



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**LICENCIATURA EN CIENCIAS
AMBIENTALES**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD
MORELIA**

**EVALUACIÓN INICIAL DE LA SUSTENTABILIDAD DE
LA PRODUCCIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)
EN TACOTALPA, TABASCO Y PICHUCALCO, CHIAPAS**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA

LOURDES GEORGINA LARRONDO POSADAS

TUTOR: DR. CARLOS ERNESTO GONZÁLEZ ESQUIVEL

CO-TUTOR: DRA. MÓNICA SANTOS MENDOZA

MORELIA, MICHOACÁN

ENERO, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA
SECRETARÍA GENERAL
SERVICIOS ESCOLARES

LIC. IVONNE RAMÍREZ WENCES
DIRECTORA
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E

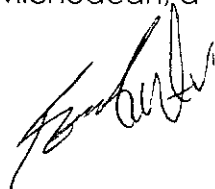
Por medio de la presente me permito informar a usted que en la **sesión ordinaria 10** del **H. Consejo Técnico** de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia celebrada el día **18 de octubre del 2016**, acordó aprobar la **asignación de jurado** para el Examen Profesional de la alumna **Lourdes Georgina Larrondo Posadas**, con número de cuenta **413079617**, de la **Licenciatura en Ciencias Ambientales**, con la tesis titulada: "**Evaluación inicial de la sustentabilidad de la producción del cacao (*Theobroma cacao L.*) en Tacotalpa, Tabasco y Pichucalco, Chiapas**" bajo la dirección como **tutor** del Dr. Carlos Ernesto González Esquivel y como **co-tutora** la Dra. Mónica Santos Mendoza.

El jurado queda integrado de la siguiente manera:

Presidente: Dra. Marta Astier Calderón
Vocal: Dr. Andrés Camou Guerrero
Secretario: Dr. Carlos Ernesto González Esquivel
Suplente: Dra. Mariana Yólotl Álvarez Añorve
Suplente: Dra. Mónica Santos Mendoza

Sin otro particular quedo de usted.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Morelia, Michoacán, a 13 de diciembre de 2016.



DR. FERNANDO ANTONIO ROSETE VERGÉS
SECRETARÍA GENERAL

AGRADECIMIENTOS

A la Licenciatura en Ciencias Ambientales por brindarme la oportunidad de formar parte de sus filas interminables de alumnos, estudiantes y egresados.

A las empresas que componen la Organización por darme la oportunidad de trabajar en este hermoso proyecto, que a pesar de estar en etapa inicial ha logrado un avance muy importante en los tres años que lleva de desarrollo y que tiene un futuro muy prometedor.

Al Centro Multidisciplinario e Innovación Tecnológica por financiar el proyecto

A Carlos, mi tutor por permitirme formar parte de su equipo, por el tiempo dedicado, especialmente a las asesorías en domingo, la paciencia y la libertad de trabajar fuera del laboratorio. Gracias por darme esta gran oportunidad de aprendizaje.

A Mónica, mi co-tutor por la paciencia y el tiempo, los comentarios me permitieron construir y mejorar este trabajo. Gracias por los conocimientos transmitidos.

A los miembros del Jurado del Examen por aceptar y formar parte de esta etapa, por su tiempo y sus aportaciones que ayudaron a enriquecer este proyecto:

- Dra. Marta Astier Calderón
- Dr. Andrés Camou Guerrero
- Dr. Carlos Ernesto González Esquivel
- Dra. Mariana Yólotl Álvarez Añorve
- Dra. Mónica Santos Mendoza

A todos mis profesores de la carrera por guiarme en este recorrido, por ayudarme a formar y seguir mis propias convicciones, con cada una de sus clases, conferencias, pláticas, prácticas de campo y reuniones oficiales y extra oficiales me permitieron visualizar el medio de una manera distinta a la convencional, por darme las bases necesarias para salir al mundo como una Científica Ambiental.

AGRADECIMIENTOS A TÍTULO PERSONAL

A la Organización por brindarme las facilidades y todo el apoyo para realizar el proyecto.

A todas las personas que me apoyaron en el trabajo de campo: Mónica, Juan y los técnicos que apoyaron en los talleres, Santana, Natanael, Domingo y Ma. Magdalena, sus aportaciones fueron esenciales para la obtención y el análisis de la información.

A Fredy y María Elena que me apoyaron en todo momento proporcionándome la información que les solicitaba, la organización de los talleres y las aportaciones al proyecto.

A mi querida Universidad que a pesar de solo haber compartido la etapa de la licenciatura (hasta ahora) me ha permitido culminar este proceso que es un gran paso para poder realizar lo que he soñado.

A los técnicos de la Organización por compartir conmigo sus conocimientos y experiencia y por ayudarme a realizar este proyecto.

A los productores y sus familias por depositar su confianza en mí y en el proyecto, que me ha ayudado a crecer académicamente, pero sobre todo, personalmente.

A Anselmo y a Héctor que me ayudaron a ordenar tanto mi mente como mi tesis, los quiero.

A Rosita, por apoyarme de último minuto y por explicarme con tanta paciencia.

DECIDATORIA

A mi madre por apoyarme en mis decisiones, permitiéndome realizar este viaje. Gracias a ti que nunca has dejado que nada me falte, especialmente el cariño que todos los días me demuestras. Eres la mejor, te amo.

A mi querida abuelita, que a pesar de que te fuiste hace dos años siempre estas y estarás presente, te amo.

A mi hermano, Carlos, por todo lo que me has enseñado, por aguantarme y por alentarme en todos los proyectos que ha tenido.

A Tere, por brindarme tu apoyo incondicional y cariño en cada etapa de mi vida, te adoro.

A mis padrinos, que siempre han estado presentes en todo lo que he pretendido y he logrado realizar en mi desarrollo tanto académico, como personal, gracias por siempre estar disponibles y dispuestos para apoyarme.

A mi padre, que a pesar de estar lejos siempre estas cerca emocionalmente, gracias por escucharme y aconsejarme cuando te lo pido y cuando no también.

A mis hermanas, por estar presentes siempre.

A mi familia, gracias por todo el cariño.

A mis queridos e irremplazables amigos, por todos estos años compartidos, nos faltan muchos más. Pedro, Alex, Paco, Arturo, Ceci, Luis, Quique, Elizandro, los quiero tanto.

A los ecotecos (Lalo, Luis, Delhi, Brenda, Yiss y Jesús), por esta amistad tan bonita que surgió de la nada.

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	3
1. Introducción	5
1.1. Justificación	7
1.2. Pregunta de Investigación	7
1.3. Objetivos	8
2. Marco Teórico	9
2.1. Antecedentes del estudio.....	9
2.2. Marco Teórico Conceptual	10
2.2.1. Sustentabilidad.....	10
2.2.2. Agroecología.....	12
2.2.3. Evaluación de la sustentabilidad	13
2.2.4. Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).....	14
2.2.5. Origen e Historia del cacao.....	16
2.2.6. Producción de cacao.....	17
2.2.7. Cacao	18
2.2.8. Labores en campo	22
2.2.9. Labores post-cosecha	23
2.2.10. Proceso Productivo.....	24
3. Metodología	28
3.1. Descripción de los sitios de estudio	28
3.1.1. La Organización	28
3.1.2. Tacotalpa, Tabasco	29
3.1.3. Pichucalco, Chiapas	29

3.2.	Métodos	30
3.2.1.	Caracterización de los sistemas de cultivo	30
3.2.2.	Caracterización socioeconómica	31
3.2.3.	Identificación de puntos críticos	32
3.2.4.	Identificación de indicadores	32
3.2.5.	Evaluación y monitoreo de indicadores	32
3.3.	Análisis estadístico	39
3.4.	Integración de resultados.....	39
4.	Resultados	40
4.1.	Caracterización de los sistemas productivos.....	40
4.2.	Monitoreo de indicadores.....	45
4.2.1.	Supervivencia del Injerto.....	45
4.2.2.	Calidad de Suelo	45
4.2.3.	Medidas de conservación del suelo	48
4.2.4.	Resistencia a plagas y enfermedades.....	49
4.2.5.	Resistencia a eventos climáticos extremos	50
4.2.6.	Fuentes de ingresos.....	52
4.2.7.	Independencia a insumos externos.....	53
4.2.8.	Superficie del proyecto.....	54
4.2.9.	Mano de Obra	55
4.2.10.	Capital Social	55
4.3.	Integración de resultados.....	59
5.	Discusión	62
6.	Conclusiones y Recomendaciones	67
6.1.	Conclusiones.....	67
6.2.	Recomendaciones	68

REFERENCIAS	70
ANEXOS	76
ANEXO 1. Entrevista a productores asociados al ICP.	76
ANEXO 2. Entrevista a técnicos de la Organización.	77
ANEXO 3. Entrevista para estimar el capital social.	78
ANEXO 4. Fórmulas empleadas para estandarizar los indicadores.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Enfermedades comunes del cacao.	20
Tabla 2. Principales plagas del cacao.....	21
Tabla 3. Productos alternativos a base de cacao.	26
Tabla 4. Comunidades que forman parte de la muestra.....	31
Tabla 5. Puntos Críticos.	32
Tabla 6. Lista de puntos críticos e indicadores asociados a un atributo de sustentabilidad.	34
Tabla 7. Clasificación del nivel de capital social.	38
Tabla 8. Calendario de fertilización.	40
Tabla 9. Uso previo del cacaotal.....	41
Tabla 10. Valores de materia orgánica, pH y conductividad eléctrica en suelo de sistemas de producción de cacao.....	47
Tabla 11. Porcentaje de productores que realizan medidas de conservación de suelo.	48
Tabla 12. Incidencia de plagas y enfermedades y porcentaje de afectación.....	49
Tabla 13. Calendario de eventos climáticos extremos.	52
Tabla 14. Diversidad de fuentes de ingresos en los dos sistemas evaluados	52
Tabla 15. Insumos externos utilizados en las plantaciones.	53
Tabla 16. Uso de insumos externos para los sistemas de producción de cacao.....	54
Tabla 17. Relación de superficie destinada al ICP en los Sistemas.	54
Tabla 18. Cursos y talleres realizados por la Organización.	58
Tabla 19. Evaluación del capital social y de los parámetros que lo integran.....	58
Tabla 20. Resultados obtenidos por indicador y el porcentaje que representa respecto al valor óptimo.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de evaluación del MESMIS.....	15
Figura 2. Árbol, mazorcas y semillas de cacao	19
Figura 3. Plagas del cacao.....	21
Figura 4. Labores post-cosecha del cacao	24
Figura 5. Proceso de producción del chocolate	25
Figura 6. Procesos productivos de los productos alternativos a base de cacao utilizados por ACK.....	27
Figura 7. Ubicación de los sitios de estudio	30
Figura 8. Uso previo de terreno de las plantaciones de la muestra.....	33
Figura 9. Distribución de terrenos por uso previo en el Sistema de Referencia.....	41
Figura 10. Distribución de terrenos por uso previo en el Sistema Alternativo	42
Figura 11. Esquema del Sistema de Referencia.	43
Figura 12. Esquema del Sistema Alternativo.....	44
Figura 13. Concentración de materia orgánica en los sistemas.....	46
Figura 14. Absorción de nutrientes y su relación con el pH.....	47
Figura 15. Pérdida de producción por incidencia de eventos climáticos extremos.....	50
Figura 16. Plano de distribución de los CAFYS	56
Figura 17. Diagrama AMIBA	61

RESUMEN

La agricultura, a partir de la Revolución Verde tiene como objetivos principales maximizar la producción y las ganancias a través de prácticas de monocultivos y el uso desmedido de insumos sintéticos, esto ha llevado al deterioro de los ecosistemas y ha afectado a los pequeños productores. La agroecología, como alternativa, busca contrarrestar los efectos de la Revolución Verde, a través de la integración de procesos ecológicos.

El 97% de las localidades del estado de Chiapas se encuentran en estatus de marginación alto o muy alto, además, con el 37% del total de sus localidades en grado muy alto es considerada la entidad con mayor número de poblaciones en esta situación. Paralelamente, Tabasco cuenta con un 72% de sus poblaciones dentro de las clasificaciones de alto o muy alto grado de marginación, sin embargo, a diferencia de Chiapas, este estado sólo cuenta con un 5.3% dentro del estatus de muy alto.

La Organización compuesta por la empresa Frutas y Frutos Mexicanos S.A. de C.V. (FFM), en conjunto con el Centro Multidisciplinario e Innovación Tecnológica S.C. (CMIT) y Las Aldeas Chan Kaah S.A. de C.V. (ACK) se encuentra en etapa de establecimiento de 300.5 hectáreas de producción de cacao Criollo y pimienta gorda en 29 comunidades del municipio de Pichucalco, Chiapas y en 23 comunidades del municipio de Tacotalpa, Tabasco.

El presente trabajo evaluó la sustentabilidad de los diferentes sistemas de producción de cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.) del proyecto Integración de la Cadena Productiva del Cacao Criollo y la Pimienta Gorda en el Trópico Húmedo (ICP) de la Organización, empleando el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Las plantaciones de cacao se dividieron en dos sistemas de producción, el de referencia está compuesto por los terrenos que tienen un historial de uso de suelo forestal y/o frutal; y el sistema alternativo agrupa los terrenos con antecedente de uso de suelo de acahual, pastizal o maizal.

Los sistemas se diferencian por la sombra del cacao Criollo, que en el sistema de referencia se compone por árboles maderables y/o frutales, además de plátano y pimienta, la mayoría de estos terrenos estaban destinados para la producción de cacao Forastero, el cual se vende en el mercado local como cacao en baba o seco; en el sistema de referencia sólo se utiliza plátano y pimienta como sombra.

Se realizó una caracterización de ambos sistemas de producción, se identificaron los puntos críticos de los mismos y se generó una lista de indicadores que permitieran evaluarlos en las esferas de

Sustentabilidad (Ambiental, Económico y Social) a través de talleres con productores y técnicos, así como, entrevistas a productores asociados al ICP.

Ambos sistemas obtuvieron resultados similares en los indicadores de resistencia a plagas y enfermedades, mano de obra y capital social debido a que forman parte del mismo proyecto de producción de cacao Criollo. Cabe destacar que el sistema de referencia presentó niveles ligeramente mayores al alternativo en dichos indicadores.

El sistema alternativo alcanzó niveles superiores que el de referencia en el indicador de supervivencia del injerto, que está relacionado con la calidad de las plantas y los procesos realizados en el momento de establecimiento. Además, el sistema alternativo obtuvo valores ligeramente más altos que el de referencia en los indicadores de resistencia a eventos climáticos extremos, fuentes de ingresos e independencia a insumos externos.

Las medidas de conservación de suelo resultó ser el punto crítico en el sistema de referencia, su valor es 10 veces menor en comparación con el sistema Alternativo; sin embargo, el indicador de calidad de suelo obtuvo valores críticos en el sistema Alternativo, siendo seis veces menores que en el sistema de referencia.

Al final de la evaluación se generó una lista de recomendaciones para elevar el nivel de sustentabilidad de los sistemas, entre las cuales destacan las propuestas de: efectuar evaluaciones posteriores y periódicas a partir del inicio de la producción de los árboles de cacao; realizar prácticas agroecológicas especialmente para la conservación del suelo; orientar las capacitaciones a los objetivos identificados por los productores; dedicar las asistencias técnicas a la orientación de los productores en la manera de realizar las labores; e incorporar la información generada al plan de manejo de las plantaciones.

ABSTRACT

Since the Green Revolution, the agriculture mains objectives are to maximize production and profits through practices of monoculture and the excessive use of synthetic inputs; this has led to deteriorate of ecosystems and affected small producers. Agroecology as alternative seeks to counter the effects of the Green Revolution through the integration of ecological processes.

97% of Chiapas towns have a high or very high marginalization level, also, approximately 37% of the towns have a very high marginalization level, which is why it is consider as the state with the highest number of localities in this status. At the same time, Tabasco has 72% of tows on high or very high marginalization status; although, unlike Chiapas, this state has only 5.3% of its towns in a very high degree.

The Organization conformed by the company Frutas y Frutos Mexicanos S.A. de C.V. (FFM), in conjunction with the Centro Multidisciplinario e Innovación Tecnológica S.C. (CMIT) and Las Aldeas Chan Kaah S.A. de C.V. (ACK) is in the stage of establishment of 300.5 hectares of Criollo cocoa and allspice production in 29 communities in the municipality of Pichucalco, Chiapas and 23 communities in the municipality of Tacotalpa, Tabasco.

The present study evaluated the sustainability of different Criollo cocoa production systems (*Theobroma cacao* L.) of the Chain Production Integration of Cocoa and Allspice Project in the Humid Tropic (ICP for its acronym in Spanish) by the Organization; using the Framework Assessment Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS for its acronym in Spanish). Cocoa plantations were divided into two production systems, the reference is made up to land that have a history of land use of forest and/or fruit production; and the alternative system groups the ones with a history of land use of secondary vegetation, pasture or corn production.

The differences between the systems are that in the Reference System the shade of Criollo cocoa, plus banana and allspice, consists of forest and fruit trees, among which Forastero cocoa trees, this is subsequently sold in the local market as baba cocoa or dry cocoa. In the alternative system only banana and allspice are used as shade.

A characterization of both systems was carried out, the critical points of these were identified and a list of indicators to evaluate them in the Sustainability areas (Environmental, Economic and Social) was

generated, through the application of workshops with the producers and technicians, such as, interviews with producers associated to the ICP.

Both systems had similar results in indicators of resistance to pests and diseases, labor and social capital because they are part of the same Criollo cocoa production project. It should be noted that the reference system presented slightly higher levels in these indicators compared to the alternative system.

The alternative system reached upper levels in the survival indicator graft, which is related to the quality of plants and the processes involved at the establishment time. In addition, the alternative system obtained slightly higher levels than reference system in the indicators of extreme weather events, sources of income and independence to external inputs.

The soil conservation measures proved to be the turning point in the Reference System; its value is 10 times lower compared to the alternative system; however the indicator of soil quality obtained critical values in the Alternative System, being six times lower than in the Reference System.

At the end of the evaluation, a list of recommendations to raise the level of sustainability of the systems was generated, among which proposals: make subsequent and periodic evaluations from the start of production of cocoa trees; perform agroecological practices especially for soil conservation; training guide to the objectives identified by producers; devote the technical assistance to the orientation of producers in how to perform the work; and incorporate the information generated to plan plantation management.

CAPÍTULO I

1. Introducción

El incremento poblacional, el deterioro ambiental y el modelo de agricultura intensiva poco amigable con el medio ambiente de las últimas décadas, ha desencadenado el aumento de la necesidad de creación de nuevas estrategias de desarrollo agrícola que permitan la producción de alimentos sin afectar los servicios proporcionados por los ecosistemas naturales (ONU, 1992).

A partir de la década de los ochenta se ha desarrollado un movimiento que promueve agroecosistemas sustentables desde el punto de vista ambiental y sociocultural (Astier, 2006), con lo que se aspira a proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo a través del uso de tecnologías y prácticas que mejoren la eficiencia biológica del sistema. En vez de la obtención de altos rendimientos a corto plazo, se busca la optimización de los sistemas mediante las interacciones de los componentes bióticos y abióticos (Altieri, 1994).

La sustentabilidad en el contexto agrícola pretende la creación de sistemas productivos de recursos naturales, estables, adaptables, confiables y resilientes, que distribuyan los costos y beneficios de forma equitativa y generen procesos autogestivos entre los beneficiarios (Masera *et al*, 2000).

La agroecología forma parte del movimiento de diseño de sistemas sustentables, orientada a los pequeños productores de escasos recursos económicos y tiene como objetivos principales la reducción de costos de producción y el aumento de los beneficios, el mantenimiento de la productividad a mediano y largo plazo, la conservación de los conocimientos tradicionales relacionados al manejo y acceso a insumos, alimentos y mercados (Astier, 2006).

El interés de evaluar los agroecosistemas en los últimos años, ha impulsado el desarrollo de una serie de metodologías que posibilitan la operatividad del concepto (Foladori, 1999), a partir de estas metodologías se permite la formulación de recomendaciones técnicas para el diseño de sistemas más sustentables (Masera *et al*, 2008). El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad, mejor conocido como MESMIS, se encuentra dentro de las herramientas metodológicas de evaluación de los agroecosistemas (Masera *et al*, 1999).

El centro de origen del cacao se localiza en el continente americano y actualmente se consume en todo el mundo. Los mayores productores se encuentran en África y los mayores consumidores se encuentran en el continente europeo, Estados Unidos y China (FAO, 2011).

México aporta menos del 1% de la producción mundial de cacao. Los principales productores dentro del país son los estados de Chiapas y Tabasco, los cuales representan 66% y 33% de la producción del país respectivamente (Santos Mendoza, 2014).

Dentro de las tres variedades de cacao, el Criollo es el que menor representación tiene en la producción a nivel mundial a pesar de ser muy codiciado por las grandes chocolateras para la elaboración de chocolates finos debido a que se considera como “fino de aroma”.

El proyecto de Integración de la Cadena Productiva del Cacao Criollo y la Pimienta Gorda en el Trópico Húmedo (ICP) tiene como objetivo el rescate de la variedad Criollo de cacao que se encuentra en riesgo de desaparecer, a través del trabajo en conjunto con los productores de los municipios de Tacotalpa, Tabasco y Pichucalco, Chiapas, mediante la mejora de su economía, buscando impactos positivos en la sociedad y produciendo de una manera amigable con el ambiente.

En este primer capítulo se hace una breve descripción de la situación actual en materia de sustentabilidad de los sistemas productivos. Se hace una revisión de los temas de Evaluación de la Sustentabilidad. Posteriormente se presenta un acercamiento a la situación del cacao en México y el mundo. Se expresan los principios que justifican la creación de este documento, la pregunta de investigación que inspiró la evaluación así como los objetivos que pretende alcanzar.

En el segundo capítulo se describen algunos proyectos de investigación relacionados con el eje medular del documento presente, así mismo se exponen los conceptos, referencias y material relevante para la realización de la evaluación, también se hace un recorrido por la información de los orígenes del cacao y sus primeros usos a nivel mundial.

En el capítulo tercero se realizó una descripción de la Organización compuesta por la empresa Frutas y Frutos Mexicanos S.A. de C.V. (FFM), en conjunto con el Centro Multidisciplinario e Innovación Tecnológica S.C. (CMIT) y Las Aldeas Chan Kaah S.A. de C.V. (ACK). Estas son responsables del proyecto ICP. Posteriormente se hizo la descripción metodológica que fue empleada en la presente evaluación. Se abordó la forma en la que se realizaría la caracterización de los sistemas productivos, la caracterización socioeconómica de la zona de estudio, la identificación de puntos críticos e indicadores de sustentabilidad y el monitoreo y la evaluación de los indicadores propuestos, así como la integración de los resultados.

Los resultados de la investigación son analizados en el capítulo cuatro. En este se realiza una descripción de los sistemas productivos presentando los esquemas de los diferentes sistemas de manejo evaluados, los datos de los puntos críticos e indicadores de sustentabilidad son organizados según los atributos de sustentabilidad propuestos por Masera *et al* (1999). Estos últimos son abordados de manera independiente y posteriormente se agrupan en la integración de resultados, a partir de la cual se genera la gráfica amiba¹ en la que se representa el nivel de sustentabilidad de los sistemas evaluados.

En el capítulo cinco se realiza una discusión sobre los resultados obtenidos durante la evaluación, en la cual se enfrentan dos o más dimensiones de un mismo tema para crear una conclusión objetiva.

Las conclusiones del proyecto y las recomendaciones a la metodología y a los sistemas de manejo se abordan en el capítulo seis, donde se plantean las propuestas para mejorar los diferentes sistemas de manejo y así elevar el nivel de sustentabilidad de los mismos.

1.1. Justificación

El proyecto de Integración de la Cadena Productiva del Cacao Criollo y la Pimienta Gorda en el Trópico Húmedo (ICP), de la empresa Frutas y Frutos Mexicanos S.A. de C.V. (FFM), en conjunto con el Centro Multidisciplinario e Innovación Tecnológica S.C. (CMIT) y Las Aldeas Chan Kaah S.A. de C.V. (ACK) surge a partir de la búsqueda del rescate de la variedad de cacao Criollo, que se encuentra en peligro de extinción al igual que otras variedades de cacao, debido al cambio de uso de suelo, pasando de ser agroforestal a pastizales para la producción ganadera.

