



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS TABASCO

PROGRAMA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO

**RECONVERSIÓN PRODUCTIVA EN CACAOTALES PARA
INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD**

SERGIO ALEXANDER LÓPEZ JUÁREZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS


H. CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO

2015

La presente **Tesis** titulada: **Reconversión productiva en cacaotales para incrementar su productividad**, realizada por el alumno: **Sergio Alexander López Juárez**, bajo la dirección del **Consejo Particular** indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TROPICO
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. ÁNGEL SOL SÁNCHEZ

ASESOR:



DR. VÍCTOR CÓRDOVA ÁVALOS

ASESOR:



DR. FELIPE GALLARDO LÓPEZ

H. Cárdenas, Tabasco, México a 26 de Junio de 2015

RECONVERSIÓN PRODUCTIVA EN CACAOTALES PARA INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD

Sergio Alexander López Juárez, M. C.

Colegio de postgraduados, 2015

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar los cambios en la productividad en los cacaotales como respuesta a la implementación de tecnologías. Mediante un recorrido de campo se tuvieron tres sitios. En el primero se tuvieron dos tratamientos: T1, cacao con sombra al 50% y T2, cacao con sombra al 80% y con el análisis estadístico se encontró diferencia estadística significativa para el variable rendimiento. En el sitio dos, se registraron los árboles de pimienta en producción más la cosecha del cacao y se realizó una proyección económica para los años 2018 y 2020.

En el sitio tres, se registraron los árboles forestales que ahí se encontraban. Las especies con mayor individuos fueron *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*, *Gliricidia sepium*, *Swietenia macrophylla* y *Guazuma ulmifolia*, éstas representaron el 51.1% del total de árboles.

Con las especies reportadas se diagnosticó el aporte económico para el productor. Mediante el análisis estadístico no hubo diferencia significativa entre cultivar pimienta o árboles forestales. Se concluye que mediante la poda del cacao viejo y árboles con valor comercial incrementará el ingreso para el productor y, enriquecerá el sistema agroforestal (SAF) cacao.

Palabras claves. Tabasco, SAF cacao, asociación de cultivos.

Reconversion in cocoa plantations to increase productivity

Sergio Alexander López Juárez, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2015

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the changes in productivity on cocoa farms in response to the implementation of new technologies. Through of a field tour tree sites were chosen. The first site had two treatments T1, cocoa 50% shaded and T2, cocoa 80% shaded. The production variable showed significant statistical difference. On site two, pepper trees in production were recorded, plus cocoa production and a economic projections for the years 2018 and 2020 was realized.

On the site three forest trees were recorded. Species with most individuals were *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*, *Gliricidia sepium*, *Swietenia macrophylla* and *Guazuma ulmifolia* with the 51.1% of all trees.

With the reported species the economic contribution for the producer was diagnosed. Statistical analysis showed no significant difference between cultivating pepper significant and growing forest trees. It is concluded that by pruning old cocoa trees, and planting commercially valuable trees, increase income for producers

Keywords: Tabasco, AFS cocoa, crop association

DEDICATORIA

Esto va con mucho amor y cariño para aquellas personas que me han apoyado, los que nunca me han dejado caminar solo y han dado su tiempo para que este sueño culmine exitosamente.

A Dios, por la vida, por la familia, por los amigos, por los profesores y, por todo eso que, sin ver me hace un hombre diferente cada día.

Esto va para mi madre Minerva. Si usted no hubiese estado atrás de mí, dándome palabras de apoyo, esta realidad distaría mucho de ser lo que es. Gracias por ser mi cómplice, amiga y sobre todo, por ser mi madre. Que Dios nos mantenga unidos por muchos años más.

Al hombre que he admirado desde siempre, al hombre que me motiva a devorarme el mundo y que jamás me ha dejado caer. Esto va por el sacrificio, por el apoyo constante y por las palabras brindadas para culminar una etapa más de mi vida. Con mucho amor y respeto; para mi padre Sergio.

Al mejor hermano, tú que atinadamente me has sabido hacer reír cuando no podía. Va por tus consejos y, sobretodo, por la amistad que me brindas. Que sigamos unidos por mucho tiempo. Gracias por todo Ray.

Aunque eres pequeño, me has enseñado en nunca dejar de reír y gritar de felicidad. Sobre todo, me has enseñado que aun después de mucho tiempo, aun puedo ser como tú: Gracias Emmanuel.

A mi cuñada Marisol, gracias por brindarme una nueva familia y hacerme feliz con el sobrino, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis representa un parteaguas entre una etapa muy enriquecedora y un camino que el tiempo obliga. En toda la experiencia de la maestría ha habido personas que merecen las gracias.

Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT).

Al Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, por haberme cobijado durante esta maravillosa etapa.

A la línea prioritaria de investigación 8 “Impacto y Mitigación de Cambio Climático”, por las facilidades de realizar y culminar la presente investigación.

Al doctor Ángel Sol Sánchez, por toda la paciencia y su valioso tiempo brindado para llegar a un puerto de felicidad y de alegría. Gracias por todo el apoyo.

A los integrantes de mi Consejero Particular, Doctor Víctor Córdova Ávalos y Doctor Felipe Gallardo López, quienes se ocuparon, apoyaron y brindaron lo mejor para concluir la presente tesis.

Al doctor Juan Manuel Zaldívar Cruz, que sin conocerme me brindó su amistad y apoyo desde el principio de este sueño. Gracias por sus palabras de aliento y por confiar siempre en mí. Muchas gracias.

A la doctora Nydia del Rivero Bautista, por su sencillez y por su valioso apoyo. Le agradezco infinitamente.

Por la amistad que me han brindado y que seguramente, nos encontraremos por el camino del destino feliz: Luis, Brenda, Carlos, Nataly, Matías, Miriam, José María, Baltazar, Wilber, Gabriel, Felipe, Mirna, Jaime, Oscar, Simón, Beto, Pancho, Juan y Rubén.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
2.	OBJETIVOS.....	9
2.1.	Objetivo general	9
2.2.	Objetivos particulares	9
3.	HIPÓTESIS.....	9
CAPITULO I. EFECTO DE LA PODA EN PLANTACIONES DE CACAO EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO.		10
1.1.	INTRODUCCIÓN	10
	Manejo de la yema terminal	12
1.2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
	Zona de estudio.....	12
	Ubicación de la plantación e identificación de los árboles.....	13
	Eliminación de árboles de sombra	13
	Medición de variables dasométricas	13
	Diámetro a la altura del pecho	13
	Altura.....	14
	Conteo de frutos.....	14
	Análisis estadístico.....	14
1.3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
	Poda de rehabilitación.....	14
	Análisis estadístico.....	18
1.4.	CONCLUSION	19
1.5.	LITERATURA CITADA	20
CAPITULO II. PRODUCTIVIDAD POTENCIAL DEL SAF CACAO ASOCIADO CON ÁRBOLES FORESTALES		26
2.1.	INTRODUCCIÓN	27
	Pimienta gorda	29
	Producción internacional	29
	Producción nacional	30

Sistemas agroforestales	30
2.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
Área de estudio	32
Mediciones	33
Análisis estadístico.....	33
2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
Producción pimienta.....	35
Árboles forestales.....	36
Proyecciones de cultivos: cacao, pimienta y árboles forestales	41
Análisis Estadístico	44
2.4. CONCLUSIÓN	48
2.5. BIBLIOGRAFÍA.....	49
CAPITULO III. CONCLUSIONES GENERALES	59

INTRODUCCIÓN GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción de cacao en México, 2013.	7
Cuadro 2. Producción de cacao en Tabasco durante el periodo del 2000-2013.	8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales países productores de cacao en el año 2012.....	5
Figura 2. Principales países importadores de cacao 2011.	5
Figura 3. Principales países importadores de cacao 2011.	6
Figura 4. Superficie sembrada, cosechada y producción de cacao 2013.....	7

CAPITULO I. EFECTO DE LA PODA EN PLANTACIONES DE CACAO EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Comparación de medias	18
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del sitio de estudio San Francisco, Tabasco, México.....	13
Figura 2. Medición del DAP (FAO, 2004).....	134
Figura 3. Medición de altura de árboles con pistola haga (FAO, 2004)	144
Figura 4. Número de yemas terminales por tratamiento	155
Figura 5. Tratamiento 1, número de yemas por cada árbol	166
Figura 6. Tratamiento 2, número de yemas terminales por cada árbol.....	166
Figura 7. Número de yemas terminales situadas en los tallos de árboles de cacao entre los primeros 20 cm arriba del suelo, tratamiento 1.....	17

Figura 8. Número de yemas terminales situadas en los tallos en los árboles de cacao entre los primeros 20 cm arriba del suelo en el tratamiento 2..... 18

CAPITULO II. PRODUCTIVIDAD POTENCIAL DEL SAF CACAO ASOCIADO CON ÁRBOLES FORESTALES

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estados productores de pimienta.....	30
Cuadro 2. Variables evaluadas y producción de los árboles de pimienta (<i>Pimenta dioica</i> L.) del sitio “La Cometa” en el municipio de Comalcalco, Tabasco.	34
Cuadro 3. Especies registradas en el inventario forestal de la parcela La Ceiba.	37
Cuadro 4. Precios del cacao, pimienta y árboles maderables del periodo 2008-2014 con proyecciones para los años 2015, 2018 y 2020	41
Cuadro 5. Recurso económico para el año 2013 con la venta de cacao y pimienta.....	42
Cuadro 6. Recurso económico para el año 2013 por la venta del cacao.....	42
Cuadro 7. Recurso económico para el año 2016 por de los árboles forestales con valor económico en el SAF cacao el sitio La Ceiba del municipio de Comalcalco, Tabasco .	43
Cuadro 8. Evaluación de la variable diámetro a la altura del pecho (DAP) de los diferentes árboles forestales encontrados en el sitio “La Ceiba” del municipio de Comalcalco, Tabasco.	44
Cuadro 9. Evaluación de la variable altura de los diferentes árboles registrados en el sitio “La Ceiba” del municipio de Comalcalco, Tabasco	45
Cuadro 10. Evaluación de la variable fuste limpio de los diferentes árboles registrados en el sitio “La Ceiba” del municipio de Comalcalco, Tabasco	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de los sitios de El Cometa y La Ceiba en el municipio de Comalcalco, Tabasco.	32
Figura 2. Especies registradas del SAF´s-cacao del sitio La Ceiba, Comalcalco; Tabasco.....	38

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El cambio climático es una de las amenazas ambientales más graves que enfrenta la humanidad. Las transformaciones de los ecosistemas y las actividades humanas son probablemente las principales fuentes de este fenómeno (Enete y Amusa, 2010; Sala *et al.*, 2000).

El uso del suelo ha intensificado cambios drásticos en comunidades de plantas y animales, que a su vez afecta los servicios de los ecosistemas y el bienestar de la humanidad (Tilman *et al.*, 2001).

La deforestación es una consecuencia del mal manejo que el hombre ha generado; las plantaciones del cacao son uno de los principales cultivos que han sido deforestados. Las áreas deforestadas se convierten en una mezcla de cultivos anuales, cultivos forestales y asentamientos, modificando drásticamente el hábitat de un gran número de especies (Sodhi *et al.*, 2005).

Dados los escenarios que se presentan para el desarrollo de la agricultura nacional, con la crisis agroalimentaria y con la poca sostenibilidad de zonas destinadas a producción de alimentos inocuos para venta y autoconsumo.

La reconversión productiva, es una estrategia significativa para generar mejores opciones económicas para familias que poseen plantaciones de cacao, disminuyendo problemas económicos, sociales y ambientales que conlleva la destrucción de plantaciones agroforestales.

El valor potencial de los sistemas agroforestales tropicales (SAF), como un modelo para la agricultura sostenible y la intensificación ecológica, es un tema de creciente interés (Sperber *et al.* 2004; Tschardtke *et al.* 2011). Los SAF's se caracterizan por asociaciones complejas de árboles y cultivos multifuncionales de diferentes edades y constituyen una alternativa sostenible a los sistemas agrícolas intensivos modernos en el contexto de la continua destrucción de selvas tropicales.

En México, como en diferentes países del trópico, se presentan cambios importantes dentro del SAF. Por ello, la riqueza de especies y la estructura vertical de los sistemas agroforestales tropicales se han estudiado ampliamente (Gurr *et al.*, 2003; Sperber *et al.*, 2004). Sin embargo, la reconversión productiva en cacaotales se ha estudiado poco y se desconoce de cuán útil puede llegar a ser para el campo mexicano. Con la reconversión productiva se puede obtener una diversa cuantificación de diferentes especies, esto traerá como resultados nuevas acciones para el productor, mayores ingresos en el hogar, mayores especies forestales, nuevos cultivos intercalados con el cacao y un mejor cuidado en el suelo y plantaciones.

Una de las estrategias, vinculada a la competitividad, la constituye la reconversión productiva, entendida como el proceso a través del cual se incrementa la productividad, se añade valor agregado, se diversifica la producción y/o se realiza cambio de cultivos hacia aquellos con mayor rentabilidad. Para ello, además del cambio en el proceso productivo o en la gestión productiva, es necesario tener en cuenta el contexto en el cual ésta se produce (Arias *et al.*, 2007).

De esta manera, un productor competitivo, mediante el posicionamiento de sus productos en el mercado nacional o internacional, tiene la posibilidad de incrementar sus ingresos y por ende mejorar su nivel de vida.

El tema de la reconversión productiva ha sido investigado y desarrollado a lo largo de los años por diversos expertos, quienes han planteado distintos enfoques. De este modo, en la década de los 60's, fue definida como el proceso de aplicar nuevos conocimientos científicos a los factores de producción con el objetivo de hacer del sector agrícola uno de los más productivos de la economía (Schultz, 1964).

De igual manera, se tiene que la reconversión productiva se define como el cambio de la actividad forestal, agrícola o pecuaria o del sistema, buscando aprovechar la aptitud potencial del área o sitio con un uso óptimo del suelo y reducir la siniestralidad (SAGARPA, 2013). La reconversión productiva contribuye en la creación de sistemas agroempresariales competitivos, ambientalmente sostenible y con responsabilidad

social, lo que se traducirá en mayores ingresos, y por lo tanto, en una mejor calidad de vida para el productor que habitan en poblaciones rurales.

El cacao en un sistema agroforestal

Unos de los sistemas agroforestales más conocidos en el trópico es el cacao; tradicionalmente, el cacao se cultiva bajo la sombra de los bosques tropicales (Lobao *et al.*, 2007) y representa uno de los más antiguos sistemas agroforestales en América tropical. El cacao es un cultivo que se produce, generalmente, por los pequeños agricultores de las zonas tropicales, incluyendo partes de América Latina, África Occidental e Indonesia (Franzen y Borgerhoff, 2007). Los pequeños agricultores son responsables de aproximadamente el 70% de la producción de cacao a nivel mundial y la mayor parte de esta producción se da en áreas con mucha biodiversidad (Clay, 2004; Donald, 2004).

El problema cacaotero ha sido estudiado en forma casi permanente, sobre todo después de 1975, año en que se reactivaron los precios del grano. A partir de entonces diversas instituciones oficiales y la propia Unión Nacional de Productores de Cacao (UNPC), la organización de productores más importante de los cacaoteros en México, se dieron a la tarea de promover investigaciones de naturaleza diversa privilegiándose aquéllas vinculadas con la problemática de la producción de la materia prima que es el cacao (Ramírez, 1997).

El cacao se cultiva principalmente en las regiones tropicales, es el tercer cultivo más importante de bebidas, al lado del té y café. La plantación se distribuye naturalmente en los 18° norte y 15° sur de latitud (Cuatrecasas, 1964). Sin embargo, esta distribución es controvertida debido a que algunos autores sugieren que la especie se distribuye naturalmente hasta Mesoamérica (Ramírez, 1997), mientras que otros, sostienen que la distribución en Mesoamérica se debe a la intervención humana (Motamayor *et al.*, 2002).

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta tropical originaria de la región amazónica y domesticada por las culturas prehispánicas mesoamericanas que lo llamaban “alimento de los Dioses” (Foro Nacional Cacaotero, 2003). Los primeros registros

arqueológicos que demuestran el consumo humano del cacao remontan a 400 años a. C. El área que corresponde va desde México hasta la Amazonía. En la zona mesoamericana, el cacao tuvo una gran importancia para las civilizaciones precolombinas. Estas, lo utilizaron de diversos modos, por ejemplo, el grano entero se usó como moneda, o molido y mezclado con condimentos, se preparaba en bebida. El cacao fue un producto de lujo en las ciudades, pero era más consumido en las zonas de producción (Dubois, 2007).

