indique las 5 opciones más importantes, 1 como más importante y 5 como menos importante

a) Actividades realizadas	b) Orden de importancia
Alimentación familiar	
Educación a hijos	
Salud	
Ropa	
Calzado propio	
Ahorro familiar	
Pago de deudas	
Inversión en la vivienda	
Adquisición de bienes electrodomésticos	
Gasto en transporte	
Reinversión en la plantación	
Fiestas	

Anexo 2. Recursos forestales maderables y su frecuencia, en sistemas agroforestales de cacao en Cárdenas Tabasco, México.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	No. de arboles	Frecuencia %
Moté	<i>Erythrina americana</i> Mill	<i>Fabaceae</i>	1678	51.81
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	<i>Meliaceae</i>	349	10.77
Tatuán	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill) sarg.	<i>Rhamnaceae</i>	300	9.26
Chipilcohite	<i>Diphysa robinoides</i> Benth	<i>Fabaceae</i>	188	5.8
Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L) Obs	<i>Rutaceae</i>	188	5.8
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	<i>Malvaceae</i>	87	2.69
Macuñis	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC	<i>Bignoniaceae</i>	81	2.5
Cocoite	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp	<i>Fabaceae</i>	68	2.1
Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol	<i>Urticaceae</i>	41	1.27
Cesniche	<i>Lippia myriocephala</i> Sch. Y Cham.	<i>Verbenaceae</i>	36	1.11
Macheton	<i>Inga sapindoides</i> Willd.	<i>Fabaceae</i>	20	0.62
Aguacate	<i>Persea americana</i> L.	<i>Lauraceae</i>	19	0.59
Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	<i>Anacardiaceae</i>	16	0.49
Erythrina	<i>Erythrina fusca</i>	<i>Fabaceae</i>	15	0.46
Corozo	<i>Scheelea liebmanii</i> Becc.	<i>Arecaceae</i>	12	0.37
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> Willd	<i>Meliaceae</i>	11	0.34
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	<i>Myrtaceae</i>	11	0.34
Chinin	<i>Persea schiedeana</i> C. G. Nees	<i>Lauraceae</i>	10	0.31
Castaña	<i>Artocarpus altilis</i> (Parq.) Forsb.	<i>Moraceae</i>	9	0.28
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	<i>Anacardiaceae</i>	9	0.28
Jinicuil	<i>Inga jinicuil</i> Schl.	<i>Fabaceae</i>	7	0.22
Melina	<i>Gmelina arborea</i> Roxb	<i>Verbenaceae</i>	7	0.22
Jolotzin	<i>Heliocarpus donnell-Smith</i> Rose	<i>Tiliaceae</i>	7	0.22
Mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	<i>Simarubaceae</i>	6	0.19
Amate	<i>Ficus insípida</i> Willd.	<i>Moraceae</i>	6	0.19
Tinto	<i>Haematoxylon campechianum</i> L.	<i>Fabaceae</i>	4	0.12
zapote	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) Moore	<i>Sapotaceae</i>	4	0.12
Guanabana	<i>Annona muricata</i> L.	<i>Anonaceae</i>	4	0.12
Anona	<i>Annona reticulata</i> L.	<i>Anonaceae</i>	4	0.12
Pochitoquillo	<i>Casearia javitensis</i> H.B.K.	<i>Flacourtiaceae</i>	3	0.09
Limon Criollo	<i>Citrus limonum</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	3	0.09
Tulipan de india	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	<i>Bignoniaceae</i>	3	0.09
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	<i>Sapotaceae</i>	2	0.06
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	<i>Arecaceae</i>	2	0.06
Mamey	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq) Moore.	<i>Sapotaceae</i>	2	0.06
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> L.	<i>Rutaceae</i>	2	0.06
Café	<i>Coffea arabica</i> L.	<i>Rubiaceae</i>	2	0.06

Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K.	<i>Malpigiaceae</i>	2	0.06
Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i> L.	<i>Rutaceae</i>	2	0.06
Naranja Grey	<i>Citrus grandis</i> (L.) Osb.	<i>Rutaceae</i>	2	0.06
Pitche	<i>Schizolobium parahybum</i> Blake	<i>Sapotaceae</i>	2	0.06
Ramón	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	<i>Moraceae</i>	1	0.03
Pimienta gorda	<i>Pimenta dioica</i> L.	<i>Myrtaceae</i>	1	0.03
Capulín	<i>Muntingia calabura</i> L.	<i>Tiliaceae</i>	1	0.03
Rabo de lagarto	<i>Zanthoxylum kellermanii</i>	<i>Rutaceae</i>	1	0.03
Hule	<i>Hevea brasiliensis</i> Muller-Arg.	<i>Euphorbiaceae</i>	1	0.03
Hule silvestre	<i>Castilla elástica</i> sessé in Cerv.	<i>Moraceae</i>	1	0.03
Huaya	<i>Melicoccus bijugatos</i>	<i>Sapindaceae</i>	1	0.03
Camaroncillo	<i>Ludwigia peruviana</i> L.	<i>Onagraceae</i>	1	0.03
Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Breyne	<i>Lauraceae</i>	1	0.03
Kan nich	<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	<i>Fabaceae</i>	1	0.03
Cola de venado	<i>Tabernaemontana chrysocarpa</i> Blake	<i>Apocynaceae</i>	1	0.03
Corcho	<i>Melaleuca quinquenervia</i>	<i>Myrtaceae</i>	1	0.03
Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	<i>Fabaceae</i>	1	0.03
Jícara	<i>Crecentia kujete</i> L.	<i>Bignoniaceae</i>	1	0.03
Barí	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	<i>Clusiaceae</i>	1	0.03
Total			3239	100%

Fuente. Inventario en campo 2014

Anexo 3. Recursos forestales No maderables y su clasificación, en sistemas agroforestales de cacao en Cárdenas Tabasco, México.

N. Común	N. Científico	Familia	Clasificación	No. de Plantas
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Frutales	19
Achiote	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Condimentos	12
Albaca	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae	Medicinal	2
Artemisa	<i>Artemisia vulgaris</i> (LINN)	Asteraceae	Medicinal	3
Café	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae	Frutales	9
Calabaza	<i>Cucurbita maxima</i> Duch	Cucurbitaceae	Hortalizas	2
Canela	<i>Zinnamomum zeylanicum</i> (Blume)	Lauraceae	Condimentos	1
Capulin	<i>Muntingia calabura</i> L.	Elaeocarpaceae	Frutales	2
Chile Amashito	<i>Capsicum annum</i> L.	Solanaceae	Hortalizas	58
Chile pico paloma	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Solanaceae	Hortalizas	4
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	Frutales	4
Cundeamor	<i>Mormodica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	Medicinal	6
Diente de leon	<i>Taraxacum officinale</i> Weber syn	Asteraceae	Medicinal	4
Gunabana	<i>Annona muricata</i> L.	Anonaceae	Frutales	15
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Frutales	1
Helecho	<i>Osmunda cinnamomea</i> L.	Pteridaceae	Ornamental	81
Platanillo	<i>Heliconia latispatha</i> Benth	Heliconiaceae	Ornamental	1663
Heliconia Pie gallo	<i>Heliconia psittacorum</i> L. F.cv.	Heliconiaceae	Ornamental	292
Hierba Buena	<i>Mentha sativa</i> L.	Lamiaceae	Medicinal	44
Hierba Mora	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Solanaceae	Hortalizas	248
Hoja de Tigre	<i>Diefenbachia picta</i> (Lood).	Araceae	Ornamental	3
Hoja de To	<i>Calathea lutea</i> (Aubl) Schult.	Marantaceae	Hortalizas	653
Lengua de vaca	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Araceae	Ornamental	13
Lirio	<i>Pancreatium litorale</i>	Amaryllidaceae	Ornamental	70
Macal	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> Schott	Araceae	Hortalizas	307
Maguey Morado	<i>Tradescantia sphatacea</i>	Commelinaceae	Medicinal	15
Malva Ecobilla	<i>Sida acuta</i> Burn.	Malvaceae	Ornamental	7
Malvaviscos	<i>Malvaviscus arboreus</i> L.	Malvaceae	Ornamental	115
Matali	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> Schott	Araceae	Ornamental y medicinal	32
Momo	<i>Tradescantia sphatacea</i> Sw.	Piperaceae	Hortalizas	124
Momo de chombo	<i>Sida acuta</i> Sw.	Piperaceae	Hortalizas	58
Monaguillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	Ornamental	80
Naranja Agria	<i>Citrus aurantium</i> (L)	Rutaceae	Condimentos	3
Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L)	Rutaceae	Frutales	192
Mandarina	<i>Citrus novilis</i> Andr.	Rutaceae	Frutales	3
Nopal	<i>Opuntia ficus-indica</i> L.	Cactaceae	Hortalizas	1