El presente trabajo consiste en la aplicación de una evaluación de los sistemas agroforestales la cual pretende medir la sustentabilidad del proyecto, en términos económicos, sociales y ambientales, cuyos resultados permitirán la generación de las recomendaciones pertinentes, con el fin de mejorar la cadena productiva en cada una de sus etapas.

1.2. Pregunta de Investigación

La pregunta central que nos llevó a la elaboración de este estudio es: ¿La producción de cacao Criollo es sustentable para las comunidades de Tacotalpa, Tabasco y Pichucalco, Chiapas? A partir de dicha pregunta surgen preguntas específicas como: ¿Qué características ambientales, humanas, sociales y

¹ gráfico radial, también conocido como gráfico de araña o de estrella a causa de su aspecto, representa los valores de cada categoría a lo largo de un eje independiente que se inicia en el centro del gráfico y finaliza en el anillo exterior

económicas influyen en la viabilidad del ICP? ¿Cuáles son los puntos críticos que influyen de manera positiva o negativa en el desarrollo del proyecto? ¿De qué manera se puede elevar el nivel de sustentabilidad de los sistemas evaluados?

1.3. Objetivos

Objetivo General: Evaluar y comparar el nivel de sustentabilidad de los diferentes sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en dos municipios del sureste de México.

Objetivos Particulares:

- Caracterizar los sistemas de manejo en dos municipios del sureste de México
- Elaborar un análisis de sustentabilidad utilizando el método MESMIS
- Realizar una comparación del nivel de sustentabilidad entre los productores de la organización
- Emitir recomendaciones de retroalimentación a los sistemas

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1. Antecedentes del estudio

Se han realizado numerosas investigaciones de evaluación de la sustentabilidad utilizando el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) en varios países de América y Europa, entre los que destacan México y España. En las investigaciones se han evaluado sistemas agrícolas, pecuarios, forestales, frutales, acuícolas, y mixtos como agropecuarios y agroforestales. Las evaluaciones se han realizado a través de comparaciones en su mayoría, transversales y en algunos casos, longitudinales. Estas se han elaborado mediante instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales, instituciones de gobierno y productores o grupos de productores. Las investigaciones se han realizado dentro de proyectos de tesis para la obtención de distintos grados académicos y/o publicación como artículos científicos y presentaciones en congresos (Astier *et al*, 2012).

Respecto a los sistemas de producción de cacao se realizó una investigación sobre la evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao, comparando la producción orgánica y la convencional en el estado de Tabasco, en la que se encontró que el sistema orgánico presentaba un nivel 20% mayor de sustentabilidad que el convencional. En algunos indicadores socioeconómicos el sistema convencional superó al orgánico. Sin embargo, en los indicadores ambientales el sistema orgánico obtuvo valores que tendieron más al valor óptimo, en el caso de los indicadores de sanidad de la plantación y capacitación, el sistema convencional obtuvo valores de cero, lo que indica una sustentabilidad nula (Priego *et al*, 2009).

El presente estudio se desarrolló dentro del proyecto Integración de la Cadena Productiva del Cacao Criollo y la Pimienta Gorda en el Trópico Húmedo (ICP) de la empresa Frutas y Frutos Mexicanos S.A. de C.V. (FFM), en conjunto con el Centro Multidisciplinario e Innovación Tecnológica S.C. (CMIT) y Las Aldeas Chan Kaah S.A. de C.V. (ACK). El ICP tiene como objetivo generar un proyecto productivo en el más amplio de los sentidos, desde el establecimiento de Sistemas Agroforestales de cacao Criollo y pimienta gorda, en colaboración con productores de dos municipios del Sureste de México, donde la materia prima producida será procesada, hasta la obtención de productos con alto valor agregado, dirigido a mercados diferenciados, con el fin de lograr una productividad sostenible, mejorando la economía del productor, con impactos positivos en la sociedad y produciendo de una manera amigable con el ambiente. El cacao Criollo es el máspreciado por su sabor y aroma entre los chocolateros gourmet

de todo el mundo, por otro lado la pimienta gorda es llamada “allspice” por su amplia gama aromática. Se busca insertar ambos cultivos en el mercado internacional con ventajas competitivas (Frutos Mexicanos, 2016).

El CMIT colabora en la producción del material genético, en el desarrollo de protocolos de trazabilidad y certificación orgánica, desarrollo de manuales de operación en las diversas áreas de la empresa. Así mismo, desarrolla proyectos tecnológicos innovadores para la mejora de la producción orgánica del cacao y optimización del beneficiado del cacao y su industrialización, con el fin de obtener productos con alto valor agregado, dirigidos a mercados diferenciados. Adicionalmente, es el responsable de la capacitación tanto de los técnicos de FFM como de los productores asociados al ICP (CMIT, 2014).

ACK es una empresa que se dedica al desarrollo y comercialización de productos culturales y gourmet hechos a base de cacao. ACK busca un nuevo concepto de alimentación orgánica, ofreciendo productos naturales, saludables, originales y sobre todo deliciosos, trabajando directamente con los productores locales con el fin de impulsar el desarrollo de sus comunidades y mejorar su calidad de vida, concentrando sus esfuerzos para la recuperación de frutos como el cacao Criollo, escasamente producido en el mundo (ACK, 2014).

2.2. Marco Teórico Conceptual

2.2.1. Sustentabilidad

La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente se reunió por primera vez en 1984, con el fin de establecer una agenda para el cambio global (Ayuntamiento de Toledo, 2016). En 1987 emitió el documento “Nuestro Futuro Común” o “Informe Brundtland” el cual parte de la idea central de que el desarrollo y el medio ambiente no pueden ser separados (Pierri, 2005), en él surge el término *desarrollo sostenible* definido como “El desarrollo que satisface las necesidades del presente de forma igualitaria, pero sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”, la cual es una de las definiciones más aceptadas actualmente.

La sustentabilidad está estructurada por tres ámbitos, el ambiental, el social y el económico (Bartra, 2003). La dimensión ambiental demanda la preservación de las condiciones físicas, la protección de recursos genéticos y la conservación de la biodiversidad, el uso adecuado y moderado de los recursos naturales tomando en cuenta la capacidad de carga y el tiempo de regeneración de los ecosistemas; el

ámbito social requiere una satisfacción continua de las necesidades humanas básicas, con la cual se busca la igualdad de oportunidades en las diferentes clases sociales con la repartición equitativa de los recursos, la participación integral en la toma de decisiones, la movilidad social y la preservación de la cultura a través del tiempo; y la dimensión económica se refiere a cuestiones de producción y rentabilidad, provisión de bienes y servicios, crecimiento industrial y agrícola y el uso eficiente de la mano de obra (Tommasino, 2005).

La sustentabilidad es un concepto integral, por lo que requiere que todas sus dimensiones sean consideradas interdependientes entre sí (Rocuts *et al*, 2009), por lo que es necesario entender las interrelaciones entre los tres ámbitos y no analizarlos aisladamente, es decir, se debe estudiar la sustentabilidad de los socioecosistemas (Galván *et al*, 2008).

La sustentabilidad no representa un estado ideal predefinido, más bien, se trata de algo dinámico y para el cual no existe una única vía y lo que en un sistema funciona, probablemente no funcionará de la misma manera en otros, ya que cada uno depende de condiciones específicas (Pretty, 2007). En la agricultura, la sustentabilidad es una medida sobre la habilidad que tiene un agroecosistema para mantener la producción a través del tiempo, en presencia de las restricciones ecológicas y las presiones económicas (Altieri, 1989). La agricultura sustentable debe estar adaptada al contexto local, lo que puede facilitarse a través de nuevas construcciones del capital social.

Actualmente los esfuerzos en cuanto a la sustentabilidad se centran en la necesidad del desarrollo de tecnologías y prácticas en la agricultura que I) no tengan efectos negativos sobre el ambiente, II) sean accesibles y efectivas para los agricultores y III) conduzcan a mejoras tanto en la productividad alimentaria como que tengan efectos secundarios positivos sobre bienes y servicios ambientales. La sustentabilidad de los sistemas agrícolas incorpora los conceptos de la resiliencia² y persistencia³ de los cultivos y con dirección a resultados económicos, sociales y ambientales (Pretty, 2007).

Los sistemas agrícolas que pueden considerarse como sustentables son los que hacen un uso correcto de los recursos y servicios naturales, sin causar daños a los mismos (Altieri, 1995). Los principios clave de la sustentabilidad son I) integrar los procesos biológicos y ecológicos en los procesos de producción, II) minimizar el uso de insumos que dañen el ambiente o que sean dañinos para los agricultores o consumidores, III) hacer un uso productivo del conocimiento y las habilidades de los agricultores y IV)

² Capacidad del sistema de absorber perturbaciones sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad, pudiendo regresar a su estado original.

³ Capacidad de los sistemas de continuar durante periodos largos de tiempo.

hacer un uso productivo de las capacidades colectivas de las personas para que trabajen juntas con el fin de resolver problemas agrícolas y de recursos naturales de forma conjunta (Pretty, 2007).

2.2.2. Agroecología

La revolución verde que comenzó a mediados de la década de 1960 tenía como objetivo modificar el ambiente con el fin de crear condiciones que facilitaran el incremento de la producción agrícola y ganadera, mediante el uso excesivo de agroquímicos sintéticos y uso de nuevas variedades genéticas, lo que derivó en una dependencia de insumos externos y un manejo inadecuado de los recursos naturales (FAO, 1996). Algunos de los efectos negativos de este movimiento fueron el desplazamiento de los campesinos, marginación de la población rural, erosión, degradación y compactación del suelo, además de la disminución de la materia orgánica en el mismo.

En la búsqueda de tecnologías de producción alternativas que contrarrestaran los efectos negativos de la revolución verde fueron surgiendo nuevos principios entre los que destacan la agricultura orgánica, la agricultura biodinámica, la permacultura, la tecnología apropiada y la agroecología (Cussianovich, 2001).

La agroecología es una disciplina híbrida emergente que integra aspectos de las ciencias biológicas, ambientales y socioeconómicas como ecología, antropología, sociología, etnoecología, control biológico, ecología económica, ciencias agropecuarias, conocimiento tradicional de los agricultores, investigación participativa en los campos de los agricultores, entre otros.

La agroecología es la aplicación de conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de ecosistemas agrícolas sostenibles (Gliessman, 2007). Existen 6 principios agroecológicos, descritos a continuación:

- Reducir el uso de insumos nocivos para el medioambiente, costosos o escasos y aumentar el uso de insumos naturales y locales, a la vez que se refuerzan las interacciones biológicas para promover procesos y servicios ecológicos.
- Minimizar las cantidades de sustancias tóxicas o contaminantes emitidas al medio ambiente.
- Manejar de manera eficaz los nutrientes reciclando la biomasa y añadiendo regularmente restos vegetales, estiércol animal y fertilizantes orgánicos para reforzar la acumulación de materia orgánica en el suelo y equilibrar y optimizar el ciclo de nutrientes.
- Aumentar la capa vegetal del suelo a través de cultivos y estiércol verde y reducir la cantidad de labranza, con el fin de minimizar la erosión del suelo y la pérdida de agua, humedad y nutrientes.
- Promover la actividad biológica del suelo, mantener y mejorar la fertilidad del mismo.
- Aumentar y mantener un alto número de especies y diversidad genética, en el tiempo y el espacio, y una estructura compleja del ecosistema agrícola, con el fin de facilitar un amplio número de servicios ecológicos y aumentar la resistencia del ecosistema agrícola y flexibilidad ante los cambios.

La agroecología está orientada principalmente al pequeño agricultor con pocos recursos económicos y plantea como objetivos la reducción de costos y aumento de beneficios, el sostenimiento de la productividad a mediano y largo plazo, la conservación y/o regeneración de los recursos suelo, agua y biodiversidad, el rescate y conservación de los conocimientos de manejo y autonomía de los beneficiarios en cuanto al acceso a insumos, alimento y mercado (Astier, 2006).

Su campo de estudio son los agroecosistemas, los cuales son ecosistemas modificados por los seres humanos para la producción de alimentos, fibras y medicinas. Los diferentes tipos de agroecosistemas son I) convencional, en el que se utilizan pesticidas y/u organismos genéticamente modificados, II) de sustitución, en este se sustituyen los insumos químicos por biológicos, III) de conservación en el cual se aplican técnicas que mantienen los suelos siempre con cobertura y IV) orgánico, en el que se realizan prácticas de conservación con base en manejo de recursos biológicos. Su estudio resulta ser más difícil comparado con el estudio de los ecosistemas naturales, debido a que los agroecosistemas se vuelven más complejos por la intervención y el manejo del hombre (Gliessman, 2007).

2.2.3. Evaluación de la sustentabilidad

Debido a la complejidad y multidimensionalidad del concepto de sustentabilidad, es necesario que las evaluaciones de la misma se aborden de manera interdisciplinaria (Sarandón, 2002), por lo que el desarrollo de una metodología de evaluación que permita una cuantificación y un análisis de manera objetiva de la sustentabilidad es una necesidad para avanzar en el logro de la misma (Sarandón & Flores, 2009). En general, las mediciones de la sustentabilidad se han centrado en tres tipos de enfoques I) los limitados a elaborar listas de indicadores ambientales, sociales o económicos, sin que sean integrados, II) aquellos que proponen índices para calificar la sustentabilidad y III) los que proponen marcos metodológicos para definir criterios o indicadores (Galicia-Gallardo, 2015).

No existen valores fijos para la sustentabilidad que se puedan asignar a un sistema ni con los cuales se puedan comparar, debido a esto, se requiere que esta complejidad y multidimensionalidad sea simplificada a valores claros, objetivos y generales, lo que se conoce como indicadores, los cuales pueden ser cuantitativos o cualitativos (Sarandón, 2002). Los indicadores deben incluir un enfoque holístico, realista, participativo y sistémico (Galicia-Gallardo, 2015).

Sarandón y Flores (2009) explican que establecer y definir el marco conceptual de la sustentabilidad es un paso esencial para el éxito del trabajo, debido a que no existe un valor real de referencia contra el cual se puedan comparar los resultados. Por lo tanto, es necesario un desarrollo claro del marco

conceptual de la evaluación, entendido como el sistema de valores o ideas que define lo que tiene un efecto positivo o negativo en la sustentabilidad y del que se desprenden calificaciones positivas o negativas en relación a la misma (Imbach *et al*, 1997).

2.2.4. Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)

El MESMIS permite evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales. Es un proceso de evaluación de sustentabilidad cíclico, validado mediante estudios de caso, cuya meta fundamental es aportar elementos para la mejora de los sistemas de manejo de los recursos naturales (Masera *et al*, 1999). El marco propone un proceso de análisis y retroalimentación que permita el mejoramiento de las posibilidades de éxito de los sistemas de manejo (Astier *et al*, 2008), así mismo permite la comparación de sistemas de manejo convencionales con alternativos.

El marco MESMIS parte de cuatro premisas descritas a continuación:

- Propone siete atributos básicos para definir el concepto de sustentabilidad: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad o flexibilidad, equidad y autodependencia o autogestión.
- La evaluación es válida únicamente en sistemas de manejo específicos, en un determinado lugar geográfico y contexto social y político, en una escala espacial determinada y en una escala temporal determinada. La evaluación es una actividad participativa que requiere una perspectiva interdisciplinaria.
- La sustentabilidad no puede evaluarse per se sino de manera comparativa o relativa, puede ser a través de dos vías: a) comparación longitudinal: comparar la evolución de un mismo sistema a través del tiempo o b) comparación transversal: comparar simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo con un sistema de referencia.
- La evaluación de sustentabilidad es un proceso cíclico cuyo principal objetivo es fortalecer tanto a los sistemas de manejo como a la metodología.

Los ciclos de evaluación se componen de seis pasos generales, con los que se busca comprender de manera integral las limitantes y las posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo, que surgen de la intersección de procesos ambientales con factores sociales y económicos (Astier *et al*, 2000). Los pasos son desarrollados a continuación y esquematizados en la Figura 1:

- 1) Determinación del objeto de la evaluación: definición de los sistemas de manejo a evaluar, sus características y el contexto socioambiental de la evaluación.
- 2) Determinación de las fortalezas y debilidades del sistema: características que pueden incidir en la sustentabilidad de los sistemas de manejo a evaluar de manera positiva o negativa.

- 3) Selección de indicadores: se determinan los criterios de diagnóstico y se derivan los indicadores estratégicos para realizar la investigación.
- 4) Medición y monitoreo de indicadores: diseño de instrumentos de análisis y obtención de la información deseada.
- 5) Presentación e integración de resultados: comparación de la sustentabilidad de los sistemas de manejo, en el caso particular de este estudio se realizará una comparación entre productores de la misma organización, adicionalmente se indican los principales obstáculos para la sustentabilidad y las cuestiones que la favorecen.
- 6) Conclusiones y recomendaciones: síntesis del análisis y propuesta de sugerencias para fortalecer la sustentabilidad de los sistemas de manejo y la manera de mejorar el proceso de evaluación propuesto.

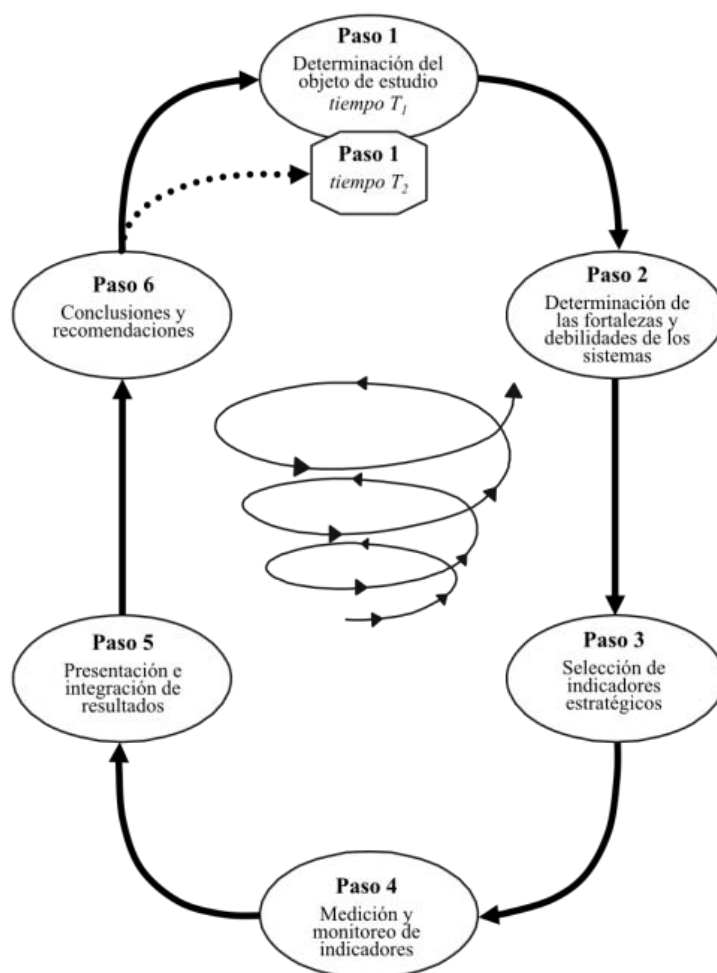


Figura 1. Ciclo de evaluación del MESMIS. (Masera *et al*, 1999).

Los atributos de sustentabilidad en los que se basa la metodología se describen a continuación (Masera *et al*, 1999):

- Productividad: capacidad del agroecosistema de brindar el nivel requerido de bienes y servicios. Se representa con el valor de rendimientos, ganancias, etc., en un tiempo determinado.

- Estabilidad: se refiere a la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico y estable, es decir, mantener los beneficios proporcionados por el sistema en un nivel no decreciente a través del tiempo, bajo condiciones promedio. Se asocia con la noción de constancia de la producción o beneficios.
- Resiliencia: capacidad del sistema de retornar al estado de equilibrio o mantener su potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves, como un evento catastrófico, ya sea natural (huracán o incendio) o de mercado (caída del precio de los productos).
- Confiabilidad: capacidad del sistema para mantener su productividad o beneficios deseados en niveles cercanos al equilibrio ante perturbaciones normales del ambiente.
- Adaptabilidad/Flexibilidad: capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio o continuar siendo productivo, brindando beneficios, ante cambios de largo plazo en el ambiente o condiciones económicas. También hace referencia a la capacidad de búsqueda activa de nuevos niveles o estrategias de producción, la generación de nuevas opciones tecnológicas, diversificación de actividades y procesos de organización social, de formación de recursos humanos y de aprendizaje.
- Equidad: capacidad del sistema de distribuir de manera justa, intra- e inter-generacionalmente, los beneficios y costos relacionados al manejo de los recursos naturales.
- Autogestión/Autodependencia: capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior, este atributo también incluye los procesos de organización y los mecanismos del sistema socioambiental para definir endógenamente sus propios objetivos, propiedades, identidad y valores.

2.2.5. Origen e Historia del cacao

El origen de la especie de cacao es la región Amazónica que comprende los países de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, en esta región se encuentra la mayor variación de la especie. El cacao se extendió de Sudamérica a Mesoamérica, donde existe una abundante evidencia sobre la domesticación, cultivo y uso de la especie. Sin embargo, no se conoce si la dispersión ocurrió de manera natural o a través de la intervención del hombre, lo que actualmente sigue siendo tema de discusión (Estrada, 2011; Lépido, 2009; CONABIO).

Los Olmecas (1500 a 400 a.C.) fueron los primeros seres humanos en consumir el cacao en forma de bebida, así mismo fue la primer civilización en cultivar el cacao en México, posteriormente los Mayas (600 a.C.) utilizaron el fruto del cacao para crear una bebida. Los Aztecas (1400 a.C.) preparaban un brebaje amargo y concentrado a base de cacao llamado techocolatl, elaborado en un ritual secreto, que estaba reservado exclusivamente para el consumo del emperador, los nobles y los grandes guerreros (Franco *et al*, 2010). El xocolatl era apreciado como reconstituyente para dar fuerza, despertar el apetito sexual, tratar la fatiga, aumentar el peso de los desnutridos, estimular el sistema nervioso de los apáticos, agotados o débiles, mejorar la digestión y estimular los riñones (Girón *et al*, 2012).

La mazorca del cacao era considerada más valiosa que el oro, por lo que las almendras de cacao eran utilizadas como moneda de cambio en el trueque⁴ (Coe & Coe, 1996; Lépido, 2009). El cacao era un símbolo de abundancia empleado en rituales a los dioses Quetzalcóatl⁵ y Ek Chuah⁶ y en los funerales de las élites como ofrenda.

En el siglo XVI, cuando Cristóbal Colón llegó a América, el cultivo de cacao estaba esparcido por toda la zona templada y caliente del país, incluyendo los estados de Tabasco, Michoacán, Colima, Chiapas y Campeche. Se producía de manera espontánea y se cultivaban las principales variedades: Quauhcahuatl, Xochicahuatl y Tlacacahuatl (Franco *et al*, 2010).

El consumo del xocolatl se dio de manera progresiva por parte de la cultura española debido a que estos se negaban a probar la bebida dado su sabor y apariencia oscura y amarga. Sin embargo, la convivencia cada vez más estrecha con indígenas dio como resultado inevitable la creación de chocolatl híbrido conservando los ingredientes principales y agregando especias e ingredientes propios de la cultura española como la canela, la vainilla, la pimienta negra y la semilla de anís, fue así que el consumo de la bebida se popularizó conservando su carácter de bebida lujosa.

A partir del descubrimiento de la técnica Azteca para elaborar tabletas de chocolatl solubles en agua, se comenzó la exportación de grandes cantidades de chocolatl, estas se distribuían por Europa como bebida energética, medicinal y afrodisiaco. Cabe destacar que la técnica para la realización de las tabletas se le atribuye a un grupo de monjas en Guatemala, siendo información errónea, debido a que los Aztecas la dominaron antes (Coe & Coe, 1996).

