

Characterization of cocoa production systems in the southeast of Mexico using the Chapingo-AGROPEC Star consultancy model

Dolores Valentina Mariscal Aguayo^{1*}

Heriberto Estrella Quintero¹

José Enrique Salas Barboza²

Abstract

The aim of the study was to characterize the cocoa production process in the southeast of Mexico, with the Chapingo-AGROPEC Star consultancy and advisory model, which considers the use of a digital innovation platform. 18 advisors and 395 farmers from Chiapas and Tabasco participated from September 2015 to June 2016. We offered training to extension workers and farmers. A comprehensive control, monitoring and evaluation mechanism for agribusinesses was implemented to generate productive and cost indicators. The farmers have a high level of poverty, and more than a half are elderly. Tasks developed by more than 80 % of farmers are: removal of diseased fruits, manual weed control and pruning; but they put aside important activities such as pest and disease control. The average size (1.2 ha) and production (94.88 kg·ha⁻¹) of the plots is low. Inadequate plantations management (presence of moniliasis, ageing, inadequate shading, etc.) cause low yields in cocoa plantations. It is recommended to have advice to provide adequate comprehensive agronomic plantations management, use innovations and promote the involvement of farmers.

Keywords: Tasks, cocoa plantations, production, advisors.

Caracterización del sistema de producción de cacao en el sureste de México utilizando el modelo de asesoría Chapingo-AGROPEC Star

Resumen

El objetivo del estudio fue caracterizar el proceso de producción de cacao en el sureste de México, con el modelo de asesoría y consultoría Chapingo-AGROPEC Star, que considera el uso de una plataforma digital de innovación. Se contó con la participación de 18 asesores y 395 productores de Chiapas y Tabasco durante septiembre de 2015 a junio de 2016. Se brindó capacitación a extensionistas y productores, se implementó un mecanismo de control, seguimiento y evaluación integral de las agroempresas, para generar indicadores productivos y de costos. Los productores tienen un alto nivel de pobreza y más de la mitad son de la tercera edad. Las labores que más del 80 % de los productores realizan son: remoción de frutos enfermos, control manual de malezas y poda; y dejan de lado actividades importantes como control de plagas y enfermedades.

¹Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Occidente, calle Rosario Castellanos núm. 23321, Col. La Cruz, Guadalajara, Jal. C. P. 44950. México.

²Asesor independiente. Cenobio Moreno núm. 146, Buenos Aires, Parácuaro, Michoacán, C. P. 60786. México.

Corresponding author: valmara@hotmail.com Tel. 3313539167.

El tamaño (1.2 ha) y producción (94.88 kg·ha⁻¹) promedio de los predios es bajo. El inadecuado manejo de las plantaciones (presencia moniliasis, envejecimiento, sombreo inapropiado etc.) ocasionan el bajo rendimiento de los cacaotales. Se recomienda contar con asesoría para que se proporcione un adecuado manejo integral agronómico a las plantaciones, el uso de innovaciones y fomentar la integración de productores.

Palabras clave: Labores, cacaotales, producción, asesores.

Introduction

One of the most known agroforestry systems in the tropics is the cocoa, traditionally, it is cultivated under the shade of the tropical forests (Lobão et al., 2007; Bai et al., 2017), and it represents one of the oldest agroforestry systems in the tropical America. It is a crop that generally is cultivated by small farmers from the tropical regions, including some parts of Latin America, West Africa and Indonesia (Franzen and Borgerhoff, 2007). Small farmers are the responsible for approximately 70 % of the cocoa production at the global level and most of this production is presented in areas with high biodiversity (Clay, 2004; Donald, 2004).

Although there is a high variability within the cocoa market, it ranks third at the global level in production volume, which is the reason why it is an important agricultural product for some countries. In 2021, the main cocoa producing countries were Ivory Coast, Ghana, Ecuador, Nigeria, Cameroon and Brazil, which together provided 84.7 % of the world production (ICCO, 2023). It is important to mention that the higher yields are obtained by Thailand, Guatemala and Saint Lucia with averages of 3.1, 2.7 and 2.6 t·ha⁻¹, respectively (FAOSTAT, 2020). Among the cocoa exporting countries are Germany, Ivory Coast and Netherlands, and the importing countries that highlight are the United States, Netherlands and Germany (DATA MÉXICO, 2021). It is estimated that the cocoa world production is about 5 million tons, with an approximate value of 9 billion dollars (Voora et al., 2019).

According to the International Cocoa Organization (ICCO), the cocoa world market faces two big challenges, the first one consists of satisfying the consumer demands, because they increasingly demand more sustainable cocoa or "total quality" cocoa, with high level of physical quality; the second

Introducción

Uno de los sistemas agroforestales más conocidos en el trópico es el cacao, tradicionalmente, se cultiva bajo la sombra de los bosques tropicales (Lobão et al., 2007; Bai et al., 2017), y representa uno de los más antiguos sistemas agroforestales en América tropical. Es un cultivo que se produce, generalmente, por 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).

A pesar de que existe una alta variabilidad en el mercado del cacao, éste ocupa el tercer lugar mundial en volumen de producción siendo un importante producto agrícola para algunos países. En 2021, los principales países productores de cacao fueron Costa de Marfil, Ghana, Ecuador, Nigeria, Camerún y Brasil, que en conjunto aportaron 84.7 % de la producción mundial (ICCO, 2023). Cabe hacer mención que los rendimientos mayores de cacao los obtienen Tailandia, Guatemala y Santa Lucía con promedios de 3.1, 2.7 y 2.6 t·ha⁻¹, respectivamente (FAOSTAT, 2020). Entre los países exportadores de cacao se encuentran Alemania, Costa de Marfil y Países Bajos, y en los países importadores destacan Estados Unidos, Países Bajos y Alemania (DATA MÉXICO, 2021). La producción mundial de cacao se estima que es cerca de los 5 millones de toneladas con un valor aproximado de 9 billones de dólares (Voora et al., 2019).

De acuerdo con la International Cocoa Organization (ICCO), el mercado mundial de cacao se enfrenta a dos grandes retos, el primero consiste en satisfacer la demanda de los consumidores, ya que estos exigen cada vez más cacao sostenible o cacao de "calidad total", con niveles elevados de calidad

challenge is about the poverty problem of the small cocoa farmers, where the main common thread among them is the mostly low yield of their production units. In the period 2022/23, the world production decreased 4.3 % compared with the period 2020/21, with a notable deficit of 225 000 tons, which favored the price increase, standing at €2,338 per ton in London, and \$3 068 dollars per ton in New York (ICCO, 2023). However, it is considered that, despite these situations, the cocoa production will increase, because the dissemination of its health benefits, the wide variety of its use in beverages and foods, and the exotic flavors that have been generated, have more impact (Voora et al., 2019). But it is important to consider the challenges in the productive activity, particularly in countries where production is based on small farmers and is developed in an artisanal way.

In Mexico, cocoa has natural characteristics that make it a product able to obtain good prices in the international market. Particularly, cocoa (*Theobroma cacao* L.) from the country is an important agricultural fruit in the Southeast because 59 675 ha are cultivated, and it directly benefits 41 000 families (SIAP, 2022). The states of Tabasco, Chiapas, Guerrero and Oaxaca are the main cocoa producers. 99 % of the national production is in Tabasco and Chiapas, this latest provides 34.9 % and the first one 64.8 %. The production obtained was 22 452.79 tons, with an average yield of 0.54 t·ha⁻¹ (SIAP, 2023).

Espinoza et al. (2015) estimated that the minimum yield that should be obtained from a cocoa plantation for a farmer to obtain gains is 770 kg·ha⁻¹, plantations with yields higher than this amount are profitable. However, it is important to highlight that cocoa is grown by small farmers, with areas ranging from 1.33 to 4.25 hectares. It is a subsistence productive system, for this, there is little investment in inputs (González, 2005).

As it was mentioned above, this pre-Hispanic product has some limitations at the global level, that also are present in the country such as technological, productive and agribusiness backwardness (Torres et al., 2020), which is reflected in production levels and costs (Díaz et al., 2013). Some features are identified in the untimely application of agronomic practices and the presence of moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif.

física; el segundo reto se refiere al problema de la pobreza de los pequeños cacaocultores, en donde el principal denominador común en todos ellos, es el rendimiento predominantemente bajo de sus unidades de producción. En el periodo 2022/23, la producción mundial descendió en un 4.3 % comparada con el periodo 2020/21, con un notable déficit de 225 000 toneladas, lo cual favoreció el alza de los precios, situándose en €2,338 por tonelada en Londres, y \$3 068 dólares por tonelada en Nueva York (ICCO, 2023). Sin embargo, se considera que, a pesar de estas situaciones, la producción de cacao se incrementará, ya que tiene más impacto la difusión de los beneficios que tiene para la salud, la amplia variedad de su uso en bebidas y alimentos y los exóticos sabores que se han generado (Voora et al., 2019). Pero, resulta importante considerar los retos que se han presentado de la actividad productiva, sobre todo, en países donde la producción está basada con pequeños productores y desarrollada de manera artesanal.