Existen tres variedades de árboles de cacao. La más conocida es la variedad Forastero, que representa el 90% del cacao producido en el mundo. Se encuentra en África del Oeste y Brasil. El segundo grupo es el Criollo, que produce cacao fino y aroma, cultivado principalmente en el Caribe, Venezuela, Nueva Guinea Papua, las Antillas, Sri Lanka, Timor Oriental y Java. Por último, existe la variedad Trinitario, que es cruce entre el Criollo y el Forastero (Almeida *et al.*, 2007).

Mercado mundial

La producción mundial del cacao se concentra esencialmente a 10 grados en el Norte y 10 grados en el Sur del Ecuador. El cacao apareció en España gracias a Hernán Cortes en 1528. Con el fin de satisfacer la demanda de las clases españolas, las primeras tentativas de plantaciones son emprendidas en los Caribes, sin éxito, luego particularmente en Ecuador hacia 1635 por los hermanos Capuchinos (Gómez *et al.*, 2002).

Países productores

Para el año 2012 la producción fue de 5,003,212 t de cacao seco, los principales países productores para este año, se localizan en el continente africano. Ocupando el primer lugar se encuentra Costa de Marfil, Indonesia, Ghana, Nigeria y Camerún (Figura 1). Estos países representan el 82% de la producción mundial. México, ocupó el lugar octavo con una participación de 1.6% (FAOSTAT, 2014).

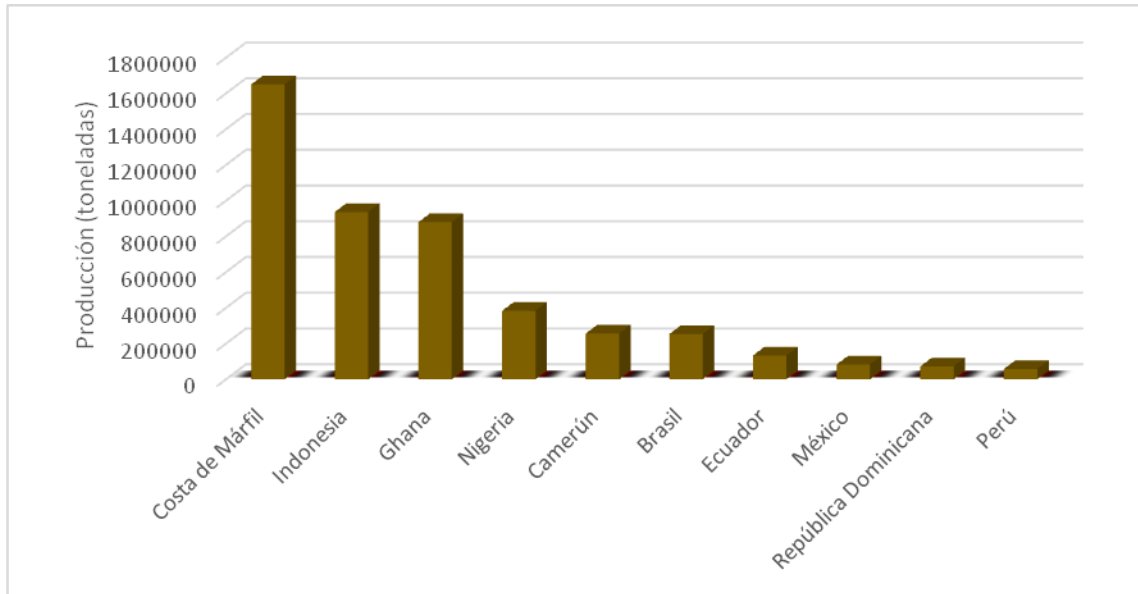


Figura 1. Principales países productores de cacao en el año 2012 (FAOSTAT, 2014)

Países importadores

En el 2011, los principales países importadores de cacao esencialmente se encuentran en la Unión Europea. Los países que mayor ofertan el grano del cacao son Países Bajos, Estados Unidos, Alemania, Malasia, entre otros países (Figura 2). México no tiene participación importante en este rubro.

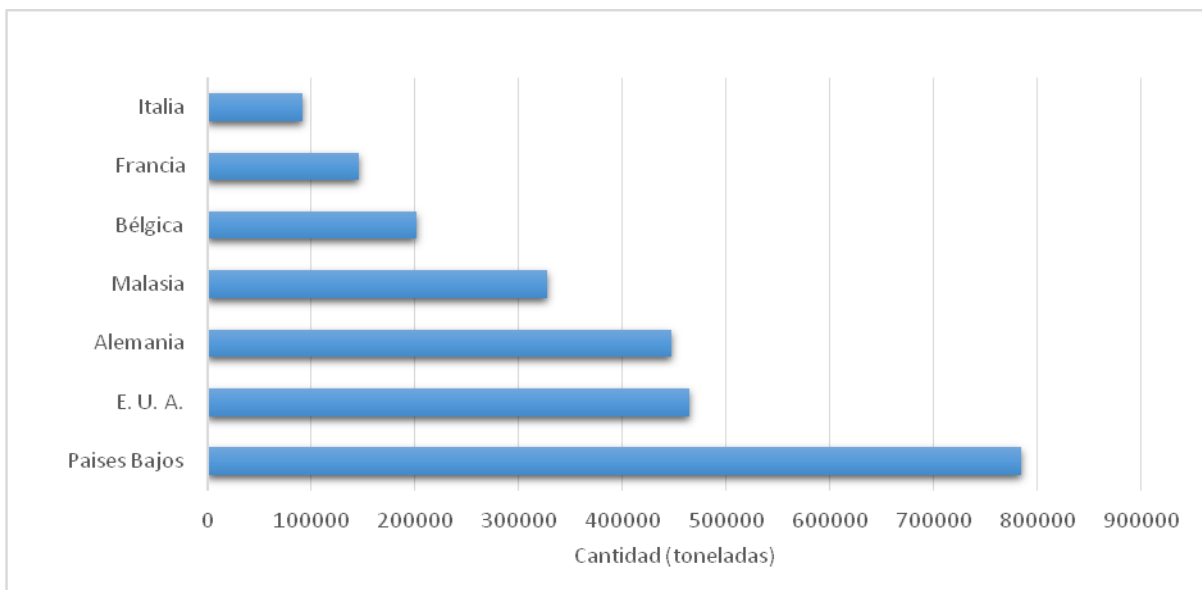


Figura 2. Principales países importadores de cacao 2011. Fuente: FAOSTAT, 2014

Países exportadores

Los principales países exportadores de cacao para el año 2011 son Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Indonesia, entre otros (Figura 3). Un gran porcentaje se encuentra nuevamente en el continente asiático. Siendo así, el continente de mayor importancia del cultivo de cacao.

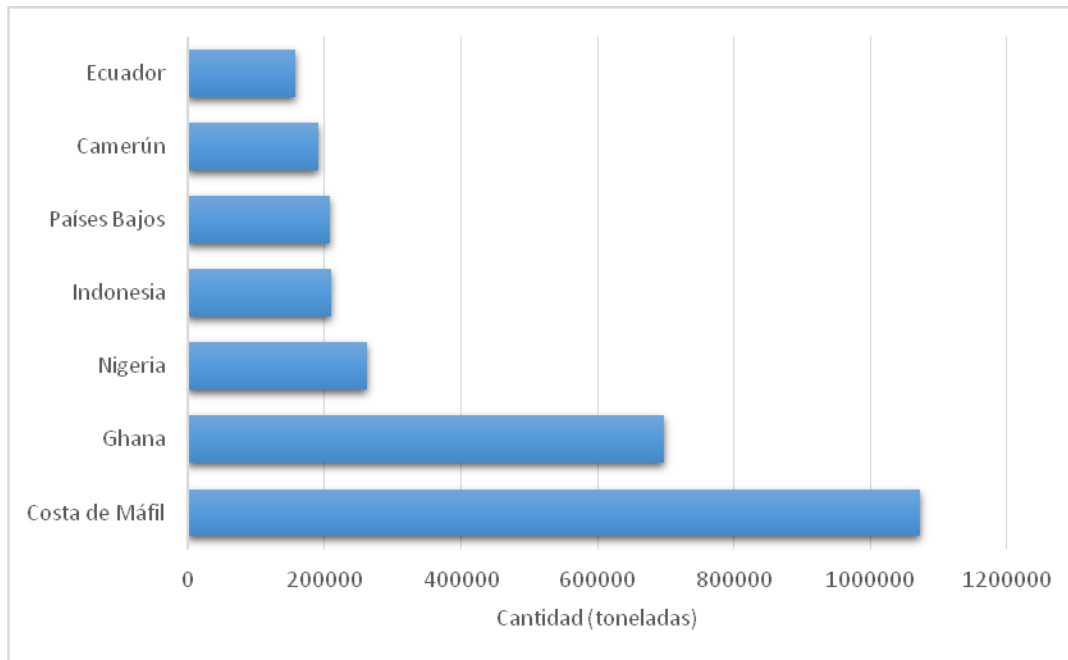


Figura 3. Principales países exportadores de cacao 2011 (FAOSTAT, 2014)

El Cacao. A nivel nacional

En el 2013 la producción cacaotera ocupó una superficie sembrada de 61,319.10 hectáreas; concentrándose el 99.5% del total principalmente en los estados de Chiapas (33%) y Tabasco (66.5%) (Cuadro 1). Las personas que se dedican a cultivar el cacao son familias rurales pertenecientes del estado de Tabasco con 25,233 y en Chiapas con 12,633. El valor de la producción que estas personas obtienen excede a un millón de pesos (OEIDRUS, 2012; SIAP, 2014).

Cuadro 1. Producción de cacao en México, 2013

Ubicación	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR* (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
CHIAPAS	20,299.40	20,150.40	9,080.04	0.45	33,792.77	306,839.71
GUERRERO	237.00	235.00	213.44	0.91	5,077.45	1,083.73
TABASCO	40,787.70	40,782.70	18,550.64	0.45	38,191.52	708,477.07
	61,319.10	61,168.10	27,844.12	0.46	36,503.24	1,016,400.51

*PMR: Precio Medio Rural

Fuente: Sagarpa (SIAP, 2014)

En la Figura 4 se muestra la superficie sembrada de 61,329.20 hectáreas, la cosecha de 61,168 hectáreas mientras que la producción obtenida fue de 27,844 t. Teniendo así, un rendimiento de 0.46 t ha⁻¹ para el año 2013.

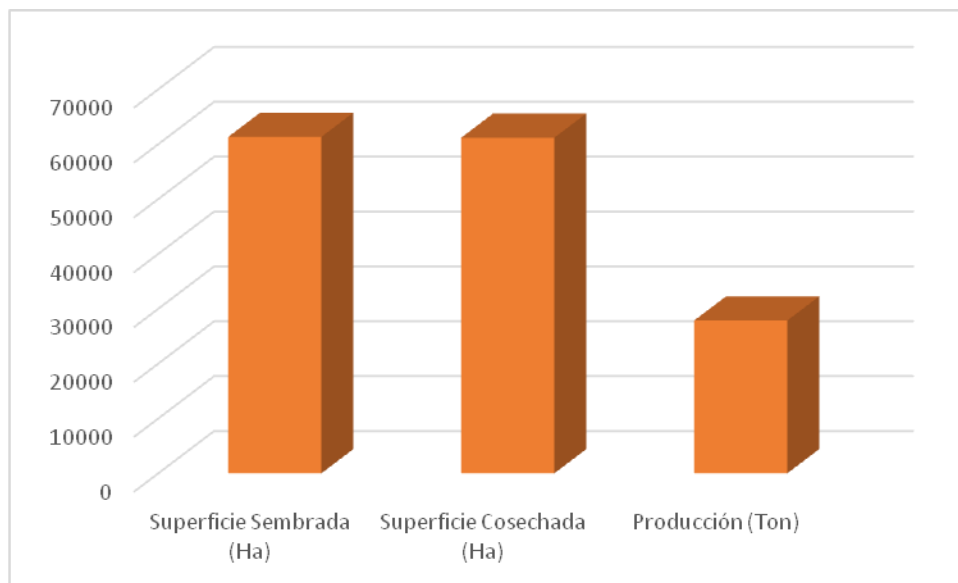


Figura 4. Superficie sembrada, cosechada y producción de cacao 2013 (SIAP, 2014).

Los principales estados productores de cacao son Chiapas, Tabasco y Guerrero. La mayor producción se concentra en los estados de Chiapas y Tabasco con el 99% a nivel nacional. Chiapas posee nueve regiones económicas y once distritos agropecuarios, sin embargo, solo cinco de estos producen cacao: Tuxtla Gutiérrez, Pichucalco, Palenque, Tapachula y Selva. En Tabasco, las principales regiones productoras son: La Chontalpa (conformada por los municipios Cunduacán,

Comalcalco, Cárdenas, Paraíso, Jalpa de Méndez y Huimanguillo), El Centro y la Sierra (Teapa y Tacotalpa) (García, 1994).

En Tabasco, el comportamiento de la producción es similar a la nacional. En el quinquenio que va del 2006 al 2011 paso de 18 mil a 12,135 toneladas y en el 2013, la producción de cacao en el estado de Tabasco fue de 12 830 toneladas de cacao seco (Cuadro 2).

En este quinquenio, los impactos de la Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) han generado mermas de la producción (Córdova, 2005).

Cuadro 2. Producción de cacao en Tabasco durante el periodo del 2000-2013

Año	Producción en toneladas por año	Año	Producción en toneladas por año
2000	21 800	2007	22 402
2001	33 791	2008	17 710
2002	33 460	2009	15 913
2003	32 947	2010	15 933
2004	21 734	2011	12 135
2005	18 242	2012	10 585
2006	18 008	2013	12 830

Fuente. OEIDRUS Tabasco y SIAP 2014

En el 2011 en el estado de Tabasco, la presencia de la Moniliasis y la avanzada edad de los productores y de los árboles de cacao; así como el deficiente manejo integral de las plantaciones de cacao causaron una baja de la producción. Considerando lo anterior, el comportamiento de la producción del estado de Tabasco para el periodo 2000-2014, se estima que la producción de cacao decrecerá.

Debido al mal manejo de las plantaciones de cacao, la productividad ha disminuido. Existen diferentes maneras de renovar la plantación, entre ellas se encuentra el incremento de especies maderables de alto valor comercial y la poda de los árboles de sombra como la poda del mismo cacao.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar los cambios en la productividad de los cacaotales como respuesta a la implementación de las tecnologías.

2.2. Objetivos particulares

- Evaluar la productividad del agroecosistema cacaotal como respuesta a la poda de copa.
- Predecir el ingreso económico en un sistema cacaotal a la sustitución de árboles de sombra muertos por árboles de pimienta.
- Pronosticar el comportamiento del agroecosistema cacaotal al enriquecimiento con especies de alto valor comercial.
-

3. HIPÓTESIS

- La poda de copa en plantaciones viejas de cacao permite incrementar su rendimiento
- La sustitución de árboles muertos por arboles de pimienta en cacaotales viejos permite incrementar los ingresos
- El sistema cacaotal incrementa a mediano plazo los ingresos al enriquecerlos con especies forestales de alto valor comercial

La tesis está constituida por dos capítulos:

- Efecto de la poda en plantaciones de cacao en el estado de Tabasco, México.
- Productividad potencial del SAF cacao asociado con árboles forestales.

CAPITULO I. EFECTO DE LA PODA EN PLANTACIONES DE CACAO EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO.

S. A. López-Juárez^a, A. Sol-Sánchez^a, V. Córdova-Ávalos^a, F. Gallardo-López^b

^aColegio de Postgraduados, Campus-Tabasco. Periférico Carlos A. Molina Km 3.5. Carretera Cárdenas Huimanguillo. H. Cárdenas Tabasco. C.P. 86500.

^bColegio de Postgraduados, Campus-Veracruz. Km. 26.5 Carr. Veracruz-Xalapa, Rancho Tepetates C.P. 91690, Mpio. de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, Ver.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la productividad del agroecosistema cacaotal como respuesta a la poda de copa en el predio San Francisco ubicado en el municipio de Cárdenas, Tabasco. En el sitio de estudio se contabilizó el total de árboles de cacao: se registraron 125 individuos; los cuales 65 árboles pertenecieron al tratamiento 1: cacao con 50% de sombra y 60 individuos al tratamiento 2: cacao con 80% de sombra. Las variables que se midieron fueron el diámetro a la altura del pecho (DAP_{1.3}), altura total y se hizo el conteo de las yemas terminales a cada árbol de cacao y se registró la cantidad de frutos por tratamiento. La cantidad de yemas terminales fue mayor para el tratamiento 1 con 731 yemas, mientras que en el tratamiento 2 fue de 574. Las yemas terminales se encontraron más cerca del suelo en el tratamiento A que en el tratamiento B, aunado a esto, el conteo de frutos por árbol fue mayor para el tratamiento A. Haciendo el análisis estadístico resultó que el tratamiento A es mejor para aumentar la producción. Se concluye que la poda de copa es una alternativa para aumentar la productividad del cacao, se requiere pocos gastos y buena asesoría para llevar a cabo esta técnica.