2.2.6. Producción de cacao

El cacao convencional se cultiva principalmente en la región oeste del continente africano, Centro y Sudamérica y en Asia (FAO, 2011). Ocho países representan el 87% de la producción mundial, los cuales son Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria, Brasil, Camerún, Ecuador y Togo. Alrededor del 90% de la producción mundial proviene de pequeñas propiedades (menores a 5 hectáreas) las cuales tienen que recurrir a intermediarios para su comercialización (CEI, 2012). Los principales consumidores de cacao son Europa, Norteamérica y China, que es donde se encuentran las principales plantas procesadoras y fabricantes de chocolate (FAO, 2011).

⁴ Intercambio de bienes materiales o servicios por otros bienes o servicios, sin dinero involucrado en la transacción.

⁵ Dios Azteca portador del cacao a los hombres.

⁶ Dios Maya del Cacao.

México se encuentra en el treceavo lugar en producción mundial de cacao representando menos del 1% de la producción (Santos Mendoza, 2014). Tiene 3 millones de hectáreas con potencial para la producción de cacao Criollo, sin embargo, sólo se utilizan 60 mil hectáreas (Pérez, 2014).

Dentro del país, los principales productores de cacao son Tabasco y Chiapas los cuales aportan el 66% y 33% respectivamente, el resto se produce en Oaxaca, Guerrero y Veracruz (Santos Mendoza, 2014). En Chiapas los productores más importantes de cacao son Tuxtla Gutiérrez, Pichucalco, Palenque, Tapachula y Selva. En Tabasco las principales regiones son La Chontalpa, conformada por Cunduacán, Comalcalco, Cárdenas, Paraíso, Jalpa de Méndez y Huimanguillo; el Centro y la Sierra, esta última formada por Teapa y Tacotalpa (Ocampo *et al*, 2012).

2.2.7. Cacao

2.2.7.1. Descripción biológica del cacao (*T. cacao*)

Procedente de la familia Malvaceae, es un árbol de 4 m a 20 m de altura, perennifolio, es una especie cauliflora⁷, la flor es de color rosa, púrpura o blanca de 0.5 cm a 1 cm de diámetro y de 2 cm a 2.5 cm de largo en forma de estrella. El fruto es una baya carnosa, oblonga y ovada, verde, amarilla o purpúrea, de 15 cm a 30 cm de largo por 7 cm a 10 cm de grueso. Cada mazorca⁸ contiene entre 30 y 40 semillas generalmente, dispuestas en placentación axial rodeadas de mucílago, las semillas son color purpúreo o blanco, dependiendo de la variedad de cacao, de 2 cm a 3 cm de largo y con sabor amargo (Figura 2) (CONABIO).

El cacao requiere de suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. La capa húmica es el factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao, ya que se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta directamente al sol, viento y lluvia. El pH del suelo necesario para su desarrollo varía de 4.5 a 8.5 (Salvador *et al*, 2012). Crece en áreas calurosas de alta humedad, específicamente en los bosques de lluvias tropicales, en una franja que se extiende a 20° latitud norte y 20° latitud sur desde el Ecuador. La temperatura media necesaria es de 17°C a 31°C y la pluviosidad es de 1250 mm a 3000 mm por año (IICA, 2007), con altitudes de 0 a 1000 msnm. Para su desarrollo se debe buscar el cobijo de otros árboles más grandes ya que no toleran los vientos fuertes (SAGARPA, 2012) y la mayoría de los genotipos, tampoco toleran la luz directa del sol.

⁷ Las flores aparecen insertadas sobre el tronco o las viejas ramificaciones.

⁸ Nombre común de las bayas del cacao.

La temperatura determina la formación de flores, a menos de 21°C la floración es menor, a 25°C la floración es normal y abundante. Cuando las temperaturas son menores de 22°C la producción de mazorcas es estacional y en algunas semanas no hay cosecha (IICA, 2007).

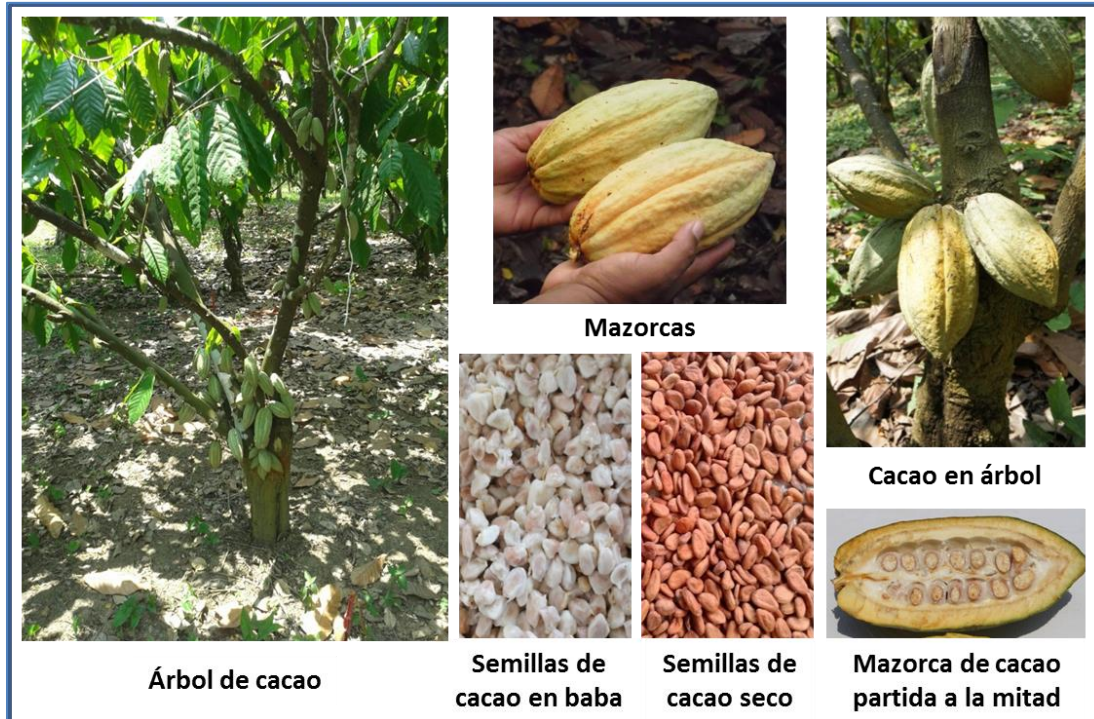


Figura 2. Árbol, mazorcas y semillas de cacao. (Fuente: CMIT).

2.2.7.2. Variedades de cacao

Actualmente existen tres variedades de cacao, dos de ellas son originarias: Forastero y Criollo y la cruce entre estas dos variedades dio origen al Trinitario.

La más conocida es la variedad Forastero, esta variedad es la más producida a nivel mundial con el 90%, se encuentra en América del Sur y África del Oeste, principalmente. De manera general, posee una cascara dura y lisa, de apariencia redondeada, que suele ser de color verde a amarillo, las semillas son aplanadas de color morado y de sabor amargo.

El Cacao Criollo representa los cacaos “finos de aroma”, se cultiva principalmente en El Caribe, Venezuela, México, Papua Nueva Guinea, Las Antillas, Sri Lanka, Timor Oriental, Java y Madagascar, representa menos del 3% de la producción de cacao a nivel mundial. De manera general, el fruto posee una cáscara suave y termina en una punta delgada, sus semillas son de color blanco a violeta.

La variedad de cacao Trinitario se constituye de cruces entre el cacao Forastero y el Criollo, representa alrededor del 8% de la producción a nivel mundial. Las mazorcas son de muchas formas y colores, las

plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. En ocasiones pueden clasificarse como finos de aroma (CATIE, 2011).

2.2.7.3. Enfermedades del cacao

Las enfermedades más comunes que afectan las plantaciones de cacao son: I) Moniliasis: conocida también como “monilia”, “pudrición acuosa”, “helada”, “mancha ceniza” o “enfermedad de Quevedo”, causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, afecta los frutos del cacao con la aparición de una felpa blanca sobre las manchas café de los frutos (EcuRed, 2016) y II) Mancha negra: también conocida como “pudrición parda de cacao”, es causada por hongos del complejo *Phytophthora sp.*, la infección aparece como manchas pardas en el fruto que se extienden por toda la superficie de la mazorca, afectando las almendras (EcuRed, 2016).

Tabla 1. Enfermedades comunes del cacao.

Enfermedad	Agente causal	Afectación
Moniliasis	<i>Moniliophthora roreri</i>	Frutos
Mancha negra	<i>Phytophthora palmivora</i>	Frutos
Cáncer de tallo	<i>Phytophthora capsici</i>	Brotos tiernos en plantas adultas y plántulas, tronco y ramas
Mal de machete	<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>	Tronco y ramas
Antracnosis	<i>Colletoricum gloesporoides</i>	Brotos tiernos, hojas y tallos
Escoba de bruja	<i>Moniliophthora perniciosa</i>	Brotos, ramas, cojines florales y frutos

(Elaboración propia a partir de CATIE, 2009).

2.2.7.4. Plagas del cacao

Las principales plagas que afectan al cacao son: I) Barrenador de tallo: las hembras raspan el tallo para introducir sus huevos, cuando las larvas se desarrollan penetran el tallo y se alimentan internamente, formando galerías, al momento que alcanzan la etapa de pupas⁹ provocan la muerte de las plantas o ramas infectadas; II) Barrenador de fruto: se desarrolla igual que la afectación por los barrenadores de tallo, con la diferencia de que sucede en los frutos inmaduros provocando una coloración pardo oscuro o café que invade parcial o totalmente la mazorca (Cana Cacao, 2015); III) Chinchas: viven en colonias en el pedúnculo de la mazorca, provocan llagas oscuras a poca profundidad, pueden transmitir enfermedades y en algunos lugares se les considera como transmisores de la enfermedad Moniliasis (EcuRed, 2016); IV) Gusanos: son larvas de Lepidópteros que atacan el follaje tierno causando mucha destrucción; V) Ácaros: arañas de color rojo o café, atacan los brotes jóvenes produciendo atrofia, malformación y deformación en los brotes terminales; VI) Hormiga arriera: defolian las plantas cortando porciones semicirculares,

⁹ Estado que atraviesan ciertos insectos durante el proceso de metamorfosis, posterior al estado de larva y anterior a convertirse en adultos (EcuRed, 2016).

pueden defoliar completamente a las plantas jóvenes en poco tiempo (Cana Cacao, 2015); y VII) Pulgón pardo: se encuentran en las ramas, flores, frutos y chupones recientes, estos succionan la savia de las hojas jóvenes y son vectores de enfermedades virales (EcuRed, 2016).

Tabla 2. Principales plagas del cacao.

Nombre común	Nombre científico	Afectación
Barrenador de tallo	<i>Cerambycidae sp.</i>	Tallo
Barrenador de fruto	Grupo Marmara	Fruto
Chinche	<i>Sahlbergella singularis</i>	Mazorca
Gusanos medidores o defoliadores	Orden Lepidóptera	Hojas
Ácaros	<i>Eriophyes reyesi</i> <i>Floracarus theobromae</i>	Brotos terminales
Hormiga arriera	<i>Atta sp.</i>	Toda la planta
Pulgón pardo	<i>Toxoptera aurantii</i>	Ramas, flores, frutos y chupones recientes

(Elaboración propia a partir de CATIE, 2009).



Figura 3. Plagas del cacao.

2.2.8. Labores en campo

2.2.8.1. Limpieza de la plantación

La limpieza de la plantación o eliminación de malas hierbas de la misma se realiza mediante la aplicación de herbicidas químicos o de forma manual con el uso de machete. Los productos químicos para control de malezas deben aplicarse con precaución y evitando que entren en contacto con las plantas de cacao, debido a que estas son muy susceptibles al daño por herbicidas (InfoAgro, 2016). La limpieza manual de la plantación se realiza principalmente de tres formas, descritas a continuación:

- Cajeteo: labor de limpieza de malas hierbas alrededor de la planta de cacao formando un círculo
- Ladeo: limpieza en línea recta pasando por las plantas de cacao
- General: limpieza total de malas hierbas en el terreno.

2.2.8.2. Poda

La poda es una práctica que se realiza desde la instalación en campo y durante toda la vida de la planta, consiste en eliminar los chupones y ramas innecesarias así como las partes enfermas y muertas del árbol. La poda ejerce un efecto directo sobre el crecimiento y producción del cacaotero ya que se limita la altura de los árboles y se disminuye la incidencia de plagas y enfermedades (InfoAgro, 2016). Existen cuatro tipos de poda:

- Poda de formación: se realiza durante los dos primeros años de vida del árbol, desde la etapa en vivero, a partir de que la planta tiene un mes hasta que se realiza el trasplante a campo, consiste en formar el arquetipo o estructura del árbol.
- Poda de mantenimiento: se realiza al final del ciclo, cuando la planta alcanza su etapa productiva, entre los 2 y 3 años, en esta se busca equilibrar el vigor de los árboles, consiste en eliminar ramas innecesarias, plantas parásitas, ramas rotas, colgantes o enfermas, remoción de material enfermo y corte de ramas altas para que la copa quede a una altura de 4 m, además, se deben cortar los chupones que hayan crecido en el tronco sobre las ramas primarias.
- Poda fitosanitaria: se quitan los frutos y ramas enfermas y ramas secas. Se realiza con la finalidad de preparar el árbol de cacao para que brinde una cosecha sana y abundante debido a la reducción de la fuente de enfermedad.
- Poda de rehabilitación o renovación: se realiza en las plantaciones maduras, consiste en la eliminación de plantas viejas e improductivas, para estimular el desarrollo de nuevos crecimientos.

Adicionalmente se realiza la poda de las especies que le brindan sombra con el fin de evitar que éstas ramifiquen a baja altura impidiendo el desarrollo de las plantas del cacao, consiste en el corte de las ramas bajas y/o sobrantes de las sombras permanentes, dos veces al año (InfoAgro, 2016).

2.2.9. Labores post-cosecha

El árbol de cacao florece en dos ciclos de seis meses durante el año, por lo que existen dos periodos de cosecha durante el año: la Menor, que se realiza durante los meses de noviembre a enero, y la Mayor, que se presenta durante los meses de marzo a julio. La cosecha de los frutos se realiza durante todo el año, aproximadamente una vez a la semana dependiendo del tamaño y la maduración de la mazorca, con el fin de evitar la sobre-maduración de los frutos, la contaminación por enfermedades que dañen a la mazorca y las pérdidas por plagas como ardillas y pájaros.

La recolección se realiza de forma manual con la ayuda de tijeras o, desgarretadora en caso de que los frutos se encuentren en la parte alta de la planta. Una vez cortadas las mazorcas, se realiza una selección, en la que deben tener un buen tamaño (entre 20 y 25 cm) y estar libres de enfermedades o daños por plagas, con lo que se pretende evitar el deterioro de la calidad del beneficio del cacao.

Posteriormente, las mazorcas son transportadas al área de selección y quebrado, en donde se verifica que los frutos se encuentren libres de plagas o enfermedades y con buen estado de madurez. Los frutos se golpean por la mitad empleando un mazo o la parte sin filo del machete. Ya que la mazorca está abierta, las almendras se extraen deslizando los dedos a lo largo de la placenta.

La fermentación es el proceso que se lleva a cabo por acción de los microorganismos sobre el mucilago de la semilla, durante este proceso muere el embrión, seguido por los cambios bioquímicos al interior de la semilla, dando como resultado la disminución de la astringencia y el amargor del cacao, permitiendo así la aparición de las características de sabor y aroma del chocolate. Este proceso se lleva a cabo en dos etapas, la fermentación anaeróbica o hidrólisis y la fermentación aeróbica o de condensación oxidativa y dura aproximadamente de 4 a 6 días (CMIT, 2015).

Una vez concluido el proceso de fermentación, se comienza el secado, que puede ser de manera natural con la energía solar o artificial utilizando calor en secadoras mecánicas; en la parcela experimental Tulipán, se realiza en un secador tipo invernadero, en el cual se depositan sobre plataformas de madera cubiertas con plástico transparente tipo UV. La temperatura media para el secado es de 50 a 65° C, a esta temperatura se dan los cambios deseables que consolidan la formación del sabor a chocolate. El contenido de humedad debe descender a 7% u 8% (Reyes & Capriles de Reyes, 2000). El tiempo de secado es de 2 a 8 días, dependiendo del clima.

Después del secado, los granos son sometido a una minuciosa limpieza en la que se eliminan los materiales extraños, granos negros, mohosos, dañados por insectos, quebrados, arrugados, pegados, pedazos de cascarilla y polvo, con la ayuda de tamices (CMIT, 2015).

El grano seco y limpio es envasado en costales que permitan la aireación del producto, para evitar que se humedezca. Se debe almacenar en un lugar fresco y con una humedad relativa que permita que el grano mantenga el contenido de humedad entre 6% y 8%, con lo que se disminuye la susceptibilidad al ataque de hongos e insectos (Reyes & Capriles de Reyes, 2000).



Figura 4. Labores post-cosecha del cacao. (Elaboración propia a partir de CMIT).

2.2.10. Proceso Productivo

2.2.10.1. Chocolate

El principal producto final a base de cacao es el chocolate, por lo que la bibliografía referente al proceso productivo de cacao se centra en la producción de chocolate. El proceso de producción consiste en una serie de pasos mostrados en el Figura 5 y explicados a continuación (NESTLÉ, 2015):

1. Cosecha: el agricultor recoge las mazorcas del árbol seccionándolas por el tallo cuidadosamente
2. Desgrane: las mazorcas se desgranar partiéndolas por la mitad con ayuda del machete para extraer las semillas envueltas en el mucílago
3. Fermentación: las semillas con mucílago se someten a un proceso de fermentación, con el fin de evitar que la semilla germine, eliminar el mucílago e iniciar el desarrollo del aroma y el sabor a chocolate

4. Secado: se realiza exponiendo los granos al Sol, lo que elimina la humedad permitiendo la conservación de sus cualidades
5. Tostado: los granos de cacao se tuestan a una temperatura de entre 120 °C y 150 °C durante un tiempo aproximado de 25 minutos, la temperatura y el tiempo de tostado influyen en el aroma y sabor del chocolate
6. Trituración y Descascarillado: los granos pasan por un proceso de limpieza, para su trituración, al término se separa la cáscara
7. Molienda: de este paso se obtiene una pasta o licor de cacao
8. Mezclado: dependiendo del tipo de chocolate que se desee obtener, el cacao se mezcla con diferentes ingredientes
9. Refinación: la mezcla obtenida en el paso anterior es granulosa, por lo que se debe disminuir el tamaño de las partículas hasta obtener un grano de partícula fino
10. Conchado: en esta fase del proceso la mezcla se amasa durante periodos largos de tiempo, que varían desde horas hasta días, con lo que perderán los aromas amargos y ácidos y desarrollarán los aromas preciados del chocolate, también se incorpora manteca de cacao y, en su caso, lecitina, que incrementan la fluidez de la mezcla
11. Templado / Atemperado: es la fase de enfriamiento controlado del chocolate, para que se logre una perfecta cristalización de la manteca de cacao
12. Moldeado: el chocolate se vierte en moldes

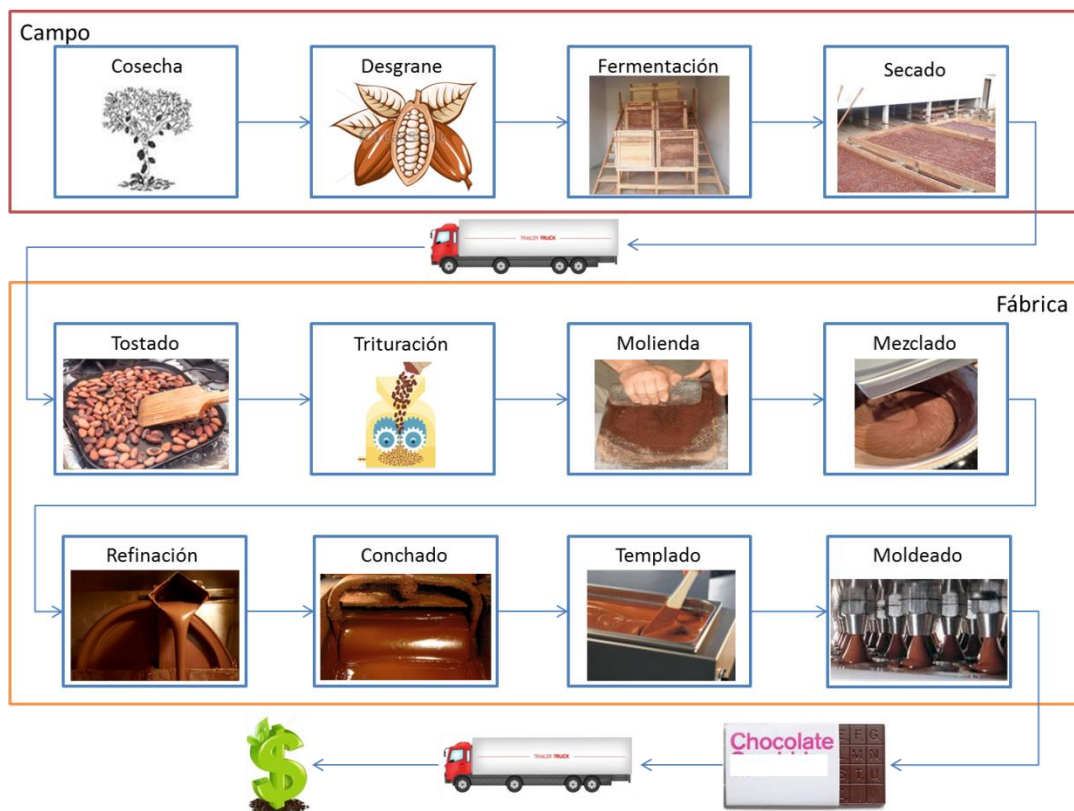


Figura 5. Proceso de producción del chocolate. (Elaboración propia a partir de Nestlé, fotos CMIT y Nestlé, 2015).

2.2.10.2. Productos Alternativos

Actualmente, ACK elaboran una variedad de productos culturales y Gourmet a base de cacao, los cuales se dividen en sazonadores y botanas saladas y dulces, estos se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Productos alternativos a base de cacao.

Tipo	Producto	Descripción
Sazonadores	Sazonador de Carnes	Mezcla de cacao, pimienta y especias
	Sazonador de Verduras	Mezcla de cacao con hierbas finas
	Sazonador de Mariscos	Mezcla de cacao, chile y especias
	Sal Piquín Cacao	Cacao, chile piquín y sal
	Aceite Infusionado Cacao	Aceite de oliva extra virgen infusionado con cacao y especias
Botanas	Cacao Nibs	Trozos de cacao fermentado, seco y tostado
	Cacao Botanero	Cacao tostado con chiles y ajo
	Cacao Caramelizado	Semillas de cacao tostadas, cubiertas de azúcar de caña y vainilla
	Cre moso de Cacao	Pasta untable de cacao dulce y avainillada

(Elaboración propia a partir de ACK, 2014).

Los procesos de producción en fábrica de los productos alternativos mencionados anteriormente se muestran en la Figura 6 y se describen a continuación:

- Nibs: Posterior al tostado, se hacen trozos de cacao y se empaca
- Sazonadores, Sal piquín y Aceite infusionado: Posterior al tostado, se hacen trozos de cacao, el cacao se mezcla con los ingredientes y se empaca
- Cremoso: se elabora siguiendo los pasos de producción del chocolate hasta el mezclado, posteriormente se empaqueta en envases de vidrio
- Caramelizado: La semilla de cacao caramelizada se produce con un proveedor externo al cual se le entrega el cacao seco y él realiza el tostado y caramelizado
- Botanero: se tuesta al igual que el resto de los productos, después este se mezcla con el ajo y los chiles y se empaqueta para su venta.