En México, el cacao posee características naturales para ser un producto capaz de obtener buenos precios en el mercado internacional. Particularmente, el cacao (*Theobroma cacao* L.) en el país es un fruto agrícola importante en el sureste, pues se cultivan 59 675 ha y beneficia directamente a 41 000 familias (SIAP, 2022). Los estados de Tabasco, Chiapas, Guerrero y Oaxaca son los principales productores de cacao; en los dos primeros se concentra el 99 % de la producción nacional, aportando Chiapas el 34.9 % y Tabasco el 64.8 %. La producción obtenida fue de 22 452.79 toneladas, con un rendimiento promedio de 0.54 t·ha⁻¹ (SIAP, 2023).

Espinoza et al. (2015) estimaron que el rendimiento mínimo que se debe obtener de una plantación de cacao para que un productor tenga ganancias, es de 770 kg·ha⁻¹, plantaciones con rendimientos superiores a esta cantidad son rentables. Sin embargo, es importante destacar que el cacao es cultivado por pequeños productores, con superficies que van de 1.33 a 4.25 hectáreas. Es un sistema productivo de subsistencia, por lo cual hay poca inversión en insumos (González, 2005).

Como se señaló anteriormente, este producto prehispánico, tiene algunas limitantes a nivel mundial, que también existen en el país, como son,

and Par.), which causes the death of up to 75% of the fruits per year, it is spread in plantations of Chiapas and Tabasco, and its high aggressiveness negatively affects the crop profitability because it largely depends on the use of fungicides, genetic material and agronomic management (Avendaño et al., 2011; Torres et al., 2020). Currently, the cocoa cultivation, both traditional and organic, has ample opportunities for Mexico, some of these advantages are mentioned in the free trade agreements with North America and the European Union, mainly in the organic cocoa production (Avendaño et al., 2011). In this sense, and with the aim of improving the production volumes, Espinoza et al. (2015) identified 223 000 ha with potential to produce the cocoa crop, with yields higher than 1 t·ha⁻¹, in the states of Veracruz, Puebla, Chiapas and Oaxaca. As a result, the general aim of this study was to characterize the cocoa production process in southeast Mexico using the Chapingo-AGROPEC Star consultancy and advisory model to improve productivity of cocoa plantations.

Methodology

The study was developed with the participation of cocoa producers from the municipalities of Acacoyagua, Huehuetán, Huixtla, Tapachula, Tecpatán, Tuxtla Chico, Tuzantán and Villa Comaltitlán, Chiapas, and Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán and Jalpa de Méndez, Tabasco (Figure 1), from September 2015 to July 2016. 18 extension workers participated, they were selected according to their professional formation, experience in cocoa cultivation and knowledge of the study area.

The Chapingo – AGROPEC Star consultancy and advisory model was implemented (Estrella and Mariscal, 2020), it consisted in the implementation of the computer and communication technology by using the digital AGROPEC Star (2000) agricultural innovation platform, face-to-face and online training for extension workers in computerized agribusiness administration and productivity of agribusiness, skills development for farmers; online monitoring for the performance of the extension workers in the activities programmed in their work plan and the productive behavior of the agribusinesses of the farmers assigned to each extension worker.

rezago tecnológico, productivo y agroindustrial (Torres et al., 2020), que se ve reflejado en niveles y costos de producción (Díaz et al., 2013). Algunos de los rezagos se identifican en la aplicación inoportuna de prácticas agronómicas y a la presencia de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri* Cif. y Par.), la cual causa la muerte de hasta el 75 % de los frutos al año, se encuentra diseminada en plantaciones de Chiapas y Tabasco, y su alta agresividad afecta negativamente la rentabilidad del cultivo al depender en gran parte del manejo de fungicidas, material genético y del manejo agronómico (Avendaño et al., 2011; Torres et al., 2020). En la actualidad, el cultivo de cacao, tanto convencional como orgánico, tiene amplias oportunidades para México, algunas de estas ventajas se enmarcan en los tratados de libre comercio con Norteamérica y la Unión Europea, principalmente en la producción de cacao orgánico (Avendaño et al., 2011). En este sentido, y con el ánimo de mejorar los volúmenes de producción, Espinoza et al. (2015) identificaron 223 000 ha con potencial para producir el cultivo de cacao, con rendimientos superiores a 1 t·ha⁻¹, localizadas en los estados de Veracruz, Puebla, Chiapas y Oaxaca. Por lo anterior, el objetivo general de este estudio fue caracterizar el proceso de producción de cacao en el sureste de México utilizando el modelo de asesoría y consultoría Chapingo-AGROPEC Star para mejorar la productividad de las plantaciones de cacao.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo con la participación de productores de cacao de los municipios de Acacoyagua, Huehuetán, Huixtla, Tapachula, Tecpatán, Tuxtla Chico, Tuzantán y Villa Comaltitlán, Chiapas, y Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán y Jalpa de Méndez, Tabasco (Figura 1), de septiembre del 2015 a julio del 2016. Se contó con la participación de 18 extensionistas quienes fueron seleccionados de acuerdo con su formación profesional, experiencia en el cultivo de cacao y conocimiento del área de estudio.

Se implementó el modelo de asesoría y consultoría Chapingo–AGROPEC Star (Estrella y Mariscal, 2020) que consistió en el uso de la tecnología de la informática y comunicación con la utilización de la Plataforma digital de innovación agropecuaria AGROPEC Star (2000),

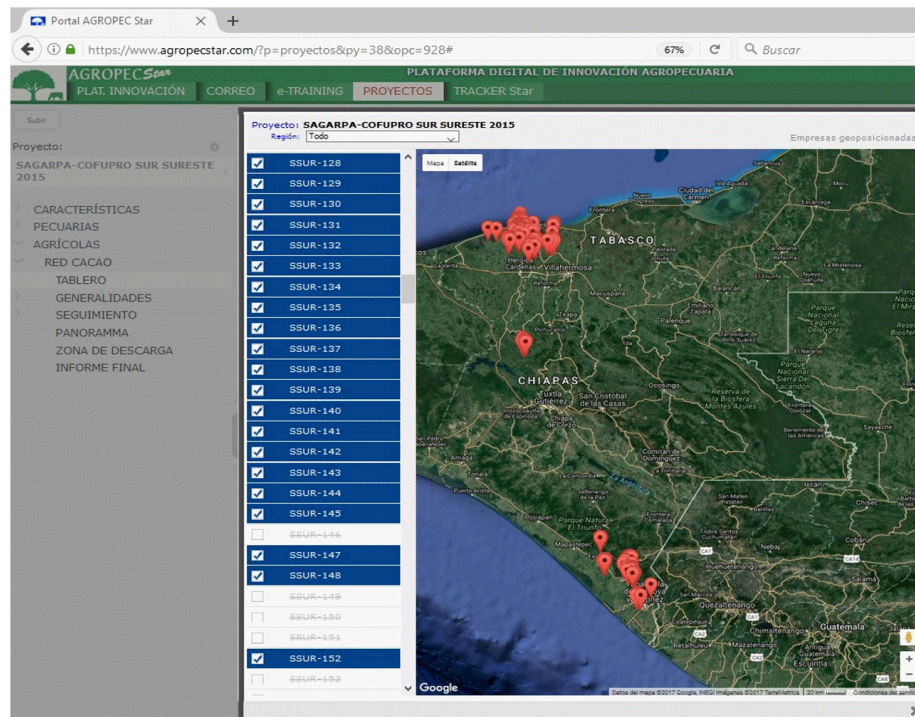


Figure 1. Georeference of the cocoa growing agribusinesses involved.

Figura 1. Georreferenciación de las agroempresas de cultivo de cacao atendidas.

