

Factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México

Socioeconomic and parasitological factors that limits cocoa production in Chiapas, Mexico

Elizabeth Hernández Gómez, INIFAP Campo Experimental Rosario Izapa, Km. 18 Carretera Tapachula-Cacahoatan, Tuxtla Chico, Chiapas, México: 30870 (hernandez.elizabeth@inifap.gob.mx). **Javier Hernández Morales**, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Instituto de Fitosanidad. km 36.5 Carretera México- Texcoco, Montecillo, Texcoco, México: 56230 (jhernandez@colpos.mx). **Carlos Hugo Avendaño Arrazate**, INIFAP Campo Experimental Rosario Izapa, Km. 18 Carretera Tapachula-Cacahoatan, Tuxtla Chico, Chiapas, México: 30870 (vendano.carlos@inifap.gob.mx). **Guillermo López Guillen**, INIFAP Campo Experimental Rosario Izapa, Km. 18 Carretera Tapachula-Cacahoatan, Tuxtla Chico, Chiapas, México: 30870 (lopez.guillermo@inifap.gob.mx). **Eduardo Raymundo Garrido Ramírez**, INIFAP Campo Experimental Centro de Chiapas, Km. 3 Carretera Ocozocoautla-Cintalapa, Ocozocoautla de Espinoza, Chiapas, México: 29140. (garrido.eduardo@inifap.gob.mx). **Jesús Romero Nápoles**, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Instituto de Fitosanidad. km 36.5 Carretera México- Texcoco, Montecillo, Texcoco, México: 56230 (jnapoles@colpos.mx). ***Cristian Nava Díaz**, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Instituto de Fitosanidad. km 36.5 Carretera México- Texcoco, Montecillo, Texcoco, México: 56230. *Correspondencia: nava@colpos.mx.

Recibido: Junio 11, 2015.

Aceptado: Julio 07, 2015.

Hernández-Gómez E, Hernández-Morales J, Avendaño-Arrazate CH, López-Guillen G, Garrido-Ramírez ER, Romero-Nápoles J y Nava-Díaz C. 2015. Factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 33: 232-246.

Resumen. El objetivo de la investigación fue identificar los factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México. Se llevaron a cabo encuestas y visitas a 109 productores de las dos principales regiones productoras. Entre los resultados más importantes se registró que solamente el 14.7 % de los productores cultiva cacao de almendra blanca. La unidad de producción promedio es de 2.6 ha. Los productores tienen una edad promedio de 59 años y el 56 % de ellos no completó su instrucción

Abstract. The main goal of this research was to identify the socioeconomic and parasitological factors that limit cocoa production in Chiapas, Mexico. One hundred and nine cacao-growers were visited and interviewed in the two main cocoa-producing regions. According to results only 14.7 % farmers grow white-almond cacao. The average production unit is 2.6 hectares. Cacao growers are 59 years-old on average and 56 % of them did not finish elementary school. Only 19.3 % of the production units are under woman responsibility. Average yield is 118 kg ha⁻¹ and 60.5 % growers sell cacao to intermediaries. Pests that affect the crop and their occurrence include *Moniliophthora roreri* (100 %), *Phytophthora capsici* (67%), *Fusarium* sp. (10.1 %), *Colletotrichum gloeosporioides* (3.7%), *Ceratocystis cacaofunesta* (0.9 %), *Atta* sp. (33.9 %), *Toxoptera aurantii* (11 %), squirrels (7.3 %), *Xyleborus ferrugineus*,

primaria. Sólo el 19.3 % de las unidades productivas está bajo la responsabilidad de mujeres. El rendimiento promedio es de 118 kg ha⁻¹ y el 60.5 % de los productores vende el cacao a intermediarios. Las plagas que afectan al cultivo y su frecuencia son: *Moniliophthora roreri* (100 %), *Phytophthora capsici* (67 %), *Fusarium* sp. (10.1 %), *Colletotrichum gloeosporioides* (3.7 %), *Ceratocystis cacaofunesta* (0.9 %), *Atta* sp. (33.9 %), *Toxoptera aurantii* (11 %), ardillas (7.3 %), *Xyleborus ferrugineus*, *Xylosandrus morigerus*, *Hypothenemus birmanus*, *Corthylus minutissimus*, *Taurodermus sharpi*, *Hypothenemus interstitialis* (5.5 %), *Vanduzee segmentata* (5.5 %), pájaro carpintero (4.6 %), *Selenothrips rubrocintus* (3.7 %), *Clastoptera laenata* (3.7 %) y tuzas (3.7 %). *Moniliophthora* es el principal factor que afecta la supervivencia del cacao y su biodiversidad en Chiapas. Esta enfermedad destruye la producción, hace su control no rentable e induce a los agricultores a abandonar sus huertas.

Palabras clave: México, Cacao, Decadencia, Socioeconómicos, Plagas.

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L), originario de América del Sur, es un cultivo de importancia económica, industrial, social, cultural y ambiental (Motamayor *et al.* 2002). En los últimos 10 años, en México, se ha observado una tendencia decreciente en la producción. En el 2003 se reportó una producción de 49,964 ton mientras que para 2013 la producción fue de sólo 27 844 ton, con una reducción en la superficie cultivada de 20 668 ha. Chiapas es uno de los estados productores más importantes de cacao, ocupa el segundo lugar en producción después de Tabasco quien posee una su-

Xylosandrus morigerus, *Hypothenemus birmanus*, *Corthylus minutissimus*, *Taurodermus sharpi*, *Hypothenemus interstitialis* (5.5 %), *Vanduzee segmentata* (5.5 %), woodpecker (4.6 %), *Selenothrips rubrocintus* (3.7 %), *Clastoptera laenata* (3.7 %) and mole (3.7 %). *Moniliophthora* is the main factor that affects cacao survival and biodiversity in Chiapas. The disease destroys production, makes control uneconomical and causes growers to abandon their plantations.

Keywords: Mexico, cacao, decline, socioeconomic, pests.

INTRODUCTION

Cacao (*Theobroma cacao* L), originally from South America, is a crop of economic, industrial, social, cultural and environmental importance (Motamayor *et al.* 2002). In Mexico, a decreasing trend in cacao production has been observed in the past decade. Production in 2003 was 49,964 tons, while production in 2013 was only 27,844 tons, and with the growing area decrease by 20,668 hectares (ha). Chiapas is one of the most important cocoa-growing states, ranked second in production following Tabasco, whose area sown to cacao is 20,299 ha, and harvests 9,080 ton at a rate of 440 kg ha⁻¹ (SIAP, 2014). The major cacao growing areas of Chiapas are Soconusco and northern Chiapas (SIAP, 2014), where cacao has been part of the state's culture, economy, society and history (Nájera, 2012).