1.1. INTRODUCCIÓN

La poda, en el cacao, consiste en eliminar yemas, ramas improductivas y partes secas de la planta para facilitar el desarrollo de nuevas yemas, lo que permitirá la entrada de luz en el cacaotal y eliminará la presencia de plagas y enfermedades. La poda prolonga la vida útil del árbol y aumenta el rendimiento. Las podas deben ser ligeras, buscando una estructura adecuada para el árbol, mejorar la aireación y facilitar la penetración de luz (Enríquez, 2004; Sánchez *et al.*, 2007).

El principal objetivo de la poda es generar nuevas yemas terminales e incrementar la floración y obtención de frutos (Bedker *et al.*, 2004). Pastorelly *et al.*, (2006), mencionan que además de los factores ya citados, también influye la regulación de sombra.

Las podas se realizan de acuerdo a la edad y condiciones de la planta. Existen tres tipos de podas: de forma, de mantenimiento y de rejuvenecimiento. El primero consiste en procurar tres o cuatro ramas primarias durante los dos primeros años para que la planta adopte la mejor forma (Enríquez, 2004). La poda de mantenimiento hace referencia a eliminación de frutos y partes infectadas de la planta por plagas y enfermedades. Por último, la poda de rehabilitación (rejuvenecimiento) tiene como propósito generar nuevos árboles a través de la obtención de yemas terminales.

A pesar del interés de rehabilitar cacaotales improductivos, son escasos los programas que propician un apoyo para reactivar plantaciones, aunado a eso, la enfermedad de la moniliasis ha traído grandes desabastos con los frutos de cacao y los productores han abandonado el cultivo (Córdova, 2013).

La mayoría de las plantaciones de cacao son viejas y para no deforestarlas, se establece una rehabilitación para aumentar la productividad. Este método se realiza con las herramientas necesarias (básicas para la poda). Después de haber realizado la rehabilitación en el árbol de cacao, las nuevas yemas terminales comenzaran a producir de manera constante desde el tercer año.

La rehabilitación permite aumentar la producción sin incrementar área destinada al cultivo, además este método es fácil y sencillo para productores que cuentan con recursos limitados (Altieri y Nicholls, 2000).

Para seleccionar las plantas a renovar se debe estudiar su variabilidad, caracteres presentes y determinar los árboles con mayor producción. Además, se debe considerar el tipo de suelo, sitio donde crecen las plantas y comparar los árboles vecinos, entre otras características (Ampofo, 1986)

La sanidad de la planta, la edad avanzada y el mal manejo agronómico pueden incentivar a enfermedades y/o plagas dentro del cultivo, y repercutir en la baja

producción. La altura, es otro aspecto importante, ya que árboles mayores de 10 m dificultan la cosecha y se convierte en un proceso complicado (Corben *et al.*, 1987).

Manejo de la yema terminal

Cuando ya se ha seleccionado la yema terminal, es necesario protegerla. Se recomienda procurar dos yemas terminales cercanas del suelo, esto con el fin de que se conviertan en árboles independientes.

De acuerdo a esta investigación, se realizó una poda de rehabilitación en una plantación de 55 años y se evaluó la productividad del agroecosistema cacaotal como respuesta a la poda de copa.

1.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El estudio se realizó en una plantación de cacao localizada en el predio San Francisco del municipio de Cárdenas, Tabasco. Este municipio se encuentra en la región de la Chontalpa entre las coordenadas 17°59'21.63"N y 93°22'35.65"O con una altitud de 0 a 10 msnm, tiene un clima de cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con precipitación anual de 2000 – 2500 mm, y con temperatura de $26 \pm 28^\circ$ C. Colinda al norte con los municipios de Paraíso, Comalcalco y el Golfo de México; al este con el municipio de Comalcalco, Cunduacán y el estado de Chiapas; al sur con el municipio de Huimanguillo; al oeste con el municipio de Huimanguillo y el Golfo de México (INEGI, 2012) (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del sitio de estudio San Francisco, Cárdenas, Tabasco.

Ubicación de la plantación e identificación de los árboles

De acuerdo al método utilizado por Bautista *et al.*, 2004, se geoposicionó el sitio de investigación con un GPS (Garmin modelo GSmap60csx) y se les asignó un número consecutivo a los árboles de cacao además, hubo un conteo de las yemas terminales de cada árbol (Zarco *et al.*, 2010).

Eliminación de árboles de sombra

Se realizó una eliminación de sombra de los árboles asociados con el cacao, después de esta actividad, el sitio de estudio se dividió en dos partes: en la primera parte se eliminó el 50% de sombra y la otra 80% de sombra. Enseguida, se realizó la poda del cacao viejo.

La poda en el cacao consistió en eliminar la copa del árbol a los dos metros para facilitar el manejo de las yemas terminales.

Medición de variables dasométricas

Se midieron las variables dasométricas: diámetro a la altura del pecho (DAP_{1.3 m}) con una cinta diamétrica, altura del árbol con una regla graduada de 2 metros (Vérbeke *et al.*, 2006).

Diámetro a la altura del pecho

Se midió para todos los árboles presentes en el sitio de estudio (figura 2). De igual manera, todos los árboles de cacao fueron podados en su copa en su totalidad para favorecer la emisión de yemas.

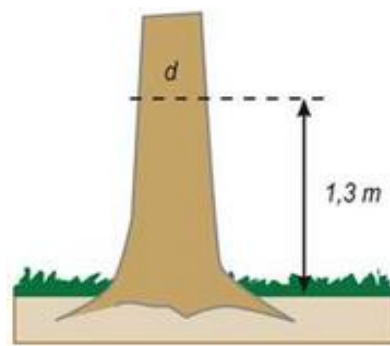


Figura 2. Medición del DAP (FAO, 2004)

Altura

La altura de los árboles se midió utilizando una vara graduada 2 m. (Figura 3). La altura permitirá caracterizar con mayor detalle los arboles de la zona de estudio (FAO, 2004).

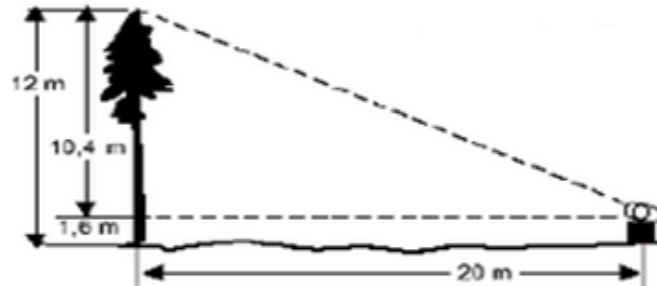


Figura 3. Medición de altura de árboles con pistola haga (FAO, 2004)

Conteo de frutos

Cuando el cacao joven empezó a producir, se realizó un conteo de los frutos de cada árbol. Se anotó fruto total por tratamiento.

Análisis estadístico

El procesamiento de los datos expresados se realizó mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System). Se efectuó una prueba de comparación múltiple de medias mediante el Método de Tukey. La información fue procesada con ayuda del software para análisis estadístico SAS versión 9.3 y el procedimiento glm (Steel, Torrie *et al.*, 1997; SAS, 2013).

1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Poda de rehabilitación

El número de yemas terminales fue mayor en el tratamiento con menor sombra, se contabilizaron 731 yemas, mientras que en el tratamiento con mayor sombra el número fue de 574. En ambos tratamientos las yemas se encontraron localizadas en todo el fuste del árbol de cacao (Figura 4). Las yemas terminales donde hubo una menor penetración de luz, se encontró que éstos surgían en las partes más altas del árbol

(arriba de los 20 cm. del suelo) y en donde hubo mayor intercepción de luz, las yemas empezaron a emerger al nivel del suelo.

Las yemas terminales más cerca del suelo, serán los que sustituirán a la planta madre improductiva. La selección de la yema terminal debe ser vigorosa, que tengan buena distribución de nutrientes y que posean poca competencia con otras yemas (Cabanilla, 1978).

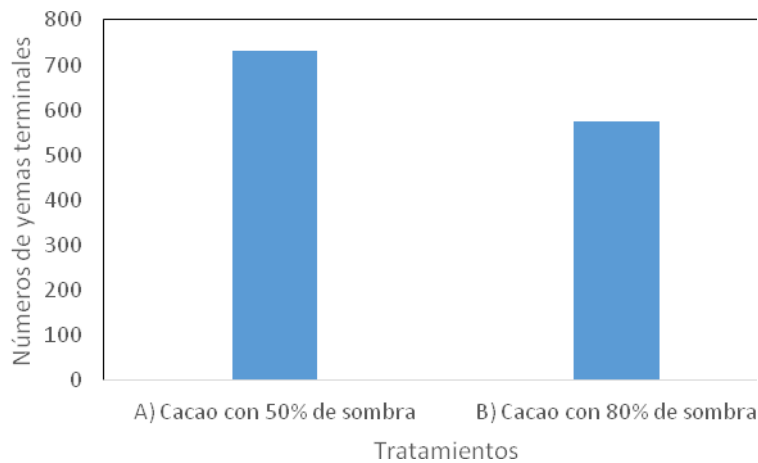


Figura 4. Número de yemas terminales por tratamiento

En el tratamiento 1, el mayor número de yemas se encontró en los árboles marcados 18 y 24 con 15 yemas terminales para cada árbol y el menor número en los árboles 21, 33 y 41 con 0 yemas (Figura 5). En los árboles que no emitieron yemas fue a causa de las termitas (comején) que había en el sitio. El daño resultante viene de que éstas establecen sus nidos en el tronco y cubren partes importantes del área productiva del árbol.

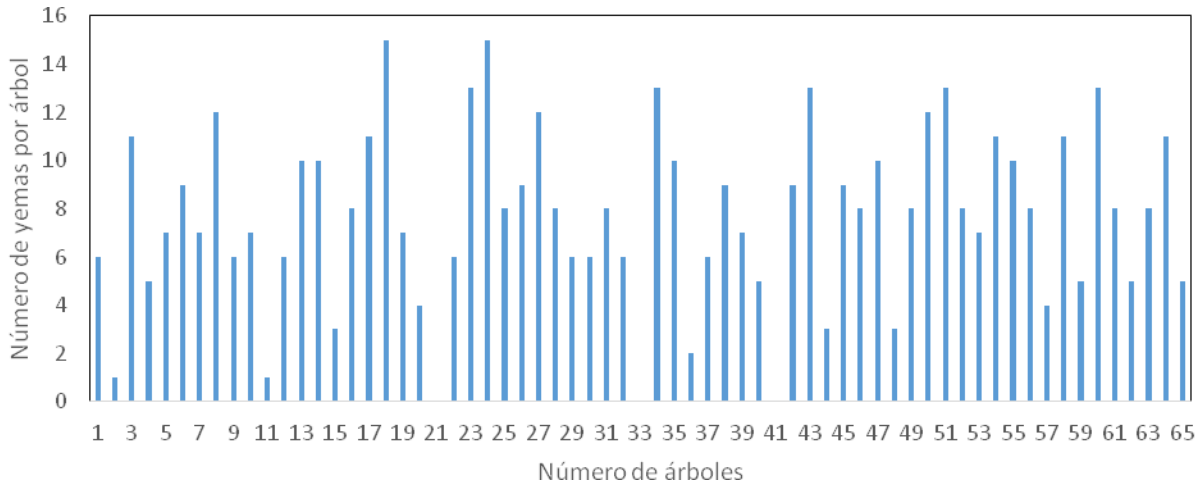


Figura 5. Tratamiento 1, número de yemas terminales por árbol

En el Tratamiento 2, el mayor número de yemas se dio en los árboles 6, 26 y 54 con 15 yemas terminales y el menor número se localizó en los árboles 7, 29 y 33 con 4 yemas (Figura 6). Esto se explica porque a menor entrada de luz en los árboles, menor será la emisión de yemas y se vio reflejada esa condición en este tratamiento.

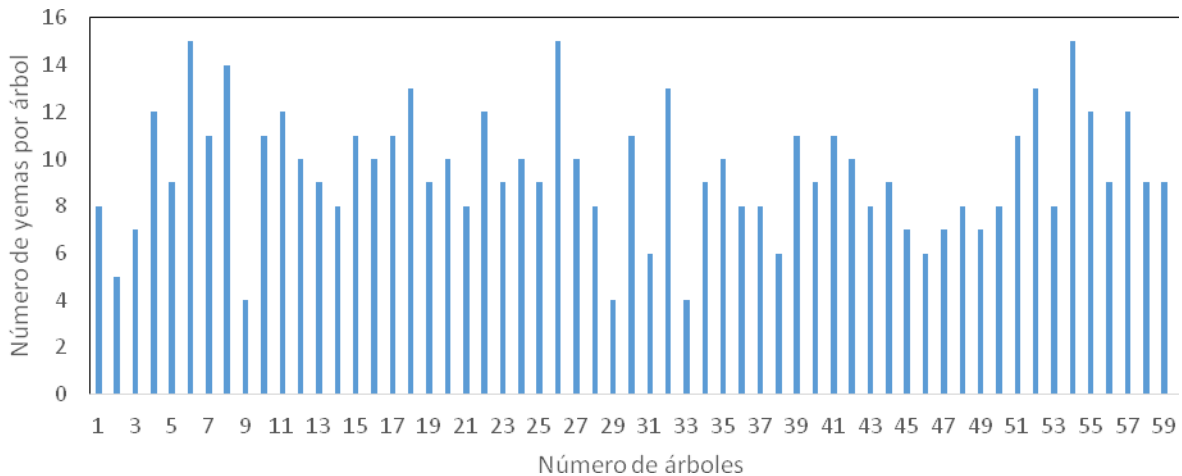


Figura 6. Tratamiento 2, número de yemas terminales por cada árbol

La emisión de yemas terminales puede inducirse por medio de una poda y el resultado arroja que en los primeros 20 centímetros del tronco se localizan la mayor cantidad de yemas que posteriormente serán los árboles productivos (Figura 7). Con la poda, dejando al 50% de sombra, se observó que las yemas terminales pueden encontrarse

desde los primeros 5 cm hasta los 20 cm, esto proporciona mayor opción para el productor ya que así se escogerá qué yema deberá dejar producir. La poda es una práctica que permite incrementar rendimientos y/o mejorar cacaotales viejos, pocos productivos o abandonados a través de la inducción de nuevas y vigoras yemas terminales (Enríquez, 1987).

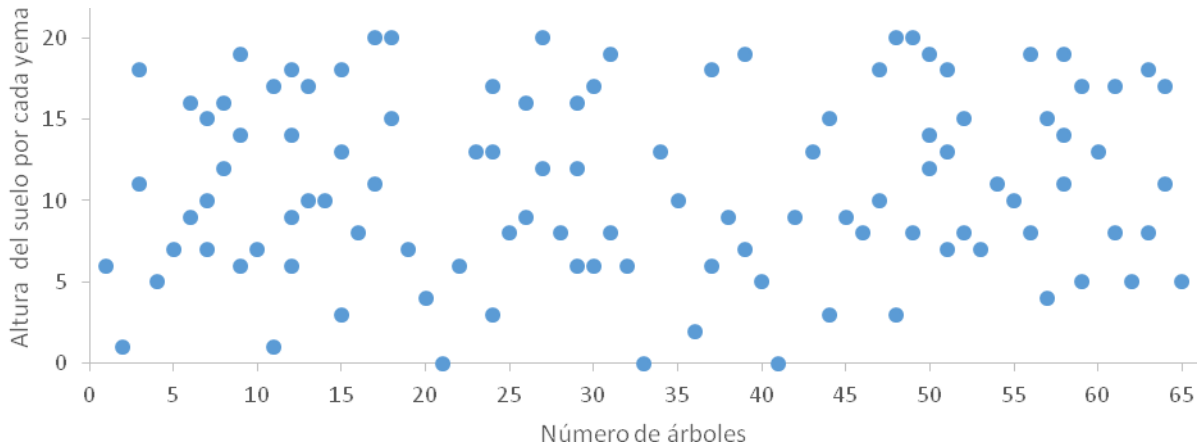


Figura 7. Número de yemas terminales situadas en los tallos de árboles de cacao en los primeros 20 cm por arriba del suelo, tratamiento 1

En el segundo tratamiento (80% de sombra) las yemas terminales fueron localizadas más cerca de los 20 cm del tronco. La poda, que no fue tan severa, trajo como consecuencia la poca producción de yemas terminales en el tronco. La sombra excesiva en el árbol de cacao no permitió la salida de yemas terminales cerca del suelo (Figura 8).