With the implementation of this model, where the AGROPEC Star software (www.agropecstar.com) was used as tool for the agribusiness management, the technical and cost information of a complete production process is available, which makes the analysis of the process much more agile and efficient and, therefore, the characterization of the agribusinesses, facilitating the information processing and study (Mariscal et al., 2017, 2019 and 2020). The following programs were used: FRUTA, COSTOS, INVENTARIOS, DIAGNOTIC, PLANNER and CHECK IN, which are part of the software. The information of the activities developed in the agribusiness captured by extension workers was sent to the AGROPEC Star server per week, using the SINCRONIZA Star program to generate productive and cost indicators through the INDICADOR Star program.

The AGROPEC Star software was installed in the computers of the 18 extension workers involved, who recorded each event of the different disciplines related to the cocoa cultivation management in 395 agribusinesses and 554.25 hectares (Figure 2).

capacitación presencial y en línea a extensionistas en administración computarizada de agroempresas y productividad agroempresarial, desarrollo de capacidades en los productores; seguimiento en línea del desempeño del extensionista en las actividades programadas en su plan de trabajo y del comportamiento productivo de las agroempresas de los productores asignados a cada extensionista.

Con la implementación de este modelo, donde se utiliza el software AGROPEC Star (www.agropecstar.com) como herramienta para la administración de agroempresas, se dispone de la información técnica y de costos de un proceso productivo completo, lo que permite hacer el análisis del proceso mucho más ágil y eficiente y, por tanto, la caracterización de las agroempresas, facilitando el procesamiento y estudio de la información (Mariscal et al., 2017, 2019 y 2020). Se utilizaron los programas FRUTA, COSTOS, INVENTARIOS, DIAGNOTIC, PLANNER y CHECK IN que forman parte del software; la información de las actividades realizadas en las agroempresas y capturada por el extensionista, fue

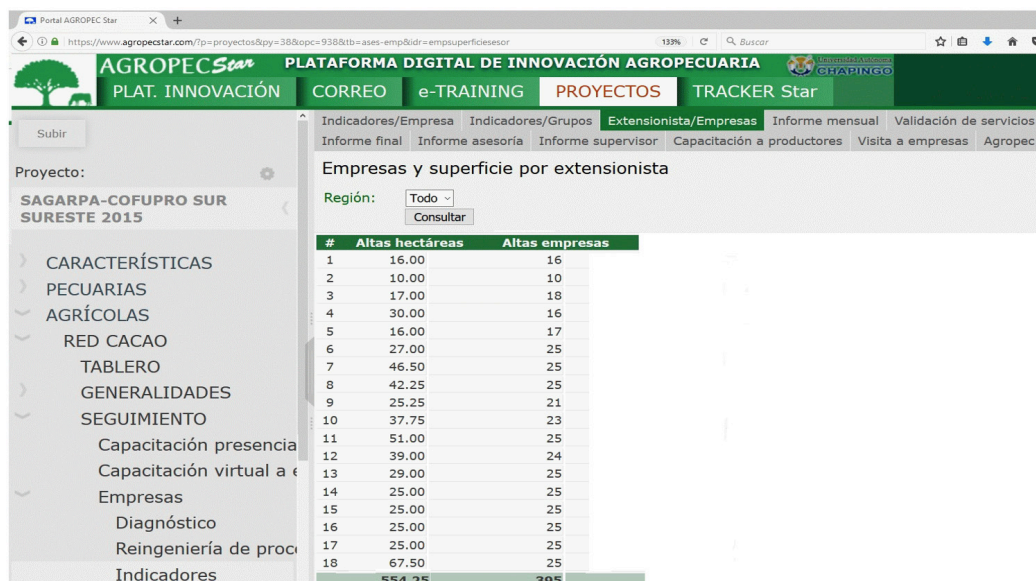


Figure 2. Agribusinesses and cocoa cultivation area assisted by the extension workers.

Figura 2. Empresas y superficie de cultivo de cacao que atendieron los extensionistas.

Each extension worker assisted 22 agribusinesses and 31 hectares on average.

Results

The analysis of the indicators allows to establish some strategies for the agronomic crop management to compensate the main limitations causing low production (Ramírez, 2008), and identify updating areas to count on trained extension workers that allow to improve productivity and economic income of cocoa growers (López et al., 2005). In this sense, as Gastó et al. (2009) point out, the transfer or updating of knowledge and skills of farmers through extension workers is important to improve the production sustainability. Also, the use of technology as digital innovation platform eased the generation of indicators, carrying out strategic analysis, monitoring the performance of the extension workers and evaluating the productivity of agribusinesses.

Face-to-face and online training for extension workers

Face-to-face training was offered to extension workers in order to update them, strengthen their skills and transfer a broad range of tools to address issues that the farmer faces (Figure 3). Additionally,

enviada semanalmente al servidor AGROPEC Star con el programa SINCRONIZA Star para generar indicadores productivos y de costos mediante el programa INDICADOR Star.

Se instaló el software AGROPEC Star en las computadoras de los 18 extensionistas participantes, quienes registraron cada uno de los eventos de las diferentes disciplinas que involucran el manejo del cultivo de cacao en 395 agroempresas y 554.25 hectáreas (Figura 2). Cada extensionista, en promedio atendió 22 agroempresas y 31 hectáreas.

Resultados

El análisis de los indicadores permite establecer algunas estrategias en el manejo agronómico del cultivo para contrarrestar las principales limitantes causantes de la baja producción (Ramírez, 2008) e identificar áreas de actualización para contar con extensionistas capacitados que permitan mejorar la productividad y el ingreso económico de los cacaoteros (López et al., 2005). En este sentido, como lo mencionan Gastó et al. (2009), la transferencia o actualización de los conocimientos y habilidades de los productores a través de los extensionistas es importante para mejorar la sostenibilidad de la producción. Así también, el uso de la tecnología como la Plataforma digital de innovación facilitó la

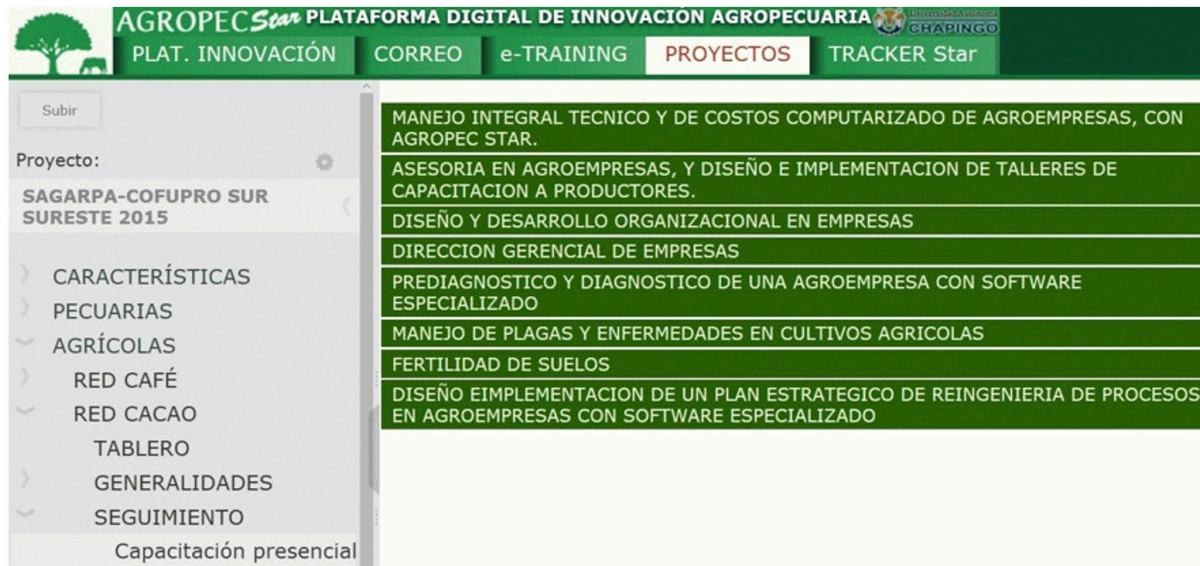


Figure 3. Training courses given to extension workers.

Figura 3. Cursos de capacitación impartidos a los extensionistas

in order to make more efficient the registration in the software of the events and activities that take place in agribusinesses, support was given to extension workers for the software and digital platform management through 4 124 virtual consulting via VIDEOCONF Star (3 041) or e-mail (1 083) when necessary.

Training given to extension workers were related to determining the characteristics of agribusinesses such as the comprehensive computerized technical and cost management, pre-diagnosis, diagnosis and design and implementation of a strategic plan for process reengineering in agribusinesses. With the technical management of the cocoa production system regarding pest and disease management and soil fertility; and to improve the task with their advisors, courses on how to train producers, design, organizational development and business management, were given.