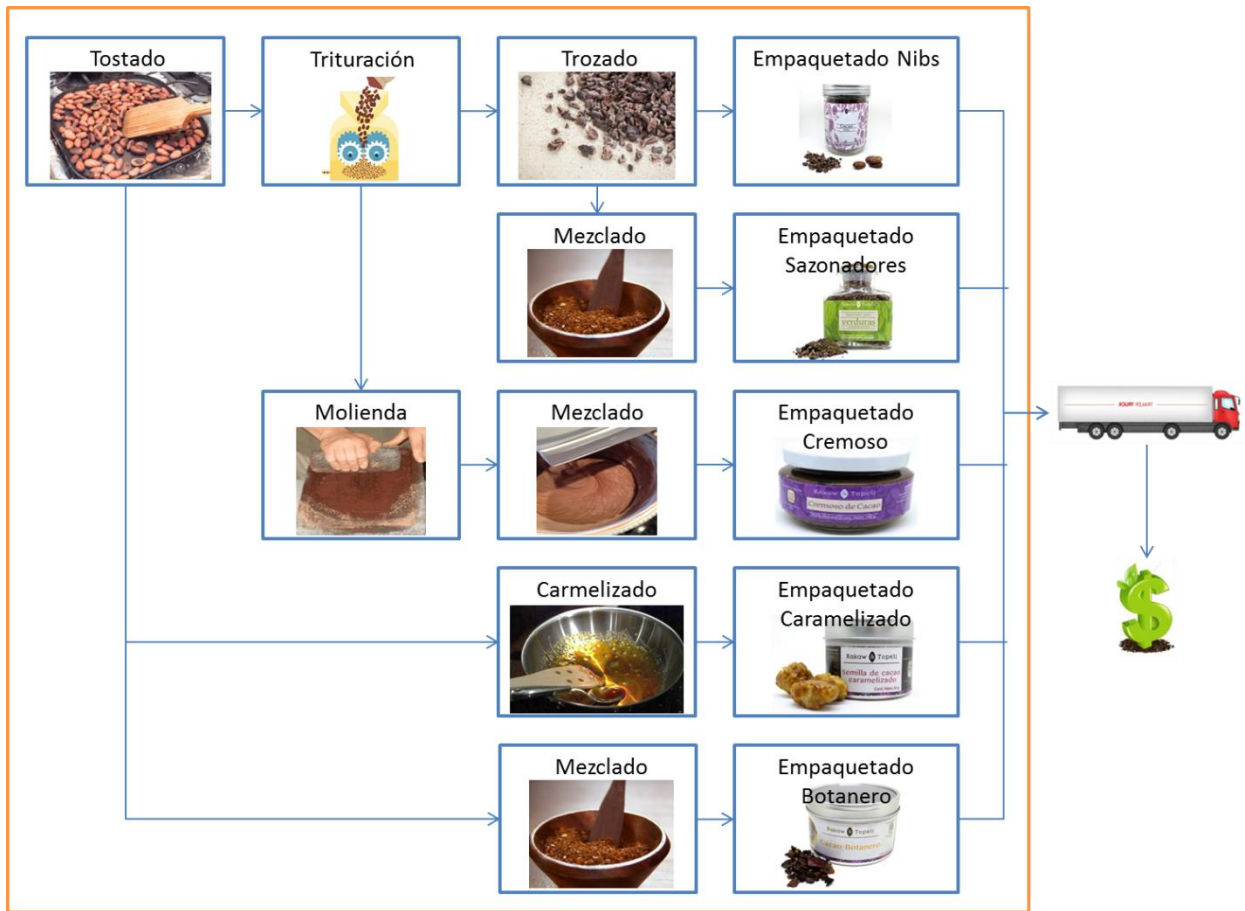


Figura 6. Procesos productivos de los productos alternativos a base de cacao utilizados por ACK. (Elaboración propia a partir de ACK, fotos ACK y Nestlé, 2015).

CAPÍTULO III

3. Metodología

3.1. Descripción de los sitios de estudio

3.1.1. La Organización

La Organización se compone de tres partes que interactúan entre sí:

- a) Centro Multidisciplinario e Innovación Tecnológica (CMIT) es un Centro de Desarrollo Tecnológico dedicado a la integración de saberes en disciplinas diversas, para lograr un agro mexicano sustentable.
- b) Frutas y Frutos Mexicanos (FFM) es una empresa privada que integra cadenas productivas de frutas y frutos mexicanos con alto contenido cultural y social, rescatando productos del trópico húmedo.
- c) Las Aldeas Chan Kaah (ACK) es una empresa que ofrece productos gourmet a partir de proyectos de responsabilidad ambiental, social e innovación.

La Organización tiene oficinas en Villahermosa y Tacotalpa en Tabasco y Pichucalco, Chiapas, sin embargo, el ICP se integra por 23 comunidades en el municipio de Tacotalpa, Tabasco y 29 comunidades en el municipio de Pichucalco, Chiapas, con un total de 171 productores, con 300.5 ha.

El equipo de trabajo se compone por un Director Operativo, dos coordinadores de campo, dieciséis técnicos de campo, un auxiliar de técnicos de campo y tres auxiliares administrativos para ambos municipios. En el Tulipán, parcela experimental de producción orgánica, hay un técnico y en la Noria, parcela de producción convencional laboran 1 responsable de Finca y 1 técnico.

Además del ICP, la empresa FFM y el CMIT tienen otros proyectos de: I) Prospección de Servicios Ambientales ofrecidos en las plantaciones de cacao y pimienta, II) Control de enfermedades en plantaciones de frutos tropicales, III) Nutrición orgánica del cacao, IV) Control de plagas y V) Documental del cacao, que forman parte del proyecto de integración de cadenas productivas de FFM, mediante el rescate de productos del trópico húmedo que, en algunos casos, se encuentran en peligro de extinción (Frutos Mexicanos, 2016).

Por otra parte, el CMIT realiza cursos de diversas áreas para la creación de la sustentabilidad en el campo, en los que se involucran tanto a técnicos como a productores, los cursos son de I) Bonos de Carbono, II) Buenas Prácticas de la Agricultura Orgánica y III) Artesanías. Así mismo, genera diversos productos derivados de los proyectos con el fin de crear valor en favor de la sustentabilidad del campo, entre estos se encuentra la I) Obra de teatro “El Cacaotero Cuentero: Las Aventuras de un Árbol

Prodigioso”, basada en la historia del cacao y dividida en tres cuentos que muestran tres épocas importantes: la prehispánica, la colonial y la actual, II) El libro para niños con el mismo título y III) Artesanías derivadas del espectáculo escénico, fabricadas por mano de obra local, utilizando frutos de cacao enfermos como materia prima (CMIT, 2014).

Por último, ACK es una empresa que busca la creación de un nuevo concepto de alimentación orgánica, ofreciendo productos naturales, saludables y originales a través del trabajo con los productores locales para impulsar el desarrollo de las comunidades y mejorar su calidad de vida, con un fuerte compromiso con el medio ambiente, concentrando sus esfuerzos en el rescate de la variedad de cacao Criollo, que se encuentra en vías de extinción (ACK, 2014).

3.1.2. Tacotalpa, Tabasco

El municipio de Tacotalpa se encuentra en la zona centro sur del estado de Tabasco, colinda al norte con los municipios de Jalpa y Macuspana, al este con el municipio de Macuspana y el estado de Chiapas, al sur con el estado de Chiapas y al oeste con el estado de Chiapas y el municipio de Teapa. Ocupa el 2.9% de la superficie del Estado.

El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias todo el año, la precipitación total es de 2000 a 4500 mm y la temperatura media anual oscila entre 22°C y 28°C. Su altitud se encuentra entre los 0 y los 1000 msnm. La topografía predominante es de lomerío con llanuras.

Los tipos de suelo dominantes en el municipio son a) Acrisol (28.46%) suelos arcillosos con baja capacidad de intercambio catiónico y escasez general de nutrientes; b) Vertisol (28.01%) suelos arcillosos, tienen alta capacidad de retención de agua y buena fertilidad natural y c) Luvisol (22.34%) suelos arcillosos, pobres en calcio, con alto contenido de Carbono Orgánico (INEGI, 2016).

3.1.3. Pichucalco, Chiapas

El municipio de Pichucalco se localiza en la parte norte del estado de Chiapas, colinda al norte con el municipio de Juárez, al este con el estado de Tabasco y los municipios de Ixtapangajoya e Ixtacomitán, al sur con los municipios de Ixtacomitán, Chapultenango, Francisco León, Ostucán y Sunuapa y al oeste con los municipios de Sunuapa, Ostucán y el estado de Tabasco. El municipio de Pichucalco abarca el 0.81% de la superficie del Estado.

El clima es cálido húmedo con lluvias todo el año, su precipitación anual oscila entre 2500 y 4500 mm y la temperatura media anual se encuentra entre 20°C y 28°C. La altitud del municipio va de los 0 a los 1300 msnm. La topografía del municipio es primordialmente sierra alta escarpada compleja. El tipo de suelo dominante en el municipio es Luvisol (68.9%), seguido por Acrisol (19.75%) (INEGI, 2016).



Figura 7. Ubicación de los sitios de estudio.

3.2. Métodos

Para elaborar la presente evaluación se utilizó la metodología propuesta en el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (López-Ridaura *et al*, 2002). El ciclo de evaluación fue realizado siguiendo los pasos que el método propone.

3.2.1. Caracterización de los sistemas de cultivo

Para la caracterización de los sistemas de producción se seleccionaron 32 plantaciones de 1 ha de cada una donde fueron establecidos los árboles de cacao en un periodo que abarca desde el 2013 hasta el 2015. Las plantaciones de la muestra se distribuyeron en ambos municipios siendo 14 del municipio de

Tacotalpa, Tabasco y 18 del municipio de Pichucalco, Chiapas, de las comunidades mencionadas en la Tabla 4.

A partir de los talleres realizados con los técnicos de la organización y con los productores, de manera independiente, de observaciones en campo y consultas bibliográficas, se identificaron los diferentes componentes biofísicos del sistema, el contexto socioambiental, las escalas espaciales, los insumos requeridos y extraídos (entradas y salidas del sistema y los subsistemas que lo componen), las características socioeconómicas de los productores y los niveles y tipos de organización. El taller con los técnicos se realizó en las oficinas de la Organización en Villahermosa, Tabasco, a este asistieron los técnicos de ambos municipios.

Tabla 4. Comunidades que forman parte de la muestra.

Tacotalpa, Tabasco	Pichucalco, Chiapas
Guayal	Camoapa 1ra Sección La Clínica
Lázaro Cárdenas	Camoapa 2da Sección
Rio Seco Miraflores	Camoapita 1ra Sección
Ejido El Limón	Camoapita 2da Sección
Ejido Libertad	El Cerro
Puxcatán	Platanar Abajo 1ra Sección
Lomas Alegres 2da Sección	Ría Ignacio Zaragoza
Oxoltán	
Zinú y Pastizal	

3.2.2. Caracterización socioeconómica

Se realizaron dos talleres con los productores de los dos municipios que componen a la organización, con el objetivo de obtener información que permitiera identificar el contexto social en el que se desarrolla la actividad productiva y las implicaciones económicas que genera, así mismo para la caracterización del ciclo y condiciones de producción.

Los talleres con los productores se llevaron a cabo en las oficinas de la organización en los municipios de Tacotalpa, Tabasco y Pichucalco, Chiapas. Durante los talleres fue necesario el apoyo de 2 técnicos de la organización en cada taller, debido a que era necesario realizar anotaciones durante el desarrollo del mismo. Los técnicos no pertenecían al municipio donde apoyaron, ya que se consideró que los productores sentirían más confianza al momento de responder la entrevista si las preguntas no eran realizadas por los técnicos que los asisten, adicional a esto, los técnicos intervinieron de manera puntual con conocimientos y experiencias obtenidas en el trabajo en el municipio donde laboran.

3.2.3. Identificación de puntos críticos

Con la información obtenida en la caracterización de los sistemas de producción de cacao Criollo, se identificaron los puntos críticos, los cuales se refieren a los aspectos que inciden, ya sea positiva o negativamente en la sustentabilidad. Estos pueden ser factores ambientales, sociales o económicos asociados a los atributos de sustentabilidad previamente descritos (Tabla 5).

Tabla 5. Puntos Críticos.

Atributo	Punto crítico
PRODUCTIVIDAD	<i>Alta calidad del injerto</i>
	<i>Baja erosión del suelo</i>
ESTABILIDAD	<i>Baja incidencia de plagas y enfermedades</i>
RESILIENCIA	<i>Alta incidencia de eventos climáticos extremos</i>
CONFIABILIDAD	<i>Alta diversificación de productos</i>
	<i>Alta dependencia a insumos externos</i>
	<i>Alta deserción</i>
EQUIDAD	<i>Alta difusión</i>
AUTOGESTIÓN	<i>Alto desarrollo tecnológico</i>
ADAPTABILIDAD	<i>Alta asistencia técnica</i>
	<i>Alta capacitación</i>

NOTA: Las *cursivas* indican los puntos críticos positivos, es decir, los que fortalecen la capacidad de los sistemas de mantenerse en el tiempo.

3.2.4. Identificación de indicadores

A partir de la identificación de los puntos críticos, se generó la lista de indicadores de sustentabilidad (Tabla 6), que influyen en el desempeño de los sistemas, estos son particulares de cada proceso, a través de ellos se pueden conocer las condiciones o tendencias ambientales, sociales y económicas de los distintos sistemas de producción (Astier & González, 2008).

3.2.5. Evaluación y monitoreo de indicadores

En un proyecto previo (CMIT, 2015) se seleccionaron 44 fincas pertenecientes a la Organización, 26 en Tacotalpa, Tabasco y 18 en Pichucalco, Chiapas. Las fincas fueron seleccionadas con base en los tipos de asociaciones agroforestales del proyecto (cacao, árboles frutales y maderables; frutales y/o maderables; solo cacao y, sin plantación alguna) considerando sus antecedentes de uso de suelo (achahual¹⁰, pastizal, maizal, forestal o cacao).

¹⁰ Áreas de vegetación secundaria compuesta principalmente por árboles, arbustos, herbáceas y gramíneas (SAGARPA, 2006).

Para el presente estudio se tomó una submuestra de 32 plantaciones de las 44 antes mencionadas, 14 en Tacotalpa y 18 en Pichucalco, lo que equivale a un 18% de los productores asociados al ICP. La selección se realizó con base en la disponibilidad por parte de los productores para participar, manteniendo la distribución de uso previo de suelo, como se muestra en la Figura 8. La muestra representa un 40% de las plantaciones del sistema de referencia y un 14% de las del sistema alternativo. En dichas plantaciones se realizó el monitoreo y evaluación de los indicadores de sustentabilidad del estudio.

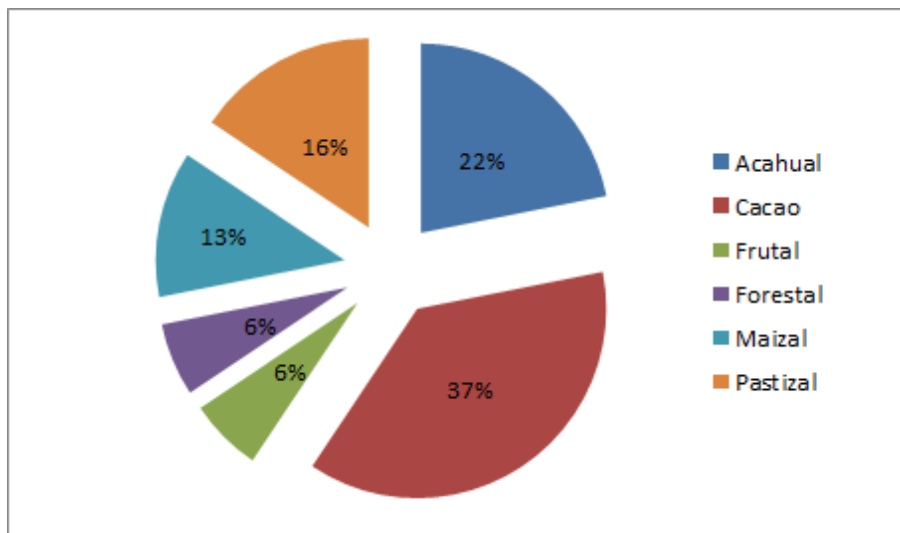


Figura 8. Uso previo de terreno de las plantaciones de la muestra.

Se emplearon diferentes métodos: consulta bibliográfica, talleres, entrevistas, mediciones en campo y análisis de laboratorio. En la Tabla 6 se presenta la lista de indicadores de sustentabilidad generados, el área a la que pertenecen, el criterio, el punto crítico y el atributo al que se encuentran asociados.

Tabla 6. Lista de puntos críticos e indicadores asociados a un atributo de sustentabilidad. Se indica el método de medición y el área a la que corresponde cada indicador.

Atributos	Puntos Críticos	Criterios	Indicadores	Método de Medición	Área de evaluación	
Productividad	Alta calidad del injerto	Productividad	Supervivencia del injerto	1, 2	A y E	
Estabilidad Resiliencia Confiabilidad	Baja Erosión del suelo	Conservación	Calidad de suelo	3	A	
			Medidas de conservación del suelo	1, 2	A	
	Baja incidencia de plagas y enfermedades	Vulnerabilidad	Resistencia a Plagas y Enfermedades	1, 2	A	
	Alta incidencia de eventos climáticos extremos		Resistencia a eventos climáticos extremos	2	A	
	Alta Diversificación de productos	Diversidad	Fuentes de ingresos (externas al proyecto)	2	E	
Equidad Autogestión Adaptabilidad	Alta dependencia a insumos externos	Fragilidad del sistema	Independencia a insumos externos	1, 2	E	
		Distribución de Recursos	Superficie del proyecto	5	E y S	
		Autosuficiencia	Mano de Obra	2	E y S	
	Alta Deserción	Organización	Capital Social	Confianza	1, 2	S
	Alta Difusión			Organización	3, 4	S
	Alto Desarrollo tecnológico	Capacidad de Cambio e Innovación		Adopción de prácticas	2	S
	Alta Asistencia técnica			Asistencia técnica	1, 2	S
Alta Capacitación	Capacitación			1, 2	S	

NOTAS:

Métodos de Medición: 1. Entrevista con técnicos, 2. Entrevista con productores, 3. Datos proporcionados por la Organización, 4. Bases de datos de elaboración propia y 5. Consulta Bibliográfica.

Áreas de evaluación: A: Ambiental, S: Social y E: Económica.

3.2.5.1. Supervivencia del Injerto

Para la evaluación de la supervivencia del injerto se realizaron entrevistas a los técnicos y a los productores, en las que se obtuvieron los datos del número de injertos establecidos en las plantaciones y el número de injertos sobrevivientes hasta el último conteo, el cual se realizó en el primer bimestre del año 2016. A partir del número de injertos establecidos en cada una de las plantaciones se obtuvo el porcentaje de supervivencia por hectárea.

3.2.5.2. Calidad de suelo

Para determinar la Calidad de suelo se realizó una evaluación en las plantaciones de la muestra, los datos fueron proporcionados por la Organización. Se tomaron datos en campo de pH y conductividad eléctrica del suelo en un periodo que abarca desde el 2012 hasta el 2013, esta evaluación sólo se ha realizado en el municipio de Tacotalpa, Tabasco. Posteriormente se tomaron muestras de suelo, las cuales fueron sometidas a análisis en laboratorio para determinar el contenido total de Carbono del mismo, para el presente estudio sólo se consideraron los datos de los primeros 15 cm de suelo, debido a que la materia orgánica se concentra mayormente en los primeros cm del mismo, el análisis se realizó en el año 2015.

3.2.5.3. Medidas de conservación del suelo

Durante las entrevistas a los productores se enlistaron las medidas de conservación del suelo que realizan en sus plantaciones, al igual que el objetivo de cada una de estas y se midió el porcentaje que representa de terreno destinado a la producción de cacao Criollo.

3.2.5.4. Resistencia a plagas y enfermedades

Para la determinación de la resistencia a plagas y enfermedades se realizó una actividad con los técnicos de la Organización, donde se desarrolló un listado de las plagas y enfermedades presentes en las plantaciones. Posteriormente se realizaron entrevistas a los productores donde se mencionaron las afectaciones relacionadas a las plagas y enfermedades en sus plantaciones. Las afectaciones fueron representadas en porcentaje.

En principio, se evaluó la incidencia de plagas y enfermedades, que fue expresada en porcentaje, en donde cero representa el valor óptimo, es decir, la mínima incidencia y 100 representa una alta incidencia. Posteriormente, con el objetivo de evitar confusiones y debido a que es un indicador que se busca minimizar, se expresó como resistencia a plagas y enfermedades, en donde la escala es inversa a la de la incidencia de plagas y enfermedades, es decir el valor óptimo es 100.

3.2.5.5. Resistencia a eventos climáticos extremos

La lista de eventos climáticos extremos se desarrolló por medio de entrevistas a los productores, donde mencionaron eventos desde el año 1982 hasta la fecha, además, se obtuvieron datos de afectación a las plantaciones desencadenadas por dichos eventos.

3.2.5.6. Fuentes de ingresos

Se elaboró una lista de las actividades económicas que realizan los productores de la organización para ambos sistemas de producción. Dicha lista se construyó a partir de las entrevistas realizadas a los productores.

3.2.5.7. Independencia a insumos externos

Los insumos químicos empleados se clasificaron en tres tipos: herbicidas, fertilizantes y pesticidas. Se determinó el porcentaje de productores que los utilizan. Con la sumatoria de lo obtenido en los tres tipos de insumos se calculó el porcentaje de dependencia, en el que a cada insumo le corresponde el 33.3% del total.

En principio, se evaluó la dependencia a insumos externos, que fue expresada en porcentaje, en donde cero representa el valor óptimo, es decir, la mínima dependencia y 100 representa una alta dependencia. Posteriormente, con el objetivo de evitar confusiones y debido a que es un indicador que se busca minimizar, se expresó como independencia a insumos químicos, en donde la escala es inversa a la de la dependencia a insumos externos, es decir el valor óptimo es 100.

3.2.5.8. Superficie del proyecto

La superficie del proyecto se obtuvo a partir de una comparación de la superficie de producción de cacao en las comunidades donde se desarrolla el proyecto en ambos municipios, con la superficie involucrada en el ICP de FFM. La información se generó a partir de bases de datos. Este indicador fue meramente descriptivo y no fue considerado en el diagrama final de integración de resultados.

3.2.5.9. Mano de Obra

A partir de la información obtenida en los talleres con técnicos y productores y durante las entrevistas a los productores de la Organización se realizó una descripción del tipo de mano de obra empleada para la producción de cacao Criollo. Actualmente se realizan las actividades relacionadas con el establecimiento y el mantenimiento de las plantaciones.

3.2.5.10. Capital Social

El capital social se evaluó a través de entrevistas a los técnicos de la organización y a los productores, solicitud de información al Director Operativo de FFM y la revisión de bases de datos proporcionadas por la Organización. En la medición se involucraron parámetros que estaban considerados como indicadores, estos fueron estimados y posteriormente integrados al capital social. Se consideraron cinco parámetros: Confianza, Organización, Adopción de prácticas, Asistencia técnica y Capacitación. Estos se describen a continuación con base en las propuestas de Masera *et al* (2000).

a) Confianza

Es un proceso influenciado por factores como el compromiso y las expectativas, que tiene como resultado la obtención de un beneficio a través de la cooperación y que actúa como engrane en las relaciones entre los individuos con objetivos comunes (Galicia-Gallardo, 2015). En el presente trabajo se consideró la confianza de algunos miembros de la Organización hacia compañeros, técnicos y autoridades, así mismo se consideró la confianza de los productores hacia la Organización.

b) Organización

Se refiere a las redes sociales que tienen un objetivo común, se puede estimar a través de las redes y proyectos existentes, su permanencia (deserción y número de productores interesados en los proyectos), capacidad de cambio; así como la existencia de reglas definidas para la toma de decisiones colectivas (% de productores involucrados en la toma de decisiones). La deserción y número de productores interesados en el proyecto se obtuvieron a partir de bases de datos e información proporcionadas por la Organización. El porcentaje de productores involucrado en la toma de decisiones se obtuvo a partir de entrevistas a los productores donde se cuantificó la asistencia a juntas, talleres y capacitaciones coordinadas por la Organización donde se hayan tratado temas referentes a los mecanismos de organización del proyecto. También se tomaron en cuenta los comentarios de los productores respecto a la modificación de prácticas de fertilización propuestas por los productores, en cuanto al cambio de insumos que estén acorde con la etapa de desarrollo de las plantas, así como las solicitudes referentes a talleres y capacitaciones técnicas relacionadas con la producción en campo y en vivero.

c) Adopción de prácticas

La adopción de prácticas hace referencia a la realización de las prácticas propuestas por la Organización, que abarcan las labores culturales de la producción de cacao, como son el establecimiento y regulación de sombra de las plantaciones, el manejo de plagas y malas hierbas, la fertilización, la poda de formación, fitosanitaria, de mantenimiento y de rehabilitación, el tutorio del injerto y la limpieza de la plantación. En este indicador también se considera la opinión de los productores sobre dichas prácticas.

d) Asistencia técnica

La asistencia técnica se evaluó a través de entrevistas a los productores y a los técnicos, en las que se contabilizó el número de visitas realizadas por los técnicos a las plantaciones y la satisfacción de los productores respecto a las mismas.

e) Capacitación

Se refiere a los mecanismos relacionados con la capacitación que reciben los productores u otros mecanismos que fortalezcan los procesos de aprendizaje, que incrementen las posibilidades de innovación y adaptación a cambios (Masera *et al*, 2000).