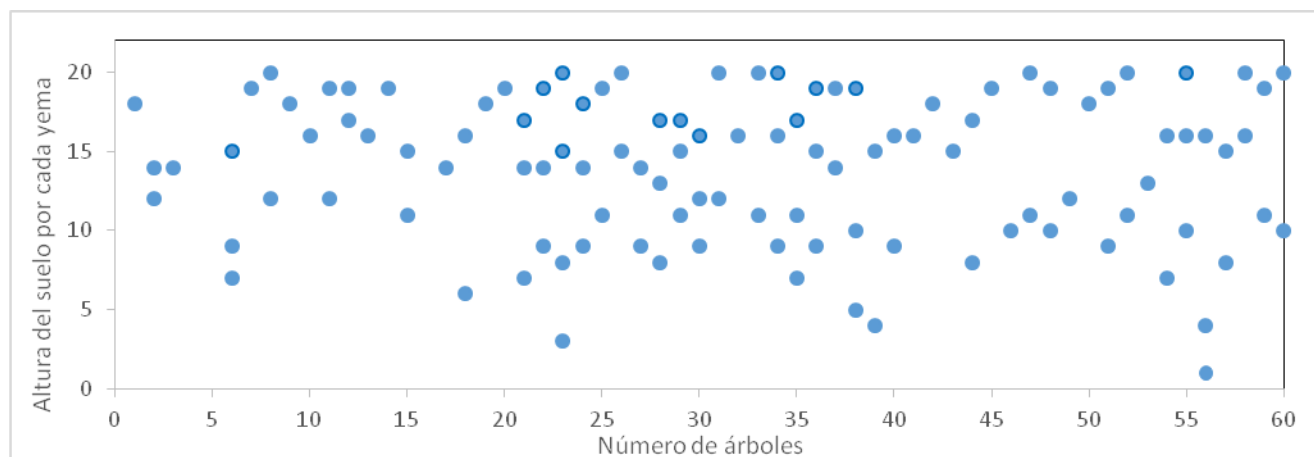


Figura 8. Número de yemas terminales situadas en los tallos en los árboles de cacao entre los primeros 20 cm arriba del suelo en el tratamiento 2

Análisis estadístico

Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas para la variable tratamiento ($p > 0.0001$) sobre el rendimiento del cacao.

El sitio con mayor poda presentó una mejor respuesta en emisión de yemas terminales y en rendimiento, mientras que el sitio B (menos poda) produjo menos yemas terminales y menos rendimiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de medias

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (frutos/árbol)
Cacao con 50% de sombra	5.66a
Cacao con 80% de sombra	2.66b

^{ab} Medias con diferente letra presentan diferencias estadísticas (Tukey 0.05).

Cuando una plantación es muy alta, vieja o en condiciones de abandono, se realice podas, se elimine ramas bajas y entrecruzadas, que se regule el nivel de sombra de árboles, lo que permitirá mayor entrada de luz, mayor circulación de aire y aumentará la producción de mayores yemas terminales dando resultado el aumento en la producción de frutos por árbol (Valdes, 1988).

Estos resultados son similares a los alcanzados por Pike (1933) en Trinidad y Tobago con dos árboles de tres años de edad, que fueron tratados: a) podado enteramente, cortando sus ramas principales a la altura de la horqueta; b) podado livianamente,

cortando solo una parte de sus ramas. Los resultados fueron que el árbol podado fuertemente, se encontró yemas terminales más cerca del corte. En el árbol podado livianamente el mayor porcentaje de yemas terminales emitidos fueron de ramas de abanico. Aunado a esto, la mayor producción de frutos se reflejó en la poda fue completa.

De acuerdo a Piasentin y Klare-Repnik (2004) es posible producir cacao sin sombra, y la productividad es mayor a pleno sol, pero se presenta el inconveniente de que es necesario disponer de riego, fertilización y un control permanente de plagas y enfermedades, lo que aumenta el costo de producción. Como consecuencia de este manejo, la longevidad de la planta se reduce significativamente, debido a la continua excesiva actividad fisiológica.

1.4. CONCLUSION

Después de la poda de copa en el cacaotal, se registró una mayor productividad en el tratamiento 1 donde se tuvo mayor incidencia de luz solar. Entonces, para aumentar la productividad se requiere de una poda, y mediante esto se inducirá a un número mayor de emisión de yemas terminales dando nuevos árboles madres y frutos sanos.

La poda genera mayor beneficio ya que las plantas interceptan mayor luz y favorece la emisión de yemas más cerca del suelo y genera una mayor producción de contrastante a plantaciones de cacao con menos luz.

Por lo tanto, la poda en el agroecosistema cacaotal constituye un factor favorable para solucionar el problema de la baja productividad en planeaciones de cacao viejo.

1.5. LITERATURA CITADA

- Almeida A. A. and Valle R. 2007. Ecophysiology of the cocoa tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19(4): 425-448.
- Altieri M. A. and Nicholls C. I. 2000. Agroecología: Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. (4): 1-275
- Amores F. 2013. La moniliasis del cacao. INIAP. Revista Informativa 8. 5-16
- Ampofo S. T. 1986. Spacing/cultivar/pruning experiment, D1 Afosu, Report for the period 1982-/83 - 1984/85. Cocoa Research Institute, Tafo (Ghana). Tafo (Ghana). p. 26-29.
- Arias S. J.; Olórtegui M. J. y Salas G. V. B. 2007. Lecciones aprendidas sobre políticas de reconversión y modernización de la agricultura en América Latina. IICA. Lima, Perú. 93 p.
- Bautista S., Gimeno T., Mayor A. G. y Gallego D. 2004. El tratamiento de la madera quemada tras los incendios forestales. En Vallejo, V. R., Alloza, J. A. (eds.) Avances en el estudio de la gestión del monte Mediterráneo. 547-570 p- Fundación CEAM, Valencia, España.
- Bedker J. P.; O'Brien G. J. y Mielke, E. M. 2004. Cómo podar árboles. United States Department of Agriculture. Preparado por Foreste Service. Northeastern Area State & Private Forestry. NA-FR-02-04. Estado Unidos de América. 5 p.
- Cabanilla H. 1978. Cacao: Rehabilitación, renovación, diversificación o siembra nueva. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica. 158-163
- Clay J. 2004. World agriculture and the environment. Island Press, 1718 Connecticut Avenue, NW, Suite 300, Washington, DC. 570 pp. ISBN 1-55963-367-0

- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2001. Programa estratégico forestal para México 2025. México: Comisión Nacional Forestal. 191 p.
- Corben J. and Kather M. Comp. 1987. Cocoa guidebook and training course. Cocoa Research Institute, Talo, Ghana. Tafo. p. 37-38.
- Córdova A. V. 2005. Organización campesina en la reconversión del cacao tradicional a orgánico en Tabasco, México. En: Aragón G. A., López O. J. F. y Tapia R. A. M. (eds) Manejo Agroecológico de Sistemas. Dirección de Fomento Editorial, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. 180 p.
- Corven J. 1991. Asociación de cultivos con cacao: aspectos económicos. In seminario Regional "Sombras y cultivos asociados con cacao". Turrialba, Costa Rica. Memoria, Turrialba, Costa Rica. Eds. W. Phillipa Mora. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE no. 226. 221 p.
- Cuatrecasas J. 1964. Cacao and its allies: A taxonomic revision of the genus *Theobroma*. Contr. U.S. Natl. Herb. 35(6): 379-614.
- Donald P. F. 2004. Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conserv Biol* 18:17-37
- Dubois A. 2007. Producción agrícola y conservación de la biodiversidad: ¿dos actividades compatibles? El caso de los sistemas agroforestales con cacao en Talamanca - Costa Rica. Tesis MSc. Universidad de Lyon, Francia. 71 p.
- Enete A.A. and Amusa T.A. 2010. Contribution of Men and Women to Farming Decisions in Cocoa Based Agroforestry Households of Ekiti State, Nigeria. *Tropicultura*, vol. 28, p. 77-83
- Enríquez G. A. 1987. Poda del cacao. Manual del cacao para agricultores. UNED, San José, Costa Rica. 43-48 p.
- Enríquez G. A. 2004. Cacao orgánico: Guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Manual No 54. Quito, Ecuador. 360 pp.

- FAO. 2004. Inventario forestal nacional. Manual de campo modelo. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales (ERF). Guatemala. 89 pp.
- FAOSTAT. 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consultado: <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx> 11/06/2014
- Foro Nacional Cacaotero. 2003. Programa estratégico de investigación y transferencia de tecnología para la cadena agroindustrial cacao en México. Foro Nacional Cacaotero realizado en Villahermosa Tabasco, mayo 2003. 104 pp.
- Franzen M. and Borgerhoff M. M. 2007. Ecological, economic and social perspectives on cocoa production worldwide, In: *Biodiversity Conservation* 16:3835 – 3849
- Fundación Maquita Cushunchic. 2010. Podas en el cacao. Barrio Turumbaba, Quito, Ecuador. 2 pp.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. Número 6. Instituto de Geografía, UNAM, México. 94 pp.
- Gómez M. A. y Azócar A. Áreas potenciales para el desarrollo del cultivo en el cacao Estado Mérida, Venezuela *Agronomía Tropical*. 52(2)
- Gurr G. M., Wratten S.D. and Luna J. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology*, 4:107–116.
- INEGI. 2012. Prontuario de información geográfica municipal de los Estado Unidos Mexicanos. Cárdenas, Tabasco. Clave geoestadística 27002. Consultado: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/27/27002.pdf> 05/06/2014
- Lobão D. E., Setenta W. C., Lobão E. S. P., Curvelo K. and Valle R. R. 2007. Cacao cabruca: sistema agrossilvicultural tropical. In: Valle RR (ed), *Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro*, pp.290-323, Gráfica e Editora Vital Ltda, Ilhéus.

- Mejía L. 2006. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Aspectos ecofisiológicos relacionados con el cultivo del cacao. Corpoica disponible en <http://www.ceaecuador.org/images>
- Motamayor J. C., Risterucci A. M., Lopez P. A. and Lanaud C. 2002. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity* 89:380–386
- OIEDRUS-Tabasco. 2012. Producción del cacao en el estado de Tabasco. Consultado: <http://www.campotabasco.gob.mx/> 29/10/2012
- Palencia C. G. y Mejía. F. L. 2000. La Poda del árbol de Cacao. En Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de cacao. Bucaramanga. Corpoica. p 92-94
- Pastorelly D., Vera M., Pilamunga M., Izquierdo L., Mejía Y., Posligua W., Zambrano D. y Rodríguez R. 2006. Manual del cultivo del cacao. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO). Guayaquil. Ecuador, 80 pp.
- Piasentin F. y Klare-Repnik L. 2004. Biodiversity conservation and cocoa agroforest. *Bioversity International*. 5: 7-8
- Pike E. E. 1933. The physiology of cacao. I. General observations of growth, flowering and fruiting. The Imperial Collega of Tropical Agriculture, Trinidad. Annual report on cacao research 1932, 2:37-40.
- Quiroz J. y Amores F. 2002. Rehabilitación de plantaciones tradicionales de cacao en Ecuador. Manejo integrado de plagas No 63, Costa Rica, p. 63-80.
- Quiroz V. J. y Mestanza V. S. 2010. Programa Nacional de Cacao. La poda de cacao. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Boletín técnico No. 378. Ecuador. 2 p.
- Ramírez D. F. 1997. Sistema agroindustrial del cacao en México y su comportamiento en el mercado. Universidad Autónoma Chapingo. México. 161 pp.

- Rivas T. D. 2006. Evaluación de los recursos forestales. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México. 26 pp.
- SAGARPA 2013. Retos y oportunidades del sistema agroalimentario de México en los próximos 20 años. D. F. México 283 pp.
- Sala O. E., Chapin I. F. S., Armesto J. J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber Sanwald E., Huenneke L. F., Jackson R. B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D. H., Mooney H. A., Oesterheld M., Leroy-Poff N., Sykes M. T., Walker B. H., Walker M. and Wall D. H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287 (5459), 1770–1774.
- Sánchez E. L., Parra D. y Rondón O. 2007. Poda del árbol de cacao. Ciencia y producción vegetal. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado de Táchira. La Asunción, Venezuela. 67 p.
- SAS/STAT® (Programa de Computadora). Versión 9.3. SAS Institute Inc; 2013.
- Schultz T. W. 1964. Transformando la Agricultura Tradicional. *New Haven: The American Economic Review* 51:1-17.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2014. Datos de superficie plantada de cacao. <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado: 07/03/2014
- Sodhi N. S., Liow L. H. and Bazzaz F.A. 2004. Avian extinctions from tropical and subtropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 35:323–345
- Sperber C. F., Kazuiyuki N., Valverde M. J., and de Siqueira F. N. 2004. Tree species richness and density affect parasitoid diversity in cacao agroforestry. *Basic and Applied Ecology*. 5:241-251
- Steel G. D. R, Torrie H. J, Dickey D. A. 1997. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 3ra Ed. Michigan, USA: McGraw Hill Companies, Inc.
- Tilman D., Peter B. R., Knops J., Wedin D., Mielke T. and Lehman C. 2001. Diversity and Productivity in a Long-Term Grassland Experiment. *Science* 294-843

- Tscharntke T., Clough Y., Bhagwat S. A., Buchori D., Faust H., Hertel D., Hölscher D., Jührbandt J., Kessler M., Perfecto I., Scherber C., Schroth G., Veldkamp E. and Wanger T. C. 2011. Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes – a review. *J. Appl. Ecol.*, 48:619–629.
- Valdés H. 1998. *El Cultivo del Cacao*. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Departamento de Producción Vegetal. 162 pp.
- Vera J. y Moreira, M. 1993. Poda In Suárez C. ed. *Manual del cacao*. Segunda edición Quito-Ecuador, INIAP.P.6569. Manual N° 25.
- Vérbeke L. P. C., Van Coillie F. M. B. and De Wulf R. R. 2006. Object based forest stand density estimation from very high resolution optical imagery using wavelet-based texture measures. In: *First International Conference on Object based Image Analysis (OBIA 2006)*. Salzburg University, Austria.
- Zarco E. V. M., Valdez H. J. L., Ángeles P. L. y 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.

CAPITULO II. PRODUCTIVIDAD POTENCIAL DEL SAF CACAO ASOCIADO CON ÁRBOLES FORESTALES

S. A. López-Juárez^a, A. Sol-Sánchez^a, V. Córdova-Ávalos^a, F. Gallardo-López^b

^aColegio de Postgraduados, Campus-Tabasco. Periférico Carlos A. Molina Km 3.5. Carretera Cárdenas Huimanguillo. H. Cárdenas Tabasco. C.P. 86500.

^bColegio de Postgraduados, Campus-Veracruz. Km. 26.5 Carr. Veracruz-Xalapa, Rancho Tepetates C.P. 91690, Mpio. de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, Ver.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue estimar el ingreso económico en un sistema cacaotal a la sustitución de árboles de sombra muertos por árboles de pimienta y pronosticar el comportamiento del agroecosistema cacaotal al enriquecimiento con especies de alto valor comercial. Se realizó la investigación en los predios El Cometa y La Ceiba ubicados en el municipio de Comalcalco, Tabasco. En el sitio El Cometa, se registró la cantidad de árboles de pimienta, en cada una de ellas se midieron el diámetro a la altura del pecho, altura total, fuste limpio y se registró la cantidad de producción por árbol. Además, se registró la última producción de la cosecha obtenida para el cacao. En el segundo sitio, La Ceiba, se registró la cantidad de árboles forestales asociadas con el sistema agroforestal cacao. Para cada árbol se les midió el DAP, altura total y fuste limpio. Con esto se le sacó el área basal por individuo, para luego, a través de una fórmula sacar el volumen comercial (vc) total de cada especie. Obtenido el vc (m³r) se investigó el precio de cada especie para ser colocado en el mercado. *Cedrela odorata* (L.) Gaertn, *Swietenia macrophylla* King y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., estas fueron las especies que se registran un mejor valor en el mercado de la madera nacional e internacional.

2.1. INTRODUCCIÓN

La situación que atraviesan los bosques y selvas del mundo es preocupante y difícil, debido a múltiples factores, como la tala inmoderada, el incremento de la frontera agrícola, la ganadería extensiva, el cambio climático, los incendios forestales, las inundaciones y el crecimiento de la población, lo que ha repercutido en la degradación y pérdida de tierras (FAO, 2010). En México, hubo una pérdida anual de 678,000 ha de cobertura forestal de 1980 a 1990 y de 631,000 ha en el periodo 1990 a 2000 (FAO, 2005).