This advice and consultancy model establishes the training of extension workers in the different disciplines of cocoa production, which will allow them to serve or establish strategies against any limitations that farmers face (Estrella and Mariscal, 2020). On the other side, the profile of the extension worker is essential for the correct performance of activities related to the cocoa cultivation, which

generación de indicadores, realización de análisis estratégico, seguimiento del desempeño del extensionista y valoración de la productividad de las agroempresas.

Capacitación presencial y en línea de extensionistas

Se brindó capacitación presencial a los extensionistas con el propósito de actualizarlos, fortalecer sus habilidades y transferir una amplia gama de herramientas para la correcta solución de los problemas a los que se enfrenta el productor (Figura 3). Además, para hacer más eficiente el registro en el software de los eventos y actividades que se desarrollan en las agroempresas, se brindó apoyo a los extensionistas en el manejo del software y la plataforma digital mediante 4 124 consultorías virtuales por VIDEOCONF Star (3 041) o por correo (1 083) cuando así lo requerían.

Las capacitaciones impartidas a los extensionistas se relacionaron con la determinación de las características de las agroempresas como fueron, el manejo integral técnico y de costos computarizado, prediagnóstico, diagnóstico y diseño e implementación de un plan estratégico de reingeniería de procesos en agroempresas; con el manejo técnico del sistema de producción del cacao en lo que se refiere a manejo de plagas y enfermedades y fertilidad de suelos; y para mejorar el trabajo con sus

shows a high level of abandonment due to different factors, where the most important ones are the low economic income obtained and the lack of an efficient extension model that will make the crop rescue possible (Cruz et al., 2015).

Skills development in farmers

The extension workers gave 111 training workshops to farmers, these were about the following topics: Induction workshop about the project, Crop management, Soil fertility, Pest and disease management, Post-harvesting management, Process reengineering and Final workshop. In those workshops, the farmers involved in the project, and neighboring farmers and guests were trained, for this, skills were developed in a total of 1 681 farmers.

The training to farmers was important because knowledge, techniques and tools were updated, as well as the knowledge acquisition and technology transfer in order to promote improvements in productivity, and that the farmer has a more purposeful and self-improvement performance (Cadena et al., 2015).

Online monitoring

Productive behavior of the agribusiness

With the use of the AGROPEC Star software a control, monitoring and comprehensive evaluation mechanism of agribusiness was implemented to generate productive and cost indicators.

a) Productive indicators

For a good cocoa cultivation management, it is necessary to develop a series of tasks for better use of soil resources and obtaining better yields. However, the tasks conducted by the farmers mostly consisted of removing diseased fruits (95.44 %), manual weed control (85.19 %) and pruning (81.77 %) (Table 1). On the other hand, they abandon other activities that are important for the crop, such as pest and disease control, give shade to cocoa plants and record losses, among others, which involve a higher production cost.

Despite the high percentage of farmers (higher than 80 %) that develop tasks related to the reduction of moniliasis problem, such as removal of diseased fruits, weed control and pruning, the

asesorados, se impartieron los cursos de cómo dar capacitación a productores, diseño, desarrollo organizacional y dirección de empresas.

Este modelo de asesoría y consultoría establece la capacitación de los extensionistas en las diferentes disciplinas de la producción de cacao, que les permita atender o establecer estrategias ante cualquier limitante que enfrenten los productores (Estrella y Mariscal, 2020). Por otro lado, el perfil del extensionista es esencial para el buen desempeño de las actividades que conciernen al cultivo de cacao, el cual presenta un elevado nivel de abandono debido a diferentes factores, entre los más importantes se encuentran los bajos ingresos económicos que se obtienen y la falta de un modelo de extensionismo eficaz que permita el rescate del cultivo (Cruz et al., 2015).

Desarrollo de capacidades en los productores

Los extensionistas impartieron 111 talleres de capacitación a los productores sobre los siguientes temas: Taller de inducción sobre el proyecto, Manejo del cultivo, Fertilidad de suelos, Manejo de plagas y enfermedades, Manejo postcosecha, Reingeniería de procesos y Taller final. En dichos talleres se capacitó a los productores participantes en el proyecto, y productores vecinos e invitados, por lo que se desarrollaron capacidades en un total de 1 681 productores.

La capacitación a los productores fue importante porque se actualizaron saberes, técnicas y herramientas, así como la adquisición de conocimientos y la transferencia de tecnología con el objetivo de promover mejoras en la productividad y de que el productor tenga un desempeño más propositivo y de superación (Cadena et al., 2015).

Seguimiento en línea

Comportamiento productivo de las agroempresas

Con el uso del software AGROPEC Star se implementó un mecanismo de control, seguimiento y evaluación integral de las agroempresas para generar indicadores productivos y de costos.

a) Indicadores productivos

Para un buen manejo del cultivo de cacao, se requiere llevar a cabo una serie de labores para un mejor aprovechamiento del recurso suelo y obtener

Table 1. Agribusinesses in which the task in cocoa cultivation is recorded.
Cuadro 1. Agroempresas en las que se registran las labores en el cultivo del cacao.

Agribusinesses that record the task / Agroempresas que registran la labor		
Tasks / Labores	(No.) / (Núm.)	(%)
Removal of diseased fruits / Remoción de frutos enfermos	376	95.44
Manual weed control / Control manual de malezas	337	85.19
Pruning / Podar	323	81.77
Manual harvesting / Cosecha manual	290	73.50
Manual fertilizer application / Aplicación manual de fertilizante	153	38.75
Manual pesticide application / Aplicación manual de plaguicidas	127	32.19
Manual shade regulation / Regulación manual de sombra	88	22.22
Culling / Desahijar	70	17.66
Pollinating insect management / Manejar insectos polinizadores	58	14.81
Manual biofertilizers application / Aplicación manual de biofertilizantes	17	4.27
Transplant / Trasplantar	15	3.70
Pests monitoring / Monitorear plagas	14	3.42
Manual compost application / Aplicación manual de composta	6	1.42
Manual fungicide application / Aplicación manual de fungicida	6	1.42
Elaboration of earthenware pots / Hacer cajetes	6	1.42
Selection of parent trees / Seleccionar árboles padres	6	1.42
Graft / Injertar	5	1.14
Elimination of parasitic plants / Eliminar plantas parásitas	3	0.85
Fruit protection / Proteger el fruto	3	0.85
Application of healing paste / Aplicar pasta cicatrizante	2	0.57
Drain cleaning / Limpiar dren	1	0.28
Planting / Plantar	1	0.28
Manual pollination / Polinización manual	1	0.28
Plot plantation / Trazar plantación	1	0.28

disease is still present in the plots. It has been identified that moniliasis could cause losses in the cocoa production that range from 75 to 100 % (Ramírez, 2008; Torres et al., 2011; Torres et al., 2013). However, due to the existence of other phytosanitary and environmental factors that act simultaneously in the cocoa productive cycle, it is necessary to evaluate other comprehensive management strategies for its control and eradication (Ortíz et al., 2015), these include the evaluation of disease resistant clones (Avendaño et al., 2018; Avendaño and Cueto, 2018).

Regarding the characteristics of the plots, 17.6 % of the farmers have plantations larger than 1 ha, and of them, 85.13 % have a production lower or equal to 200 kg with an average of 106.88 kg. The plot size in the 82.4 % of the farmers is smaller or equal to 1.0 ha with a mean of 1.2 ha; consequently, the average yield was 94.88 kg·ha⁻¹ (Chart 1, Table 2).

The low yields obtained are mainly due to the old age of plantations, existence of moniliasis and poor agronomic management, these characteristics were directly observed in the evaluated plantations and were corroborated by the farmers, as well as by the analysis conducted with the participant farmers, for this, it is necessary to seek and design some actions

mejores rendimientos; sin embargo, las labores que realizan los productores en mayor medida fueron: remover frutos enfermos (95.44 %), controlar malezas manualmente (85.19 %) y podar (81.77 %) (Cuadro 1). Por otro lado, dejan de hacer otras labores que son importantes en el cultivo como el control de plagas y enfermedades, proporcionar sombra a las plantas de cacao y registrar bajas, entre otras; las cuales involucran un mayor costo de producción.