A recent effort led by Avendaño *et al.* (2013) has shown the economic, social, cultural and environmental value of cacao plantations. The effort known as "Participative improvement" (Aguirre, 2009; Avendaño *et al.*, 2013; Díaz *et al.*, 2013) recognizes cacao as a source of diversity

perficie destinada al cultivo de 20,299 ha y produce 9,080 ton a razón de 440 kg ha⁻¹ (SIAP, 2014). Las principales zonas productoras de cacao en Chiapas son el Soconusco y Norte del estado (SIAP, 2014) donde este cultivo ha sido parte de la cultura, economía, sociedad e historia (Nájera, 2012).

Una iniciativa reciente liderada por Avendaño *et al.* (2013) ha mostrado el valor económico, social, cultural y ambiental de las plantaciones de cacao. Esta iniciativa denominada “Mejoramiento Participativo” (Aguirre, 2009; Avendaño *et al.*, 2013; Díaz *et al.*, 2013) reconoce al cacao como fuente de diversidad y selecciona los mejores ejemplares en términos de resistencia a enfermedades y propiedades organolépticas excepcionales con potencial comercial sobresaliente.

Desafortunadamente, el cacao enfrenta una crisis debida a factores ambientales, tecnológicos, económicos y sociales, que se ven agravados por problemas fitosanitarios como las enfermedades que destruyen plantaciones enteras, obligando a los productores a abandonar este cultivo ancestral (González, 2005). En México no se han identificado los factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción de una manera puntual y precisa y todo apunta a que las enfermedades contribuyen de manera significativa a la desaparición de este importante cultivo, por lo que el objetivo de este trabajo fue identificar los factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio. Durante 2013, se aplicaron encuestas y visitaron 109 productores de cacao en 45 localidades en ocho municipios de las dos principales regiones productoras de cacao en Chiapas: Soconusco y Norte. En la Región Soconusco se

and selects the best plants in terms of disease resistance and outstanding organoleptic properties and outstanding marketing potential.

Unfortunately, cacao production faces a crisis sparked by environmental, technological, economic and social factors, which is worsened by phytosanitary problems, including diseases that destroy entire plantations and force growers to leave behind this ancestral crop (González, 2005). In Mexico, no socioeconomic and parasitological factors that specifically limit production have been identified, and everything indicates that diseases are contributing significantly to the disappearance of this important crop. Thus the objective of this study was to identify the socioeconomic and parasitological factors that limit cacao production in Chiapas, Mexico.

MATERIALS AND METHODS

Study area. In 2013 a series of surveys was undertaken which included visits to 109 cacao growers from 45 locations in eight municipalities from the two major cacao growing-regions in Chiapas: Soconusco and northern Chiapas. In the Soconusco region 32 surveys were conducted in the municipalities of Cacahoatán, Huehuetán, Tapachula, Tuxtla Chico and Tuzantán. In the northern region 13 surveys were conducted in the municipalities of Ostucán, Pichucalco and Ixtacomitán.

Sample size. For the selection of participant growers and growers visited, a random selection method without replacement was used based on SAGARPAS' 2013 cacao growers census. In cacao plots a five diamond pattern was used to estimate the presence of pests.

realizaron 32 encuestas en los municipios de Cahacoatán, Huehuetán, Tapachula, Tuxtla Chico y Tuzantán. En la Región Norte se realizaron 13 encuestas en los municipios de Ostucán, Pichucalco e Ixtacomitán.

Tamaño de muestra. Para seleccionar a los productores encuestados y visitados se utilizó un método de selección aleatorio sin remplazo sobre el padrón de productores de cacao publicado por SAGARPA en 2013. En las parcelas de cacao se utilizó el esquema en 5 de oros para estimar la presencia de las plagas.

Encuesta y cálculo de frecuencias. La encuesta se diseñó de acuerdo a lo reportado por Ghiglione y Matalón (1989), Córdova *et al.* (2001), Díaz, *et al.* (2013) y Quispe (2013), y estaba integrada por ocho apartados con 62 reactivos: 1. Ficha de identificación (nombre del productor, comunidad y fecha); 2. Datos generales (edad, sexo, escolaridad, tenencia de la tierra y actividades económicas, financiamiento, capacitación, organización, mano de obra); 3. Datos de la parcela (superficie, tipo de cacao, marco de plantación, árboles de sombra); 4. Manejo agronómico (control de maleza, fertilización, drenaje); 5. Plagas (plagas observadas, importancia, control); 6. Enfermedades (enfermedades observadas, importancia, control); 7. Producción y comercialización (beneficiado, precio, producción y comercialización) y 8. Expectativas (continuación con el cultivo). Las respuestas de los entrevistados fueron capturadas y las frecuencias determinadas mediante el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences Versión 20).

Identificación de problemas parasitológicos. Durante las visitas a las parcelas seleccionadas se colectaron insectos y muestras de plantas con síntomas de enfermedades para su identificación y

Survey and occurrence calculations. The survey was designed according to Ghiglione and Matalón (1989), Córdova *et al.* (2001), Díaz, *et al.* (2013) and Quispe (2013) reports, and included eight sections with 62 questions: 1. Identification card (producer's name, community and date); 2. General information (age, gender, education, landholding and economic activities, funding, training, organization, labor); 3. Plot information (area, type of cacao, planting distance, shade trees); 4. Agronomic management (weed control, fertilization, drainage); 5. Pests (observed pests, importance, control); 6. Diseases (observed diseases, importance, control); 7. Production and marketing of the cocoa processing, price, (production and marketing); and 8. Expectations (continue planting cacao). Responses from farmers interviewed were collected and occurrences defined using SPSS (Statistical Package for the Social Sciences Version 20).