A medida que el mundo se enfrenta a tasas alarmantes de pérdida de selvas tropicales, algunos sistemas agrícolas ofrecen una alternativa para frenar y amortiguar el desastre. En particular, el sistema agroforestal (SAF), el cual consiste en el manejo adecuado de tierras e implica la asociación de árboles forestales con cultivos o ganadería, o una combinación de ambos, tal asociación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo de acuerdo al terreno (Doré *et al.*, 2011). Por esa razón los SAF's surgen como una estrategia para disminuir los problemas ecológicos, sociales, ambientales y económicos en zonas rurales (Nair, 2007). Además, estos sistemas constituyen una forma eficaz de mejorar la resistencia de la agricultura y amortiguar las fluctuaciones en el microclima (Lin, 2007; Siles *et al.*, 2010; Verchot, *et al.*, 2007). Los agricultores, a través de los sistemas agroforestales, enfrentan el desafío de aumentar su productividad evitando la deforestación (Grupo del Banco Mundial, 2012).

El SAF se destaca de otros sistemas por tres aspectos esenciales: (i) su funcionamiento se basa en las relaciones existentes entre las especies (competencia, facilitación), (ii) ofrecen una alta diversidad biológica, y (iii) producen una multiplicidad de bienes y servicios ambientales que los monocultivos no ofrecen (Malézieux 2012). Estudios muestran que no solo la diversidad de árboles forestales dentro de un SAF cacao es importante, sino también mantiene una amplia variedad de aves, mamíferos no voladores e invertebrados (Fahl, 1994; Rice y Greenberg, 2000; Ibarra *et al.*, 2001).

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) se práctica en los sistemas agroforestales. En Latinoamérica, el cultivo se ha realizado bajo la sombra de especies arbóreas

provenientes del bosque natural, que en muchas ocasiones, no aportan un valor económico para los productores, pero si un valor biológico. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha venido introduciendo nuevas especies de árboles de sombra de usos múltiples: alimenticio, maderables, combustibles, entre otros (Ospina, 2002, Sotomayor *et al.*, 2008; Ramírez, 2009). El SAF's de cacao es muy común en el sureste de México, en donde los árboles forestales proporcionan sombra, productos comerciales y otros. El cacao, después del café, es el cultivo más importante bajo sombra en el trópico mexicano (González, 2005). En México, el cultivo de cacao se encuentra bajo el dosel arbóreo formado por árboles seleccionados de sombras como frutales y maderables (Bárcenas y Ordoñez, 2008).

Los árboles dentro del SAF prestan servicios ecosistémicos: modifican el régimen de luz (tanto en calidad como en cantidad), la temperatura del aire, humedad y movimiento del aire dentro de la plantación, que influye directamente en la fotosíntesis, crecimiento y producción de cacao (De Almeida y Valle, 2007; Zuidema *et al.*, 2005). Asimismo, favorecen o dificultan la dinámica poblacional y la incidencia de plagas y enfermedades (y de sus enemigos naturales) que reducen los rendimientos tanto de cacao y de las especies involucradas (Schroth *et al.*, 2009); producen cantidades significativas de materia orgánica, reciclaje de nutrientes y ayudan a mantener la fertilidad natural del lugar (Hartemink, 2005).

Lo que es importante en cultivos, como en el cacao, que se utiliza la práctica agronómica de la fertilización, y la producción de bienes y servicios (madera, leña, frutos, resinas, medicina, etc.) y servicios (los valores estéticos y culturales, la conservación de la biodiversidad, el suelo y el agua, almacenamiento de carbono atmosférico y mitigación del cambio climático, etc.) para los hogares y la sociedad global (Bentley *et al.*, 2004; Rice y Greenberg, 2000; Ruf y Schroth, 2004; Schroth y Harvey 2007).

La selección de especies de sombra dentro de los cacaotales, habitualmente obedece a la búsqueda de beneficios socioeconómicos y de manejo para la obtención de productos rentables (madera, leña, fruta, etc.), baja competencia con el cultivo principal,

disminución de plagas o enfermedades y disminución de la erosión del suelo (Ortiz, 2006; Schroth, 2003; Vega 2005).

Los productores de cacao reconocen que la baja productividad es el principal problema al que se enfrentan y esto lo atribuyen a diferentes causas que se clasifican en socioeconómicas, técnicas y biológicas (Dormon *et al.*, 2004).

Para incentivar la productividad en los cacaotales se buscó sustituir árboles muertos (no productivos) por árboles productivos o útiles como la pimienta (*Pimienta dioica* L. Merrill), la cual tiene muchas propiedades y usos en la industria alimentaria y perfumería (CONAFOR, 2014; Córdova *et al.*, 2001).

Pimienta gorda

La pimienta gorda (*Pimienta dioica* L. Merrill) es originaria de México y Centroamérica, ha sido domesticada y naturalizada en varios países tropicales del mundo. En México, ecológicamente se distribuye en la vertiente del Golfo de México, desde el norte de Puebla y Veracruz hasta el sur de la Península de Yucatán (García, 1971). Esta especie puede cultivarse en sistemas agroforestales, se le encuentra asociado principalmente en plantaciones de cacao y coco (Córdova *et al.*, 2001).

Producción internacional

La pimienta juega un papel importante en el rubro económico, tiene presencia en todos los continentes y el valor de venta asciende a 1000 millones de dólares, especialmente en países de la Unión Europea y Estados Unidos (Claridades Agropecuarias, 2001).

Para el año 2011, se enviaron al mercado internacional 312,717 toneladas; Vietnam fue el principal exportador con el 39.6% del total. Así mismo, Indonesia, Brasil, India y Malasia, con el 11.7%, 10.5%, 12% y 4.6% respectivamente. En este rubro, México ocupa el lugar 13, con el 1.9%, al haber exportado 5,998 toneladas (FAOSTAT, 2014).

La FAO (2014) indica que en el año 2011, se compraron 223,966 toneladas a nivel mundial, de los cuales Estados Unidos importó 30.6% a nivel mundial, también estacan los países de Alemania, Países Bajos, India y Singapur, con una participación de 11.4%, 8.2%, 6% y 5.3% respectivamente (FAOSTAT 2014).

La producción total de este cultivo, para el año 2012, fue de 455,768 t. Los principales países productores fueron Vietnam, Indonesia, India, Brasil, China, Malasia y Sri Lanka. Vietnam, Indonesia e India destacaron por su nivel de producción, estos países obtuvieron el 64.6% del total. Por su parte, México ocupó el lugar 13 al aportar apenas el 0.66% de la producción mundial (SIAP 2014).

Producción nacional

La superficie establecida para el año 2013 fue de 3,381.50 hectáreas. Los principales estados productores fueron Veracruz, Tabasco y Chiapas, estos hicieron una participación de 89.5%. Los estados que igual sobresalen son Campeche, Puebla, Quintana Roo y Oaxaca (Cuadro 1) (SIAP, 2014).

Cuadro 1. Estados productores de pimienta.

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	*PMR (\$/Ton)	Valor producción (miles de pesos)
Veracruz	1,384	834	1,933.50	2.32	9,198.92	17,786.11
Tabasco	1,206	1,206	841.55	0.7	26,452.50	22,263.75
Chiapas	435	435	165.74	0.38	20,600	3,414.24
Campeche	182	0	0	0	0	0
Puebla	136.5	103.5	253.52	2.46	8,626.10	2,186.80
Quintana Roo	23	0	0	0	0	0
Oaxaca	15	15	5.03	0.34	5,208.88	26.2
	3,381.50	2,593.50	3,199.43	1.23	14,276.64	45,677.11

*PMR: Precio Medio Rural.

Fuente: SIAP (2014)

Sistemas agroforestales

En países de América Latina, se ha encontrado que la especie *Gliricidia sepium* Jacq., se ha utilizado como árboles de sombra para el cacao ya que incrementa la entrada de nitrógeno al sistema. En Indonesia, se mencionó que utilizando esta especie en los SAF's de cacao se captura al menos 30 Kg/ha⁻¹/año de N (Tschardtke *et al.*, 2011).

En Talamanca, Costa Rica se señala que dependiendo el nivel de fertilidad del suelo se recomendaba una determinada especie forestal, para suelos con buena fertilidad y bien drenados, se utilizó Cedro (*Cordia alliodora*), y para aquellos con un mal drenaje se

utilizó macuili (*Tabebuia rosea*) (Somarriba y Beer, 1999). En la reserva indígena Bribri de Talamanca, Costa Rica se reportaron 29 especies de árboles de sombra asociadas con cacao. Las principales especies fueron laurel (*Cordia alliodora*), guama (*Inga edulis*), guará (*Cupania cinerea*) y cedro (*Cedrela odorata*) (Bieng *et al.*, 2013).

En zonas rurales, el cacao se cultiva intercalando principalmente frutas y árboles de rápido crecimiento. El cultivo de cacao sin sombra es común en Malasia y cada vez más generalizada en algunas partes de Colombia y Perú. Este sistema es básico para una mayor productividad, sin embargo, a largo plazo se pierde la productividad aumentando enfermedades (Rice y Greenberg, 2000).

La diversidad de árboles dentro del SAF cacao se ha descrito en haciendas de Tabasco (Córdova *et al.*, 2001; Ramírez, 2009) y Chiapas (Roa-Romero *et al.*, 2009). Estudios realizados por Ramos (2001), en Tabasco, encontraron que las especies *Erythrina americana* Mill, *Diphysa robinoides* Benth, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp, *Samanea saman* (Jacq.) Merr. y *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg., fueron las más sobresalientes como árboles de sombra en el SAF-cacao.

Córdova *et al.*, (2001) mencionaron especies maderables como cedro (*Cedrela odorata*), ceiba (*Swietenia macrophylla* Willd) y palo blanco (*Dendropanax arborens* L.), frutales como son el aguacate (*Persea americana* L.), mango (*Mangifera indica* L.) y memey (*Mammea americana* L.), para uso condimental pimienta (*Pimenta dioica* L.), achiote (*Bixa orellana* L.) y canela (*Cinnamomun zeylanicum* Breyn.) y plantas medicinales como naranja (*Citrus aurantium* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y limón (*Citrus lemon* L. Burm.). Por otro lado, Sánchez *et al.*, (2012) encontró en plantaciones de cacao de Tabasco, 67 especies. Las más representativas fueron cedro (*Cedrela odorata*), cocoite (*Gliricidia sepium*), eritrina (*Erythrina americana*), macuili (*Tabebuia rosea*) y chipilcoite (*Diphysa robinoides*).

Mientras que Roa-Romero *et al.*, (2009) en el Soconusco, Chiapas señalan 46 especies arbóreas pertenecientes a vegetación nativa y secundaria. Las especies más representativas fueron zapote [*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn], mango

(*Mangifera indica* L.), laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken], cedro (*Cedrela odorata* L.) y cocotero (*Cocos nucifera* L.).

Por lo que el objetivo de este trabajo fue estimar el ingreso económico de un sistema agroforestal cacao sustituyendo árboles de sombra muertos por árboles de pimienta y valorar el comportamiento del agroecosistema cacaotal al enriquecimiento con especies de alto valor comercial.

2.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en el ejido Francisco I. Madero, Segunda Sección del municipio de Comalcalco, Tabasco; México en la región de la Chontalpa, ubicado en las coordenadas 18°15'42.15" LN y 93°22'5.92" LW a una altitud de 0-10 msnm. Presenta clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con precipitación anual de 1500 – 2500 mm; y con temperatura de $28 \pm 30^{\circ}$ C. Colinda al norte con el municipio de Paraíso, al este con los municipios de Paraíso y Jalpa de Méndez; al sur con los municipios de Jalpa de Méndez, Cunduacán y Cárdenas, al oeste con el municipio de Cárdenas. La extensión territorial del municipio es de 723.19 km², sobre el cual se asientan 90 rancherías y 30 ejidos (INEGI 2012) (Figura 1). Los sitios de estudio fueron los predios El Cometa y La Ceiba donde se realizó la investigación en dos SAF cacao.

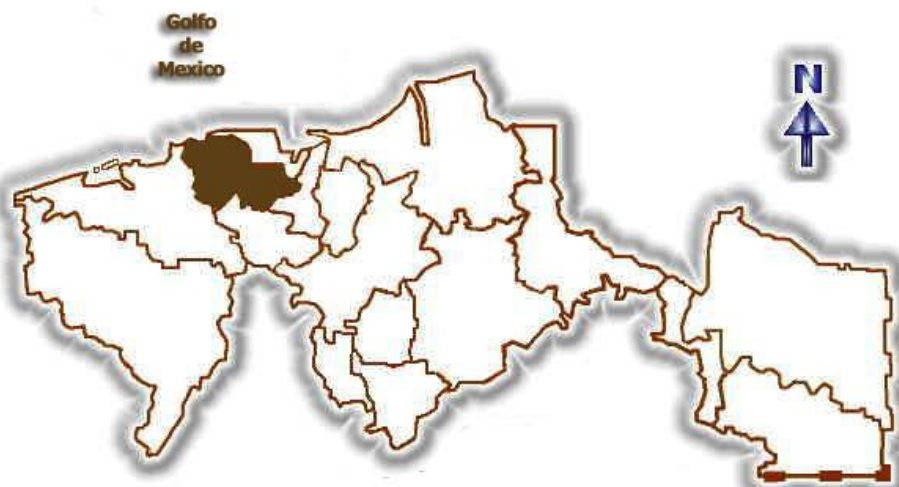


Figura 1. Localización de los sitios de El Cometa y La Ceiba en el municipio de Comalcalco, Tabasco.

Mediciones

Se seleccionaron dos plantaciones de cacao. Estas plantaciones debieron tener una edad, superficie y producción lo más homogéneas posibles, además, de tener una diversidad de cultivos intercalados con el cacao. En ambas parcelas se registraron el nombre del productor, nombre del predio, superficie de la parcela, edad de la plantación del cacao, se geoposicionaron con GPS (Garmin modelo GSmap60csx) y se registraron las fechas de la última cosecha de cacao.

En el primer sitio, El Cometa, se contabilizó el número total de árboles de pimienta. Las variables dasométricas evaluadas fueron diámetro a la altura del pecho (DAP) con una cinta diamétrica, altura con una pistola haga ® y se registró la producción de pimienta por árbol.

En el segundo sitio, La Ceiba, se registraron las especies forestales presentes y se calculó la cantidad de recursos económicos a partir de la venta de madera. Para calcular el volumen comercial de la madera se tuvo que sacar el área basal por especie, sin embargo, antes cada árbol forestal se le midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) con una cinta diamétrica, fuste limpio y altura total se midieron con una pistola haga ®.

Análisis estadístico

Los sitios se analizaron mediante un análisis de varianza para un diseño completamente al azar, usando el PROC GLM de SAS versión 9.4 y para las comparaciones de medias se empleó la prueba Tukey con $p < 0.05$.

2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el sitio “El Cometa” se registraron 40 árboles de pimienta, El árbol con menor DAP fue de 17 cm y el mayor con 145 cm; la menor altura fue de 7 m y el mayor con 22 m; la menor producción se registró en los árboles 18, 23 y 39 con 4 kg cada uno y la mayor producción en el árbol 2 con 13 kg (Cuadro 2). La edad de la plantación de la pimienta fue de 9 años.

Cuadro 2. Variables evaluadas y producción de los árboles de pimienta (*Pimenta dioica* L.) del sitio “El Cometa” en el municipio de Comalcalco, Tabasco.

Número de árboles de pimienta	DAP (cm)	Altura (m)	Producción (kg)
1	145	17	11
2	115	22	13
3	112	18	10
4	79	15	6
5	77	16	8
6	70	16	8
7	70	12	5
8	57	13	6
9	55	12	9
10	54	14	7
11	51	14	5
12	48	7	7
13	48	12	6
14	47	13	7
15	42	8	7
16	41	14	8
17	40	15	7
18	38	18	4
19	38	16	6
20	38	16	6
21	37	9	5
22	36	14	7
23	31	11	4
24	30	12	5
25	30	11	7
26	28	9	6
27	27	14	5

28	27	14	5
29	27	14	6
30	26	9	7
31	25	11	7
32	22	11	6
33	20	9	5
34	20	8	6
35	20	16	5
36	18	10	6
37	18	16	8
38	17	11	8
39	16	9	4
40	15	16	5

Tabasco es uno de los principales productores de pimienta a nivel nacional y cuyos valores de producción aumentan año con año (SIAP, 2014). La producción de pimienta con el cacao incrementa el ingreso para el pequeño productor. Además de proporcionar frutos, también puede ser utilizada como madera, de las hojas se pueden extraer aceites esenciales y ser ocupadas para la industria de perfumes (Córdova *et al.*, 2001)

Producción pimienta

Para la última cosecha, se obtuvo una producción de 80 kg de cacao en seco y en este periodo, como la pimienta apenas había iniciado floración y fructificación se registró la producción promedio de pimienta de 6.5 kg por árbol. El productor ha puesto todo el empeño en cuidar más los árboles de pimienta que el cultivo principal: el cacao, ya que esta última se ha enfermado y por temperaturas bajas se han perdido varios frutos de cacao.