A pesar del alto porcentaje de productores (mayor al 80 %) que realizan labores inherentes a la disminución del problema de moniliasis, como lo son remoción de frutos enfermos, control de malezas y poda, la enfermedad continúa presente en los predios. Se ha identificado que la moniliasis puede causar pérdidas en la producción de cacao que van del 75 al 100 % (Ramírez, 2008; Torres et al., 2011; Torres et al., 2013); sin embargo, debido a la existencia de otros factores fitosanitarios y ambientales que actúan de manera simultánea en el ciclo productivo del cacao, es necesario evaluar otras estrategias de manejo integrado para su control y erradicación (Ortíz et al., 2015), dentro de las cuales está la evaluación de clones resistentes a

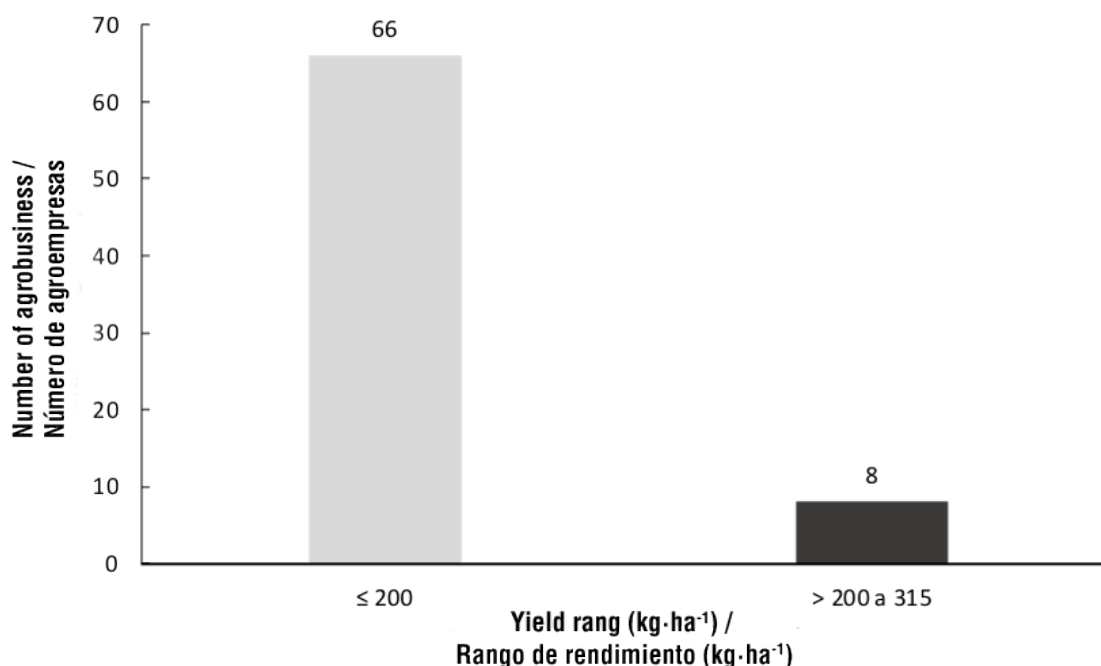


Chart 1. Estimated yield in the agribusinesses that have production records.

Gráfica 1. Rendimiento estimado en las agroempresas que cuentan con registros de producción.

Table 2. Descriptive statistics for the production, area and yield variables of the agribusinesses that recorded production.
Cuadro 2. Estadísticos descriptivos para las variables producción, superficie y rendimiento, de las agroempresas que registraron la producción.

	Production (kg) / Producción (kg)	Area (ha) / Superficie (ha)	Yield (kg·ha⁻¹) / Rendimiento (kg·ha⁻¹)
Mean / Media	106.88	1.2	94.88
Standard error / Error estándar	10.43	0.06	8.84
Variance / Varianza	8048.38	0.27	5789.17
Standard deviation / Desviación estándar	89.71	0.52	76.09
Minimum / Mínimo	8	0.5	5.5
Maximum / Máximo	459	4	315
Counting / Conteo	74	74	74

such as crop management improvement, skills development in farmers and promotion of the use of genetic material resistant to pests and diseases that allow to improve productivity and the living standard of the farmers. This trend in low productivity, small production units, old plantations and existence of pests and diseases is present at the global level in the cocoa plantations. However, cocoa cultivation presents some prospects due to the high demand for the product to make chocolate (Díaz et al., 2013; ICCO, 2023).

On the other side, the yield seen in this work is below the national average obtained from 2016 to 2017 that was 1.7 t·h⁻¹, despite the fact that the average size of the cocoa plantations is similar (SAGARPA-SIAP, 2018); the same behavior is reported by the SIAP (2018), with an average yield in October 2018 of 449 and 561 kg·ha⁻¹ for Tabasco and Chiapas, respectively. In this sense, the cocoa production and yield losses are caused by the direct effect of moniliasis and by the reduction of the cultivated area, either due to the abandonment of the plantations or to the definitive change in land use because the reduced family income per production unit, so cocoa cultivation sustainability in Mexico is at risk (Torres et al., 2011; Ortiz et al., 2015).

la enfermedad (Avendaño et al., 2018; Avendaño y Cueto, 2018).

Con relación a las características de los predios, el 17.6 % de los productores cuentan con plantaciones mayores a 1 ha, y de estos, el 85.13 % tienen una producción menor o igual a 200 kg con un promedio de 106.88 kg. El tamaño de los predios en el 82.4 % de los productores es menor o igual a 1.0 ha con una media de 1.2 ha; por lo que el rendimiento promedio fue de 94.88 kg·ha⁻¹ (Gráfica 1, Cuadro 2).

Los bajos rendimientos que se obtuvieron, se deben principalmente a la edad avanzada de las plantaciones, presencia de moniliasis y un manejo agronómico deficiente, estas características se observaron directamente en las plantaciones evaluadas y corroboradas por los mismos productores, así como, por el análisis realizado con los productores participantes; por lo que es necesario buscar y diseñar algunas acciones como mejorar el manejo al cultivo, desarrollo de capacidades en los productores y promover el uso de material genético resistente a plagas y enfermedades que permitan mejorar la productividad y el nivel de vida de los productores. Esta tendencia en: baja productividad, unidades de producción pequeñas, plantaciones viejas y presencia de plagas y enfermedades se presenta a nivel mundial

b) Cost indicators

In the advised agribusinesses there are no income and profit records. It was determined that in 80.51 % of plantations, expenditures are recorded, and of these, in 49.69 % expenditures were lower than \$2 000; from \$2 000 to \$4 000 in 42.45 %; and more than \$4 000 in 7.86 %; with an average of \$2 246.2 (Chart 2, Table 3).

The expenditures recorded mainly correspond to the payment of daily wages and use of inputs in some tasks developed by farmers such as: removal

en los cacaotales; sin embargo, el cultivo de cacao presenta algunas perspectivas debido a la alta demanda del producto para fabricar chocolate (Díaz et al., 2013; ICCO, 2023).

Por otro lado, el rendimiento observado en este trabajo está muy por debajo del promedio nacional obtenido en el ciclo 2016-2017 que fue de 1.7 t·h⁻¹ a pesar de que el tamaño promedio de los predios cacaoteros son similares (SAGARPA-SIAP, 2018); mismo comportamiento reporta SIAP (2018), con un rendimiento promedio a octubre del 2018 de 449 y

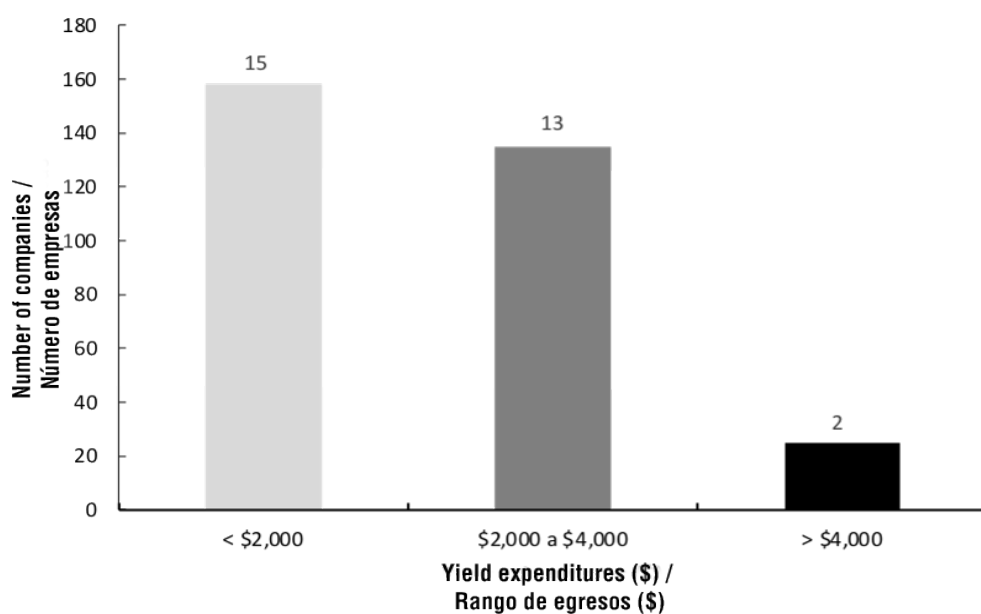


Chart 2. Expenditure record in the cocoa companies.
Gráfica 2. Registro de egresos en las empresas de cacao.