Identification of parasitological problems. During visits to the selected plots, insects and samples of plants showing disease symptoms were collected for identification and diagnosis purposes, respectively. Insects were kept in alcohol at 70 %. Then, they were mounted on entomological pins and identified at species level using taxonomic keys. A second opinion from an insect taxonomy expert was requested for each insect. For diseases, samples of plants showing symptoms were placed in a moisture chamber for 48 hours. If after this period, structures of the causing agent were present, they were identified according to their taxonomic group. Otherwise, cuts were made to the diseased tissue, which was disinfected with sodium hypochlorite (1.5 %) for three minutes, washed three times in autoclaved distilled water, dried, and finally planted in a PDA growth medium. The resulting isolations were purified using the hyphal

diagnóstico, respectivamente. Los insectos fueron conservados en alcohol al 70 %. Posteriormente fueron montados en alfileres entomológicos e identificados a nivel especie utilizando claves taxonómicas. Una segunda opinión de un experto en taxonomía de insectos fue solicitada para cada ejemplar. Para el caso de las enfermedades, las muestras de plantas con síntomas se colocaron en una cámara húmeda por 48 horas. Si después de este lapso de tiempo se encontraron las estructuras del agente causal, éstas fueron identificadas de acuerdo al grupo taxonómico. De otra manera, se realizaron cortes del tejido enfermo que fue desinfectado en hipoclorito de sodio (1.5 %) durante tres minutos y lavado tres veces en agua destilada estéril y secado para finalmente sembrarlo en medio de cultivo PDA. Los aislamientos obtenidos fueron purificados por la técnica de punta de hifa e incubados bajo 12 horas de luz blanca hasta su esporulación. En todos los casos se llevó a cabo la extracción de ácidos nucleicos (Qiagen, USA) para la identificación molecular de los organismos (BLAST NCBI) mediante la amplificación de la región del ITS utilizando los primers ITS4 e ITS5 y el protocolo de White *et al.* (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aspectos socioeconómicos. En Chiapas la actividad cacaotera la realizan pequeños productores. El 58.7 % tiene parcelas de cacao menores a dos hectáreas y el 41.3 % tiene parcelas de mayor superficie. El promedio de edad de los productores fue de 59 años. El 80.7 % de los productores de cacao son del género masculino y solamente el 19.3 % son del género femenino, que además de ser productoras, realizan las labores del hogar y el cuidado de los hijos, por lo que triplican sus jornadas de trabajo como lo mencionan Suárez *et al.* (2011). Las

tip technique and incubated under 12 hours of white light until sporulation. In all cases, nucleic acids were extracted (Qiagen, USA) for molecular identification of organisms (BLAST NCBI); this was achieved by amplifying the ITS region with primers ITS4 e ITS5 and the protocol of White *et al.* (1990).

RESULTS AND DISCUSSION

Economic aspects. In Chiapas, cacao production is a smallholder activity. 58.7 % smallholders own plots of less than two hectares and 41.3 % hold larger plots. The average age of growers is 59 years old. 80.7 % cacao growers are male and only 19.3 % are female. Women are also responsible for household chores and childcare, thus tripling their workload, according to Suárez *et al.* (2011). Women are engaged in activities such as harvest, washing, fermentation and drying, but women's contribution is not considered significant to the production process, belittling their important participation in the cacao production process. This male behavior has also been observed in other crops (Maier, 1998; Agarwal, 1992; Cortez and Pizarro, 2001).

Education. More than 50 % cacao growers did not finish elementary education, and only 4.6 % hold a B.S. degree (Table 1). Engler and Toledo (2010) suggested that the low level of education affects negatively the adoption rates of technology innovations. This study found that only 53.2 % cacao growers had requested and received technical training.

Legal status of plots. 67 % of the production units are ejidos and the remainder are private property. In Mexico, the ejido is the most important form of collective land ownership, which is ruled by an internal regulation that sets forth the terms for

mujeres participan en actividades como la cosecha, lavado, fermentación y secado, pero no son consideradas como un apoyo significativo en el proceso de producción, denigrando con ello su importante participación en el proceso productivo del cacao. Este comportamiento masculino ya ha sido observado en otros cultivos (Maier, 1998; Agarwal, 1992; Cortez y Pizarro, 2001).

Escolaridad. Más de la mitad de los productores no completó su instrucción primaria y sólo el 4.6 % concluyó una licenciatura (Cuadro 1). Engler y Toledo (2010) indicaron que el bajo nivel educativo repercute negativamente en las tasas de adopción de innovaciones tecnológicas. En este estudio se detectó que sólo el 53.2 % de los productores han buscado y recibido capacitación técnica.

Situación legal de las parcelas. El 67 % de las unidades de producción son ejidales y el resto propiedad privada. En México, el ejido es la forma más importante de posesión colectiva de la tierra, el cual opera con un reglamento interno que contiene las bases para su organización económica y social (Legislación Agraria, 2004). Esto implica que las parcelas destinadas al cultivo de cacao estén sujetas a un limitado comercio, por ejemplo el 66.1 % de las unidades de producción han sido heredadas y sólo el 34 % han sido adquiridas.

Los agricultores de cacao comienzan a diversificar sus actividades económicas para cubrir sus necesidades de ingresos. Por ejemplo, el 16.5 % de los productores lleva a cabo comercio, servicios y tiene otros cultivos. El 68.8 % de los productores realiza las actividades culturales del cacao con recursos propios y el 31.2 % ha recibido algún apoyo financiero.

Organización. El 60.6 % de los productores de cacao pertenece a una asociación para acceder fácilmente a los recursos financieros y de capacitación que ofrece el gobierno. Las principales asociaciones

its economic and social organization (Legislación Agraria, 2004). This means that plots for cacao production are subject to limited marketing; for example, 66.1 % of the production units were inherited and only 34 % were purchased.

Cacao growers have started to diversify their economic activities to fulfill their income needs. For example, 16.5 % of them are traders, service suppliers and grow other crops. 68.8 % cultivate cacao with their own resources, and 31.2 % of them have received some financial support.

Organization. 60.6 % cacao growers belong to an association that facilitates their access to the financial and training resources offered by the government. The main cacao growers associations in the state of Chiapas are Asociación Agrícola Local de Productores de Cacao de Tapachula (Tapachula Local Agricultural Association of Cacao Growers); Asociación Agrícola Local de Productores de Cacao de Tuxtla Chico (Tuxtla Chico Local Agricultural Association of Cacao Growers); Sociedad de Producción Rural Cuevas de Tigre de Pichucalco (Pichucalco Tiger Caves Rural Production Society); Asociación Agrícola Local de Productores de Cacao de Tuzantán (Tuzantán Local Agricultural Association of Cacao Growers); and Alianza del Cacao de Tuxtla Chico (Tuxtla Chico

Cuadro 1. Escolaridad de productores de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Región Soconusco y Región Norte de Chiapas, México.