Para la evaluación de los parámetros con base en la información obtenida en las entrevistas y la información proporcionada por la Organización (incluyendo las bases de datos), a cada uno se le asignó un valor dentro de una escala de 0 a 2, como sugiere Galicia-Gallardo (2015). Posteriormente se realizó una sumatoria de las puntuaciones de estos parámetros para integrar el capital social, que se clasificó como se indica en la Tabla 7. Para la integración de resultados los valores obtenidos fueron expresados en porcentaje.

Tabla 7. Clasificación del nivel de capital social.

Escala	Categoría
0 – 1.9	Muy bajo
2 – 3.9	Bajo
4 – 5.9	Medio
6 – 7.9	Alto
8 – 10	Muy alto

(Fuente Galicia-Gallardo, 2015)

3.3. Análisis estadístico

Los datos de materia orgánica se sometieron a pruebas estadísticas de normalidad. Para los datos que no se ajustaron a esta distribución se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas.

3.4. Integración de resultados

Una vez que todos los indicadores fueron monitoreados, los resultados fueron estandarizados, determinando como 100% el valor óptimo para cada indicador. Posteriormente se integraron en un diagrama AMIBA, utilizado frecuentemente en las evaluaciones de sustentabilidad, con el objetivo de realizar un análisis comparativo entre los sistemas.

CAPÍTULO IV

4. Resultados

4.1. Caracterización de los sistemas productivos

En Tacotalpa, Tabasco, las principales actividades productivas son la agricultura y la ganadería, destinada a la producción de granos básicos, plátano y caña de azúcar, por un lado y a la ganadería extensiva por otro, así como artesanías. En Pichucalco, Chiapas, las principales actividades productivas son la ganadería y la agricultura.

Respecto a las plantaciones de cacao Criollo, la limpieza se realiza, en su mayoría, de forma manual con ayuda del machete. Algunos productores aplican herbicidas, de las marcas velqueat y anaquat, cuyo componente activo es Paraquat (ion de 1,1 dimetil 4,4 dipiridilo en forma de cloruro de paraquat). La fertilización se realiza con compuestos edáficos y foliares, las aplicaciones se realizan de acuerdo al calendario de fertilización propuesto por la Organización (Tabla 8).

Tabla 8. Calendario de fertilización.

Tipo	Nombre	Principio activo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Edáfico	Triple 17	N, P, K		✓								✓		
	Mezcla Física	N, P, K		✓								✓		
Foliar	Floren	N, P, K			✓			✓			✓			✓
	Bayfolan	N, P, K	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
	Boicrop	N, P, K				✓	✓			✓			✓	
	Organozymba	Sin dato		✓				✓				✓		✓
	Quel – Fe	CaNa2EDTA	✓			✓			✓			✓		
	Flower Fruit	ZnO+H ₃ BO ₃	✓					✓	✓		✓	✓	✓	

La producción se venderá a FFM a través de un contrato en el que el productor cede el usufructo de sus tierras (producción de cacao y pimienta) a la empresa. La empresa les comprará el cacao a un sobreprecio por kilo de cacao seco, el cual posteriormente será sometido a procesos industriales para la producción de chocolate y/o los productos alternativos antes mencionados. Además, los productores recibirán un porcentaje de las utilidades de la venta del producto final.

Las 300.5 ha con las que contará el ICP en las comunidades, actualmente se encuentran en etapa de establecimiento, razón por la cual aún no se cuenta con producción, a excepción de la parcela experimental Tulipán, cuyo cacao seco se vende en mercados internacionales, y la parcela demostrativa La Noria, que actualmente se encuentra en evaluación para venta en dichos mercados. En los próximos

dos años se prevé la transición a producción orgánica, una vez que todas las plantaciones se encuentren establecidas.

Para la evaluación, los sistemas se dividieron en dos, a partir del antecedente de uso de suelo de los mismos, descritos a continuación:

- Sombra madura (Sistema de Referencia): incluye los terrenos que tenían el propósito de producción de árboles maderables o frutales, de los cuales se destacan los cacaotales (Figura 9).
- Sombra joven (Sistema Alternativo): abarca los terrenos que anteriormente estaban destinados a la producción de maíz, pastizal para la producción ganadera y, en su mayoría, acahuales (Figura 10), estos últimos fueron podados por completo para el establecimiento de las plantaciones de cacao Criollo.

Tabla 9. Uso previo del cacaotal.

Sistema de Referencia	Sistema Alternativo
Árboles maderables	Maizales
Árboles frutales	Pastizales
	Acahuales

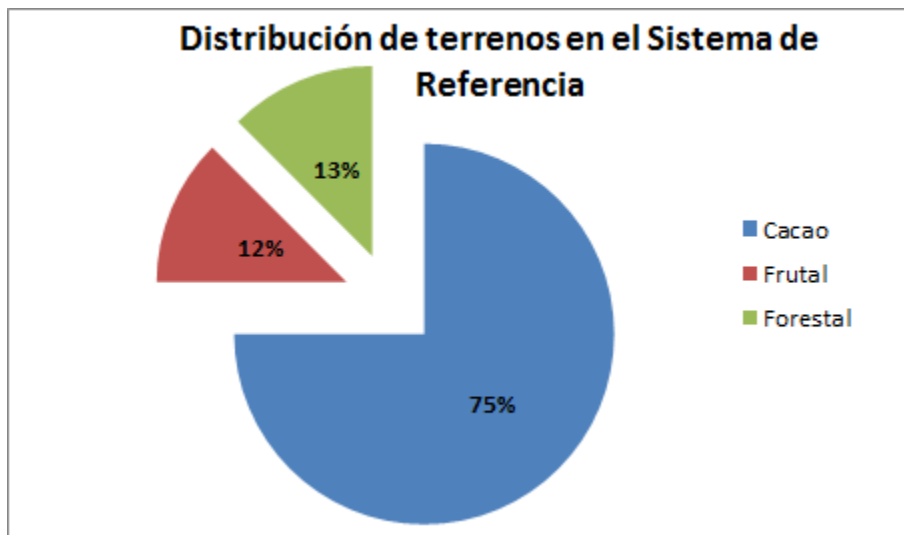


Figura 9. Distribución de terrenos por uso previo en el Sistema de Referencia.

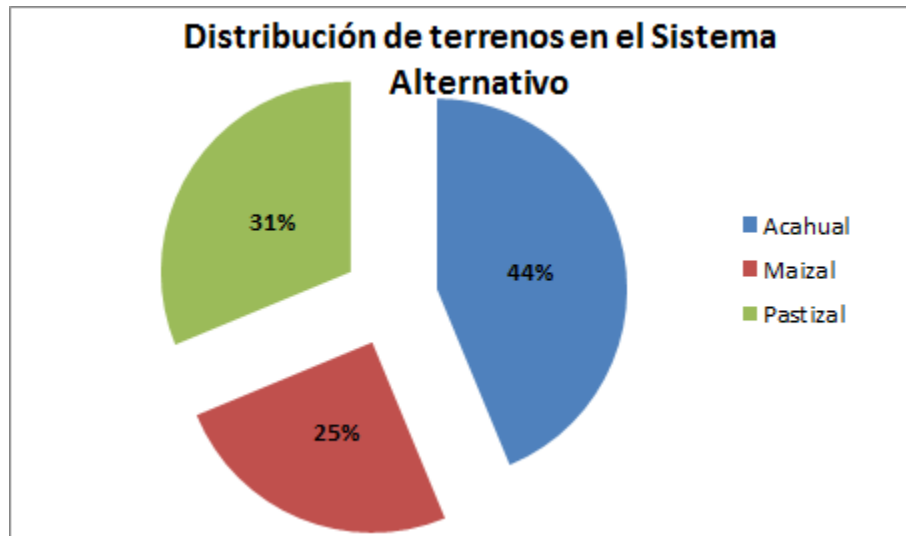


Figura 10. Distribución de terrenos por uso previo en el Sistema Alternativo

A partir de la información obtenida en las entrevistas se elaboraron las Figura 11 y Figura 12, en las que se representan los sistemas de producción evaluados que se componen de dos escalas que interactúan entre sí:

- **Unidad de Producción:** conformado por tres subsistemas, el agroforestal, el de producción animal y el familiar. En el subsistema agroforestal se producen granos básicos y árboles tanto forestales como frutales, además del plátano y la pimienta que sirven como sombra para el cacao Criollo. En el subsistema de producción animal se encuentran bovinos, ovinos, porcinos y aves de corral. El subsistema familiar provee la mano de obra necesaria para la producción en los otros subsistemas y obtiene productos para autoconsumo y venta en el mercado local. Así mismo obtiene un pago por los jornales realizados en las plantaciones de cacao Criollo y por la venta de los productos.
- **La Organización:** brinda al productor el paquete tecnológico que incluye los injertos de cacao Criollo y los agroquímicos necesarios para la producción del mismo, producirá la composta a partir de los residuos de cacao Criollo en las prácticas post-cosecha y realizará la comercialización del cacao Criollo y la pimienta gorda. Actualmente brinda asesoría técnica a los productores.

La diferencia entre los sistemas radica en que en el Sistema de Referencia la sombra del cacao Criollo, además del plátano y la pimienta, está compuesta por árboles maderables y frutales, entre los que destacan los árboles de cacao Forastero, este posteriormente se vende en el mercado local como cacao en baba o seco. Y en el sistema alternativo la sombra está compuesta por plátano y pimienta establecida al mismo tiempo que el cacao Criollo.

Sistema de Referencia: Sombra Madura

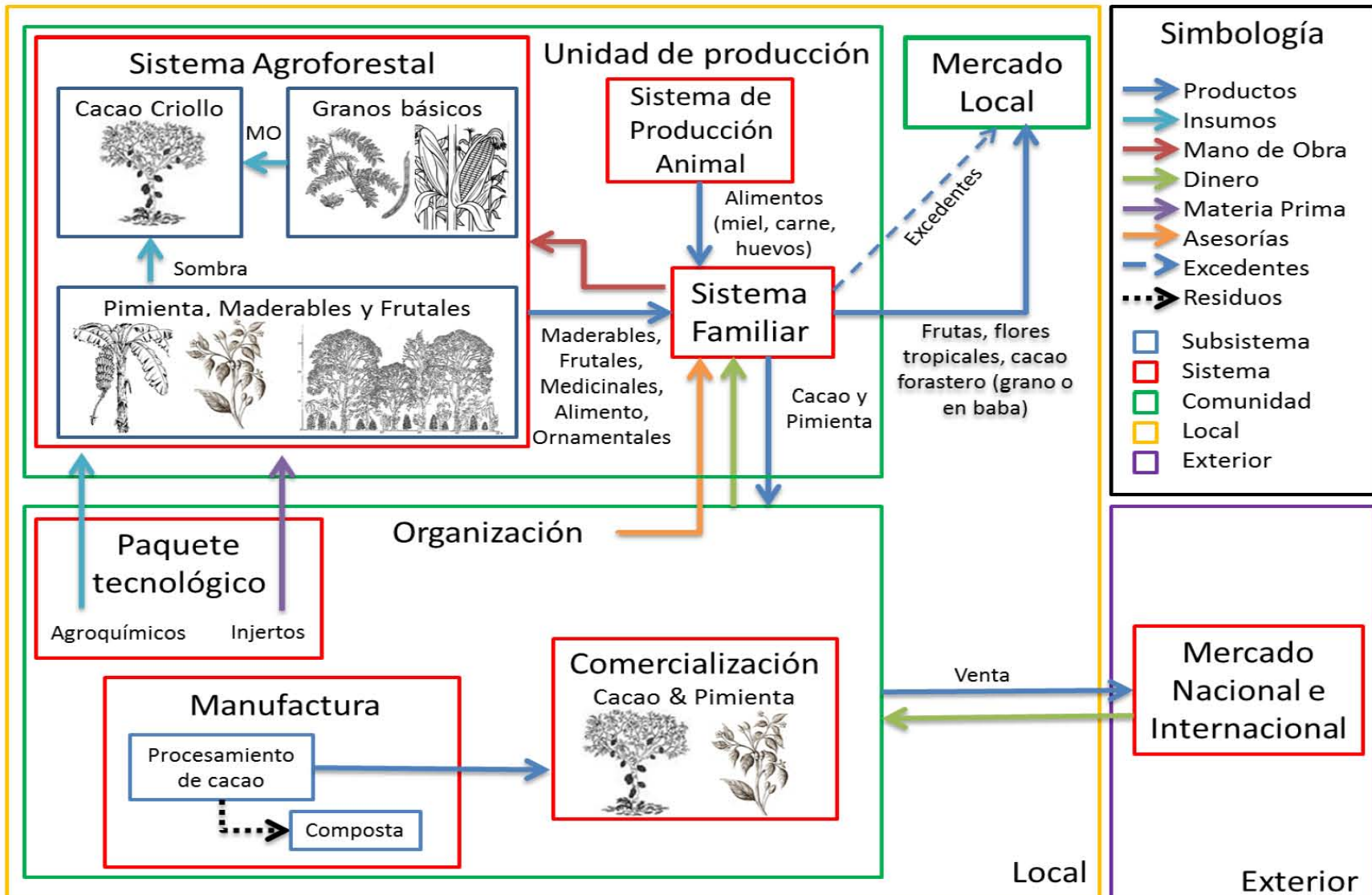


Figura 11. Esquema del Sistema de Referencia.

Sistema Alternativo: Sombra Joven

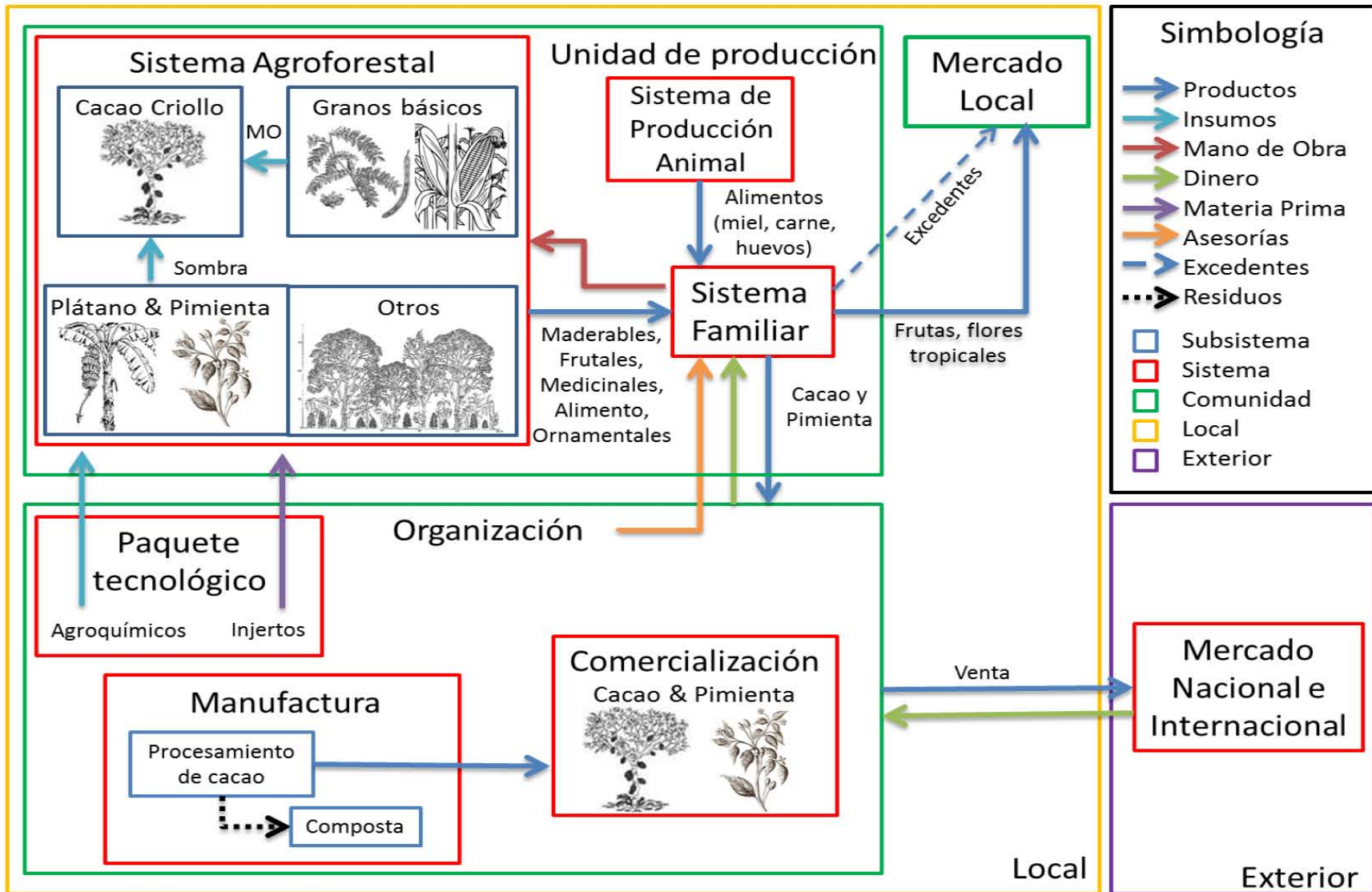


Figura 12. Esquema del Sistema Alternativo.

4.2. Monitoreo de indicadores

4.2.1. Supervivencia del Injerto

En la mayoría de las plantaciones se realizó el establecimiento de la planta patrón en el año 2013; en el 15% de las parcelas, las plantas patrón fueron establecidas en 2014 y 2015. La injertación en campo se realizó un año después del establecimiento del patrón en las plantaciones en las que se estableció el patrón en 2013 y 2014. A comienzos del 2016, se realizó el establecimiento de los injertos de vivero en las plantaciones, en el primer trimestre del mismo año se comenzó la construcción de micro viveros en las plantaciones.

En el primer bimestre del 2016, se realizó un conteo de los patrones e injertos sobrevivientes en todas las plantaciones, con el fin de visualizar el desempeño de los injertos de cacao Criollo, así como conocer el número de injertos faltantes para alcanzar el objetivo de 1100 plantas por hectárea. A partir de los datos del conteo se logró conocer el porcentaje de supervivencia del injerto, el cual es de 50% para el sistema de referencia, lo cual se puede explicar por calidad de las plantas al momento de la entrega que según la percepción de los productores fue baja y de 81% para el sistema alternativo, el que corresponde con el porcentaje de supervivencia de injertos establecido en el paquete tecnológico (80%).

La supervivencia del injerto está relacionada principalmente con la calidad del injerto, la cual, según los informantes, no fue lo suficientemente buena en los primeros años del proyecto. Esto también se relaciona con la fecha de establecimiento de los mismos, que en algunas plantaciones se realizó durante la época de Canícula, lo que representa una complicación en el desarrollo de las plantas. Otra situación encontrada es la dificultad que representa la injertación en campo, la cual limita su supervivencia en comparación con el injerto en vivero bajo condiciones controladas.

4.2.2. Calidad de Suelo

La materia orgánica (MO) del suelo está compuesta por los restos vegetales o animales que se encuentran en descomposición en el suelo. El contenido de ésta en el suelo influye en sus condiciones químicas, físicas y biológicas, estabiliza la estructura, incrementa la permeabilidad, aumenta la capacidad de retención del agua, facilitando el establecimiento y desarrollo de las plantas. El cacao requiere suelos ricos en materia orgánica con un contenido mayor al 2% (Salvador *et al*, 2012) y el valor óptimo para suelos agrícolas considerado en este estudio es de 3.5% (Gutiérrez *et al*, 2011; Altieri, 2002).

El contenido de MO en el suelo varía en cada tipo de terreno como se puede observar en la Figura 13. En el sistema de referencia el contenido de MO se encuentra por debajo del rango óptimo de referencia para este estudio, adicionalmente, las plantaciones con uso previo de suelo forestal presentan niveles más altos que las plantaciones con antecedente de terreno frutal. Ambos tipos de terreno presentan un comportamiento similar siendo más estables que los del sistema alternativo debido a que los datos tienen una menor dispersión.

En el sistema alternativo se encuentran los terrenos con mayor porcentaje de MO que corresponden a los que tienen antecedente de terreno de acahual, sin embargo, el promedio de las plantaciones con este antecedente de terreno se encuentra por debajo del valor mínimo de referencia, además, este es el tipo de terreno que presenta la mayor dispersión entre sus datos. Los pastizales presentan una gran variación en los valores de MO (desde 0.1% hasta 3.4%), adicionalmente, el promedio de las plantaciones se encuentra dentro del rango óptimo de referencia. El promedio de las plantaciones con antecedente de terreno de maizal presentan contenidos de MO por debajo del nivel mínimo de referencia. Ambos sistemas presentaron contenidos de MO por debajo del valor mínimo de referencia (Tabla 10).

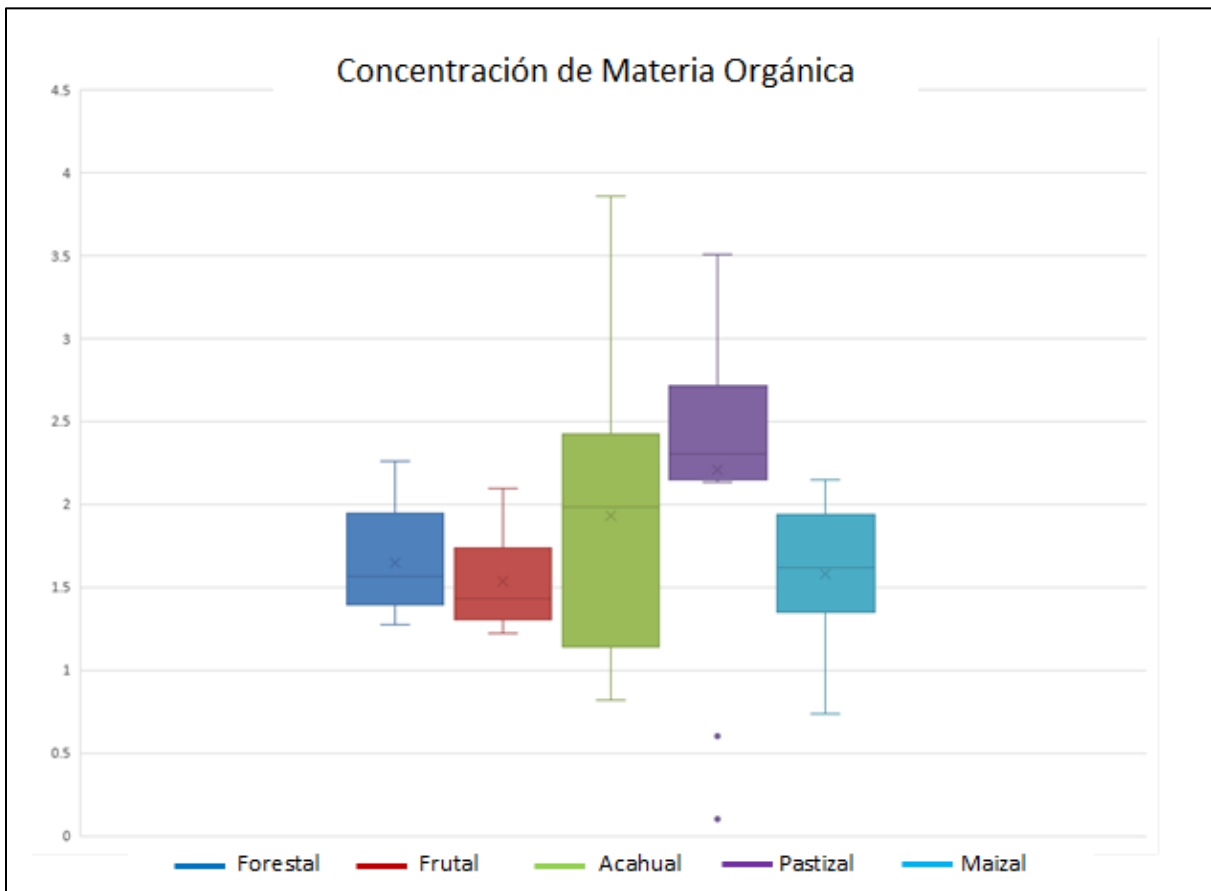


Figura 13. Concentración de materia orgánica en los sistemas.