Table 3. Statistical descriptions for the expenditure variable in the cocoa agribusinesses.
Cuadro 3. Estadísticos descriptivos para la variable egresos en las agroempresas de cacao.

Expenditures (kg) / Egresos (kg)	
Mean / Media	2246.2
Standard error / Error estándar	114.4
Variance / Varianza	4158325.5
Standard deviation / Desviación estándar	2039.2
Minimum / Mínimo	100
Maximum / Máximo	21600
Counting / Conteo	318

of diseased fruits, weed control, pruning, fertilizers and pesticide application. This is from the fact that these are plantations 25 to 50 years old, which only received maintenance tasks and in some of these, no task is developed (4.66 % of the agribusiness). In this sense, Prada et al. (2015) point out that 52 % of the maintenance costs of cocoa plantations are related to the workforce, 44 % to inputs and 4 % to other expenses.

As a result, the costs obtained in this study are lower than those mentioned by Córdova et al. (2001), who point out costs that range from \$6 410 to \$19 077 in cocoa plantations in Tabasco. However, these are similar to those reported by Becerra and Hernández (2005), who mention a maintenance cost from \$2 850 to \$4 598 per hectare for the state of Tabasco. If we consider the average yield observed in this study ($94.88 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) and the average sale price of cocoa in the pulp, commonly conducted by the farmers, losses are obtained in the cocoa production process, which coincides with what Escobedo et al. (1997) found, where they say that cocoa producers of Comalcalco, Tabasco that operate the average production level, have losses.

Performance of the extension workers

The performance of the extension workers was monitored considering the programmed activities in the study, conducted in the agribusiness and recorded in the software such as: synchronization (sending information to the server), monthly, advisory and final reports of each agribusiness given to the farmer and sent to the server, advice visits, training to farmers, diagnosis and process reengineering plans (PERP).

5 924 information synchronizations were developed to the AGROPEC Star server; 2 841 advisory visits; 111 training workshops were given to the farmers; and 280 diagnosis and 220 process reengineering plans of the agribusinesses were conducted. It is important to mention that only 77.78 % of the extension workers met all the evaluated performance indicators (Table 4). The compilation of information obtained from the agribusinesses and their characterization was developed with these activities. The development of activities in farmers through advisory visits and training workshops is essential in this type

$561 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para Tabasco y Chiapas, respectivamente. En este sentido, las pérdidas en producción y rendimiento de cacao se deben al efecto directo de la moniliasis y a la reducción de la superficie cultivada, ya sea por el abandono de las plantaciones o por el cambio definitivo del uso del suelo debido al reducido ingreso familiar por unidad de producción, por lo que la sustentabilidad del cultivo de cacao en México está en riesgo (Torres et al., 2011; Ortiz et al., 2015).

b) Indicadores de costos

En las agroempresas asesoradas no se llevan registros de ingresos y utilidades. Se determinó que en el 80.51 % de las plantaciones se registran egresos, y de estas, en 49.69 % los egresos fueron inferiores a \$2 000; de \$2 000 a \$4 000 en el 42.45 %; y mayores de \$4 000 en el 7.86 %; con un promedio de \$2 246.2 (Gráfica 2, Cuadro 3).

Los egresos registrados corresponden principalmente al pago de jornales y utilización de insumos en algunas labores que realizan los productores como son: remoción de frutos enfermos, control de malezas, podas, aplicación de fertilizantes y plaguicidas. Lo anterior, partiendo del hecho de que son plantaciones de 25 a 50 años de establecidas, a las cuales se les realizan solo labores de mantenimiento y en algunas de éstas, no se hace ninguna labor (4.66 % de las agroempresas). En este sentido, Prada et al. (2015) indican que 52 % de los costos en el mantenimiento de cacaotales se atribuye a mano de obra, 44 % a insumos y 4 % a otros gastos.

Debido a lo anterior, los costos obtenidos en este trabajo son inferiores a los mencionados por Córdova et al. (2001), quienes indican costos que van de \$6 410 a \$19 077 en plantaciones de cacao en Tabasco; sin embargo, son similares a los reportados por Becerra y Hernández (2005), los cuales señalan un costo de mantenimiento de \$2 850 a \$4 598 por hectárea para el estado de Tabasco. Si se considera el rendimiento promedio observado en este estudio ($94.88 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y el precio promedio de venta del cacao en baba que realizan comúnmente los productores, se obtienen pérdidas en el proceso de producción de cacao, lo cual coincide con lo encontrado por Escobedo et al. (1997) quienes indican que los productores de cacao de Comalcalco, Tabasco que operan el nivel de producción promedio tienen pérdidas.

Table 4. Activities developed by the extension workers.
 Tabla 4. Cuadro 4. Actividades realizadas por los extensionistas.

Extension worker / Extensionista	Reports / Informes						Training to farmers / Capacitación a productores	Diagnosis / Diagnósticos	PERP*
	Synchronizations / Sincronizaciones	Monthly / Mensuales	Advisory / De asesoría	Final / Finales	Advisory visits / Visitas de asesoría				
1	262	125	164	16	164		5	16	15
2	48	77	104	10	104		5	10	10
3	214	129	134	16	134		9	15	16
4	243	101	169	14	169		5	14	16
5	134	126	168	16	168		7	16	16
6	195	173	332	25	332		6	12	2
7	224	294	200	25	200		8	25	0
8	247	175	235	25	235		6	25	20
9	568	0	0	0	0		5	0	0
10	530	0	0	9	0		2	0	0
11	145	0	0	0	0		3	0	0
12	254	0	0	0	0		4	0	0
13	562	199	204	25	204		5	25	25
14	513	201	264	25	264		9	25	25
15	370	200	298	25	298		9	25	25
16	605	201	200	25	200		5	25	25
17	755	199	265	25	265		9	25	25
18	55	175	104	25	104		9	22	0
Total	5 924	2 375	2 841	306	2 841		111	280	220

*PERP. Strategic process reengineering plan.

*PERP. Plan estratégico de reingeniería de procesos.

of research, in order to transmit technical knowledge and skills to make the productive process more efficient and to improve the living standard of farmers.

It is important to contribute to the sustainable economic and social development of the rural sector by strengthening human skills and capabilities that improve the agricultural productivity through the training and continuous, efficient and quality technological support given to the extension workers that directly work with the farmers to boost technological innovations in the cocoa production process (Cadena et al., 2015). On the other hand, the implementation of information records of all events that take place in the agribusiness is required to obtain the technical and cost indicators, for this, it is essential that productions systems have a record system in nutrition, soil fertility, pests, management and administration. However, these represent large volumes of information, making it difficult to analyze manually, for this, it is necessary to dispose of the alternatives that allow to process that information in an agile and simple way, such as the use of the software (Estrella, 1996).

Process reengineering plans were made based on the diagnosis developed in order to solve the problems observed in agribusinesses.

Problematic observed

There are about 37 thousand cocoa producers in the country, who have low production mainly due to the existence of moniliasis and its rapid dissemination to 95 % of the cultivated area, as well as to the aging of plantations and their neglect.

52 % of the farmers are older than 60 years, and do not have prospects to continue developing the crop by their children. Also, other problems were identified: lack of support for farmers to close the production chain and achieve marketing of the product, lack of pest and disease control, poor access to credit, poor or no proper crop management, problems in the sale of the product that causes uncertainty on producers and abandonment of plantations.

Additionally, the economic income of most of the farmers does not totally depend on the cocoa, consequently, the time dedicated to the plantation is partial, the amount invested in plantations comes from municipal, state or federal support programs.

Desempeño de los extensionistas

Se dio seguimiento al desempeño de los extensionistas considerando las actividades programadas en el estudio, realizadas en las agroempresas y registradas en el software como fueron: sincronizaciones (envío de información al servidor), informes mensuales, de asesoría y finales de cada agroempresa entregados al productor y enviados al servidor, visitas de asesoría, capacitación a productores, diagnósticos y planes de reingeniería de procesos (PERP).