Table 1. Level of education of cacao growers (*Theobroma cacao* L.) in the Soconusco and northern Chiapas regions.

Escolaridad	Frecuencia relativa (%)
Ninguno	20.2
Primaria incompleta	35.8
Primaria completa	16.5
Secundaria	18.3
Bachillerato	4.6
Licenciatura	4.6

de agricultores de cacao en el estado de Chiapas son: Asociación Agrícola Local de Productores de Cacao de Tapachula, Asociación Agrícola Local de Productores de Cacao de Tuxtla Chico, Sociedad de Producción Rural Cuevas de Tigre de Pichucalco, Asociación Agrícola Local de Productores de Cacao de Tuzantán y la Cooperativa Alianza del Cacao de Tuxtla Chico. De las asociaciones agrícolas, el 51.1 % son municipales, y el 43.4 % se encuentra distribuido en 11 diferentes figuras asociativas. Las asociaciones no operan en el acopio y comercialización del cacao (con excepción de la Asociación de Productores de Cacao de Tuxtla Chico), por lo que es recomendable fortalecer los procesos de organización en busca de obtener mayor producción, valor agregado al producto y mejores ingresos para los socios.

Mano de obra. El 54.1 % de los productores utiliza jornales en al menos una de las siguientes actividades durante el ciclo agrícola de cacao: limpia, poda y regulación de sombra. La participación de la familia en las actividades del cacao es igual de importante, pues el resto de los productores (45.9 %) realiza estas actividades con mano de obra familiar.

Aspectos agronómicos. Más del 50 % de las parcelas se encuentran en regiones planas lo que facilita las actividades del cultivo, los suelos son más profundos, fértiles y se erosionan menos. El otro 50 % de las parcelas se encuentra en ladera, que se consideran marginales, menos productivas y con acceso a tecnología y comunicación más difícil.

En Chiapas se cultivan diferentes tipos de cacao conocidos comúnmente como Calabacillo (también llamado Ceylan o Costa Rica), Guayaquil, Injerto (RIM), Lagarto, Tabasco, que se les denominan de almendra blanca (criollo). El 14.7 % de los productores en Chiapas cultivan cacao de almendra blanca; este bajo porcentaje es debido a que este tipo de cacao presenta mayor susceptibilidad a enfermedada-

Cococa Cooperative Alliance). From these, 51.1 % are municipal and 43.4 % are divided in 11 different agricultural associations. Associations are not engaged in cacao collection and marketing (except for the Tuxtla Chico Cacao Growers Association). For this reason we recommend strengthening the organizational procedures in order to increase production, add higher value to products and increase partners' income.

Labor. 54.1 % cacao growers use labor in at least one of the following activities during the cacao crop cycle: cleansing, pruning and shade regulation. Engagement of the family in cacao activities is also important, since the rest of the farmers (45.9 %) carry out these activities using family labor.

Agronomic aspects. Over 50 % cocoa plots are in plain regions, which facilitates crop activities because soils are deeper, fertile and less eroded. The other 50 % plots are on hills, and these are considered marginal, less productive and with poor access to technology and communication.

In Chiapas different types of cacao are grown, such as Calabacillo (also called Ceylán or Costa Rica), Guayaquil, Injerto (RIM), Lagarto, Tabasco, also known as white almond landraces. 14.7 % growers in Chiapas harvest white almond cacao. This percentage results from a higher level of susceptibility to diseases. Accordingly, Córdova (2005) pointed out that one of the main constraints to cacao production and conservation are diseases. On the other hand, Ramírez (1997) mentions the importance of these cacaos, since they are the basis for genetic improvement of ordinary cacaos (foreigner).

Cacao plantations in Chiapas are 36 years old on average. Avendaño *et al.* (2011) found similar data in his research and reports that plantations are over 25 years old and only 4 % farmers hold new plantations. According to León (1987), a

des. En concordancia, Córdova (2005) señaló que una de las principales limitantes para la producción y conservación de cacao son las enfermedades. Por otro lado, Ramírez (1997) menciona la importancia de estos cacaos ya que son la base del mejoramiento genético de los cacaos ordinarios (forasteros).

Las plantaciones de cacao en Chiapas tienen un promedio de 36 años de edad. Avendaño *et al.* (2011) encontró datos similares en su investigación y reporta que las plantaciones tienen más de 25 años y sólo el 4 % de los productores tiene plantaciones nuevas. De acuerdo con León (1987), una plantación de cacao puede mantenerse productiva de 25 a 30 años. La edad de las actuales plantaciones de cacao indudablemente es una de las razones que contribuye a la decadencia del cultivo por lo que es urgente renovar las plantaciones en un marco de plantación de 4x4 m. La sombra es necesaria para el cultivo del cacao, ésta puede variar de acuerdo con las especies y genotipos usados, así como de las características del ambiente. En Chiapas, los productores utilizan árboles maderables, frutales y nativos de la región (Cuadro 2). La sombra juega un papel importante como amortiguador de las condiciones climáticas adversas (Beer, 1988; Roa *et al.* 2009; Salgado *et al.* 2007), como fuente de alimentos e ingresos, como espacio para la conservación y manejo de la biodiversidad y en la captura de carbono y filtración de agua (Beer, 1988; Parrish *et al.*, 1999).

Sólo el 38 % de los productores utilizan árboles de sombra y la regulan. El bajo porcentaje de productores que destinan recursos a mantener y regular sombra dentro del cacaotal se explica al considerar que la mayor parte de ellos considera que es una actividad que aporta pocos beneficios al cacao, implica un costo de producción y no resulta redituable.

La mayoría de los productores (97.2 %) efectúa al menos un chapeo manual para eliminar malas

cacao plantation can be productive for as long as 25-30 years. There is no doubt that the age of the current cacao plantations is one of the reasons contributing to the decline of the crop, so it is urgent to renew plantations using a 4x4 m planting framework. Cacao crop needs shade and this may vary according to species and genotypes used and environment characteristics. In Chiapas, cocoa growers use timber, fruit and native trees (Table 2). Shade plays an important role as a buffer against weather conditions (Beer, 1988; Roa *et al.* 2009; Salgado *et al.* 2007), as well as a source for food and income, space for biodiversity conservation and management, carbon capture and water infiltration (Beer, 1988; Parrish *et al.*, 1999).

