



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMATICA  
ECONOMÍA**

**OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA Y PRODUCTIVA DEL SISTEMA  
AGROFORESTAL CACAO EN EL SOCONUSCO, CHIAPAS.**

**JOSÉ LUIS RANGEL ZARAGOZA**

**T E S I S**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO**

**2015**

La presente tesis, titulada: **Optimización económica y productiva del sistema Agroforestal Cacao en el Soconusco, Chiapas**, realizada por el alumno: **José Luis Rangel Zaragoza**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
SOCIECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

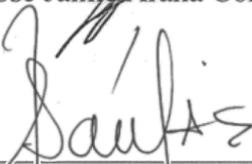
CONSEJERA:

  
\_\_\_\_\_  
Dra. María de Jesús Santiago Cruz

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Jaime Arana Coronado

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Saúl Espinosa Zaragoza

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Octubre de 2015

# **OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA Y PRODUCTIVA DEL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO EN EL SOCONUSCO, CHIAPAS.**

**José Luis Rangel Zaragoza, M.C.**

**Colegio de Postgraduados, 2015**

El objetivo del estudio fue determinar la optimización de recursos disponibles, en un sistema agroforestal cacao, maximizando el ingreso y la producción derivada de las actividades implementadas dentro de dicho sistema mediante un modelo de programación lineal, en la región Soconusco.

Se aplicaron 40 encuestas a productores de cacao en las localidades, El Hular, Primera Sección de Izapa, Ejido Raymundo Enríquez, y Ejido Plan de Ayala, de los municipios de Tuzantán, Tuxtla chico, Tapachula y Huehuetán respectivamente, para obtener información real de la situación del cacao en esta región. Los datos y el modelo fueron analizados en el paquete estadístico SAS<sup>®</sup> 9.4 con el comando PROC LP.

Los resultados mostraron que los productores de cacao tienen en promedio 60 años y núcleos familiares compuestos por cinco miembros, dependiendo económicamente de la agricultura. El modelo determinó una utilidad máxima de \$ 1.24 millones de pesos en 13 años, es decir que el ingreso neto mensual calculado fue \$ 7 982 pesos, considerando una superficie de trabajo de 2.6 ha, con nueve especies de importancia económica: cacao, mango, mamey, plátano, heliconias y árboles maderables como la primavera, cedro, roble y guayabo; tres de las cuales no son rentables, mientras que el recurso tierra resulta altamente restrictivo, así como la disponibilidad de capital de trabajo en los primeros cinco años del periodo de análisis. Sin embargo. Hay evidencias para mostrar que el sistema agroforestal cacao es económicamente viable y no de subsistencia.

Palabras clave: Programación lineal, costo marginal, optimización.

## ECONOMIC AND PRODUCTIVE OPTIMIZATION OF COCOA AGROFORESTRY SYSTEM IN SOCONUSCO, CHIAPAS.

The purpose of this study was to determine the optimization of available resource, in a cacao agroforestry system, maximizing the income and production resulting from the implemented activities within a planned cacao agrosystem, using a linear programming model in the Soconusco, Chiapas region.

A random survey was applied to 40 cocoa farmers in different localities: El Hular, Primera Sección de Izapa, Ejido Raymundo Enríquez y Ejido Plan de Ayala, in the municipalities of Tuzantán, Tuxtla chico, Tapachula and Huehuetán respectively, in order to obtain authentic information about the economic cocoa status in this region, analyzing the technical data using a linear model developing. The technical data and model were analyzed on SAS<sup>®</sup> 9.4 statistical package using the PROC LP command.

Results showed that most cocoa farmers have on average 60 years old and also a family with at least five members, living and depending economically on agriculture. The model determined a maximum profit of \$ 1.24 million of Mexican pesos in 13 years, i.e. the monthly income calculated is about \$ 7 982 mexican pesos, considering an agriculture surface of 2.6 ha with nine economically important species as cacao, mango, mamey, banana, heliconias and timber trees like *T. donnell Smithii*, *T. rosea*, *T. lucida* and *C. odorata*; three of which are not profitable, while the land resource is highly restrictive, similar to the availability of capital working in the first five years of the analysis period. Therefore, the cacao agroforestry system is economically viable and is not a subsistence system.