Se realizaron 5 924 sincronizaciones de información al servidor AGROPEC Star; 2 841 visitas de asesoría; se impartieron 111 talleres de capacitación a los productores; y se realizaron 280 diagnósticos y 220 planes de reingeniería de procesos de las agroempresas; es importante mencionar que solo 77.78 % de los extensionistas cumplió con todos los indicadores de desempeño evaluados (Cuadro 4). Con estas actividades se realizó la compilación de información obtenida de las agroempresas y su caracterización. Es esencial en este tipo de trabajos, el desarrollo de habilidades en los productores a través de las visitas de asesoría y los talleres de capacitación con el propósito de transmitir conocimientos técnicos y habilidades para hacer más eficiente el proceso productivo y mejorar el nivel de vida de los productores.

Es importante contribuir al desarrollo económico y social sustentable del sector rural a través del fortalecimiento de las habilidades y capacidades humanas que mejoren la productividad agrícola mediante la capacitación y soporte tecnológico continuo, eficiente y de calidad, brindada a los extensionistas que trabajan directamente con los productores para impulsar innovaciones tecnológicas en el proceso de producción de cacao (Cadena et al., 2015). Por otro lado, para la obtención de los indicadores técnicos y de costos, se requiere de la implementación de registros de información de todos los eventos que se desarrollan en la agroempresa, por lo que es indispensable que los sistemas de producción cuenten con un sistema de registros en nutrición, fertilidad de suelos, plagas, manejo y administración; sin embargo, estos representan grandes volúmenes de información, dificultando su análisis en forma manual, por lo cual, es necesario

Also, the crop theft causes farmers do not let the grain to reach the optimum point of ripeness (low yields from 32 to 34 %). There is lack of attention to the adoption of practices that improve production, to improve the grain quality and scarce organization to buy inputs and sale product.

Process reengineering plans

The cocoa plantations under study are agricultural systems important to the biodiversity preservation (Quiroz et al., 2022), although, with irrational management they can affect native forests (Brenes et al., 2023) and have the opportunity to double and even triple their production due to the opportunity areas identified in the agronomic management, technological backwardness (Bautista et al., 2021), due to the increased demand for the product (Voora et al., 2019) and the increased purchase price of cocoa (ICCO, 2023). However, to achieve this and considering the results obtained in this work, it is necessary to increase the current productivity levels by:

- Improving the crop agronomic management through the soil fertility improvement and the comprehensive pest and disease control and investing in the rehabilitation and renewal of plantation.
- Implementing a program to establish new plantations with materials selected based on the productive indicators.
- Improving the product profitability with greater production volumes and fair prices for the grain, whose profits allow investment to improve the crop conditions.
- Offering technical assistance and technology transfer for young farmers with business vision.
- Fostering the integration of farmer groups for consolidated input purchases.
- Developing contracts established with agribusinesses, where harvest volumes are committed, with a percentage of advance payment to avoid the cultivated area fragmentation and productive reconversion.
- Establishing surveillance schemes consisting of the municipal, state and federal government.
- Developing research on the response of the crop to the variable weather conditions, pest and disease development and productive cycle.

disponer de alternativas que permitan procesar dicha información de una manera ágil y sencilla, como es el uso de software (Estrella, 1996).

Con base en los diagnósticos realizados, se elaboraron planes de reingeniería de procesos para la solución de la problemática observada en las agroempresas.

Problemática observada

Existen alrededor de 37 mil productores de cacao en el país, quienes tienen baja producción debido principalmente, a la presencia de moniliasis y su rápida diseminación al 95 % de la superficie cultivada, así como al envejecimiento de las plantaciones y el descuido de éstas.

El 52 % de los productores son mayores de 60 años, y no cuentan con perspectivas para continuar desarrollando el cultivo por parte de sus hijos. Además, se identificaron otros problemas como: falta de apoyo a los productores para cerrar la cadena productiva y lograr la comercialización del producto, falta de control de plagas y enfermedades, escaso acceso a créditos, deficiente o nulo manejo adecuado del cultivo, problemas en la venta del producto, lo que provoca incertidumbre en los productores y abandono de plantaciones.

De manera adicional, el ingreso económico de la mayoría de los productores no depende totalmente del cacao, por lo que el tiempo que se dedica a la plantación es parcial, lo que se invierte en las plantaciones depende de programas de apoyos municipal, estatal o federal; además, el robo de la cosecha ocasiona que los productores no dejen que el grano alcance el punto óptimo de madurez (bajos rendimientos del 32 al 34 %). Existe desinterés por la adopción de prácticas que mejoren la producción, por mejorar la calidad del grano y escasa organización para la compra de insumos y venta del producto.

Planes de reingeniería de procesos

Las plantaciones de cacao bajo estudio, son sistemas agrícolas importantes para la conservación de la biodiversidad (Quiroz et al., 2022), aunque también, con manejo irracional pueden afectar las selvas nativas (Brenes et al., 2023) y tienen la oportunidad

Conclusions

The digital characterization of the cocoa production was possible with the use of the AGROPEC Star software, considering the characteristics of the involved agribusinesses, the problematic observed and the identification of the opportunity area.

- 52 % of the farmers are older than 60 years and conduct scarce agronomic tasks in their plantations.
- Plantations have low production due to the presence of moniliasis, ageing and plantation mismanagement.

Acknowledgement

This study was developed thanks to the financial support given by the Dirección General de Zonas Tropicales of the SAGARPA.

End of English version

References

- AGROPEC Star software. (2000). Programa de computación. www.agropecstar.com
- Avendaño, A. C. H., Villarreal, F. J. M., Campos, R. E., Gallardo, M. R. A., Mendoza, L. A., Aguirre, M. J. F., Sandoval, E. A., y Espinosa, Z. S. (2011). Diagnóstico del cacao en México. 1^{era}. Edición. Universidad Autónoma Chapingo. 39 p.
- Avendaño, A. C. H., y Cueto, M. J. (2018). Lacandon: Nuevo clon de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) mexicano. *Agroproductividad*, 11(9): 169-171.
- Avendaño, A. C. H., Guillén, D. S., y Hernández, G. E. (2018). Regalo de Dios: Clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) tolerante a *Moniliophthora roreri* Cif & Par para la renovación de las zonas cacaoteras de México. *Agroproductividad*, 11(9): 173-176.
- Bautista, M. R., Alarcón P. S. A., García M. S. A., Piña R. F. J., y Ortega R. A. (2021). Propuesta para el establecimiento del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona norte del estado de Veracruz. *Revista Científica Biológico-Agropecuaria Tuxpan*, 9(1): 181-191. [www.doi.org/10.47808/revistabioagro.v9i1.350](https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v9i1.350)

de duplicar e incluso de triplicar su producción por las áreas de oportunidad que se identifican en el manejo agronómico, rezago tecnológico (Bautista et al., 2021), por el aumento en la demanda del producto (Voora et al., 2019) y el incremento en el precio de compra del cacao (ICCO, 2023); sin embargo, para lograr esto y considerando los resultados obtenidos en este trabajo, es necesario incrementar los niveles de productividad actual de las plantaciones, por medio de:

- Mejorar el manejo agronómico del cultivo mediante el mejoramiento de la fertilidad del suelo y el control integral de plagas y enfermedades, e invertir en la rehabilitación y renovación de las plantaciones.
- Implementar un programa para el establecimiento de plantaciones nuevas con material seleccionado con base en indicadores productivos.
- Mejorar la rentabilidad del cultivo con mayores volúmenes de producción y precios justos del grano, cuyas utilidades permitan invertir para mejorar las condiciones del cultivo.
- Brindar asistencia técnica y transferencia de tecnologías, a productores jóvenes con visión empresarial.
- Fomentar la integración de grupos de productores para compras consolidadas de insumos.
- Realizar contratos establecidos con agroindustrias, en donde se comprometan volúmenes de cosecha, con un porcentaje de pago anticipado, para evitar la fragmentación de la superficie cultivada y la reconversión productiva.
- Establecer esquemas de vigilancia, integrados por el gobierno municipal, estatal y federal.
- Generar investigación relacionada con la respuesta del cultivo a las condiciones variables del clima, el desarrollo de plagas y enfermedades, y el ciclo productivo.

Conclusiones

Se logró caracterizar la producción de cacao de manera digital con el uso del software AGROPEC Star, considerando las características de las agroempresas atendidas, la problemática observada y la identificación de áreas de oportunidad.

- El 52 % de los productores son mayores de 60 años, y realizan escasas labores agronómicas a las plantaciones.