El pH del suelo contribuye a regular la descomposición de la materia orgánica y tiene relación con la disponibilidad de nutrientes. La asimilación de nutrientes se realiza en el rango de pH de 4.5 y 6.5 (Figura 14). El pH óptimo para el cacao es de 5.5 a 6.5, aunque se adapta a rangos desde 4.5 a 8.5 (Salvador *et al*, 2012). Ambos sistemas se encuentran dentro del rango de referencia, pero por encima del valor óptimo (5.5 a 6.5), tendiendo ligeramente hacia valores más alcalinos (Tabla 10).

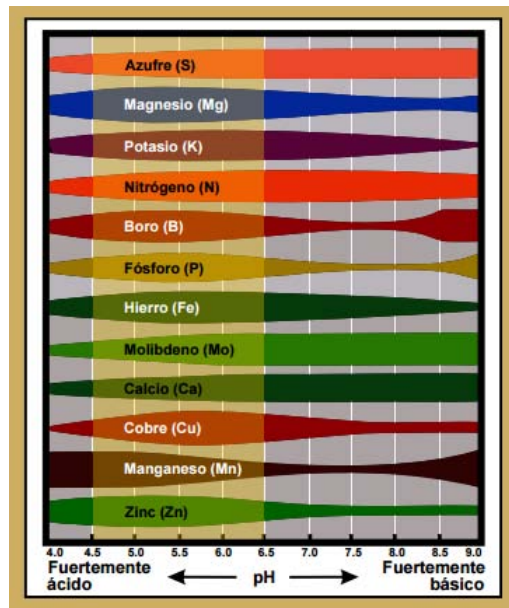


Figura 14. Absorción de nutrientes y su relación con el pH. (Fuente: Salvador *et al*, 2012).

La conductividad eléctrica (CE) es la aptitud de un material para transmitir la corriente eléctrica, sirve para medir la concentración total de sales en una solución, aunque no indica qué sales están presentes (GAT, 2016). A mayor CE hay mayor salinidad presente. La salinidad afecta el crecimiento de las plantas generando una disminución en el rendimiento de las mismas (Rebolledo, 2013). Ambos sistemas se encuentran dentro del rango de valores de la CE (Tabla 10).

Tabla 10. Valores de materia orgánica, pH y conductividad eléctrica en suelo de sistemas de producción de cacao.

Sistema	MO (%)	pH	CE
Referencia	1.58 ± 0.31	7.54	0.4
Alternativo	1.94 ± 0.83	7.38	0.22
Valores óptimos de referencia*	2 - 3.5 ¹	4.5 - 8.5 ²	0.2 - 0.4 ³

NOTA. MO: Materia orgánica, CE: Conductividad eléctrica de la solución del suelo. * Los valores óptimos de referencia establecen el rango compuesto por el valor mínimo de referencia y el valor óptimo para este estudio. (Elaboración propia a partir de datos de FFM, 2015).

1. Salvador *et al*, 2012; Gutiérrez *et al*, 2011; Altieri, 2002.
2. Santibáñez, 2010; Salvador *et al*, 2012.
3. Salvador *et al*, 2012; InfoAgro, 2016.

4.2.3. Medidas de conservación del suelo

De acuerdo a la información obtenida en los talleres y entrevistas realizadas a técnicos y productores de la Organización, las medidas de conservación del suelo incluidas en las prácticas agroecológicas, son más comunes en el sistema alternativo, debido al uso previo de los terrenos. En el sistema de referencia, también se realizan algunas, no obstante, la inclinación y morfología de los terrenos sugiere la implementación de un número mayor de medidas de conservación de suelo. Adicional a esto, en el Sistema Alternativo se realizan prácticas de regulación hídrica y drenaje en las plantaciones.

En la Tabla 11 se presentan los porcentajes de productores que realizan las medidas de conservación del suelo identificadas para cada sistema. Cabe destacar que algunos realizan varias medidas en sus plantaciones, el valor máximo de medidas registradas fue de cuatro en una plantación del Sistema Alternativo.

Tabla 11. Porcentaje de productores que realizan medidas de conservación de suelo.

Medida	Referencia (%)	Alternativo (%)
Terrazas	0	6.25
Barreras vivas	0	12.5
Media Luna	0	6.25
Leguminosas	0	12.5
Reincorporación de estructuras no aprovechadas	12.5	6.25
Acumulación de materia orgánica	0	6.25
Policultivo	12.5	50

Las terrazas son terraplenes¹¹ formados entre bordos de tierra contruidos en sentido perpendicular a la pendiente del terreno, se realizan con los objetivos de I) interceptar el escurrimiento superficial, II) incrementar la infiltración del agua en el suelo, III) reducir la erosión hídrica, la producción de sedimentos y el arrastre hacia las partes bajas, IV) mejorar y acondicionar la superficie del terreno para fines agropecuarios y forestales, y V) prevenir y controlar la formación de cárcavas¹² (SAGARPA, s/a). En las plantaciones de cacao Criollo se utilizan principalmente en potreros¹³.

Las barreras vivas son hileras de plantas perennes y de crecimiento denso dispuestas horizontalmente, son sembradas a través de la pendiente, generalmente siguiendo las curvas de nivel del terreno, su fin es controlar los niveles de erosión de los suelos, ya que actúan como reductoras de velocidad del agua de la

¹¹ La tierra que se emplea para construir una estructura defensiva.

¹² Zanjas producidas por la erosión del suelo, generalmente siguen la pendiente del terreno y constituye un cauce donde se concentra y corre el agua de lluvia (SAGARPA, s/a).

¹³ Anteriormente, pastizales dedicados a la ganadería.

escorrentía. También sirven como filtros vivos que retienen los sedimentos del suelo y los residuos vegetales transportados por el agua (FAO, 2011). Se utilizan principalmente en las parcelas con mayor inclinación.

La media luna es un surco perpendicular a la pendiente con la que se pretende evitar que el fertilizante se escurra debido a la inclinación del suelo de las plantaciones. Las leguminosas asociadas al cultivo de cacao son el cocohíte, también llamado madre (*Gliricida sepium*) y el frijol chícharo (*Cajanus cajan*). Para la reincorporación de estructuras no aprovechadas se emplean hojas de plátano en el sistema alternativo y cáscara de cacao Forastero en el sistema de referencia. La acumulación de materia orgánica se da principalmente por el acolchado de plátano.

El policultivo se compone por las distintas especies que se utilizan para dar sombra al cacao en la etapa de desarrollo, entre las cuales se encuentran el cocohíte, el plátano y la pimienta; en el sistema de referencia. Adicionalmente se tienen árboles forestales y frutales como el limón y el cacao Forastero.

4.2.4. Resistencia a plagas y enfermedades

Durante las entrevistas se reportaron las plagas y enfermedades que inciden en las plantaciones de cacao Criollo de la Organización, al igual que el porcentaje de daño que estas representan a las plantas. Esto agrupa las pérdidas asociadas tanto a plagas como a enfermedades. Los valores fueron de 9% en el sistema de referencia y de 11% en el alternativo (Tabla 12). Particularmente, en el sistema de referencia la Moniliasis provocó un descenso en la productividad del cacao Forastero de 300 kg/ha a 100 kg/ha.

Tabla 12. Incidencia de plagas y enfermedades y porcentaje de afectación.

		Referencia	Alternativo
Plaga	Ardilla (<i>Sciurus vulgaris</i>)	✓	✓
	Tuza (<i>Geomyidae</i>)	✓	✓
	Venado (<i>Odocoileus</i>)	✓	✗
	Barrenador de tallo (<i>Cerambycidae sp.</i>)	✓	✓
	Barrenador de fruto (<i>N. ellegantalis</i>)	✓	✓
	Chinche (<i>Sahlbergella singularis</i>)	✗	✓
	Gusanos medidores o defoliadores (Orden Lepidóptera)	✓	✓
	Ácaros (<i>Eriophyses reyesi</i> y <i>Floracarus theobromae</i>)	✓	✓
	Hormiga arriera (<i>Atta sp.</i>)	✓	✓
	Pulgón pardo (<i>Toxoptera aurantii</i>)	✓	✓
	Enfermedad	Moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>)	✓
Mancha Negra (<i>Phytophthora palmivora</i> y <i>capcisi</i>)		✓	✗
% DE AFECTACIÓN		9%	11%

NOTA: ✓ Presencia ✗ Ausencia.

Adicional a las plagas de insectos que afectan generalmente al cacao, se reportaron plagas de animales que perjudican directamente a las plantaciones de los productores, estas son ardillas, tuzas y en una plantación del sistema de referencia, venado. Estos provocan daños en los frutos y limitan el rendimiento de los cacaotales. Las enfermedades mencionadas en las entrevistas constituyen una afectación potencial para las plantaciones de cacao Criollo, ya que actualmente no se encuentran presentes en las mismas.

4.2.5. Resistencia a eventos climáticos extremos

A partir de las entrevistas realizadas a los productores se elaboró un listado de los eventos climáticos extremos que ocurrieron en la zona de estudio desde 1982 hasta la fecha (Tabla 13). Así mismo se estimó el promedio del porcentaje de pérdidas de producción asociadas a los mismos, siendo de 29% para el sistema de referencia y de 22% para el sistema alternativo (Figura 15).

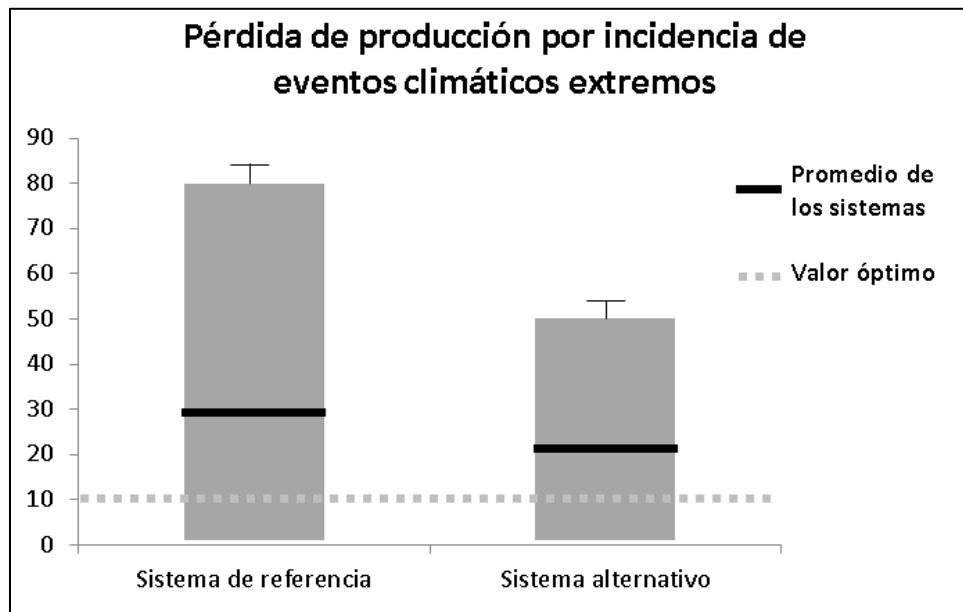


Figura 15. Pérdida de producción por incidencia de eventos climáticos extremos.

El volcán Chichonal se localiza en la región montañosa en el noroeste del Estado de Chiapas, se encuentra en la clasificación de volcanes estratificados, los cuales son considerados como los de actividad más letal, ya que no arrojan lava, sino principalmente cenizas y gases. En el año 1982 se registró actividad sísmica seguida de una erupción de cenizas, rocas y gases, que tuvo lugar desde el 28 de marzo hasta el 3 de abril, seguida de dos estallidos violentos, lo que hizo necesario el desalojo de miles de habitantes de la región. Un productor del municipio de Pichucalco expresó que la erupción del volcán trajo consecuencias directas a la producción de cacao Forastero en la región, debido a que mucha gente abandonó la zona para nunca regresar.

Los frentes calientes, comúnmente llamados vientos del sur o “sures”, se producen cuando una masa de aire caliente avanza hacia latitudes mayores, colocándose sobre el aire frío. Si la humedad es suficiente, se forman nubes estratiformes que pueden provocar precipitaciones continuas. Se presentan de forma esporádica y localizada, la última vez que sucedió el evento fue en febrero y marzo del 2015, lo que provocó la pérdida de parcelas completas de maíz y del 20% de las plantas de cacao debido a que las hojas de las plantas se secaron.

Las precipitaciones en forma de granizo provocan quemaduras en las plantas, pueden derribar las plantas, especialmente los injertos jóvenes y permiten el desarrollo del gusano defoliador. Las inundaciones o encharcamientos provocan daño a los injertos impidiendo su desarrollo, lo que propicia el desarrollo de plagas. Los deslaves causan la pérdida de plantas, así como erosión, lo que puede provocar pérdida de fertilidad de suelo. Las lluvias prolongadas e intensas pueden provocar severos daños en los injertos de cacao Criollo, aumentando la mortalidad.

La sequía más comentada por los productores de la Organización se presentó en el año 1998, la cual tuvo una duración de nueve meses. Actualmente, la temporada de secas dura aproximadamente 4 meses, de marzo a junio, esta temporada representa una pérdida de hasta el 50% de producción, si no se tiene un mecanismo de riego instalado.

Los frentes fríos en la región se presentan en los meses de noviembre a marzo. Un frente frío se produce cuando una masa de aire frío avanza hacia latitudes menores y su borde delantero se introduce entre el suelo y el aire caliente, a su paso, se forman nubes que pueden provocar chubascos¹⁴ si la temperatura es muy baja, durante su desplazamiento provoca descensos rápidos en la temperatura de la región (Tu Tiempo, 2016). Las afectaciones principales derivadas de los frentes fríos son detener el desarrollo del cacao, provocar quemaduras en las plantas y dificultar la labor del secado del fruto, lo que induce a una pérdida de hasta 30% de producción. Además, no permiten el crecimiento de la pastura, lo que afecta la producción animal, limitan las labores relacionadas a las actividades productivas como la fumigación de las plantaciones y provocan enfermedades respiratorias en la población.

El periodo canicular tiene como principales características la disminución de la precipitación en las zonas centro y noroeste de México, junto con el aumento de la temperatura, calentamiento excesivo del aire y cielos despejados. Su duración oscila entre cuatro y siete semanas, dependiendo del lugar, los productores aseguraron que la canícula comienza a finales de julio, terminando en septiembre. Existen

¹⁴ Lluvia impetuosa y repentina acompañada de fuerte viento, que dura poco tiempo.

muchas creencias populares asociadas a la canícula, la principal referente a la producción agrícola es que no es conveniente sembrar hasta pasado el fin del periodo, ya que no permite el desarrollo de las plantas (Comunicación personal de los productores).

Tabla 13. Calendario de eventos climáticos extremos.

Evento Climático	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Erupción Volcán	1982			✓	✓								
Vientos del sur	2015		✓	✓									
Granizo	2015					✓	✓	✓	✓	✓			
Inundaciones	2015									✓	✓	✓	✓
Deslave	2015												
Lluvia prolongada	2016		✓										
Sequía	c/año			✓	✓	✓	✓						
Frentes fríos	c/año	✓	✓	✓								✓	✓
Canícula	c/año						✓	✓	✓	✓			

4.2.6. Fuentes de ingresos

Los productores argumentaron que actualmente no se dedican exclusivamente al ICP, debido a que cuentan con otras actividades productivas, mercantiles o inmobiliarias (Tabla 14).

Tabla 14. Diversidad de fuentes de ingresos en los dos sistemas evaluados (% productores).

Actividad	Referencia (%)	Alternativo (%)
Asalariado	12.5	12.5
Jornalero	6.25	6.25
Propiedades	0	6.25
Negocio propio	12.5	6.25
Producción animal	56.25	50
Cacao Forastero	12.5	12.5
Palma de aceite	6.25	6.25
Frutales	68.75	43.75
Granos básicos	56.25	62.5
Madera	0	12.5
Flores tropicales	s/d	s/d

La producción animal incluye a la ganadería bovina y productos derivados, aves de corral y, en un caso en el sistema de referencia, ovinos. El cacao Forastero se vende en baba o seco. Dos productores, uno de cada sistema, producen limón para venta local y nacional. Los granos básicos que venden son principalmente excedentes de producción de lo destinado al autoconsumo. La venta de madera es de cedro, principalmente. Algunos productores de la Organización también producen flores tropicales para

venta local, no se obtuvieron datos de porcentaje de productores debido a que ninguno de los productores en la muestra realiza la actividad.

4.2.7. Independencia a insumos externos

Los productores de la Organización utilizan una variedad de insumos químicos agrícolas, divididos en fertilizantes (edáficos y foliares), herbicidas y pesticidas. En la Tabla 15 se enlistan los insumos químicos indicados por los productores en las entrevistas, mencionando el nivel de toxicidad de los mismos.

Tabla 15. Insumos externos utilizados en las plantaciones.

	Nombre comercial	Composición mineral / Compuesto activo	Tipo	Toxicidad ¹
Fertilizantes	Triple 17	N, P, K	Edáfico	Ligeramente tóxico
	Mezcla física	N, P, K	Edáfico	Ligeramente tóxico
	Urea	N	Edáfico	Ligeramente tóxico
	Biocrop	N, P, K	Foliar	Moderadamente Tóxico
	Bayfolan	N, P, K	Foliar	Ligeramente tóxico
	Floren	N, P, K	Foliar	Sin dato
	Raizal 400	N, P, K	Foliar	Ligeramente tóxico
	PK 13-14	P, K	Foliar	Ligeramente tóxico
Pesticidas	Cipermetrina	40-50 cis: mezcla de isómeros cis y trans de alfa-ciano-3-fenoxibencil-2,2- dimetil-3-(2,2diclorovinil) ciclopropano carboxilato (IUPAC)	Insecticida de Contacto e ingestión	Moderadamente tóxico
	Diazinon	Diazinon: 0:0-Dietil O-(2-isopropil-4metil-6-pirimidinil) fosforotioato	Insecticida de Contacto e ingestión	Altamente tóxico
	Foley rey	Clorpirifos: 0,0-dimetil 0(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato y Premetrina: 3-fenixobenzil (1RS)-cis, trans-3-(2,2 diclorovinil)-2,2 dimetil ciclopropano – carboxilato	Insecticida de Contacto, ingestión e inhalación	Moderadamente Tóxico
	Engeo	thiametoxam y lambda – chialotrina	Insecticida de Contacto	Moderadamente Tóxico
	Captan	N –triclorometi 1 –tio-tetrahi drftalimida	Fungicida de Contacto	Moderadamente Tóxico
Herbicidas	Velqueat o Anaquat	Paraquat: sal dicloruro de paraquat	Contacto	Moderadamente Tóxico

1. Nivel de toxicidad obtenido de las fichas técnicas de cada uno de los agroquímicos.

La mayoría de los productores, de ambos sistemas, evitan el uso de herbicidas realizando chapeo manual¹⁵. Debido a que el proyecto se encuentra en etapa de establecimiento y crecimiento de las plantas de cacao, los productores aplican fertilizantes químicos con el fin de favorecer el crecimiento de

¹⁵ Remoción parcial de la vegetación herbácea y arbustiva de un sitio o espacio geográfico determinado (Dirección General de Ecología, 2010).

las mismas. Se pronostica que, cuando el proyecto se encuentre en etapa de producción de frutos, la dependencia a insumos químicos externos se reducirá, debido al incremento en el uso de composta proporcionada por la Organización.

La dependencia a insumos químicos externos en ambos sistemas es similar. Esto se debe a que, actualmente, la Organización proporciona el paquete tecnológico de los agroquímicos descritos anteriormente. Los porcentajes de independencia son de 27.67% para el Sistema de Referencia y de 31.43% para el Sistema Alternativo (Tabla 16).

Tabla 16. Uso de insumos externos para los sistemas de producción de cacao (% de productores).

Insumos Externos	Referencia (%)	Alternativo (%)
Fertilizantes	100	88
Herbidas	25	19
Plaguicidas	69	63
% de dependencia	72.33	68.57
% independencia	27.67	31.43

4.2.8. Superficie del proyecto

Los municipios de Tacotalpa, Tabasco y Pichucalco, Chiapas cuentan con una superficie total sembrada de cacao de 158.26 y 3244 ha respectivamente. El ICP cuenta actualmente con una superficie de 300.5 ha, lo cual representa un 3.63% en Pichucalco, Chiapas y un 115.32% en Tacotalpa, Tabasco de la superficie destinada a la actividad, debido al cambio de uso de suelo de acahual y/o pastizal a producción de cacao. En la Tabla 17 hace una relación de superficie destinada a la producción de cacao Criollo en cada uno de los municipios.

Tabla 17. Relación de superficie destinada al ICP en los Sistemas.

Municipio	Superficie sembrada (ha) ¹	Referencia		Alternativo	
		Superficie (ha) ²	% ³	Superficie (ha) ²	% ³
Pichucalco	3244	100	3.08	18	0.55
Tacotalpa	158.26	15	9.47	167.5	105.84

1. Superficie sembrada de cacao en los municipios (fuente SIAP, 2015).
2. Superficie incorporada al ICP para la producción de cacao Criollo.
3. Porcentaje que representan la superficie del proyecto respecto a la superficie sembrada de cacao en los municipios que conforman el ICP registradas en el SIAP.

4.2.9. Mano de Obra

Algunos productores expresaron que no están acostumbrados al trabajo de jornales, por lo que contratan jornaleros de las mismas comunidades, otros productores manifestaron no tener tiempo suficiente para realizar las labores de mantenimiento, ya que desarrollan otras actividades productivas (Tabla 14). La mayoría de los productores y sus familias ejecutan las labores, por lo que no se ven en la necesidad de contratar jornales, por lo que los jornales contratados representan un porcentaje de 8% en el sistema de referencia y de 10% en el sistema alternativo. El pago por jornales proporcionado por la Organización es de \$120 por día, un pago más alto que el que se presenta en la zona, el cual varía entre \$80 y \$100 por día de trabajo.

4.2.10. Capital Social

a) Confianza

De los productores de la Organización, el 100% expresó sentir confianza hacia ésta, lo que incluye a los técnicos y a los demás productores, a reserva de los problemas que se han presentado a lo largo del proyecto. Así mismo, los productores asistentes a los talleres manifestaron conformidad con la transición de producción, ya que consideran que a partir de esto su producto adquiere un mejor valor comparado con el cacao Forastero, el cual se rige por el precio de la Bolsa Internacional. Además presentaron un alto nivel de participación en todas las actividades propuestas por la Organización, las cuales incluyen talleres, juntas, capacitaciones y visitas a las plantaciones.

b) Organización

La deserción de productores se dio principalmente entre los que se integraron en el año 2014 y establecieron patrones en sus plantaciones en el 2015. El número de productores que han desertado durante el proyecto es de 22 en ambos municipios, lo cual representa un aproximado de 13% del padrón de productores inscritos al proyecto. La deserción de productores posterior al establecimiento de las plantas patrón significa una pérdida de recursos económicos para la Organización. Recientemente, varios productores de las comunidades que integran el ICP han mostrado interés en el proyecto, teniendo la intención de integrarse al mismo. Estos productores se enteraron del proyecto debido a sus vecinos o conocidos que forman parte de la Organización, quienes han recibido los beneficios. Las tierras de estos productores se encuentran en etapa de evaluación, con lo que se determinará si son aptas para la producción de cacao Criollo. Existe un número de productores que a partir de la satisfacción que les ha generado el proyecto, han decidido ampliar la superficie involucrada.