De igual manera, el productor realiza el proceso de secado de la pimienta de acuerdo a sus necesidades económicas. Sin embargo, el productor prefirió vender la pimienta en verde debido a que no contaba con los materiales necesarios para realizar el proceso de secado y por el fácil intercambio de producción-venta.

Para que la asociación de pimienta y cacao sea rentable se requiere al menos 91 árboles de pimienta/ha. (Sánchez y Dubón, 1993). Mientras que Marcos (2006) hace mención que se necesitan, como mínimo 71 plantas de pimienta/ha, por otro lado el

INIFAP (2011) indica que 40 árboles son suficientes para hacer rentable tal asociación resultado que es similar a lo mostrado en este estudio.

Durante el estudio el precio del cacao en baba y en seco se encontraba en 23 y 36 pesos. Mientras que la pimienta verde y seca se encontraba en 14 y 32 pesos.

La mayor producción de la pimienta inicia a partir del noveno año con un rendimiento por árbol de 18 kg (INIFAP, 2011) y el precio por kg es 32 pesos se podrá obtener un ingreso extra por la venta de la pimienta. Puesto que los árboles de pimienta no se encuentran en su máxima producción el ingreso igualmente no el mayor, sin embargo, se sabe que con la asociación cacao-pimienta habrá un ingreso extra y el productor se beneficiará en un corto plazo.

La pimienta es una especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva y se le ha empleado para rehabilitar sitios donde hubo explotación minera. En México, se le encuentra en los potreros para proporcionar sombra al ganado, para cercas, en los huertos familiares y por lo regular no se le considera un cultivo principal (Financiera Rural, 2011).

A pesar de que la pimienta es considerada como un cultivo alternativo, su precio llega a ser más alto que el de los cultivos principales con los que se asocia y esto representa una importante fuente de ingreso para el productor.

La asociación en el cultivo genera ganancias económicas y promueve una mayor diversidad biológica, mejora el uso de los recursos naturales, reduce erosión de suelos, disminuye el riesgo de pérdida total de cosecha y proporciona menos daños contra plagas y enfermedades (Francis 1990, Gómez y Zavaleta, 2001).

Árboles forestales

Para el segundo sitio se tiene una superficie de 2 hectáreas de cacao y se tuvo una producción de 120 kg en seco. En el inventario forestal se registraron 324 árboles, pertenecientes a 25 especies agrupados en 17 familias. Las especies que se registraron con mayor individuos fueron cedro (*Cedrela odorata* L.), macuili (*Tabebuia rosea* Bertol DC.), cocoite (*Gliricidia sepium* Jacq. Steud.), caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y guácimo (*Guazuma ulmifolia* L.); éstas representaron el 51.5% del

total de los árboles registrados. Las familias más diversas fueron: *Meliaceae* (79 individuos en 3 especies), *Fabaceae* (71 individuos en 4 especies), *Bignoniaceae* (43 individuos en 1 especie) y *Sterculiaceae* (21 individuos en 2 especies) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Especies registradas en el inventario forestal de la parcela La Ceiba

N.P.	Nombre común	Especies	Familia	Total de ind.
1	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> (L.) Gaertn.	Meliaceae	44
2	Macuilí	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	Bignoniaceae	43
3	Cocoite	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Fabaceae	36
4	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Meliaceae	24
5	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	20
6	Eritrina	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O. F. Cook	Fabaceae	17
7	Palo Colorado	<i>Simira salvadorensis</i> Standl.	Rubiaceae	17
8	Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	15
9	Moté	<i>Erythrina americana</i> Mill.	Fabaceae	12
10	Casta Rica Blanca	<i>Guarea</i> sp.	Meliaceae	11
11	Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Sapotaceae	10
12	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	8
13	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> L.	Rutaceae	7
14	Pochote	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Cochlospermaceae	8
15	Teca	<i>Tectona grandis</i> L. F.	Verbenaceae	8
16	Pochitoquillo	<i>Pleuranthodendron mexicanum</i> (A. Gray) L.O. Williams	Salicaceae	7
17	Amatillo	<i>Ficus padifolia</i> H.B.K.	Moraceae	6
18	Palo Sangre	<i>Pterocarpus</i> sp.	Fabaceae	6
19	Ramoncillo	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	Moraceae	6
20	Candelerero	<i>Cordia megalantha</i> Blake.	Boraginaceae	6
21	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	7
22	Palo Mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Rose.	Simarubaceae	5
23	Zapote	<i>Manilkara sapota</i> (L.) Van Royen.	Sapotaceae	2
24	Bellota	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst.	Sterculiaceae	1
25	Palma de coroso	<i>Scheelea liebmanna</i> Becc	Arecaceae	1

Las especies que registraron mayores individuos son el cedro (*Cedrela odorata*) con 44 individuos (13.6% del total de especies), seguido por macuilí (*Tabebuia rosea*) con 43 individuos (13.3% del total de especies), cocoite (*Gliricidia sepium*) con 36 individuos (11.1% del total de especies), caoba (*Swietenia macrophylla*) con 24 individuos (7.4%

del total de especies), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) con 20 individuos (6.2% del total de especies) y eritrina (*Erythrina poeppigiana*) con 17 individuos (5.2% del total de especies) (Figura 2).

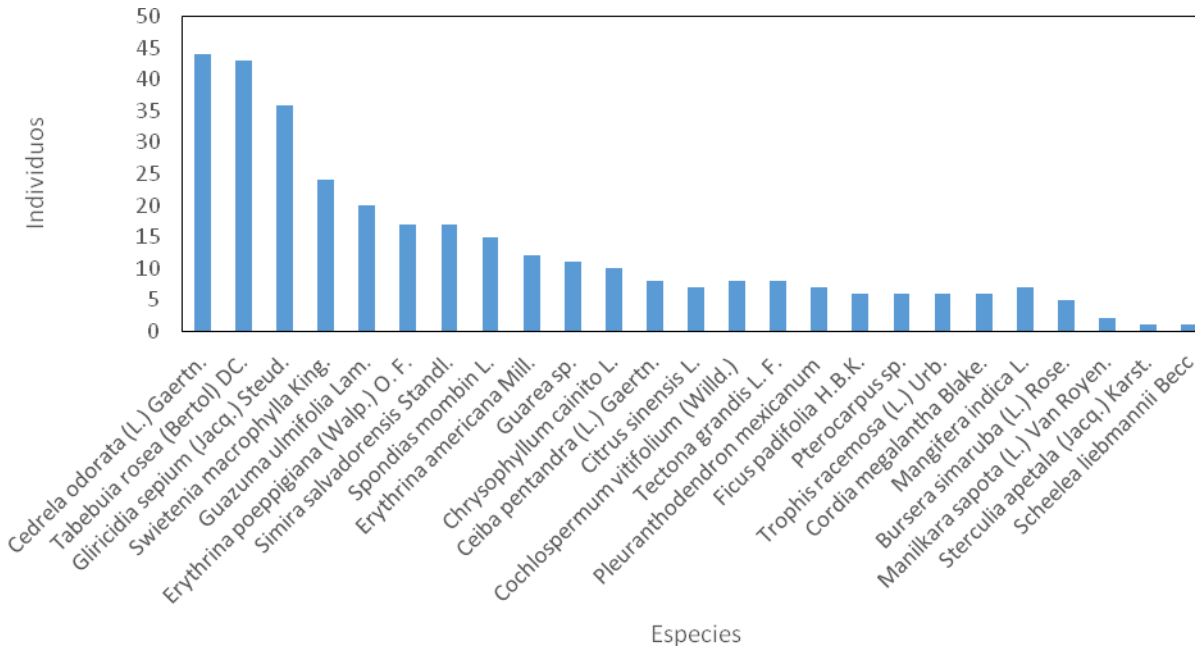


Figura 2. Especies registradas del SAF’s-cacao del sitio La Ceiba, Comalcalco; Tabasco.

En el inventario forestal se obtuvieron especies que tienen un alto valor comercial en el mercado. (Beer *et al.*, 1998) mencionan que el cedro (*Cedrela odorata*) es una de las especies maderables más importantes para la sombra del café en América Latina, mientras que en Panamá estudios demuestran que el cedro junto con pochote (*Pachira quinata*) y macuili (*Tabebuia rosea*) son consideradas especies maderables de alto valor y que son deseadas para productores de café y cacao (Jefferson *et al.*, 2011). El cedro tiene una gran ventaja al estar asociado con otro cultivo, puesto que en monocultivo este sufre daño por el barrenador (Pérez-Salicrup y Esquivel, 2008) y cuando se encuentra en asociación con otros cultivos el daño por enfermedades y plagas disminuyen.

El macuili (*Tabebuia rosea* Bertol DC.) tiene una amplia distribución en América Latina y produce una madera muy valiosa en el mercado internacional (Plath *et al.*, 2011). En la parcela de estudio, se registraron 43 individuos de esta especie intercalados con otras especies. Esta especie sirve como sombra para el cacao y reduce la erosión (van Breugel *et al.*, 2011). El macuili es una especie de madera adecuada para la reforestación y restauración (Plath *et al.*, 2011). Además, esta especie se ha utilizado como árbol ornamental, de sombra y puede ser plantado con éxito en cultivos de cacao y café, asimismo, la madera es resistente a los hongos y susceptibles a termitas (Herrera y Morales, 1993).

El cocoite (*Gliricidia sepium* Jacq. Steud.) Es una especie usada para leña, postes y artesanías; tiene muchos propósitos y genera ingresos extras al productor (Bear *et al.*, 2004; Quintanar *et al.*, 1997; Vázquez–Yánes *et al.*, 1999). También, se propone esta especie para sustituir especies sin valor comercial ya que están bien se comercializan localmente para postes de cercas en forma acerrada, puede ser utilizado para restaurar y aumentar fertilidad de suelos.

La caoba (*Swietenia macrophylla* King) es una especie demandante puesto que su madera es la más valiosa del mundo y ha sido utilizada para contrarrestar la deforestación (Veríssimo *et al.*, 1995). La madera de la caoba es una fuente de ingresos para pequeños productores y la creciente demanda ha propiciado que esta especie haya sido reducida severamente en su área de distribución. Por ello, la caoba se ha asociado en cultivos de cacao para no perder individuos de esta especie.

El cacao asociado con cedro (*Cedrela odorata* L. Gaertn), macuili (*Tabebuia rosea* Bertol DC.), cocoite (*Gliricidia sepium* Jacq. Steud.) y otras especies forestales, favorece a que el productor obtenga mayores beneficios. Por otra parte, se extrae frutas y madera para subsanar demandas de autoconsumo o de mercado (Leakey y Tchoundjeu, 2001).

La productividad se ve mejorada con la incorporación de una gran diversidad de árboles y arbustos a las plantaciones principales (Murgueitio *et al.*, 2011). La asociación de árboles en plantaciones de cacao y café reduce costos de producción y aumenta la productividad de las mismas (Somarriba, 2004)

La producción de madera es la función más importante para los pequeños productores en las SAF's, ya que dependiendo de las especies maderables, tiende a aumentar el ingreso económico haciendo más productivo el sistema (Roshetko *et al.*, 201; Fisher y Gordon, 2007). La asociación de árboles frutales y forestales con cacao trae condiciones propicias para conservar la biodiversidad y sirven como refugios para la fauna (Greenberg *et al.*, 2000; Griffith 2000). Además, estos SAF's proporcionan corredores biológicos para el movimiento de animales y dispersión de vegetales entre fragmentos de sistemas (Saatchi *et al.*, 2001).

Los sistemas agroforestales de cacao en América Central tienen una alta riqueza de especies de flora maderable y alta complejidad estructural (Deheuvels *et al.*, 2012), aumenta la diversidad de productos para el autoconsumo y la venta crece (Dalquist *et al.*, 2007).

Para reducir la deforestación y la pérdida de la producción, se han realizado estudios proponiendo transformar la sombra improductiva en sombra productiva del cacao, esto genera una intensificación de nuevas especies arbóreas y aumenta la complejidad de biodiversidad (Gockowski y Sonwa, 2011). En Bahia, Brasil se implementó la asociación de árboles forestales-cacao y se obtuvo una mayor biodiversidad, elevo la captura de carbono y acrecentó la productividad del cultivo del cacao (Cotta *et al.*, 2006).

Las similitudes entre la pimienta y árboles forestales es que ambas proveen sombra al cacao, se aumenta la biodiversidad y el productor se beneficia por la venta de estos productos. Sin embargo; la pimienta se cosecha más fácil propiciando un mejor cuidado a las plantaciones de cacao, en contraste, los árboles forestales pueden provocar grandes pérdidas al momento de la cosecha y el cultivo del cacao podría resultar afectado.

Proyecciones de cultivos: cacao, pimienta y árboles forestales

En el cuadro 4 se muestran los precios del cacao, pimienta y árboles maderables para el estado de Tabasco que se han estudiado, y las proyecciones para el año 2015, 2018 y 2020 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Precios del cacao, pimienta y árboles maderables del periodo 2008-2014 con proyecciones para los años 2015, 2018 y 2020.

Año	Cacao seco (\$/kg)	Pimienta en verde (\$/kg)	Árbol forestal (m ³ r)
2008	25	14	2,804
2009	31	10	3,767
2010	37	15	2,685
2011	40	17	3,130
2012	38	16	3,705
2013	36	14	2,512
2014	38	10	2,782
2015	40	11	2,696
2018	46	18	2,323
2020	49	20	1,887

Fuente: CONAFOR (2012), SIAP (2015)

Pimienta

En el sitio La Cometa, se registró la cantidad de 80 kg de cacao y 263 kg de pimienta, a precio de 36 y 11 pesos por kg respectivamente. Con esto se podrá obtener la cantidad total de 5,773 pesos por la venta de cacao y pimienta, esto es lo que se espera para el año 2013 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Recurso económico para el año 2013 con la venta de cacao y pimienta.

Cultivo	Producción (Kg)	Precio (\$/kg)	Recurso económico esperado
Cacao	80	36	2,880
Pimienta	263	11	2,893
		Total	5,773

Árboles forestales

Se muestra el volumen comercial, expresado en m³r, de cada especie registrada en el sitio La Ceiba. Los anuarios estadísticos de la producción forestal manejan diferentes precios para cada especie y el cual se registró en el cuadro 7. Con la venta de las

principales maderas comerciales de la parcela, se podría obtener la cantidad de 332,256 pesos para el año 2013 más 4,800 pesos por la venta de cacao (Cuadro 6).

Cuadro 6. Recurso económico para el año 2013 por la venta del cacao

Cultivos	Producción (Kg)	Precio (\$/Kg)	Recurso económico proyectado (\$)
Cacao	120	40	4,800

Cuadro 7. Recursos económicos esperados para el año 2016 por los árboles forestales con valor económico en el SAF cacao en el municipio de Comalcalco, Tabasco.

Especie	Volumen comercial (m3r)	Precio (\$)	Total
Eritrina	102.35	1,250	127,938
Ceiba	24.99	3,100	77,469
Caoba	14.23	3,058	43,515
Jobo	14.16	1,200	16,992
Macuilí	13.36	550	7,348
Bellota	12.65	450	5,693
Cedro	8.99	2,800	25,172
Guácimo	5.15	1,250	6,438
Cocoite	4.64	700	3,248
Palo sangre	4.12	720	2,966
Teca	3.38	800	2,704
Caimito	2.8	950	2,660
Moté	2.32	890	2,065
Palo mulato	2.06	1,250	2,575
Palo colorado	1.5	800	1,200
Candelero	1.48	830	1,228
Zapote	1.44	120	173
Pochote	1.43	1,115	1,594
Mango	1.19	200	238
Amatillo	1.05	600	630
Naranja	0.95	180	171
Pochitoquillo	0.33	450	149
Palma de coroso	0.1	180	18
Casta rica blanca	0.08	650	52
Ramoncillo	0.06	350	21
TOTAL			332,256

Fuente: CONAFOR, 2010, 2014; SEMARNAP, 2012, 2013

La especie tropical más usada por las compañías procesadoras es la caoba, que para abastecer la demanda es la segunda especie más importada/manejada por las compañías mexicanas dedicadas a la madera (CONAFOR, 2013).

Análisis Estadístico

Los resultados mostraron diferencias significativas entre los árboles evaluados para la variable diámetro a la altura del pecho. El mayor valor promedio fue la eritrina (*Erythrina poeppigiana* Walp. O. F. Cook) con 186.65 mientras el menor valor promedio lo tuvo la Casta Rica Blanca (*Guarea sp.*) con 15 cm (Cuadro 8).

Cuadro 8. Evaluación de la variable diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles forestales encontrados en el sitio “La Ceiba” del municipio de Comalcalco, Tabasco.