Bai, S.H., Trueman, S.J., Nevenimo, T., Hannet, G., Bapiwai, P., Poienou, M., y Wallace, H. M. (2017). Effects of shade-tree species and spacing on soil and leaf nutrient concentrations in cocoa plantations at 8 years after establishment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 246: 134-143.

Becerra, M. A., y Hernández, B. H. (2005). Producción y comercialización de cacao y chocolate orgánico en Tabasco. Asociación Española de Dirección e Ingeniería de Proyectos (AEIPRO). https://www.aeipro.com/files/congresos/2005malaga/ciip05_0798_0814.153.pdf

Brenes, E. R., Martínez O., López M.F., Ciravegnac L., y Pichardo C. A. (2023). Cacao Oro. Case Study. *International Food and Agribusiness Management Review*. <https://doi.org/10.22434/ifamr-2022-0136r1>

Cadena, I. P., Camas, G. R., Rodríguez, H. F. R., Berdugo, R. J. G., Ayala, S. A., Zambada, M. A., Morales, G. M., Espinosa, P. N., y López, B. W. (2015). Contribuciones del INIFAP al extensionismo en México y la gestión de la innovación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4): 883-895.

Clay J. (2004). *World agriculture and the environment*. Island Press, 1718 Connecticut Avenue, NW, Suite 300, Washington, D.C. (570 p.). ISBN 1-55963-367-0

Córdova, A. V., Sánchez, H. M., Estrella, Ch. N. G., Sandoval, C. E., 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.

Cruz, L. E., Córdova, A. V., García, L. E., Bucio, G. A., y Jaramillo, V. J. L. (2015). Manejo agronómico y caracterización socioeconómica del cacao en Comalcalco, Tabasco. *Foresta Veracruzana*, 17(1): 33-40.

DATA MÉXICO. 2021. Cacao y sus preparaciones. *Gobierno de México*. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/cocoa-and-cocoa-preparations>

Díaz, J. O., Aguilar, A. J. J., Rendón, M. R., y Santoyo, C. V. H. (2013). Current state of and perspectives on cocoa production in Mexico. *Cien. Inv. Agr.* 40(2): 279-289.

- Las plantaciones tienen baja producción debido a la presencia de moniliasis, al envejecimiento y mal manejo de las plantaciones.

Agradecimientos

El desarrollo de este estudio se llevó a cabo gracias al apoyo financiero otorgado por la Dirección General de Zonas Tropicales de la SAGARPA.

Fin de la versión en español

Donald P. F. (2004). Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conservation Biology*, 18:17-37.

Escobedo, A. M. A.; García, M. R.; Portillo, V. M. y González, R. V. (1997). Costos de producción de cacao en Comalcalco, Tabasco. *Agrociencia*, 31(1): 91-97.

Espinoza, G. J. A.; Uresti, G. J.; Vélez, I. A.; Moctezuma, L. G.; Inurreta, A. H. D. y Góngora, G. S. F. (2015). Productividad y rentabilidad potencial del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Trópico Mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5): 1051-1063.

Estrella, Q. H. (1996). *Programa de cómputo para el manejo de agroempresas*. [Tesis de Maestría. Departamento de Zootecnia]. Universidad Autónoma Chapingo. 91 p.

Estrella, Q. H., y Mariscal A. D. V. (2020). Tecnología: 10. Modelo de extensionismo digital de precisión Chapingo-Agropec Star. En: *Tecnologías desarrolladas en el Posgrado en Producción Animal*. Posgrado en Producción Animal. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 83-90.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). 2020. Datos. Producción. Cultivos. Cacao. 2019; Consultado: (15 julio de 2023). Available on: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

- Franzen, M., y Borgerhoff, M. M. (2007). Ecological, economic, and social perspectives on cocoa production worldwide. *Biodiversity Conservation*, 16:3835 – 3849.
- Gastó, J., Vera, L., Vieli, L., y Montalba, R. (2009). Sustainable agriculture: unifying concepts. *Ciencia e Investigación Agraria*, 36: 6-26.
- González, L. V. W. (2005). Cacao en México: Competitividad y medio ambiente con alianzas (Diagnóstico rápido de producción y mercadeo). United States Agency International Development. Chemonics International Inc., Washington DC, 75 p. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/12/Pnade176.pdf>
- International Cocoa Organization (ICCO). (2023). Cocoa market report. ICCO Monthly Cocoa Market Report for May 2023. (3 p). <https://www.icco.org/cocoa-market-report-for-may-2023/>
- Lobão, D. E., Setenta, W. C., Lobão, E.S.P., Curvelo, K., y Valle, R. R. (2007). Cacao cabruca: sistema agrossilvicultural tropical. In: Valle, R.R. (ed), *Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro*. Gráfica e Editora Vital Ltda, Ilhéus. pp. 290-323.
- López, A. P. A., Delgado, N. V. H., Azpetia, M. A., López, A. J. I., Jiménez, C. J. A., Flores, R. A., Fraire, S. L., y Castañeda, C. R. (2005). El cacao en Tabasco: manejo y producción. INIFAP; ISPROTAB. Tercera edición. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 54 p.
- Mariscal, A. V., Pacheco, C. A., Estrella, Q. H., Huerta, B. M., Rangel, S. R., y Núñez, D. R. (2017). Estratificación de productores lecheros en Los Altos de Jalisco. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14:547-563.
- Mariscal, A. D. V., Estrella, Q. H., y Salas, B. J. E. (2019). Caracterización de la red de valor café utilizando en modelo de asesoría y consultoría Chapingo-AGROPEC Star. En: *Las ciencias administrativas como pilar en las empresas del siglo XXI*. Ediciones del Lirio. México. (pp.167-188). ISBN 978-607-97469-64.
- Mariscal, A. D. V., Estrella, Q. H., Salas, B. J. E., Martínez, C. A., y Martínez, M. V. (2020). Caloric stress on milk production in Holstein cows. *International Journal of Food Science and Agriculture*, 4(4): 449-453.
- Ortíz, G. C. F., Cruz, T. M., y Hernández, M. S. (2015). Comparación de dos sistemas de manejo del cultivo de cacao, en presencia de *Moniliophthora roreri*, en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(2):191-196.
- Prada, S. J. L., Manrique, A. L. C., y Santos, C. J. X. (2015). Análisis de costos de producción agrícola de cacao en función de los precios de mercado, la productividad del cultivo, el beneficio económico y la rentabilidad. Caso: Finca Casa Blanca ubicada en la vereda Santa Inés, San Vicente de Chucuri, Colombia. Tesis de Licenciatura. Universidad Cooperativa de Colombia.127 p.
- Quiroz, A. U. G., Monterroso R. A. I., Calderón V. M. F., y Ramírez G. A. G. (2022). Aptitud de los cultivos de café (*Coffea arabica* L.) y cacao (*Theobroma cacao* L.) considerando escenarios de cambio climático. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 36(2):60-74. <http://doi.org/10.17163/lgr.n36.2022.05>
- Ramírez, G. S. I. (2008). La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México. *Tecnología en marcha*. Costa Rica. 21(1): 97-110.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SAGARPA-SIAP). (2018). Atlas agroalimentario 2012-2018. México. 222 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2018). Avance de siembras y cosechas. Resumen por cultivo. Perennes – Cacao. Tabasco y Chiapas. <https://www.gob.mx/siap/>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2022). Producción agrícola: Cacao. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2023). *Expectativas agroalimentarias*. 2023. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/819645/Expectativas-2023.pdf>
- Torres, C. M., Ortiz, G. C. F., Teliz, O. D., Mora, A. A., y Nava, D. C. (2011). Efecto del azoxystrobin sobre *Moniliophthora roreri*, agente causal de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 31: 65-69.

- Torres, C. M., Ortíz, G. C. F., Teliz, O. D., Mora, A. A., y Nava, D. C. (2013). Temporal progress and integrated management of frosty pod rot (*Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) Evans *et al.*) of cocoa (*Theobroma cacao*) in Tabasco, Mexico. *Journal of Plant Pathology*, 93: 31-36.
- Torres, C. M., Ortiz, G. C. F., Lagunes, E. I. C., Gaspar, G. J. A., Leiva, E. S. T., y Oliva, C. S. M. (2023). Comportamiento reproductivo de *Theobroma cacao* en el sureste de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 46(2): 203-209.
- Voora, V., Bermúdez, S., y Larrea, C. (2019). *Global Market Report: Cocoa*. International Institute for Sustainable Development (IISD). <http://www.jstor.org/stable/resrep22025>