Durante las juntas se expresan los conflictos particulares y generales del proyecto, en estas participan todos los productores de la organización. A lo largo de las visitas realizadas por el Director Operativo y los líderes técnicos de cada municipio a las plantaciones, se realizan discusiones respecto a la toma de decisiones y a problemas específicos de cada plantación. Actualmente, la ganancia de los productores está representada por los jornales realizados en las plantaciones, próximamente, además del pago de los jornales, los productores recibirán una ganancia por la venta del cacao seco, que después será procesado industrialmente por la Organización para producir chocolate y otros productos gourmet o vendido a chocolateras internacionales. También obtendrán un porcentaje de la ganancia que represente la venta del producto final.

Se establecerán Centros de Acopio, Fermentado y Secado (CAFYS) en los municipios de Tacotalpa, Tabasco y Pichucalco, Chiapas (8 y 15, respectivamente), en los que se recibirá la mazorca de cacao y se realizarán los procesos de post-cosecha, los cuales son quiebre de la mazorca, desgrane, fermentado y secado controlados, estos dos últimos serán realizados en fermentadores y secadores solares diseñados y desarrollados por el CMIT (Figura 16). Con el establecimiento de los CAFYS se pretende la generación de 79 nuevos empleos para productores y familiares de productores de la Organización, al igual que para habitantes de las comunidades interesados en el proyecto.

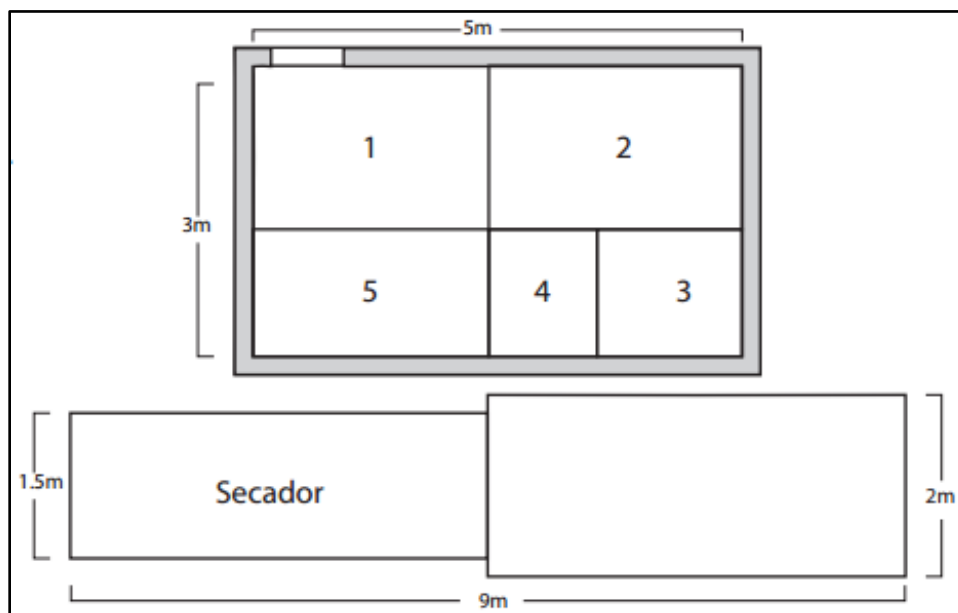


Figura 16. Plano de distribución de los CAFYS. (Fuente: CMIT).

NOTA: Los números representan el área donde se realizarán las actividades post-cosecha del cacao. 1: Recepción y corte de mazorcas, 2: Fermentado, 3: Preparación del inóculo, 4: Selección de grano y ensacado y 5: Almacén Provisional. (Fuente: CMIT).

El cacao Criollo del proyecto ha participado en diversas exposiciones, entre las cuales se encuentran: el Salón del Chocolate en el World Trade Center, el Festival Itinerante de cacao y chocolate en Iztapalapa y Coyoacán, el Eco FEST, la Expo San Ángel, el Centro Israelita, El Bonito Tianguis en la Colonia Roma, San Jacinto en San Ángel, Amigos MAP en la Ciudad de México, Expo Naucalli en el Estado de México y la Expo Festival del Chocolate en Tabasco.

c) Adopción de prácticas

Las prácticas de manejo propuestas por la Organización han sido adoptadas casi completamente, con excepción de un productor, el cual menciona que él considera que la poda no debe realizarse de la forma propuesta, debido a que su familia ha producido cacao Forastero durante generaciones.

d) Asistencia técnica

La asistencia técnica por parte de la Organización ha sido satisfactoria para todos los productores, debido a que la asesoría ha sido suficiente y efectiva en cada una de las fases del proceso. Los técnicos realizan visitas semanales a cada una de las plantaciones o, en su defecto, cada 15 días. Durante las visitas se realizan diversas actividades, entre las que destacan la revisión del estado de las plantaciones en general y de las plantas en particular, donde se identifican y se recomiendan las actividades para combatir las enfermedades y las plagas que estén incidiendo en la plantación, se verifica la calidad y cantidad de sombra ejercida sobre las plantas, se registra el número de injertos en desarrollo, se realiza una recomendación de las actividades posteriores para mantener y mejorar la plantación, se hace la entrega de insumos químicos necesarios y se explican las labores a realizar. En el caso de los productores que se encuentran estableciendo micro viveros, existe una visita extra a la semana por parte de los técnicos, durante estas visitas se les orienta y asesora con respecto al establecimiento del micro vivero y la producción dentro del mismo, incluyendo la forma de realizar el injerto.

e) Capacitación

En principio, las capacitaciones tenían como objetivo facilitar la transición de las prácticas tradicionales de producción de los cacaoteros y generar conocimiento del proceso de producción en los agricultores que no producían cacao con anterioridad. Posteriormente, las capacitaciones se orientaron a las distintas etapas de producción, estas capacitaciones se han realizado a la par del desarrollo de las plantaciones conforme al avance del proceso. Hasta el momento de la evaluación se habían ejecutado las capacitaciones referentes a la preparación del terreno y las prácticas culturales de las plantaciones, como la limpieza de la plantación, fertilización o nutrición de las plantas y poda. Se planea efectuar

capacitaciones respecto a la cosecha y las prácticas post-cosecha del cacao Criollo en el momento que sean necesarias. Las capacitaciones se han dado tanto a técnicos de la Organización como a los productores de la misma, con un enfoque específico para cada grupo (Tabla 18). Cabe destacar que el 12.5% de los productores entrevistados mencionaron que no han asistido a ninguna junta, taller o capacitación.

Tabla 18. Cursos y talleres realizados por la Organización.

Cantidad	Nombre del Curso / Taller	Técnicos	Productores
1	Bonos de Carbono	✓	
2	Buenas Prácticas de la Agricultura Orgánica	✓	✓
2	Nutrición de las plantas de cacao	✓	
1	Artesanías a partir de mazorcas enfermas		✓
1	Sustentabilidad	✓	✓

Durante los talleres y entrevistas realizados con los productores, se mencionó que a todos los productores de la Organización les interesa tener más capacitaciones, teóricas y prácticas, orientadas a la conservación de suelo y al manejo de plantas en vivero, incluyendo el injerto de cacao Criollo, debido a que se están instalando micro viveros en sus terrenos con el fin de facilitar el establecimiento de las plantas; también están interesados en conocer el proceso de injertación en campo. Algunos comentaron que para ellos resulta complicado comprender al cien por ciento el español, debido a que ellos crecieron hablando lenguas indígenas, por lo que proponen y solicitan capacitaciones en su lengua, lo cual facilitaría la comprensión de las prácticas de manejo que deben realizar en sus plantaciones.

De acuerdo a los parámetros considerados en la evaluación, los productores de cacao Criollo de la Organización tienen un capital social alto, con pequeñas diferencias entre ambos sistemas (Tabla 19).

Tabla 19. Evaluación del capital social y de los parámetros que lo integran.

Indicador	Referencia	Alternativo
Confianza	1.5	1.5
Organización	1	1
Adopción de prácticas	1.9	2
Asistencia técnica	2	2
Capacitación	1	1
TOTAL	7.4	7.5

NOTA: El capital Social se encuentra en una escala del 0 al 10 y los parámetros que la integran están representados en un escala de 0 a 2.

4.3. Integración de resultados

Para la integración de resultados, éstos fueron estandarizados respecto al valor óptimo establecido para este estudio. El único indicador de ambos sistemas que alcanzó los niveles óptimos fue el de supervivencia del injerto en el sistema alternativo; además, ambos sistemas se colocan en valores cercanos al óptimo en el indicador de resistencia a plagas y enfermedades y mano de obra. Así mismo, el sistema alternativo alcanzó un valor cercano al óptimo en el indicador de fuentes de ingresos.

Ambos sistemas presentan niveles altos (mayores a 75%) en el indicador de resistencia a eventos climáticos extremos. El sistema de referencia registra valores altos en el indicador de fuentes de ingresos y, el sistema alternativo en el indicador de capital social.

Los indicadores con los niveles más bajos fueron las medidas de conservación de suelo en el sistema de referencia, siendo casi nulo, mientras que para el sistema alternativo alcanzó un nivel bajo; la calidad de suelo que en el sistema alternativo presentó niveles casi nulos y el sistema de referencia alcanzó niveles bajos y; finalmente, la independencia a insumos externos en ambos sistemas.

Los valores de los indicadores de ambos sistemas alcanzaron niveles similares, con excepción de la supervivencia del injerto que en el sistema de referencia está representado por un valor medio (62.5%) y en el sistema alternativo tiene un valor óptimo y los indicadores de medidas de conservación de suelo y calidad de suelo previamente descritos (Tabla 20).

En la Figura 17 se presentan de manera esquematizada los resultados de los indicadores evaluados para ambos sistemas de producción de cacao Criollo y su relación respecto al valor óptimo establecido para esta evaluación.

Tabla 20. Resultados obtenidos por indicador y el porcentaje que representa respecto al valor óptimo.

Indicadores	Unidades	Dirección de cambio	Sistema de Referencia	Sistema Alternativo	Valor de referencia		Sistema de Referencia (%)	Sistema Alternativo (%)
					Óptimo	%		
Supervivencia injerto	% supervivencia/ha	Max	50	81	80 ¹	100	62.5	100
Calidad de suelo	Coficiente	Max	59	27	100	100	35.87	5.68
Medidas de conservación de suelo	# de medidas utilizadas	Max	0.125	1.25	4 ²	100	3.125	31.25
Resistencia a Plagas y Enfermedades	% pérdidas	Max	9	11	5 ³	100	95.79	93.68
Resistencia a eventos climáticos extremos	% pérdidas	Min	29	22	10 ⁴	100	78.89	86.67
Fuentes de ingresos	% productores que realizan otras actividades	Max	87.5	93.75	100	100	87.5	93.75
Independencia a insumos externos	% independencia	Max	27.67	31.43	100	100	27.67	31.43
Mano de Obra	% mano de obra contratada	Min	8	10	0 ⁴	100	92	90
Capital Social	Indice ⁵	Max	7.4	7.5	10	100	74	75

1. Paquete tecnológico
2. Valor máximo obtenido en las plantaciones evaluadas
3. Valor mínimo obtenido en la parcela experimental orgánica El Tulipán
4. Apreciación personal respecto a lo comentado por los productores
5. Galicia-Gallardo, 2015

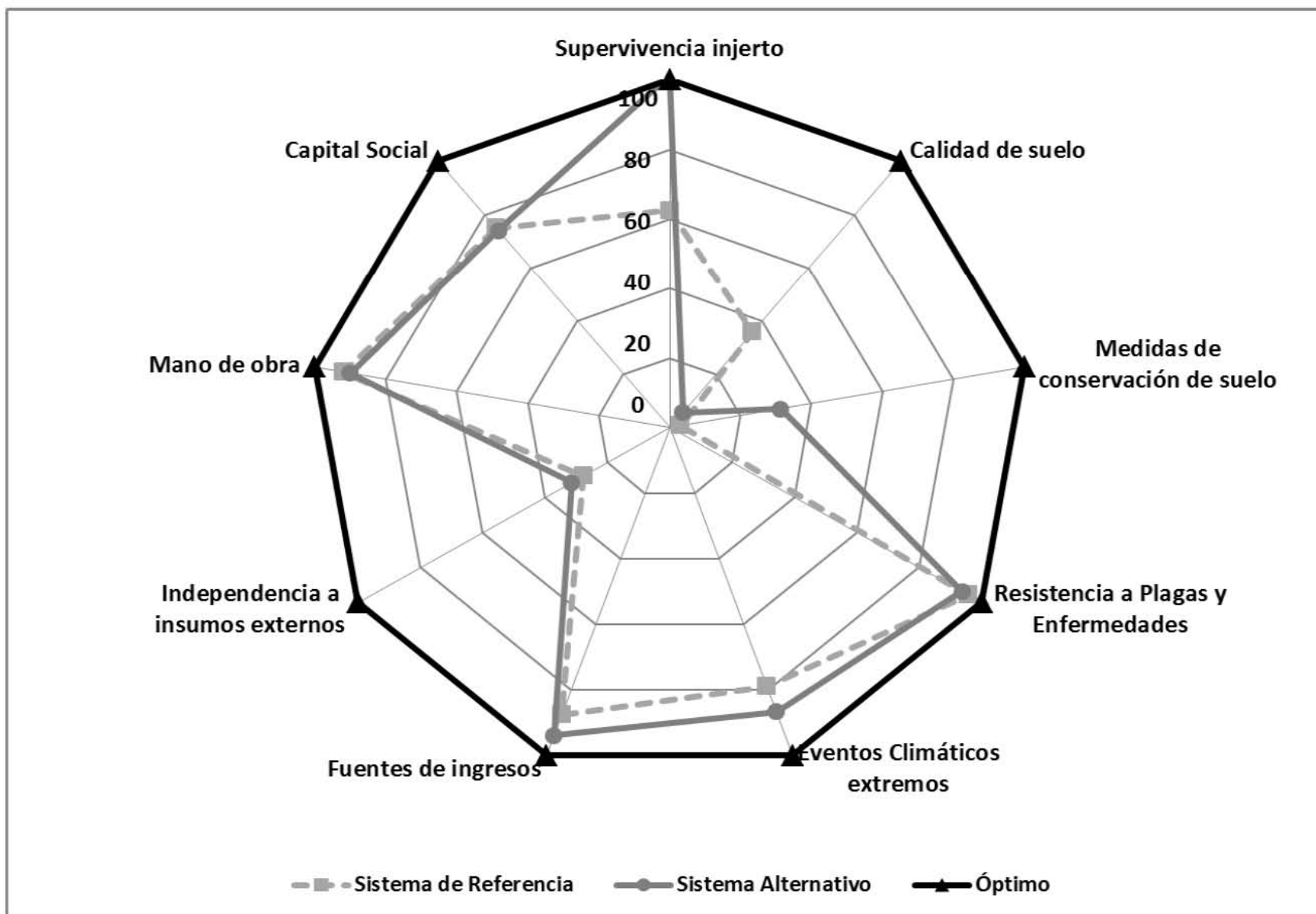


Figura 17. Diagrama AMIBA. Muestra de manera integrada los indicadores monitoreados y evaluados en la determinación inicial de la sustentabilidad de la producción de cacao Criollo en Tacotalpa, Tabasco y Pichucalco, Chiapas.

CAPÍTULO V

5. Discusión

La producción de cacao Criollo en el ICP busca el rescate de variedades Criollas, las cuales son escasamente producidas en el mundo. El cacao Criollo representa los cacaos “finos de aroma” que tienen una gran demanda en el mercado internacional para la producción de chocolates finos por los grandes chocolateros del mundo por su aroma y sabor único (Nacimba, 2015). La variedad utilizada por los productores de este estudio tiene una mayor productividad que los cacaos Criollos originales.

En la presente evaluación se abarcaron e integraron aspectos sociales, ambientales y económicos, con el fin de visualizar los sistemas productivos desde una perspectiva multidimensional que conjunte las tres esferas de la Sustentabilidad. El objetivo principal fue buscar la integración de los aspectos en el proceso de identificación de problemas, permitiendo la formulación de planes para la mejora de los sistemas.

La identificación de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del ICP y los puntos críticos del mismo, así como la generación de los indicadores de sustentabilidad se realizó en conjunto con los técnicos de la Organización, el Director Operativo de FFM y la Directora del CMIT, durante el taller de Evaluación de la Sustentabilidad, con el fin de que la información no se viera sesgada al punto de vista del evaluador.

Adicional a esto, se realizaron dos talleres de Sustentabilidad con los productores del ICP, uno en cada municipio, en los que se abordaron los temas de sustentabilidad y evaluación de la sustentabilidad y se mencionó un estudio de caso, con el objetivo de que los productores conocieran las implicaciones de la presente evaluación, así como la forma de abordarse y la utilidad de los datos obtenidos.

Para fines de la evaluación las plantaciones de cacao Criollo del ICP se clasificaron en dos sistemas, el sistema de referencia y el sistema alternativo. El sistema de referencia agrupa las plantaciones de cacao Criollo que se encuentran establecidas en terrenos que estaban destinados para la producción de árboles forestales y frutales, los que se conservaron como sombra del cacao Criollo. El sistema alternativo incluye los terrenos que anteriormente se utilizaban para la producción de maíz, eran pastizales para la producción ganadera o acahuales que fueron podados completamente para el establecimiento de las plantaciones de cacao Criollo.

La principal diferencia entre los sistemas radica en el tipo de sombra del cacao Criollo. En el sistema de referencia, está constituida por árboles maderables y/o frutales entre los que se destaca el cacao

Forastero, que posteriormente se vende en el mercado local representando un ingreso para los productores, adicional a la sombra proporcionada por la Organización, compuesta de plátano y pimienta. Y en el sistema alternativo, la sombra del cacao Criollo está compuesta de árboles de plátano y plantas de pimienta.

Debido a la baja calidad de las plantas patrón, al comienzo del proyecto y de las complicaciones que representa la injertación en campo, el desarrollo de las plantas se vio limitado, disminuyendo las probabilidades de supervivencia de los injertos en el sistema de referencia, el cual obtuvo un 50%, colocándose por debajo de los valores aceptables. El sistema alternativo obtuvo una supervivencia del 81% el cual corresponde al valor óptimo establecido en el paquete tecnológico de producción de cacao Criollo.

La baja supervivencia del injerto en el sistema de referencia implicó una pérdida tanto de dinero como de tiempo para los productores y para la Organización ya que la producción de cacao Criollo se verá retrasada y, adicionalmente, las plantas que no sobrevivieron serán repuestas por la Organización sin costo extra para los productores.

En este estudio, para el contenido de materia orgánica en el suelo se consideró un rango de 2 a 3.5% como aceptable, y un 3.5% como valor óptimo (Salvador *et al*, 2012; Gutiérrez *et al*, 2011; Altieri, 2002). Los valores de contenido de MO de ambos sistemas se encuentran por debajo del mínimo de referencia, además, el sistema alternativo tienen niveles cercanos al valor mínimo del rango. Las diferencias en estos valores pueden estar relacionadas a las prácticas agroecológicas y las medidas de conservación del suelo que se efectúan mayormente en las plantaciones del sistema alternativo.

Respecto al contenido de MO en cada tipo de terreno, si bien los pastizales son los que tienen mayor contenido de MO lo cual puede deberse al aporte nutrimental del estiércol depositado por el ganado, los resultados no son concluyentes ya que la variación es alta, por lo que es recomendable la realización de un análisis de MO en el suelo cuando los árboles se encuentren en etapa reproductiva.

A pesar de que las plantaciones del sistema de referencia tienen características más accidentadas que las del sistema alternativo, los productores del sistema de referencia en su mayoría no realizan medidas de conservación de suelo, sin embargo expresaron tener interés en desarrollarlas, por lo que solicitan a la Organización capacitaciones teórico-prácticas en las que obtengan los conocimientos necesarios para efectuar modificaciones en sus plantaciones, que les permitan mejorar la calidad del suelo y disminuir la pérdida por erosión del mismo.

Respecto a las afectaciones relacionadas al ataque de plagas y a las enfermedades del cacao, los productores expresaron que no tienen problemas graves, debido a que ellos les dan los cuidados pertinentes a sus plantaciones, controlándolas a tiempo. El combate de las plagas de animales se da de forma manual, el envenenamiento de ardillas y con el trampeo y la utilización de armas de fuego para la supresión de las tuzas. Los insectos plaga se eliminan a través de la fumigación de la plantación. Actualmente no hay presencia de enfermedades del cacao en las plantaciones por lo que no representan una afectación por el momento, no obstante, técnicos y productores han recibido capacitaciones referentes al control y combate de enfermedades, por lo que se considera que se encuentran preparados en caso de que se presentaran.

Los productores expresaron que los eventos climáticos extremos que más los afectan son los frentes fríos, que se presentan cada año con mayor duración, estos queman las plantas impidiendo su desarrollo. Así mismo comentaron que los frentes calientes o “vientos del sur” son extremadamente dañinos para las plantaciones ya que pueden provocar precipitaciones prolongadas e inundaciones que no permiten la realización de las labores en campo y propician la quema de las hojas de las plantas, lo que limita su desarrollo. Adicional a esto, se mencionó que la época canicular no es la etapa indicada para realizar establecimiento de plantas ni para la realización de injertaciones en campo, debido a que la combinación del calor elevado y las lluvias tenues provocan un microclima que limita el desarrollo de las plantas y favorece el desarrollo de patógenos.

El indicador de fuentes de ingreso adicionales al proyecto está relacionado con el atributo de resiliencia de los productores, se estableció como nivel óptimo el que todos los productores realicen al menos una actividad además de la producción de cacao Criollo, con lo que se espera que ninguno de los productores sufra grandes pérdidas económicas si se presenta algún evento catastrófico, ya sea natural o de mercado. La mayoría de los productores realiza por lo menos una actividad adicional a su participación en el ICP, lo cual coloca los niveles cercanos al óptimo en ambos sistemas.

Actualmente, las plantaciones dependen en gran medida de los insumos externos contenidos en el paquete tecnológico, debido a que el ICP se encuentra en etapa de establecimiento, por lo que las plantas requieren de cuidados especiales que incluyen la aplicación constante de fertilizantes que favorezcan su desarrollo y crecimiento; de herbicidas para eliminar la competencia por recursos, y de pesticidas con el fin de eliminar cualquier organismo que pueda representar una amenaza al desarrollo de las mismas.

Dentro de los proyectos a cargo del CMIT, se encuentra la producción de composta y bioles, lo que se estima una reducción en la utilización de insumos externos. Así mismo, en la plantación experimental El Tulipán se han desarrollado experimentos en campo de insumos orgánicos, lo que favorecerá la transición a producción orgánica que se considera se realizará en un tiempo máximo de dos años posterior al establecimiento de todas las plantas de cacao Criollo.

El ICP representa un porcentaje de 3.64% de la superficie destinada a la producción de cacao en el municipio de Pichucalco, Chiapas, ya que el municipio es productor de cacao desde hace varias generaciones y la superficie destinada a la actividad es superior a las 3000 ha. En el municipio de Tacotalpa, Tabasco el ICP representa un porcentaje superior al destinado para la producción de cacao de la zona (115.32%), debido al cambio de uso de suelo de las plantaciones que anteriormente estaban destinadas para la producción de granos básicos, pastizales para la producción ganadera o eran terrenos que no se encontraban en uso como son los acahuales.

El indicador de superficie del proyecto está relacionado a la distribución de recursos entre los habitantes de la zona. A partir del valor antes mencionado, se podría concluir que la distribución de recursos en Pichucalco, Chiapas es inequitativa, debido a la limitación de acceso que puedan tener los productores a proyectos productivos. Sin embargo, durante los talleres y entrevistas a los productores se comentó que existe una variedad de proyectos públicos y privados entre los que destacan AMCO, Nestlé y SAGARPA, el conflicto radica en el interés que expresan los productores en incorporarse a este tipo de proyectos, así como el compromiso que estos representan.