Only 38 % cocoa growers use shade trees and regulate the shade. The low percentage of growers who allocate resources to maintaining and regulating shade within their cacao plantations is explained by the fact that most of them believe that shading is of little benefit to the crop, which generates production costs and is not profitable.

Most cacao growers (97.2%) weed manually to remove weeds from their plantations. This task is achieved during the rainy season because it is at that time when weeds tend to grow and affect the crop.

Only 32 % of the interviewed growers apply chemical fertilizer, for which they use urea (46-00-00); 4.6 % uses compost. Composts are made of plant residues from pruning, shade trees canopy and the skin of the fruit harvested.

Though 50 % of the plots are in flatlands, only 15.6 % growers said that they drain their plots to remove the excess of water accumulated during the rainy season and thus prevent disease outbreaks (Moore-Landeker, 1996).

The current average yield of cacao in Chiapas is 118 kilograms per hectare and ranges from 0 kg ha⁻¹ to 800 kg ha⁻¹. Cocoa is harvested throughout

Cuadro 2. Especies de árboles de sombra utilizados en cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Región Soconusco y Región Norte de Chiapas, México.

Table 2. Species of shade trees used in cacao (*Theobroma cacao* L.) plantations in the Soconusco and northern Chiapas, Mexico, regions.

Nombre científico	Nombre común	Uso
<i>Artocarpus communis</i> Forst	Pan de palo	Maderable
<i>Aspidosperma megalocarpum</i> L.	Chiche	Maderable
<i>Castilla elastica</i> Sessé ex Cerv.	Hule	Industriales
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Maderable
<i>Chrysophyllum caimito</i> L.	Caimito	Frutal y Maderable
<i>Citrus sinensis</i> L.	Naranja	Frutal
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz y Pav.) Oken (1833)	Laurel	Maderable
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Palma de aceite	Industriales
<i>Garcinia mangostana</i> L.	Mangostán	Frutal
<i>Inga micheliana</i> Harms	Chalum	Frutal fijador de nitrógeno
<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	Frutal
<i>Musa</i> sp.	Banano	Frutal
<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Rambután	Frutal
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Frutal
<i>Piper</i> sp.	Pimienta	Industriales
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore y Stearn	Sapote	Frutal
<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose	Primavera	Maderable
<i>Tabebuia pentaphylla</i> L.	Roble	Maderable

hierbas en el cacaotal; esta actividad se realiza durante el periodo de lluvias, debido a que las malas hierbas tienden a crecer y afectar el cacao en esta época.

Sólo el 32 % de los entrevistados realiza fertilización química, para lo cual utilizan urea (46-00-00); el 4.6 % utiliza composta para la fertilización. Esta composta es elaborada a base de desechos vegetales producto de las podas del cacao, de árboles de sombra y cáscara de los frutos cosechados.

A pesar de que el 50 % de las parcelas se encuentran en planicies, sólo el 15.6 % de los productores señaló que realiza drenaje en sus parcelas con el fin de desalojar el agua excedente que se acumula durante el periodo de lluvias, y así evitar condiciones apropiadas para el desarrollo de enfermedades (Moore-Landeker, 1996).

El rendimiento promedio actual del cacao en Chiapas es de 118 kilogramos por hectárea y oscila

the year. However, most of the harvest takes place in June, October and November.

Profit is essential and decisive to harvest beans of good quality (it provides the basic principles of taste and scent) and for farmers to make a profit from its marketing in national and international markets. Cocoa processing includes fermentation, washing and drying (Table 3). The fermentation process is traditionally carried out by placing the cocoa beans in wooden boxes under controlled conditions.

Marketing. 76.1 % cocoa growers sell their harvest as dried beans after processing, while 20.2 % sell their production as mucilaginous pulp (Table 3). Selling fresh cacao is a fast way to market their produce to intermediaries without having to process it.

Cacao can be marketed through different means. 60.5 % growers sell their produce to intermediaries,

de 0 kg ha⁻¹ a 800 kg ha⁻¹. La cosecha de cacao se realiza durante todo el año, no obstante, la mayor producción de la cosecha se acentúa en los meses de junio, octubre y noviembre.

El beneficio es una parte esencial y determinante para obtener buena calidad de grano (proporciona los principios básicos de sabor y aroma) y acceder a ganancias durante la comercialización en el mercado nacional e internacional. El beneficiado incluye la fermentación, lavado y secado (Cuadro 3). El proceso de fermentación se realiza tradicionalmente al depositar el grano en cajones de madera bajo condiciones controladas.

Comercialización. El 76.1 % de los productores comercializó su cosecha como grano de cacao seco después del proceso de beneficiado, mientras que el 20.2 % lo hizo como cacao en baba (Cuadro 3). La venta de cacao en fresco representa una forma rápida de vender su producto a intermediarios sin tener que beneficiarlo.

La comercialización del cacao puede realizarse por diferentes medios. El 60.5 % de los productores venden su cacao a un intermediario, el 33 % lo comercializan con las asociaciones y sólo el 2.8 % vende su cacao directamente al consumidor en forma de chocolate artesanal, obteniendo con ello mayores ganancias. Sólo el 3.7 % declaró no haber cosechado. El precio por kilogramo de grano de cacao seco

33 % through associations, and only 2.8 % sell their cacao directly to end consumers as artisanal chocolate, for which they make greater profits. Only 3.7 % reported not having harvest. The price per kilogram of dry cacao beans during 2013-2014 was \$30.00 pesos. According to 55 % growers, this price is lower than that they were paid in the previous cycle. This fact shows that price is another factor contributing to the decline of the crop.

Parasitological aspects. Diseases are the main parasitological problem that limits cacao production for they cause losses of up to 100 %, if there is no control. According to the visits and interviews conducted, moniliasis was found in 100 % plots; moniliasis is a fungal infection caused by *Moniliophthora roreri* (Cif y Par.) Evans *et al.* The disease is considered a serious threat to the cocoa crop in Mexico (Phillips, 2004; Phillips *et al.*, 2006; Ramírez, 2008); in 67 % plots black spots on pods, caused by *Phytophthora capsici* Leonian, were observed; in 10.1 % plots branch galls were detected, which are associated to *Fusarium* sp. This is a potentially important disease worldwide (Ploetz, 2007); 3.7 % showed anthracnose symptoms on leaves and fruits; this disease is associated to *Colletotrichum gloeosporioides* Penz; in 0.9 % of the plots wilt of cacao was detected, which is

Cuadro 3. Proceso de beneficiado de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Región Soconusco y Región Norte de Chiapas, México.