Tipo de madera	Especies	Nombre Científico	Total de individuos	Promedio del DAP (cm)	
Blando	Eritrina	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O. F. Cook	17	186.65	a
Blando	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	8	157.50	ab
Blando	Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	15	106.80	bc
Duro	Palo Sangre	<i>Pterocarpus sp.</i>	6	95.83	c
Duro	Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	10	78.00	cd
Semiblando	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	20	76.20	cde
Blando	Palo Mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Rose.	5	74.60	cde
Duro	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	7	73.00	cdef
Duro	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	24	71.96	cdef
Duro	Candelerero	<i>Cordia megalantha</i> S.F. Blake.	6	71.20	cdef
Duro	Teca	<i>Tectona grandis</i> L. F.	8	67.13	cdef
Blando	Mote	<i>Erythrina americana</i> Mill.	12	61.17	cdef
Blando	Amatillo	<i>Ficus padifolia</i> H.B.K.	6	58.33	cdef
Blando	Pochote	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	8	54.50	cdef
Duro	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> L.	7	53.29	cdef
Duro	Macuili	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	43	52.33	cdef
Semiblando	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> (L.) Gaertn.	44	49.93	cdef
Blando	Pochitoquillo	<i>Pleuranthodendron mexicanum</i> (A. Gray) L.O. Williams.	7	36.29	cdef
Duro	Cocoite	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	36	34.39	def
Duro	Palo Colorado	<i>Simira salvadorensis</i> Standl.	17	23.00	def
Duro	Ramoncillo	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb	6	17.50	fe
Duro	Casta Rica Blanca	<i>Guarea sp.</i>	11	15.00	f

Medias con letras diferentes en una misma columna difieren según prueba de Tukey para $p < 0,05$.

La eritrina es de los pocos árboles que puede tener el diámetro a la altura del pecho (DAP) cerca de los dos metros y con una altura mayor a los 25 m, produce grandes cantidades de hojarasca y, por ello, es fijadora de nitrógeno. La especie ayuda a conservar y mejorar el suelo y auxilia al aumento de rendimiento en cultivos asociados (generalmente perenes). La leña que produce la eritrina es de baja calidad y no es recomendable para este uso.

En el cuadro 9, se puede observar que los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas para la variable altura total de los árboles forestales. El mayor valor se tuvo de la eritrina con 30.76 m; mientras que el menor valor promedio fue de 8.72 m perteneciente a la Casta Rica Blanca (*Guarea sp.*).

Cuadro 9. Evaluación de la variable altura de los diferentes árboles registrados en el sitio “La Ceiba” del municipio de Comalcalco, Tabasco.

Especies	Nombre científico	Total de ind.	Promedio de altura (m)	
Eritrina	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O. F. Cook	17	30.76	a
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	8	30.50	ab
Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	15	25.93	abc
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	24	25.33	abcd
Palo Sangre	<i>Pterocarpus sp.</i>	6	23.66	abcde
Teca	<i>Tectona grandis</i> L. F.	8	22.50	bcde
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	10	22.10	cde
Palo Mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Rose.	5	20.80	cdef
Macuili	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	43	20.79	cdef
Candelero	<i>Cordia megalantha</i> S.F. Blake.	6	18.40	cdefg
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	7	18.00	cdefg
Pochote	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	8	17.62	defgh
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> (L.) Gaertn.	44	16.93	efghi
Palo Colorado	<i>Simira salvadorensis</i> Standl.	17	16.70	efghi
Cocoite	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	36	16.66	efghi
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	10	16.55	efghi
Mote	<i>Erythrina americana</i> Mill.	12	13.66	fghi
Amatillo	<i>Ficus padifolia</i> H.B.K.	6	13.50	fghi
Naranja	<i>Citrus sinensis</i> L.	7	12.71	fghi
Pochitoquillo	<i>Pleuranthodendron mexicanum</i> (A. Gray) L.O. Williams.	7	11.85	ghi
Ramón	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb	6	9.66	hi
Casta Rica Blanca	<i>Guarea sp.</i>	11	8.72	i

Medias con letras diferentes en una misma columna difieren según prueba de Tukey para $p < 0,05$.

Los resultados mostraron diferencias significativas en los árboles evaluados en la variable fuste limpio. El mayor promedio fue para la eritrina (*Erythrina poeppigiana* Walp. O. F. Cook) con 20.11 m; mientras que el menor valor fue para el árbol Ramoncillo (*Trophis racemosa* L. Urb) con 5.33 m (Cuadro 10).

Cuadro 10. Evaluación de la variable fuste limpio de los diferentes árboles forestales en el sitio “La Ceiba” del municipio de Comalcalco, Tabasco.

Especies	Nombre científico	Total de ind.	Promedio de fuste limpio (m)	
Eritrina	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O. F. Cook	17	20.11	a
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	24	17.20	ab
Teca	<i>Tectona grandis</i> L. F.	8	16.87	ab
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	8	15.75	abc
Palo Sangre	<i>Compsonera sprucei</i> (A.DC.) Warb.	6	13.66	abcd
Macuili	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	43	13.32	abcde
Palo Mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Rose.	5	13.20	abcde
Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	15	13.13	abcde
Cocoite	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	36	10.91	bcdef
Pochote	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	8	10.62	bcdef
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> (L.) Gaertn.	44	10.52	bcdef
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	10	9.70	cdef
Candelero	<i>Cordia stellifera</i> I.M. Johnston	6	9.40	cdef
Amatillo	<i>Ficus padifolia</i> H.B.K.	6	9.00	cdef
Palo Colorado	<i>Sickingia salvadorensis</i> Standl.	17	9.00	cdef
Mote	<i>Erythrina americana</i> Mill.	12	8.50	def
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	7	7.80	def
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	20	7.30	def
Naranja	<i>Citrus sinensis</i> L.	7	7.14	def
Pochitoquillo	<i>Pleuranthodendron mexicanum</i> (A. Gray) L.O. Williams.	7	6.42	ef
Casta Rica Blanca	<i>Guarea</i> sp.	11	5.45	f
Ramoncillo	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb	6	5.33	f

Medias con letras diferentes en una misma columna difieren según prueba Tukey para $p < 0,05$.

Los resultados obtenidos se asemejan con el estudio realizado en Vargas, Venezuela; acá se registró 69 especies de las cuales se optaría por las especies idóneas para reforestar. La especie eritrina fue la principal especie para este proceso por tener un

DAP y altura elevadas (Camacho y Plonczak, 2012). Comparando estos valores con el presente estudio, puede inferirse que esta especie puede ser una opción para mejorar la productividad del sitio.

Aunque en el sitio “La Ceiba”, no todas las especies registradas son de alto valor comercial, de acuerdo con Finegan (1992) indica que, en el futuro, estos sistemas agroforestales cobrarán importancia para el suministro de recursos forestales debido a la baja oferta de madera preciosa. Ante esto, Chinae y Helmer (2003) indican que estos SAF’s crean mejores condiciones para el productor ya que obtiene recursos económicos, estimulan la acumulación de carbono y aumenta la vida silvestre.

Por otra parte, destacan especies con DAP y alturas menores a la eritrina, por ejemplo: *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, *Spondias mombin* L., *Swietenia macrophylla* King. y *Cedrela odorata* (L.) Gaertn.; estos tienen un alto valor comercial y son de gran utilidad para las comunidades rurales de Tabasco (Sánchez *et. al.* 2012). El precio de la madera preciosa cada año va en aumento y, por esta razón, el productor podría tener ganancias socio-económico-ambiental.

Trophis racemosa y *Guarea sp.*, son especies que tienen DAP y altura similares. Esta es la razón por la cual pueden aglomerarse en un estrato de poca productividad para el productor. Esto se asemeja con el estudio realizado en Imataca, Venezuela. Acá se estratificó de acuerdo al DAP (10-30 cm) y altura (8-20 m); las dos especies mencionadas anteriormente se registraron en este estrato y mencionan que la productividad es baja ya que no son especies de maderas preciosas (Díaz *et al.* 2010). Estas especies no tienen un alto valor para el productor, sin embargo, pueden ser utilizadas como cercas vivas, postes o ser utilizados para leña.

2.4. CONCLUSIÓN

La pimienta tendrá un incremento en los siguientes años, esto propiciará a que el productor pueda incursionar en el manejo de este cultivo. El cambio de árboles de sombra muertos por árboles de pimienta arroja como una oportunidad de incremento en el ingreso económico a familias rurales.

El SAF cacao incrementará su valor económico en los siguientes años con la asociación de especies de alto valor comercial. La demanda de madera en el mercado nacional e internacional ha generado que los precios de los árboles preciosos aumenten y si el productor asocia el cultivo cacao-árboles maderables tendrá ingreso más de lo esperado.

Por lo tanto, se concluye que la asociación de cultivos de pimienta y árboles forestales con el cacao, son una oportunidad para que la plantación de cacao tenga potencial de obtener mayor beneficio para el productor así, se mejorará sus ingresos y se conservará el sistema agroforestal cacao.

2.5. BIBLIOGRAFÍA

- 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. y Mehlreter K. (eds) Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz biodiversidad, manejo y conservación. INECOL, INE-SEMARNAT. 322 p.
- Beer J., Ibrahim M., Somarriba E., Barrance A. and Leakey R. 2004. Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. Capítulo 6. Árboles de Centroamérica. OFICATIE. 46 p
- Beer J. W., Muschler R., Kass D. and Somarriba E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems*, 4: 175-189.
- Beer J. W., Muschler R., Somarriba E. and Kass D. L. 1997. Maderables como sombra para café. *Boletín PROMECAFE (Guatemala, IICA) (Ago-Dic 1997) No. 76-77:5-7*.
- Bentley J. W., Boa E. and Stonehouse J. 2004. Neighbor trees: shade, intercropping, and cacao in Ecuador. *Hum Ecol* 32:241–270
- Bieng M. A. N., Gidoín C., Avelino J., Cilas C., Deheuvelsa O. and Wery J. 2013. Diversity and spatial clustering of shade trees affect cacao yield and pathogen pressure in Costa Rican agroforests. *Basic and Applied Ecology*, 14 (2013) 329–336.
- Camacho J. Y. and Plonczak M. 2012. Estudio fitosociológico de dos lotes en el piso de bosque premontado en la parroquia Carayaca, estado Vargas, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 56(1):62-72
- China D. and Helmer E. 2003. Diversity and composition of tropical secondary forests recovering from large-scale clearing: results from the 1990 inventory in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, 180: 227-240

- Claridades Agropecuarias. 2001. Un Horizonte ASERCA del Mercado Agropecuario. Consultado: <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/098/ca098.pdf> 22/02/2015
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2010. Reporte de precios de productos forestales. Trimestre IV de 2010. Consultado: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/39/4749Reporte%20de%20Precios%20de%20Productos%20Forestales.pdf> 05/05/2015
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2013. Anuario Estadístico de la Producción Forestal. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera Edición 2014. 230 pp. México
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2014. Anuario estadístico de la producción forestal 2013. Comisión Nacional Forestal 224 pp. México
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2014. Precios de productos forestales maderables. Reporte trimestral Enero/Marzo 2014. Consultado: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/39/5239Reporte%20de%20Precios%20de%20Productos%20Forestales.pdf> 05/05/2015
- Córdova A. V., Sánchez H. M., Estrella C. N. G., Macías L. A., Sandoval C. E., Martínez S. T. y Ortiz G. C. F. 2001. Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el ejido Francisco I. Madero del Plan Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 17 (34): 93-100.
- Cotta M. K., Jacovine L. A. G., Valverde S. R., Paiva H. N., Virgens F. A. and Silva M. L. 2006. Análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de certificados de emissões reduzidas. *Revista Árvore*, v. 30, n. 6, p. 969-979
- Dalquist R. M. Whelan M. P. Winowiecki L. Polidoro B. Candela S. Harvey C. A. Wulfhorst J. D. McDaniel P. A. and Bosque-Pérez N. A. 2007. Incorporating livelihoods in biodiversity conservation: a case study of cacao agroforestry systems in Talamanca, Costa Rica. *Biodivers. Conserv.* 16:2311–2333.

- De Almeida A. A., y Valle R. R. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19:425-448
- Deheuvels O., Avelino J., Somarriba E. and Malezieux E. 2012. Vegetation structure and productivity in cocoa-based agroforestry systems in Talamanca, Costa Rica. *Agric. Ecosyst. Environ.* 149, 181–188.
- Díaz P. W. A., Rueda J., Acosta O., Martínez O., Castellanos H. 2010. Composición florística del bosque ribereño del río San José, Reserva Forestal de Imataca, Estado Bolívar, Venezuela. *Revista: Acta Botánica Venezolana*. 33 (1):1-21
- Dore G. M., Lo K., Juckes L., Bezyan S., and Latt N. 2011. Clinical experience with baclofen in the management of alcohol-dependent patients with psychiatric comorbidity: a selected case series. *Alcohol*. 46, 714–720.
- Dormon E. N. A., Van Huis A., Leeuwis C., Obeng-Ofori D., Sanky-Dawson O. 2004. Causes of low productivity of cocoa in Ghana: farmer's perspectives and insights from research and the socio-political establishment. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, 52 (3-4):237-259.
- Fahl J. I., Carelli M. L. C., Vega J. and Magalhaes A. C. 1994. Nitrogen and irradiance levels affecting net photosynthesis and growth of young coffee plants /*Coffea arabica*/ *L. urnal of Horticultural Science (Inglaterra)* 69(1):161-169.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2005. Situación de los bosques del mundo 2005. Consultado: <http://www.fao.org/docrep/007/y5574s/y5574s00.htm>. 12/02/14
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2014. Inventario forestal nacional. Manual de campo modelo. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales (ERF). Guatemala. 89 p.
- FAOSTAT. 2014 Sistema Estadístico de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Consultado: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>. 22/03/15.

- FAOSTAT. 2014. Sistema Estadístico de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Consultado: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>. 13/04/15.
- Financiera Rural. 2011. Monografía de la pimienta. Consultado: [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaPimienta\(mzo11\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaPimienta(mzo11).pdf) 22/10/2014
- Finegan B. 1992. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. *Forest Ecology and Management*, 47 (1-4): 295-321
- Fisher H. and Gordon J. 2007. Improved Australian tree species for Vietnam. ACIAR Impact Assessment Series Report No. 47. The Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia. 230 pp.
- Francis C. A. 1990. Potential of multiple cropping systems. p. 137-150. In: M. A. Altieri and S. B. Hecht (Eds.). *Agroecology and Small Farm Development*. CRC Press Boca Raton. Boston
- García E. W. H. 1971. Posibilidad de desarrollo y cultivo de la pimienta gorda (*Pimenta dioica*) en el estado de Tabasco, Chapingo, México. 43 p.
- Gockowski J. S. D. 2011. Cocoa intensification scenarios and their predicted impact on CO₂ emissions, biodiversity conservation, and rural livelihoods in the Guinea rain forest of West Africa. *Environ. Manage.* 48:307–321.
- Gómez R. O. y Zavaleta M. E. 2001. La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con *Tagetes* spp. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19(1):94-99
- González L. V. W. 2005. Cacao en México: competitividad y medio ambiente con alianzas. USAID. D.F. México. 93 p.

- Greenberg R., Bichier P., Cruz-Anglon A. 2000. The conservation value for birds of cacao plantations with diverse planted shade in Tabasco, Mexico. *Anim. Conserv.* 3, 105–112.
- Griffith D. M. 2000. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity after fire. *Conserv. Biol.* 14, 325–326.
- Grupo del Banco Mundial. 2012. La promoción del empleo decente en el sector forestal para mejorar la nutrición y la seguridad alimentaria. Consultado: <http://www.fao.org/docrep/018/mg489s/mg489s.pdf> 14/03/2015
- Hartemink A. E. 2005. Nutrient stocks, nutrient cycling and soil changes in cocoa ecosystems – a review, *Advances in Agronomy*, Vol 86
- Herrera Z., y Morales A. 1993. Propiedades y usos potenciales de 100 maderas nicaragüenses. Editorial Hispamer, Managua, Nicaragua. 123 pp.
- Ibarra M. A. C., Arriaga W. S., y Estrada M. A. 2001. Avifauna asociada a dos cacaotales tradicionales en la región de la Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 34 (17)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2012. Consultado: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tab/poblacion/> 12/05/2014
- Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2011. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur-Sureste de México: Trópico Húmedo 2011. Paquete Tecnológico Pimienta Gorda (*Pimenta dioica* L. Merrill). Consultado: [file:///C:/Users/ALUMNO/Downloads/pimienta_gorda%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ALUMNO/Downloads/pimienta_gorda%20(1).pdf) 30/01/2015
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2011. Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región sur – sureste de México: Trópico Húmedo 2011. Paquete Tecnológico Pimienta Gorda (*Pimenta dioica* L. Merrill). Establecimiento y mantenimiento. Centro de

Investigación Regional Golfo Centro. Campo experimental “El Palmar”. Tezonapa, Veracruz. 56 pp.