El contrato compromete a los productores y a la Organización a un trabajo en equipo de 20 años, en el que el productor tiene la responsabilidad de mantener y trabajar sus plantaciones y la Organización debe corresponder con la compra del producto a un sobreprecio comparado con el precio que establece la Bolsa para el cacao Forastero. Además de que se garantiza la continuidad del proyecto con el establecimiento previo de un sucesor, el cual tiene la obligación de permanecer en el proyecto durante el tiempo de cumplimiento del contrato.

Respecto a la mano de obra empleada en las plantaciones de cacao Criollo se estableció como nivel óptimo el cero, debido a que los productores expresaron que la contratación de jornales les implica un gasto económico lo cual les representa una disminución en su ganancia respecto a la venta del cacao seco, los valores para ambos sistemas son mínimos, razón por la que se encuentran en niveles cercanos al óptimo.

En este estudio, los indicadores que integran la esfera social son confianza, organización, adopción de prácticas, asistencia técnica y capacitación, se agruparon en un solo indicador conocido como capital social. El capital social incorpora la confianza, la reciprocidad, la participación civil y la cooperación (Ostrom, 2000; Mota, 2006).

El capital social entre los productores de la Organización es alto en ambos Sistemas. Los niveles de asistencia técnica y la adopción de prácticas tienen el valor más alto, con excepción de un productor en el sistema de referencia que no está completamente de acuerdo con las prácticas propuestas por la Organización, específicamente la poda, a lo que expresó que desde su punto de vista no es necesario podar por los árboles de cacao Forastero. Los elementos de organización y capacitación reciben un valor medio, el nivel de organización debido a que se han tenido complicaciones a lo largo del proyecto, lo que ha dificultado el desarrollo del mismo. Respecto al nivel de capacitación, los productores mencionaron que les interesa tener más cursos y talleres, especialmente sobre prácticas agroecológicas de conservación de suelos y producción de composta, así como de manejo e injertación de plantas en vivero. La confianza se evaluó a partir de los testimonios de los productores en los que expresaron confiar plenamente en la Organización y en sus prácticas, sin embargo, comentaron que confiaban más antes de sufrir las complicaciones que se dieron a partir de la baja calidad de las plantas y la falta de compromiso de los miembros del equipo al momento de las entregas de plantas patrón, injertos e insumos químicos.

Los objetivos principales del ICP son el cambio de mentalidad en los productores, permitiendo la conservación del medio ambiente y de la actividad productiva. Se establece un compromiso a futuro, en el que pretenden garantizar la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras, sin afectar la satisfacción de necesidades de las generaciones actuales, lo cual va de la mano con el concepto de la Sustentabilidad. El ICP busca la creación y mantenimiento de un “negocio” heredable con el apoyo de la Organización, tanto en asesorías técnicas, como en la comercialización de los productos finales.

Actualmente las plantaciones de cacao Forastero del país han rebasado en su mayoría la etapa de mayor productividad, la cual se presenta entre los 10 a 30 años, que aunado a las pérdidas por enfermedades, alcanzan una productividad de apenas 100 kg/ha con una densidad de 600 árboles/ha . Según datos del CMIT, la plantaciones del ICP serían capaces de producir más de 1000 kg/ha con la densidad de 1100 árboles/ha bajo producción orgánica, lo que significa aumentar 10 veces la productividad de sus plantaciones actuales, con un cacao que tiene un sobreprecio en el mercado.

CAPÍTULO VI

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

En la evaluación de la sustentabilidad realizada en las plantaciones de cacao Criollo asociadas al ICP se encontró que ambos sistemas son susceptibles a mejoras. Por un lado, el sistema de referencia alcanzó niveles muy altos en tres de los nueve indicadores considerados en la integración de resultados y cinco superaron el 75% del óptimo establecido. El valor más bajo se obtuvo en el indicador de medidas de conservación del suelo siendo un valor crítico en este sistema. Por otra parte, el sistema alternativo alcanzó niveles muy altos en cinco de los nueve indicadores, en uno de ellos posicionándose en el nivel óptimo y obtuvo niveles críticos en la calidad de suelo.

Respecto al atributo de productividad, el sistema alternativo obtuvo un nivel óptimo, mientras que el sistema de referencia se colocó en niveles medios. Los atributos de estabilidad, resiliencia y confiabilidad están conformados por cinco indicadores en los que ambos sistemas obtuvieron un nivel medio. Cabe resaltar que en estos atributos es donde se encuentran los indicadores con niveles críticos. En cuanto a los atributos de equidad, autogestión y adaptabilidad, compuestos por tres indicadores de sustentabilidad, se obtuvieron niveles medios en ambos sistemas.

En términos generales, el sistema alternativo obtuvo valores más altos que el sistema de Referencia en cinco indicadores, con diferencias de más de 28 puntos en dos de ellos y de 3 a 7 puntos en los tres indicadores restantes; mientras que el sistema de referencia presenta niveles superiores al alternativo en cuatro indicadores, con diferencia de 30 puntos en uno de ellos y de 1 a 2 puntos en los otros tres indicadores.

Ambos sistemas obtuvieron resultados similares en tres de los indicadores evaluados (resistencia a plagas y enfermedades, mano de obra y capital social) debido a que forman parte del mismo proyecto de producción de cacao. El sistema alternativo alcanzó niveles superiores en el indicador de supervivencia del injerto, el cual se relaciona con la baja calidad que presentaron las plantas en el sistema de referencia.

La metodología MESMIS favorece la generación y el análisis de información de manera rápida y sencilla. Cuando, además, desde los primeros pasos metodológicos se integra un proceso participativo, se

pueden generar recomendaciones para la planificación de actividades (o prácticas de manejo) dirigidas a elevar los niveles de sustentabilidad tanto para la Organización como para los productores.

6.2. Recomendaciones

Se considera necesaria la realización de evaluaciones posteriores, lo cual permitiría contemplar la evolución de los Sistemas a través del tiempo, ya que el presente trabajo corresponde a una escala espacial y temporal específica.

Se propone la realización de evaluaciones de manera periódica, por lo menos cada 3 años a partir del inicio de la producción de los árboles con el fin de generar los objetivos a cumplir durante el desarrollo del proyecto.

Se sugiere repetir los análisis de calidad de suelo cuando los árboles se encuentren en etapa reproductiva, así mismo, se propone que la elección de la muestra se base en el uso previo de suelo de las plantaciones, seleccionando un número representativo de muestras para el estudio.

Respecto a la calidad del suelo, se recomienda la realización de prácticas agroecológicas, específicamente medidas de conservación de suelo como son los abonos verdes¹⁶, uso de estiércol animal, reincorporación de estructuras no aprovechadas como el rastrojo y la hojarasca, entre otras.

Se sugiere que las futuras capacitaciones se orienten a los requerimientos identificados por los productores incluyendo módulos teórico-prácticos de preferencia *in-situ*, con el objetivo de incrementar el grado de aprendizaje y dominio de las técnicas impartidas. Además, resulta importante realizar actividades en la lengua originaria de los productores, debido a que algunos no entienden completamente el idioma español, lo cual les complica la comprensión de los conceptos.

Se recomienda que las asistencias técnicas se dediquen a la orientación del productor en el método de realización de las labores, lo cual se puede hacer mediante explicaciones y demostraciones, evitando que el técnico realice la ejecución total o parcial de las prácticas.

¹⁶ Los abonos verdes son cultivos de cobertura utilizados para mejorar la fertilidad y el contenido de carbono orgánico del suelo (EcuRed, 2014).

En cuanto a las medidas de conservación de suelos, un punto importante es la presencia de la cubierta vegetal, lo cual debe promoverse, con la utilización de especies que no representen una competencia para las especies de interés principal en la plantación.

Es fundamental atender las necesidades generales y específicas de los productores, así como los puntos críticos identificados por los técnicos y los productores en los talleres desarrollados.

Los resultados obtenidos en este trabajo complementarán la información existente y se recomienda ampliamente que se integren al plan de manejo de las plantaciones de cacao Criollo del ICP.

REFERENCIAS

- ACK. (2014). *Kakaw & Topeli*. Obtenido de <http://kakawtopeli.com/nosotros/>
- Altieri. (1989). Bases ecológicas para el desarrollo de sistemas agrícolas alternativos para campesinos de Latinoamérica. *AMB. y DES.*, II(3), 29-46.
- Altieri. (1994). *Biodiversity and pest management un agroecosystems*. New York: Haworth Press.
- Altieri. (1995). *Agroecology: The science of sustainable agriculture*. Westviem Press.
- Altieri, M. (2002). Agoroecology: the science of natural resource management for farmes in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*(93), 1-24.
- Astier, M. (2006). Medición de la sustentabilidad en sistemas agroecologicos. *VII Congreso SEAE de agricultura y alimentación ecológica* (págs. 32-33). Madrid: Sociedad Española de Agricultura Ecológica.
- Astier, M., & González, C. (2008). El Proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS. En O. Masera, Y. Galván, & M. Astier, *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional* (págs. 13-22). España: SAEA.
- Astier, M., García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y., González-Esquivel, C. E., & Masera, O. R. (2012). Assessing the Sustainability of Small Farmer Natural Resource Management Systems. A Critical Analysis of the MESMIS Program (1995-2010). *Ecology and Society*, 17(3).
- Astier, M., López-Ridaura, S., Pérez, E., & Masera, O. (2000). *El Marco de evaluación MESMIS y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región purhépecha*. México: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, A. C.
- Astier, M., Masera, O. R., & Galvan, Y. (2008). *Evaluación de sustentabilidad Un enfoque dinámico y multidimensional*. México: UNAM.
- Ayuntamiento de Toledo. (2016). *Nuestro Futuro Común*. Obtenido de Ayuntamiento de Toledo: <http://www.ayto-toledo.org/medioambiente/a21/BRUNDTLAND.pdf>
- Bartra, A. (2003). *Cosechas de ira, economía política de la contrareforma agraria*. México: Itaca.

- Cana Cacao. (2015). *Cana Cacao Asociación Cámara Nacional de Cacao Fino de Costa Rica*. Obtenido de Insectos plaga del cacao: <http://www.canacacao.org/cultivo/enfermedades/>
- CATIE. (2009). *Catálogo Enfermedades del cacao en Centroamérica. Manual técnico*. Costa Rica: CATIE.
- CATIE. (2011). *Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas*. El Salvador.
- CEI. (2012). *Perfil de Mercado: Cacao orgánico - Europa*. Nicaragua.
- CMIT. (2014). *CMIT*. Obtenido de <http://cmit.co/integracion-de-la-cadena-productiva-del-cacao-y-la-pimienta-en-el-tropico-humedo/>
- CMIT. (2015). *Manual de beneficiado del Cacao*. México.
- CMIT. (2015). *Servicios ambientales en sistemas agroforestales*. México.
- Coe, S., & Coe, M. (1996). *the True History of Chocolate*. USA: Thames & Hudson.
- Comisión Mundial Sobre el Medio Ambiente. (1987). *Our Comun Future*.
- CONABIO. (s.f.). *Theobroma cacao. Species Plantarum, 782*.
- Cussianovich, P. (2001). Una aproximación a la agricultura orgánica. *COMUNIICA*, 3-7.
- Dirección General de Ecología. (2010). *Manual de Procedimientos de la Dirección General de Ecología*. Quintana Roo, México: Dirección General de Ecología.
- EcuRed. (2014). *EcuRed Conocimiento con todos y para todos*. Obtenido de Abonos Verdes: http://www.ecured.cu/Abono_verde
- EcuRed. (2016). *EcuRed Conocimiento con todos y para todos*. Obtenido de Mazorca negra del cacao: http://www.ecured.cu/Mazorca_negra_del_cacao
- EcuRed. (2016). *EcuRed Conocimiento con todos y para todos*. Obtenido de Moniliasis del Cacao: http://www.ecured.cu/Moniliasis_del_cacao
- EcuRed. (2016). *EcuRed Conocimiento con todos y para todos*. Obtenido de Chinche del cacao: http://www.ecured.cu/Chinche_del_cacao

- EcuRed. (2016). *EcuRed Conocimiento con todos y para todos*. Obtenido de Pulgón pardo: http://www.ecured.cu/Pulg%C3%B3n_pardo
- EcuRed. (2016). *EcuRed Conocimiento con todos y para todos*. Obtenido de Pupa: <http://www.ecured.cu/Pupa>
- Estrada. (2011). *Guía Técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas*. El Salvador.
- FAO. (1996). *Cumbre Mundial sobre la Alimentación*. Roma: FAO.
- FAO. (2011). *Chocolate Stats*. FAO.
- FAO. (2011). *Colección "Buenas Prácticas". Barreras Vivas*. Comisión Europea: FAO.
- FAO. (2014). *Anuario estadístico de la FAO. La alimentación y la agricultura en América Latina y el Caribe*. Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.
- FAO. (2015). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La innovación en la agricultura familiar*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Foladori, G. (1999). Sustentabilidad ambiental y contradicciones sociales. *Ambiente & Sociedad*(5), 19-34.
- Franco Castillo, M., Ramírez Hernández, M., García Gómez, R., Bernal González, M., Espinoza Aquino, B., Solís Fuentes, J. A., & Durán de Bauza, C. (2010). Reaprovechamiento integral de residuos agroindustriales: cáscara y pulpa de cacao para la producción de pectinas. *Revista Latinoamericana del Ambiente y las Ciencias*, 45-66.
- Frutos Mexicanos. (2016). *Frutos Mexicanos*. Obtenido de <http://frutosmexicanos.com/blog/proyectos/integracion-de-la-cadena-productiva-del-cacao-y-la-pimienta-en-el-tropico-humedo/>
- Fundación Cacao México. (2012). *Cacao México*. Recuperado el 2014, de http://www.cacaomexico.org/?page_id=201
- Galicia-Gallardo, A. P. (2015). Evaluación de la sustentabilidad en el manejo de un agroecosistema de jamaica orgánica (*Hibiscus sabdariffa*) en la organización no gubernamental Xuajin Me'Phaa en el estado de Guerrero. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Galván, Y., Masera, O. R., & López-Ridaura, S. (2008). Evaluaciones de Sustentabilidad. En M. Astier, & Y. Calván, *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. México: SEAE-CIGA-ECOSUR.
- GAT. (2016). Salinidad en cultivos agrícolas. México: Laboratorios GAT.
- Geier, B. (2015). *Agricultures Network*. Obtenido de <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/cultivando-ecologicamente-y-comercializando-con/el-mercado-organico-oportunidades-y-retos>
- Girón, J., García, R. V., Vázquez, M., Ceballos, G. M., & Méndez, E. (2012). Xocolatl: antes alimento de los Dioses, y ahora... *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*, XXV(3).
- Gliessman, S. (2007). *Agroecology: the ecology of sustainable systems*. CRC Press.
- Gutiérrez, J., Aguilera, L., González, C., & Juan, J. (2011). Evaluación preliminar de la sustentabilidad de una propuesta agroecológica, en el subtrópico del altiplano Central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*(14), 56-580.
- IICA. (2007). *Guía práctica para la exportación a EE.UU: Cacao*. Managua: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Imbach, A., Dudley, E., Ortiz, N., & Sánchez, H. (1997). Mapeo analítico, reflexivo y participativo de la sustentabilidad, MARPS. *Programa de estrategias para la sostenibilidad. Serie de herramientas para la sostenibilidad*. Unión Mundial para la Naturaleza, UICN.
- INEGI. (2016). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. INEGI.
- InfoAgro. (2016). *infoagro*. Obtenido de La conductividad eléctrica al servicio de la agricultura y de los céspedes deportivos: http://www.infoagro.com/hortalizas/conductividad_electrica.htm
- InfoAgro. (2016). *infoagro*. Obtenido de El Cultivo del cacao: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>
- Lérido, B. (2009). Guía técnica del cultivo de cacao. República Dominicana.

- López-Ridaura, S., Masera, O., & Astier, M. (2002). Evaluating the sustainability of complex socioenvironmental systems. The MESMIS framework. *Ecological Indicators*, 135-148.
- Masera, O. R., Astier, M., & López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS*. México: GIRA.
- Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (1999). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación MESMIS*. México: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, A.C.
- Masera, O., Astier, M., López-Ridaura, S., Galván, Y., Ortiz, T., García, L., . . . Speelman, E. (2008). El Proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS. En M. Astier, O. Masera, & Y. Galván, *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensionalidad*. México.
- Mercado Internacional del cacao. (abril de 2009). *Revisión cualitativa y análisis de tendencias recientes*.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. (2005). Colombia: Observatorio Agrocadenas.
- Nacimba, A. (2 de marzo de 2015). Cacao fino de aroma codiciado por los grandes chocolateros del mundo. *El Ciudadano*.
- NESTLÉ. (2015). *Chocolates Nestlé*. Recuperado el 2016, de Fabricación del Chocolate: <https://www.chocolatesnestle.es/fabricacion-curiosidades/fabricacion-chocolate>
- Ocampo, E., Ríos, J. I., & Soria, Z. B. (2012). La Producción de Cacao en México. UNAM.
- OMS. (1999). *Comité del Codex sobre Sistemas de Inspección y Certificación de Importaciones y Exportaciones de Alimentos*. Australia.
- ONU. (1992). Agenda 21. *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Río de Janeiro.
- Pérez, M. (25 de Agosto de 2014). Subutiliza México potencial agrícola para producción de cacao: ONG. *La Jornada*.
- Pierri, N. (2005). Historia del concepto de desarrollo sustentable. En G. Faldori, & N. Pierri, *¿sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (págs. 27-81). México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ.

- Pretty, J. (2007). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical transactions of the royal society*(363), 447-465.
- Priego, Galmiche, Castelán, Ruíz, & Ortíz. (2009). Evaluación de la Sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo*, 39-57.
- Rebolledo, S. (2013). conductividad eléctrica y salinidad. *Red Agrícola*, 57.
- Reyes, H., & Capriles de Reyes, L. (2000). *Cacao en Venezuela. Moredna teconología para su cultivo*. Venezuela: Chocolates El Rey.
- Rocuts, A., Jiménez, L. M., & Narvarte, M. (2009). Interpretaciones visuales de la sostenibilidad: enfoques comparados y presentación de un Modelo Integral para la toma de decisiones. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Teconología y Humanismo*(4), 1-22.
- SAGARPA. (2006). El uso de vegetación secundaria (acahuales) para la alimentación de bovinos y ovinos en Quintana Roo. *Folleto técnico*. Quintana Roo, México: SAGARPA.
- SAGARPA. (2008). *Mercado Internacional del Cacao*. México: SAGARPA.
- SAGARPA. (2012). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. México: SAGARPA.
- SAGARPA. (s/a). *Control de Cárcavas*. México: Subsecretaría de Desarrollo Rural.
- SAGARPA. (s/a). *Terrazas*. México: Subsecretaría de Desarrollo Rural.
- Salvador, N., Espinoza, E., & Rojas, J. (2012). Manual del cultivo de cacao blanco de Piura. Perú: Masa Técnica Regional de Cacao de Piura.
- Santibañez, C. (2010). Determinación de pH y conductividad eléctrica del suelo. Chile: Universidad de Chile.
- Santos Mendoza, M. (2014). Producción de cacao en México. (alcalorpolítico, Entrevistador)
- Sarandón. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistema. En J. S. Sarandón, *Agroecología. El Camino hacia una agricultura sustentable* (págs. 393-414). Ediciones Científicas Americanas.

Sarandón, S., & Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*, 19-28.

SIAP. (2015). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*.

Tommasino, H. (2005). Sustentabilidad rural: desacuerdos y controversias. En G. F. Pierri, *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (págs. 137-161). México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ.

Tu Tiempo. (2016). *TuTiempo*. Obtenido de Diccionario Meteorología: <http://www.tutiempo.net/meteorologia/diccionario/frente-frio.html>

ANEXOS

ANEXO 1. Entrevista a productores asociados al ICP.

Nombre del productor

Municipio y comunidad

Hectáreas en el proyecto

Fecha de establecimiento

Antecedente del terreno

Supervivencia del injerto

1. ¿Cuántos injertos fueron establecidos en su plantación?
2. ¿Cuántos sobrevivieron?
3. ¿Cuántas plantas patrón se encuentran en su plantación?
4. ¿Cuándo fue el último conteo realizado?

Conservación del suelo

5. ¿Qué medidas de conservación de suelo realiza en su plantación?
6. ¿Cuánto porcentaje del terreno representan?
7. ¿Por qué realiza cada una de las medidas de conservación del suelo?

Resistencia a plagas y enfermedades

8. ¿Qué plagas se encuentran presentes en su plantación?
9. ¿Qué enfermedades enfrenta su plantación de cacao Criollo?
10. Si las combate ¿Qué medidas realiza para su combate?
11. ¿Cuánto porcentaje representan las afectaciones de plagas y enfermedades en su plantación?

Resistencia a eventos climáticos extremos

12. ¿Qué eventos climáticos extremos ha sufrido?
13. ¿Qué pérdidas le representaron? Tanto generales como de producción de cacao Criollo

Diversificación de actividades

14. ¿Realiza otras actividades productivas además del ICP?

Dependencia de insumos externos

15. ¿Qué insumos externos utiliza para la producción de cacao Criollo en su plantación?

Mano de obra

16. ¿Cuántos jornales le dedica a la producción de cacao Criollo?
17. ¿Cuántos de estos son realizadas por usted y su familia y cuántos son contratadas?

Involucramiento en la toma de decisiones

18. ¿A cuántas juntas, talleres y/o capacitaciones ha asistido?
19. ¿Cuál es su opinión de estas actividades?

Adopción de prácticas

20. ¿Cuál es su opinión de las prácticas propuestas por la Organización?
21. ¿Realiza las actividades como son establecidas por la Organización?

Asistencia técnica

22. ¿Cuántas visitas realizan los técnicos a su plantación?
23. ¿Qué actividades realizan durante las visitas?
24. ¿Considera que la asistencia técnica brindada ha sido suficiente?

Producción de cacao Criollo

25. ¿Cuál considera el principal problema o dificultad que tienen los cultivos de cacao?
26. ¿Cuáles son las principales ventajas del cultivo de esta variedad de cacao?

ANEXO 2. Entrevista a técnicos de la Organización.

1. ¿Cuántos productores hay en la organización? ¿Cuántos en cada municipio?
2. ¿Cuántos beneficiarios?
3. ¿Cuántas comunidades participan? ¿Cuáles?
4. ¿Cuánto es la inversión aproximada?
5. ¿Cuánta es la ganancia?

6. ¿Reciben apoyo por parte del gobierno? ¿Cuál?
7. ¿Cuántos injertos se realizaron?
8. ¿Cuánto se pretende cosechar?
9. ¿Cuándo se vende?
10. ¿Cuál es la extensión del área de cultivo?
11. ¿Cuántas plantaciones?
12. ¿De quiénes son los terrenos?
13. ¿Los productores reciben capacitación? ¿Cuánto tiempo? ¿Cada cuánto?
14. ¿Cuál considera el principal problema o dificultad que tienen los cultivos de cacao?
15. ¿Cuáles son las principales ventajas del cultivo de esta variedad de cacao?

ANEXO 3. Entrevista para estimar el capital social.

1. ¿Qué tipo de organización es? ¿Cuál es el nombre de la Organización?
2. ¿Cuáles son las actividades que se realizan al interior de la Organización? ¿Cómo es el proceso de toma de decisiones?
3. ¿Confía en las autoridades y administradores de la Organización? (Nivel de confianza)
4. ¿Qué tan sólida cree que es la integración en la Organización?
5. ¿Existen diferencias socioeconómicas entre los productores?
6. En términos generales ¿Se siente feliz y satisfecho con el trabajo con la Organización?

ANEXO 4. Fórmulas empleadas para estandarizar los indicadores.

En caso de indicadores cuya dirección de cambio sea maximizar:

$$\text{Valor ponderado} = \left(\frac{(X - X_{min})}{X_{max} - X_{min}} \right) * 100$$

En caso de indicadores cuya dirección de cambio sea minimizar:

$$\text{Valor ponderado} = \left(\frac{(X_{max} - X)}{X_{max} - X_{min}} \right) * 100$$