Table 3. Processing of cacao beans production (*Theobroma cacao* L.) in the Soconusco and northern Chiapas, Mexico, regions.

Beneficiado	Frecuencia Relativa (%)
Fermentación en cajones de madera	3.7
Lavado y secado	54.1
Fermentación en bolsas	12.8
Secado directo después de corte	5.5
En baba (sin beneficiado)	20.2
Sin cosecha	3.7

durante 2013-2014 fue de \$30.00 pesos. De acuerdo al 55% de los productores, este precio es menor al que les fue pagado en el ciclo anterior, con ello se pone de manifiesto que el precio de cacao es otro factor que está contribuyendo a la decadencia del cultivo.

Aspectos parasitológicos. Las enfermedades son el principal problema parasitológico que limita la producción del cacao, ya que pueden ocasionar pérdidas hasta del 100 %, si no existe control alguno. De acuerdo a las visitas y entrevistas: 100 % de las parcelas presentaban moniliasis, causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif y Par.) Evans *et al.* Esta enfermedad es considerada como una seria amenaza para el cultivo en México (Phillips, 2004; Phillips *et al.*, 2006; Ramírez, 2008); en el 67 % de las parcelas se presentó la mancha negra de la mazorca, ocasionada por *Phytophthora capsici* Leonian; en el 10.1 % de las parcelas se detectaron agallas de ramas, las cuales están asociadas a *Fusarium* sp., ésta es una enfermedad potencialmente importante en todo el mundo (Ploetz, 2007); en el 3.7 % de las parcelas se presentó la antracnosis en hojas y frutos, que está asociada a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz; en el 0.9 % de las parcelas se detectó el mal de machete causado por el hongo *Ceratocystis cacaofunesta* Engelbrecht & T.C. Harr. que estuvo asociada a insectos barrenadores.

Nuestros resultados permiten identificar a la moniliasis como el principal factor parasitológico que ha influido en la pérdida de producción y biodiversidad del cacao en Chiapas, ya que al destruir la producción facilita que el agricultor pierda el interés y abandone su campo de cultivo o lo reemplace con otro frutal, además de hacer que el cultivo de cacao sea poco rentable por el costo de las aplicaciones y medidas de control necesarias para contener la enfermedad.

caused by *Ceratocystis cacaofunesta* (Engelbrecht & T.C. Harr.), and was associated to borers.

Our results allowed us to identify moniliasis as the main parasitological factor that has influenced the loss of cacao production and biodiversity in Chiapas, given that, when the disease destroys their production, farmers lose interest and leave their plantations or replace them with fruit crops. Also, cacao becomes an unprofitable crop because of the cost of spray program and control measures needed to curb the disease.

Overall, growers achieve agronomic activities and apply chemical fertilizers to control diseases in their plantations. 46.8 % farmers use chemicals to control diseases; this practice includes cutting infected fruit, pruning plants and shade regulation. For such control, farmers use copper, bicarbonate of soda, chlorine, lime, ashes or insecticides, which are incorporated into the same application. Growers also said that they apply a mix of sulphate and calcium, according to local agricultural technicians' recommendations. Those who apply these products said that they do not see a disease control but a decrease in production. Murillo and González (1984) said that an effective disease control largely depends on the selection of appropriate fungicides. Phillips (2004) suggested that the control of moniliasis is not effective, and that, if undertaken, it can be considered uneconomical. In Mexico, Torres *et al.* (2013) kept moniliasis under control using azoxystrobin (Amistar® 50 % WG, Syngenta Crop Protection AG, Suiza). However, the best and most economical option to control cacao diseases is genetic improvement (Avendaño *et al.*, 2013). Only one grower reported to use genetic control by empirically selecting plants resistant to *Phytophthora* sp., and using them for grafting. Currently, the same grower selects and tests materials resistant to *Moniliophthora roreri*, with support from the Mexican Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP).

Los productores, por lo general, realizan actividades culturales y aplicaciones de agroquímicos para el control de las enfermedades que observan en las plantas de cacao. El control cultural lo realiza el 46.8 % de productores y consiste en cortar los frutos enfermos, podas y regulación de la sombra. El control químico lo realizan con productos a base de cobre; el bicarbonato, cloro, cal, ceniza o insecticidas son incorporados en la misma aplicación. También mencionan aplicar caldo sulfocálcico elaborado a base de azufre y cal por recomendación de técnicos agrícolas locales para combatir la moniliasis; los productores que aplican esta mezcla mencionaron que no observan control de la enfermedad pero sí un decremento de la producción. Murillo y González (1984) mencionaron que el control eficiente de enfermedades en plantas depende mucho de la selección de los fungicidas adecuados. Phillips (2004), indicó que el control de la moniliasis en cacao no es eficaz y cuando se lleva a cabo se puede considerar como antieconómico. En México, Torres *et al.* (2013) controlaron la enfermedad con azoxystrobin (Amistar® 50 % WG, Syngenta Crop Protection AG, Suiza). Sin embargo, la opción más viable y económica de control de enfermedades en cacao es el mejoramiento genético (Avendaño *et al.*, 2013). Sólo un productor mencionó usar el control genético, al seleccionar de manera empírica materiales con resistencia a *Phytophthora* sp. y utilizar estos materiales para injertar. En la actualidad el mismo productor selecciona y evalúa materiales con tolerancia a *Moniliophthora roreri* con la asesoría del Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Los productores perciben que las plagas no constituyen una limitante para la producción de cacao. Los animales plaga identificados como problemas y su frecuencia en las parcelas productivas muestreadas fueron: ardillas (7.3 %), pájaros carpinteros (4.6 %) y tuzas (3.7 %). Estos provocaron daños en