Ornato tepijilote	<i>Chamaedorea tepijilote</i> Liebm.	<i>Arecaceae</i>	Ornamental	22
Palma de corozo	<i>Scheelea liebmanii</i> Becc.	<i>Arecaceae</i>	Ornamental	17
Papaya Silvestre	<i>Carica mexicana</i> (A. DC)	<i>Arecaceae</i>	Frutales	237
Perejil	<i>Eryngium foetidum</i> L.	<i>Apiaceae</i>	Hortalizas	22
Piña	<i>Ananas comosus</i> L.	<i>Bromeliaceae</i>	Frutales	4
Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw)	<i>Cactaceae</i>	Frutales	311
Canna	<i>Canna indica</i> L.	<i>Cannaceae</i>	Ornamental	351
Platano Cuadrado	<i>Musa paradisiaca</i> L.	<i>Musaceae</i>	Frutales	408
Platano Macho	<i>Musa balbisiana</i> L.	<i>Musaceae</i>	Frutales	386
Plat-manz-morad	<i>Musa acuminata</i> L.	<i>Musaceae</i>	Frutales	65
Platano Tabasco	<i>Musa sapientum</i> L.	<i>Musaceae</i>	Frutales	121
Quelite	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	<i>Amaranthaceae</i>	Hortalizas	91
Siempre vive	<i>Gomphrena dispersa</i> Standl.	<i>Amaranthaceae</i>	Medicinal	85
Tomatillo	<i>Lycopersicum esculentum</i> var. <i>Ceraciforme</i>	<i>Solanaceae</i>	Hortalizas	2
Uva silvestre	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) AC.	<i>Ericaceae</i>	Medicinal	10
Zacate Gigante	<i>Pennisetum purpureum</i> CV.	<i>Poaceae</i>	Forrajero	30
Total				6308

Fuente. Inventario en campo 2014.

Anexo 4. Número de árboles, volumen y valor económico de C ha⁻¹ en sistemas agroforestales de cacao en Cárdenas Tabasco, México.

No. Plantación	No. Árboles	No. Arb/ha	Vol m ³ ha ⁻¹	t C ha ⁻¹	\$ (USA) ha ⁻¹	\$ C ha ⁻¹
1	290	580	179.11	143.29	1074.67	12896.07
2	225	450	109.90	87.92	659.41	7912.89
3	273	546	108.22	86.57	649.30	7791.61
4	109	218	152.59	122.07	915.53	10986.32
5	122	244	139.88	111.90	839.27	10071.24
6	152	304	186.23	148.98	1117.37	13408.40
7	183	366	269.69	215.75	1618.13	19417.58
8	154	308	207.24	165.79	1243.41	14920.92
9	244	488	206.47	165.18	1238.83	14865.92
10	149	298	153.06	122.45	918.36	11020.37
11	142	284	146.83	117.46	880.98	10571.80
12	197	394	124.81	99.85	748.86	8986.38
13	159	318	144.12	115.29	864.70	10376.44
14	272	544	201.23	160.98	1207.37	14488.42
15	29	58	41.30	33.04	247.81	2973.68
16	73	146	97.28	77.83	583.69	7004.33
17	93	186	144.41	115.53	866.49	10397.86
18	80	160	114.28	91.42	685.65	8227.85
19	87	174	131.74	105.39	790.46	9485.48
20	211	422	150.34	120.27	902.03	10824.30

Fuente. Inventario en campo 2014.

Anexo 5. Número de árboles, y medidas dasométricas para calcular volumen en SAF-cacao en Cárdenas Tabasco, México.

No. Plantación	No. Arboles	No. Arb/ha	Dap 1.30 (m)	Area Basal (m)	Altura(m)	Vol m³.ha⁻¹
1	290	580	405.10	249.11	5935.44	179.11
2	225	450	295.32	186.51	3536.40	109.90
3	273	546	317.06	181.83	4382.80	108.22
4	109	218	206.73	200.38	2238.65	152.59
5	122	244	244.66	204.30	2440.20	139.88
6	152	304	254.99	222.37	2934.30	186.23
7	183	366	285.10	249.85	4182.60	269.69
8	154	308	294.36	252.96	3059.60	207.24
9	244	488	392.98	293.67	4405.80	206.47
10	149	298	255.23	199.47	2906.80	153.06
11	142	284	264.60	209.46	2798.80	146.83
12	197	394	274.72	196.43	2841.40	124.81
13	159	318	231.69	171.14	171.14	144.12
14	272	544	283.25	174.07	6265.22	201.23
15	29	58	46.48	45.20	561.00	41.30
16	73	146	146.00	120.31	1692.00	97.28
17	93	186	185.18	155.95	2341.00	144.41
18	80	160	150.85	123.72	1982.00	114.28
19	87	174	160.32	127.37	2574.80	131.74
20	211	422	96.34	18.78	1689.20	5.78

Fuente. Inventario en campo 2014.