Jefferson S. H., van Breugel M., Dylan J. C., Timothy G. G., Andrew P., Daisy H. D., Mark H. W., Emilio M. J. D., Diogenes I.N. C. and Mark S. A. 2011. Early growth and survival of 49 tropical tree species across sites differing in soil fertility and rainfall in Panama. *Forest Ecology and Management* 261(10):1580-1589

Leakey R.R.B., and Tchoundjeu, Z. 2001. Diversification of tree crops: domestication of companion crops for poverty reduction and environmental services. *Exp. Agric.* 37:279–296

Lin B. B. 2007. Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agricultura. *Agric. For. Meteorol.* 144 (1–2):85–94

Malézieux E. 2012. Designing cropping systems from nature. *Agronomy for Sustainable Development*, 32 (1):15-29.

Marcos M. R. 2006. Análisis socioeconómico de viabilidad en el establecimiento y manejo de la *Pimienta dioica*. Universidad Veracruzana. Centro de Investigaciones Tropicales. Xalapa de Enríquez, Veracruz. 14 pp.

Murgueitio E., Calle Z., Uribe F., Calle A., and Solorio B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261:1654–1663.

Nair P. K. R. 2007. The coming of age of agroforestry. *Journal. Sci. Food Agric.*, 87 (9):1613–1619

Ortiz A. 2004. Evaluación de desechos de la industria cafetalera y azucarera como camas avícolas en Guantánamo y su aprovechamiento en la alimentación de ovinos. Tesis de Dr. Cienc. Vet. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.

- Ospina A. A. 2002. La Agroforestería: un saber popular. Unidad de Investigación Fundación Ecovivero 2 p. <http://www.ecovivero.org/Ecoarticuloabril.pdf>. Consultado 12/02/14
- Perez-Salicrup D. R. and Esquivel R. 2008. Tree infection by *Hypsipyla grandella* in *Swietenia macrophylla* and *Cedrela odorata* (Meliaceae) in Mexico's southern Yucatan Peninsula. *Forest Ecology and Management*, 255:324–327.
- Plath M., Mody K., Potvin C. and Dorn S. 2011. . Establishment of native tropical timber trees in monoculture and mixed-species plantations: small-scale effects on tree performance and insect herbivory. *Forest Ecology and Management*, 261, 741–750.
- Quintanar I. A., De la Paz-Pérez C. O. y Ángeles A. G. 2003. Tíldes en la madera de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. *Ciencia Forestal en México*. 28(93): 79–95.
- 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. Edo. México. 146 pp.
- Rice R. A., Greenberg R. 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio*, 29(3):167-173
- 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.
- Roshetko J. M., Rohadi D., Perdana A., Sabastian G., Nuryartono N., Pramono A. A. Widayani N., Manalu P., Fauzi M. A., Sumardamto P. and Kusumowardhani N. 2013. Teak agroforestry systems for livelihood enhancement, industrial timber

production, and environmental rehabilitation. *Forests, Trees, and Livelihoods*, 22(4): 251-256

Ruf F. and Schroth G. 2004. Chocolate forests and monocultures: a historical review of cocoa growing and its conflicting role in tropical deforestation and forest conservation. In: Schroth G, da Fonseca GAB, Harvey CA, Gascon C, Vasconcelos HL, Izac AMN (eds) *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Island Press, Washington, D.C., 107–134 pp.

Saatchi S., Agosti D., Alger K., Delabie J. and Musinski J. 2001. Examining fragmentation and loss of primary forest in the southern Bahian Atlantic forest of Brazil with radar imagery. *Conserv. Biol.* 15, 867–875.

Salgado M. M. G., Ibarra N. G., Macías S. J. E. y López B. O. 2007. Diversidad arbórea en cacaotales del Soconusco, Chiapas, México. *Interciencia*, 32(11): 763 – 768.

Sánchez D., Arends E., Villarreal A., y Serrano J. 2012. Composición florística de la regeneración natural en áreas de aprovechamiento forestal, Estación Experimental Caparo, Barinas-Venezuela. *Revista Forestal Latino*. 23:43

Sánchez L. J. A., y Dubón D. 1993. Algunos cultivos anuales asociados con cacao en un nuevo sistema de producción. Memoria. Editorial por W. Phillips M. Turrialba, C. R., CATIE. 69-79 pp.

Schroth G. 2003. Decomposition and nutrient supply from biomass. In *Trees, crops and soil fertility: concepts and research methods*. Schroth, G; Sinclair, F. (Eds). CAB International. Wallingford, UK. 437 pp.

Schroth G. and Harvey C. 2007. Biodiversity conservation in cocoa production landscapes. *Biodivers Conserv* 16: 2237–2244.

Schroth G., Laderach P., Dempewolf J., Philpott S., Haggard J., Eakin H., Castillejos T., Moreno J. G., Pinto L.S., Hernández R., Eitzinger A. and Ramírez-Villegas J. 2009. Towards a climate change adaptation strategy for coffee communities and ecosystems in the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. *Mitig. Adapt. Strat. Glob. Change*, 14 (7):605–625

- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAP). 2012. Anuario Estadístico de la Producción Forestal. Primera Edición. Coyoacán, México D.F. 232 pp. México
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAP). 2013. Anuario estadístico de la Producción Forestal. Primera Edición. Coyoacán, México D.F. 230 pp. México
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Consultado:
http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=184. 03/11/2015.
- Siles P., Harmand J-M., Vaast P. 2010. Effects of *Inga densiflora* on the microclimate of coffee (*Coffea arabica* L.), and overall biomass under optimal growing conditions in Costa Rica. *Agrofor. Syst.*, 78 (3):269–286
- Simons A. J. and Leakey R. R. B. 2004. Tree domestication in tropical agroforestry. *Agroforest. Syst.* 61:167–181.
- Smit B. and Skinner M. W. 2002. Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. *Mitig. Adapt. Strat. Glob. Change* 7:85–114.
- Somarriba E. y Beer J. 1999. Sistemas agroforestales con cacao en Costa Rica y Panamá. *Agroforestería en las Américas*, 5 (22): 7-11.
- Somarriba E., Harvey C. A., Samper M., Anthony F., Gonzalez J., Staver C. and Rice R. A. 2004. Biodiversity conservation in Neotropical Coffee (*Coffea arabica*) plantations. In: Schroth, G., de Fonseca, G.A.B., Harvey, C.A., Gascon, C., Vasconcelos, H.L., Izac, A.M.N. (Eds.), *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press. 231 pp.
- Somarriba E. y Beer J. 1999. Sistemas agroforestales con cacao en Costa Rica y Panamá. *Agroforestería en las Américas*, 5 (22): 7-11.

- Sotomayor A., García 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.
- Tscharntke T., Clough Y., Bhagwat S. A., Buchori D., Faust H., Hertel D., Hölscher D., Jührbandt J., Kessler M., Perfecto I., Scherber C., Schroth G., Veldkamp E., and Wanger, T. C. 2011. Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes – a review. *J. Appl. Ecol.* 48, 619–629.
- van Breugel M., Hall J. S., Craven D. J., Gregoire T. G., Park A., Dent D. H., Wishnie M. H., Mariscal E., Deago J., Ibarra D., Cedeno N., and Ashton M. S. 2011. Early growth and survival of 49 tropical tree species across four sites differing in soil fertility and rainfall. *Forest Ecology and Management*, 261:1580–1589
- Vázquez–Yañes C., Bátiz M., Alcócer M. S., Gual M., y Sánchez D. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO–Instituto de Ecología, UNAM. 129 pp.
- Vega M. 2005. Planificación agroforestal participativa para el enriquecimiento de fincas cacaoteras orgánicas con especies leñosas perennes útiles en Alto Beni, Bolivia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 108 pp.
- Verchot V. L., Meine V. N., Serigne K., Tom T., Chin O., Alain A., Jens M., Bantilan C., Anupama K. V., and Palma C. Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitig. Adapt. Strat. Glob Change*, 12 (5):901–918
- Veríssimo A. and Barros, A. C. 1995. A Expansão da Atividade Madeireira na Amazônia: Impactos e Perspectivas para o Desenvolvimento do Setor Florestal no Pará. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - IMAZON, 1995.
- Zuidema P. A., Peter A. L, Liesje M., Wouter G. and Niel P. R. A. 2005. A physiological production model for cocoa (*Theobroma cacao*): Model presentation, validation and application. *Agricultural Systems*. 84:195-225

CAPITULO III. CONCLUSIONES GENERALES

El árbol del cacao tiende a envejecer y para la renovación de estos árboles se requiere de una poda de rehabilitación. Esto facilitará la emisión de yemas, que con el tiempo el cacaotal, aumentará productividad.

La productividad del SAF CACAO, podrá aumentar con el manejo de cultivos asociados que tengan valor en el mercado como la pimienta y las especies de alto valor comercial son árboles de porte alto y con utilidad económica.

Con la reconversión productiva se pueden salvar hectáreas destinadas al cultivo del cacao. Esta estrategia conlleva poca inversión, se requiere tiempo y esfuerzo para el mejoramiento y así el aumento de productividad en el campo cacaotal.

ANEXO

Anexo 1. Medición realizada a los árboles de cacao del sitio San Francisco en el municipio de Cárdenas, Tabasco.

No.	Altura	DAP (Cm)	Total de yemas terminales	Distancia del suelo a la primera yema terminal (cm)
1	2.6	30	6	30
2	1.24	29	1	5
3	1.2	25	11	87
4	2.15	32	5	6
5	1.78	29	7	19
6	2.12	38	9	12
7	1.9	25	7	8
8	2.37	39	12	4
9	2.19	41	6	6
10	1.85	30	7	5
11	2.19	31	1	180
12	3.34	42	6	10
13	2.19	40	10	1
14	2.01	21	10	2
15	2.04	26	3	10
16	2.34	34	8	5
17	2.27	20	11	27
18	2.09	36	15	8
19	2.08	28	7	11
20	2.18	33	4	13
21	1.88	45	0	0
22	1.84	34	6	13
23	3.08	24	13	32
24	1.9	24	15	38
25	2	32	8	3
26	2.1	34	9	40
27	2.37	40	12	8
28	2.13	34	8	8
29	2.06	22	6	102
30	2.23	25	6	3
31	2.2	30	8	10
32	2.21	35	6	10
33	2.34	38	0	0
34	2.2	29	13	163
35	1.94	39	10	30
36	1.8	30	2	8
37	2.07	27	6	16

Anexo 1. Continuación...

No.	Altura	DAP (Cm)	Yemas terminales	Distancia de la primer yema terminal al suelo (cm)
38	2.09	45	9	9
39	2.36	39	7	12
40	1.93	40	5	6
41	2.44	32	0	0
42	1.8	37	9	15
43	1.98	42	13	25
44	2.01	49	3	19
45	1.7	25	9	13
46	2.21	39	8	18
47	2.1	33	10	20
48	1.59	24	3	18
49	2.01	32	8	19
50	2.3	27	12	11
51	1.89	38	13	8
52	2.09	45	8	19
53	2.17	39	7	8
54	2.9	27	11	26
55	1.85	33	10	36
56	1.59	48	8	22
57	2.59	45	4	9
58	3	39	11	18
59	2.78	31	5	9
60	2.39	27	13	16
61	2.03	33	8	45
62	1.84	40	5	50
63	1.95	42	8	22
64	2.09	38	11	49
65	2.76	28	5	19
66	2.53	37	8	26
67	1.96	28	5	31
68	2.54	45	7	37
69	2.53	34	12	26
70	2.54	48	9	38
71	2.33	27	15	7
72	1.79	25	11	19
73	2.03	33	14	26
74	2.29	40	3	39
75	2.33	31	11	16
76	2.17	33	12	35

Anexo 1. Continuación...

No.	Altura	DAP (Cm)	Yemas terminales	Distancia de la primer yema terminal al suelo (cm)
77	2.16	29	10	17
78	2.54	42	9	16
79	1.72	36	8	26
80	1.8	39	11	11
81	2.5	38	10	69
82	1.7	44	11	52
83	2.05	40	13	45
84	1.89	38	9	18
85	2.01	41	10	19
86	2.06	38	8	33
87	1.79	39	12	28
88	2.9	28	9	20
89	2.54	27	10	37
90	2.38	29	9	35
91	1.89	33	15	38
92	2.89	29	10	33
93	2.44	42	8	38
94	2.56	44	4	29
95	2.69	39	11	44
96	1.96	29	6	38
97	1.9	49	13	16
98	1.59	32	4	18
99	2.6	39	9	14
100	2.05	33	10	28
101	1.89	28	8	33
102	2.06	26	8	29
103	2.23	45	6	20
104	3.07	41	11	15
105	2.06	44	9	40
106	1.85	28	11	16
107	2.48	26	10	18
108	2.66	25	8	15
109	2.53	36	9	42
110	1.78	29	7	19
111	3.34	42	6	10
112	2.08	28	7	11
113	2.2	30	8	10
114	2.36	39	7	12
115	2.21	39	8	18

Anexo 1. Continuación...

No.	Altura	DAP (Cm)	Yemas terminales	Distancia de la primer yema terminal al suelo (cm)
117	2.39	27	13	16
118	2.53	37	8	26
119	2.33	27	15	7
120	2.17	33	12	35
121	1.89	38	9	18
122	1.79	39	12	28
123	2.6	39	9	14
124	2.06	44	9	40
125	1.96	28	5	31

Anexo 2. Árboles forestales registrados del sitio La Ceiba del municipio de Comalcalco, Tabasco.

No.	Árbol	DAP (cm)	Altura (m)	FL (m)
1	Cocoite	45	20	16
2	Cedro	80	25	17
3	Macuili	45	16	10
4	Teca	73	17	13
5	Cedro	77	27	15
6	Macuili	43	23	16
7	Macuili	40	19	14
8	Cedro	40	24	16
9	Caimito	52	19	13
10	Macuili	68	29	20
11	Cocoite	110	18	12
12	Cocoite	109	19	15
13	Cocoite	90	27	20
14	Macuili	52	24	17
15	Cedro	75	28	19
16	Caoba	111	31	20
17	Caoba	92	28	19
18	Caoba	85	26	18
19	Caoba	90	29	22
20	Macuili	71	26	18
21	Macuili	42	21	19
22	Macuili	42	24	16
23	Macuili	75	27	20
24	Macuili	40	20	15
25	Caoba	65	24	19
26	Caoba	98	28	22
27	Caoba	113	27	19
28	Cedro	90	42	26
29	Cedro	80	24	19
30	Ceiba	92	27	14
31	Eritrina	160	25	19
32	Eritrina	167	26	18
33	Cedro	70	22	16
34	Cedro	78	24	15
35	Macuili	62	27	18

Anexo 2. Continuación...

No.	Árbol	DAP (cm)	Altura (m)	FL (m)
1	Cocoite	45	20	16
2	Cedro	80	25	17
3	Macuili	45	16	10
4	Teca	73	17	13
5	Cedro	77	27	15
6	Macuili	43	23	16
7	Macuili	40	19	14
8	Cedro	40	24	16
9	Caimito	52	19	13
10	Macuili	68	29	20
11	Cocoite	110	18	12
12	Cocoite	109	19	15
13	Cocoite	90	27	20
14	Macuili	52	24	17
15	Cedro	75	28	19
16	Caoba	111	31	20
17	Caoba	92	28	19
18	Caoba	85	26	18
19	Caoba	90	29	22
20	Macuili	71	26	18
21	Macuili	42	21	19
22	Macuili	42	24	16
23	Macuili	75	27	20
24	Macuili	40	20	15
25	Caoba	65	24	19
26	Caoba	98	28	22
27	Caoba	113	27	19
28	Cedro	90	42	26
29	Cedro	80	24	19
30	Ceiba	92	27	14
31	Eritrina	160	25	19
32	Eritrina	167	26	18
33	Cedro	70	22	16
34	Cedro	78	24	15
35	Macuili	62	27	18

Anexo 3. Árboles de pimienta registrados del sitio El Cometa del municipio de Comalcalco, Tabasco, México.

Número de árboles de pimienta	DAP (cm)	Altura (m)	Producción (kg)
1	145	17	11
2	115	22	13
3	112	18	10
4	79	15	6
5	77	16	8
6	70	16	8
7	70	12	5
8	57	13	6
9	55	12	9
10	54	14	7
11	51	14	5
12	48	7	7
13	48	12	6
14	47	13	7
15	42	8	7
16	41	14	8
17	40	15	7
18	38	18	4
19	38	16	6
20	38	16	6
21	37	9	5
22	36	14	7
23	31	11	4
24	30	12	5
25	30	11	7
26	28	9	6
27	27	14	5
28	27	14	5
29	27	14	6
30	26	9	7
31	25	11	7
32	22	11	6
33	20	9	5
34	20	8	6
35	20	16	5
36	18	10	6
37	18	16	8
38	17	11	8
39	16	9	4
40	15	16	5