Cocoa growers do not consider pests as a restriction to cacao production. Animal pests identified as a problem and their occurrence in the production plots sampled included squirrels (7.3 %), woodpeckers (4.6 %) and gophers (3.7 %). These pests damage fruit and reduce yields. Among insect pests, ants of the genus *Atta* (33.9 %) were the most commonly found; they are characterized by drilling galleries in the trunks and causing changes that affect the emergence of floral bearings, and also eating the skin of the fruit. In contrast, Goitia *et al.* (1992) mentioned that ants can contribute to cacao pollination and to the biological control of trips. Other insect pest detected during visits was aphids *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) with 11% of occurrence. Aphids feed on terminal portions of shoots and the youngest leaves, which results in deformities. Branch and stem borers (*Xyleborus ferrugineus* Fabricius, *Xylosandrus morigerus* Blandford, *Hypothenemus birmanus* Eichhoff, *Corthylus minutissimus* Schedl, *Taurodermus sharpi* Lenis, *Hypothenemus interstitialis* Hopkins) and budgerigar (*Vanduzeeia segmentata* Fowler) were found in 5.5 % of the sampled plots. These borers had been previously reported in cacao by Equihua (1992) and Pérez *et al.* (2009). Thrips (*Selenothrips rubrocinctus* Giard) were detected in only 3.7 % plots. Their damage was characterized by scratching and sap suction that cause leaves, flowers and small fruits to fall. When attacked by thrips plantlets often die. Thrips can also damage ripe fruit by developing dark spots on pods, thus making difficult to determine their maturity level and affecting fruit appearance. Spittlebug (*Clastoptera laenata* Fowler) was detected in 3.7 % plots. This hemipteran produces a foam layer that prevents the normal development of flowers, which, in turn, remain inactive and often die.

los frutos y merman el rendimiento de los cacaotales. Dentro de los insectos plaga, las hormigas del género *Atta* sp. (33.9 %) fueron los de mayor presencia y se caracterizaron por hacer galerías en el tronco y provocar alteraciones que afectan la emergencia de cojinetes florales, además de alimentarse de la corteza de los frutos. En contraste, Goitia *et al.* (1992) mencionaron que las hormigas pueden contribuir en la polinización del cacao y auxiliar en el control biológico de trips. Otros insectos plaga detectados durante las visitas fueron: el pulgón *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) con 11 % de frecuencia. Los pulgones se alimentan de las partes terminales de los retoños y de las hojas más jóvenes lo que ocasiona que se deformen. Los barrenadores de ramas y tallos (*Xyleborus ferrugineus* Fabricius, *Xylosandrus morigerus* Blandford, *Hypothenemus birmanus* Eichhoff, *Corthylus minutissimus* Schedl, *Taurodermus sharpi* Lenis, *Hypothenemus interstitialis* Hopkins) y el periquito *Vanduzeeae segmentata* Fowler) se presentaron en el 5.5 % de las parcelas muestreadas. Estos barrenadores han sido previamente reportados en cacao por Equihua (1992) y Pérez *et al.* (2009). Los trips (*Selenothrips rubrocinctus* Giard) se detectaron en sólo el 3.7 % de las parcelas, su daño se caracterizó por raspar y succionan la savia y provocar la caída de hojas, flores y frutos pequeños; cuando ataca plántulas, éstas pueden llegar a morir. También pueden atacar frutos maduros donde provocan manchas oscuras en las mazorcas y así dificultar la determinación del grado de madurez y afectar la apariencia del fruto. El salivazo (*Clastoptera laenata* Fowler) se detectó en el 3.7 % de las parcelas. Este hemíptero, produce una espuma que impide el desarrollo normal de las flores que permanecen inactivas y llegan a morir.

Los productores no realizan ningún tipo manejo para controlar los animales e insectos plaga, con excepción de las hormigas, que son controladas

Farmers do not carry out any kind of management to control animal and insect pests, except for ants, that are controlled with Parathion-methyl®, a commercial product recommended by local agrochemical suppliers. According to this study, pests have not influenced a change in the use of varieties or adoption of other crops.

Morphological and molecular details for diagnosing diseases and identifying pests will be described in another document for reasons of space.

Cacao in the state of Chiapas can be considered a declining crop. The main cause of this is the phytosanitary, particularly a disease commonly known as moniliasis. This disease directly affects production and harvest, and increases production costs; for this reason farmers have lost interest in growing cocoa. In addition, there are other economic, social, cultural and agronomic aspects, including increased production costs, lower yields, poor economic return, low educational level, growers with little education and training, little participation by women, limited membership in farmer association, little access to improved varieties and small production units. It is a shame that a crop such as cacao, which is part of our history, our culture and plays an important role within the ecosystem is now declining. For this reason, it is crucial to implement strategies for alleviating the problems that limit its production and make it once again a viable financial source that is sustainable and attractive to farmers.

Acknowledgements

The authors wish to thank the following for their support to this research: Chiapas Cacao Growers, Cacao Production Associations, the Mexican Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP), the National Council for Science and Technology-Chiapas (COCYTECH), and the National System for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (SINAREFI).

con paratión metílico®, producto recomendado por los negocios locales de agroquímicos. De acuerdo a este estudio, las plagas no han influido en el cambio de uso de variedades, ni la conversión a otros cultivos.

Los detalles morfológicos y moleculares para el diagnóstico de las enfermedades y e identificación de las plagas será presentada en otro documento por cuestiones de espacio.

El cultivo de cacao en el estado de Chiapas se puede clasificar como un cultivo en decadencia. El principal factor que ha contribuido al estado actual del cacao en Chiapas es el fitosanitario y en particular la enfermedad conocida comúnmente como moniliasis. La enfermedad afecta directamente la producción, cosecha, costos de producción e interés de los productores en el cultivo, a lo anterior se adicionan aspectos económicos, socio culturales y agronómicos como: mayores costos de producción, disminución en el rendimiento, escaso retorno económico, escasa preparación académica y capacitación de los productores, poca participación femenina, poca aglutinación de productores en asociaciones, difícil acceso a variedades y cultivares con características de excelencia y unidades de producción pequeñas. Es una pena que un cultivo como el cacao que es parte de nuestra historia, forma parte de nuestra cultura y tiene un papel importante dentro del ecosistema, se encuentre en el estado de decadencia actual. Es urgente implementar estrategias para mitigar los problemas que limitan su producción y convertirlo nuevamente en una fuente económica viable, sostenible y atractiva para los agricultores.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a los Productores de Cacao de Chiapas, a las Asociaciones Cacaoteras del Estado, al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), al Consejo Nacional de Ciencia y

Tecnología (CONACYT), al Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Chiapas (COCYTECH), al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI), por el apoyo asignado a esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Agarwal B. 1992. The Gender and Environment Debate: Lessons From India. *Feminist Studies* 18(4): 119-158.
- Aguirre MJF. 2009. Historia y situación actual del cacao. En: Moisés Alonso y Aguirre Juan Francisco. Manual de producción de cacao. p.109. INIFAP, México.
- Avendaño ACH, Mendoza LA, Hernández GE, López GG, Martínez BM, Caballero PJF, Guillen DS. y Espinosa ZS. 2013. Mejoramiento genético participativo en cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agroproductividad* 6(5): 71-80.
- Avendaño ACH, Villareal-FJM, Campos RE, Gallardo MRA, Mendoza LA, Aguirre MJF, Sandoval EA, Espinosa ZS. 2011. Diagnóstico de cacao en México. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 80p.
- Beer JW. 1988. Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao. (*Theobroma cacao*) plantations with shade trees. *Agroforestry Systems* 7(2):103-114
- Córdova AV. 2005. Organización campesina en la reconversión del cacao tradicional a orgánico en Tabasco, México. En: Aragón A, López JF, Tapia AM. Manejo Agroecológico de Sistemas. Dirección de fomento editorial. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Primera Edición. 180.
- Córdova AV, Sánchez HM, Estrella CNG, Sandoval CE, Ortiz GCF. 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.
- Cortez R, y Pizarro A. 2001. Construyendo el desarrollo sostenible con equidad de género. En La ineludible corriente. Políticas de equidad de género en el sector ambiental mesoamericano. Comp. y ed. Lorena Aguilar. UICN, 1a. Ed. San José, Costa Rica. 25 -33.
- Díaz JO, Aguilar AJ, Rendón MR. y Santoyo CVH. 2013. Situación actual y perspectivas de la producción de cacao en México. *Ciencia e Investigación Agraria* 40(2): 279-289.
- Engler, A., and Toledo, R. 2010. An analysis of factors affecting the adoption of economic and productive data recording methods of Chilean farmers. *Ciencia e Investigación Agraria* 37(2):101-109.
- Equihua MA. 1992. Coleópteros Scolytidae atraídos a trampas NTP-80 en el Soconusco, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana* 84: 55-66. http://www.barkbeetles.info/pdf_assets/Equihua_1992_FEM_84.pdf
- Ghiglione R, Matalón B. 1989. Las encuestas sociológicas. Teoría y práctica. Editorial Trillas, México. 318 p.
- Goitia W, Bosque C. and Jaffe K. 1992. Interacción hormiga-polinizador en cacao. *Turrialba* 42(2): 178-186.
- González VW. 2005. Cacao en México: competitividad y medio ambiente con alianzas (Diagnóstico rápido de producción y mercadeo). United States Agency International Development. Chemonics International Inc. 93 p.

- Legislación Agraria. 2004. Legislación Agraria. DOF 09-04-2012. www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/13.pdf
- León J. 1987. Botánica de los cultivos Tropicales. IICA. San José, Costa Rica. 337 p.
- Maier HE. 2003. Construyendo la relación entre la mujer y el medio ambiente: Una exploración conceptual, en: Esperanza, Tuñón (coord.). Género y medio ambiente. El Colegio de la Frontera Sur. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Plaza y Valdés, México: 27-44.
- Motamayor JC, Risterucci AM, López PA, Ortiz CF, Moreno A. and Lanaud C. 2002. Cacao domestication I. the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity* 89: 380-386.
- Moore-Landecker E. 1996. *Fundamental of fungi*. Prentice Hall. Nueva Jersey, EUA. pp. 238- 367.
- Murillo D, González LC. 1984. Evaluación en laboratorio y campo de fungicidas para el combate de la moniliasis del cacao. *Agronomía Costarricense* 8: 83-89.
- Nájera CMI. 2012. El mono y el cacao: la búsqueda de un mito a través de los relieves del Grupo Serial Inicial Chichen Itza. *Estudios de cultura Maya* 39: 133-172.
- Parrish J, Reitsma R, Greenberg R, MacLarney MR, and Lynch J. 1999. Los cacaotales como herramienta para la conservación de la biodiversidad en corredores biológicos y zonas de amortiguamiento. *Agroforestería en las Américas* 6(22): 35.
- Pérez CM, Equihua MA, Romero NJ, Sánchez SS, García LE, Bravo MH. 2009. Escolítidos (Coleoptera: Scolytidae) Asociados al Agroecosistema Cacao en Tabasco, México. *Neotropical Entomology* 38 (5): 602-609. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2009000500007
- Phillips MW. 2004. La moniliasis del cacao: una seria amenaza para el cacao en México. In: Simposio Nacional sobre enfermedades tropicales. Resúmenes de ponencias. Tabasco, México: 91-99.
- Phillips MW, Coutiño A, Ortiz CF, López AP, Hernández J, and Aime MC. 2006. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (moniliasis disease) of cocoa in Mexico. *Plant Pathology* 55 (4): 584
- Ploetz RC. 2007. Cacao diseases: important threats to chocolate production worldwide. *Phytopathology* 97 (12): 1634-1639. <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-97-12-1634>
- Quispe A. 2013. El uso de la encuesta en las ciencias sociales. Ediciones D.D.S. México D.F. 105 p.
- Ramírez DFJ. 1997. Sistema agroindustrial del cacao en México y su comportamiento en el mercado. Universidad Autónoma Chapingo. México. 161.
- Ramírez GSI. 2008. La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México. *Tecnología en Marcha* 21(1): 97-110. http://tecdigital.tec.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec_marcha/article/view/1343
- Roa RHA, Salgado MM y Álvarez HJ. 2009. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Soconusco, Chiapas, México. *Acta biológica Colombiana* 14(3): 97-110.
- Sagarpa. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2013. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. www.siap.gob.mx/index (consulta, julio 2013).
- Salgado MM, Ibarra NG, Macías SJE, López BO. 2007. Diversidad arbórea en cacaotales del Soconusco, Chiapas, México. *Interciencia* 11(32): 763-768. <http://www.scielo.org.ve/pdf/inci/v32n11/art09.pdf>
- SIAP. 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo SAGARPA. México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Consultado en línea en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
- Suárez SRB, Zapata ME, Ayala CR, Cárcamo TN, y Manjarrez RJ. 2011. ¿...y las mujeres rurales?. Indesol. GRMTRAP A.C., México: 251 p.
- Torres CM, Ortiz GCF, Téliz OD, Mora AA y Nava DC. 2013. Efecto del azoxystrobin sobre *Moniliophthora roreri*, agente causal de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao*). *Revista Mexicana de Fitopatología* 31(1): 65-69.
- White TJ, Bruns T, Lee S, and Taylor JW. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis M A, Gelfand D H, Sninsky J J, White T J, editors. *PCR protocols: a guide to methods and applications*. New York, N.Y: Academic Press, Inc.: 315-322pp.