**KEYWORDS:** Linear programming, marginal cost, optimization.

## DEDICATORIAS

*Pobres, lo que se dice pobres, son los que no tienen tiempo para perder el tiempo.*  
*Pobres, lo que se dice pobres, son los que no tienen silencio, ni pueden comprarlo.*  
*Pobres lo que se dice pobres, son los que tienen piernas que se han olvidado de caminar, como las alas de las gallinas que se han olvidado de volar.*  
*Pobres, lo que se dice pobres, son los que comen basura y pagan por ella como si fuese comida.*  
*Pobres, lo que se dice pobres, son los que tienen derecho de respirar mierda, como si fuera aire, sin pagar por ella.*  
*Pobres, lo que se dice pobres, son los que no tienen más libertad que la libertad de elegir entre uno y otro canal de televisión.*  
*Pobres, lo que se dice pobres, son los que viven dramas pasionales con las máquinas.*  
*Pobres, lo que se dice pobres, son los que son siempre muchos y están siempre solos.*  
*Pobres, lo que se dice pobres, son los que no saben que son pobres.*

*“Pobrezas”*  
**Eduardo Galeano**

*¡Amigos míos, poneos de pie!*  
*Desamparados están los príncipes,*  
*yo soy Nezahualcóyotl,*  
*soy el cantor,*  
*soy papagayo de gran cabeza.*  
*Toma ya tus flores y tu abanico*  
*¡con ellos ponte a bailar!*  
*Tú eres mi hijo,*  
*tú eres Yoyontzin.*  
*Toma ya tu cacao,*  
*la flor del cacao,*  
*¡que sea ya bebida!*  
*¡Hágase el baile!,*  
*comience el dialogar de los cantos*  
*no es aquí nuestra casa,*  
*no viviremos aquí*  
*tú de igual modo tendrás que marcharte.*

*“Poneos de pie”*

*¡Ma zan moquetzacan, nicnihuan!*  
*In icnoque on cate in tepilhuan,*  
*Non Nezahualcoyotzin,*  
*Ni cuicanitl,*  
*Tzontecochotzin.*  
*Xocon cui moxochiuh ihuan in mecacehuaz,*  
*¡Ma ica xi mototi!*  
*Zan tehuan nopiltzin,*  
*Zan ye ti Yoyontzin.*  
*Ma xocon cua in cacáhua,*  
*In cacahuazochitl,*  
*¡ma ya on ihua in!*  
*¡Ma ya netotilo,*  
*ma necuicatilo!*  
*Ah nican tochan,*  
*Ah nican tinemizque,*  
*Tonyaz ye yuhcan.*

*“Ma zan moquetzacan”*

**Nezahualcóyotl**

Traducción de Miguel León Portilla

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para la realización de mis estudios de Maestría.

Al Colegio de Postgraduados por abrirme sus puertas para continuar con mi formación académica.

A mi Consejera, la Dra. María de Jesús Santiago Cruz, por su apoyo profesional en cada etapa de este trabajo, por creer en mí, aun en los momentos más difíciles de mi paso por la Maestría.

A los profesores que integraron mi Consejo Particular, Dr. J. Jaime Arana Coronad y Dr. Saúl Espinosa Zaragoza, por su enseñanza, paciencia y dirección.

Mención especial para el Dr. Oscar A. Arana Coronado, que me brindó su invaluable apoyo para la culminación de este trabajo.

A mis padres y hermano(a)s, que siempre me apoyaron y motivaron para salir adelante.

A mi novia Lorena, por su ayuda, paciencia y motivación en cada día.

A mi tía Soledad y mi tío Carlos, por su apoyo incondicional y valiosos consejos.

A mis amigos, los Alpha Chiang y Gujaratis, hicieron llevadera está etapa de mi vida.

## INDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
<b>III.</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>5</b>
<b>IV.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>6</b>
4.1.	Sistemas agroforestales, definición y clasificación .....	6
4.2.	Sistemas Agroforestales cacao en Chiapas .....	10
4.3.	La Programación lineal .....	14
4.3.1	Generalidades .....	15
4.3.2	Supuestos de la programación lineal .....	15
4.3.3	Dualidad .....	16
4.3.4	La programación lineal y su aplicación en la agricultura.....	17
<b>V.</b>	<b>MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>20</b>
5.1.	Características generales de la Región Soconusco .....	21
5.2.	Disponibilidad de recursos naturales .....	23
5.3.	Situación económica y social.....	23
5.4.	Estructura productiva del sector agropecuario.....	25
5.5.	Importancia del cacao y los SAF .....	28
<b>VI.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>33</b>
6.1.	Estructura de encuestas .....	33
6.2.	Programación lineal como técnica para una esquema óptimo del SAF cacao.....	36
6.2.1.	Principales componentes del modelo .....	36
6.2.2.	Las actividades .....	36
6.2.3.	Coeficientes técnicos.....	37
6.2.4.	Los precios netos .....	37
6.2.5.	Los recursos disponibles .....	38
6.3.	Especificaciones del modelo de PL para el SAF cacao .....	40
6.4.	Aspectos generales sobre rentabilidad económica en la agricultura.....	42

6.4.1.	Valor Actual Neto .....	43
6.4.2.	Tasa Interna de Rentabilidad.....	43
6.4.3.	Relación Beneficio - Costo .....	43
6.4.4.	Costos Totales, Fijos y Variables.....	44
6.4.5.	Punto de equilibrio .....	44
<b>VII.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
7.1.	Situación y composición de los cacaotales en el Soconusco .....	45
7.2.	Análisis del modelo de Programación lineal .....	48
7.3.	Ingreso y actividades seleccionadas.....	48
7.4.	Precios sombra de las actividades y de los recursos .....	53
7.5.	Uso de los recursos .....	57
7.6.	Análisis marginal .....	60
7.7.	Subsidios y mercado .....	62
<b>VIII.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>65</b>
<b>IX.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>X.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>68</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>69</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>
	<b>ANEXO A. COSTOS DE PRODUCCIÓN.....</b>	<b>75</b>
	<b>ANEXO B. COMPONENTES PRINCIPALES DEL MODELO DE PL.....</b>	<b>80</b>
	<b>ANEXO C. FORMATO DE ENCUESTA: ETAPA 1 .....</b>	<b>81</b>
	<b>ANEXO D. FORMATOS DE ENCUESTAS: ETAPA 2.....</b>	<b>83</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Matriz de combinaciones de sistemas de producción forestal, agrícola y pecuaria. ....	8
Cuadro 2. Diferencias fundamentales entre los Sistemas especializados y agroforestales.....	9
Cuadro 3. Población económicamente activa ocupada por sector de actividad económica en el estado de Chiapas, 2013.....	21
Cuadro 4. Índice y grado de marginación en la Región Soconusco, 2010. ....	25
Cuadro 5. Principales cultivos cíclicos y perennes en la Región Soconusco, 2012. ....	26
Cuadro 6. Indicadores de la producción de cacao en Chiapas por DDRs, 2012.....	29
Cuadro 7. Producción de cacao en la Región Soconusco, 2000 - 2012.....	30
Cuadro 8. Producción de cacao en la Región Soconusco, 2012. ....	31
Cuadro 9. Componentes e indicadores a evaluar de la producción de cacao .....	35
Cuadro 10. Actividades representadas en el modelo de PL.....	37
Cuadro 11. Etapas de producción para cada especie .....	39
Cuadro 12. Listado de especies económicamente importantes en los cacaotales.....	46
Cuadro 13. Diseño y asistencia del SAF cacao.....	48
Cuadro 14. Resultados: asignación óptima de superficie y venta de unidades forestales. ....	49
Cuadro 15. Utilidades generadas por actividad .....	50
Cuadro 16. Unidades producidas por actividad .....	51
Cuadro 17. Cantidad de jornales requeridos por actividad.....	52
Cuadro 18. Precio sombra imputado a los recursos.....	55
Cuadro 19. Valoración de los recursos .....	56
Cuadro 20. Sobrante de los recursos en el modelo primal.....	57
Cuadro 21. Costo marginal atribuido a la producción unitaria de los cultivos.....	61
Cuadro 22. Rentabilidad de las actividades .....	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. División política de la Región Soconusco.....	22
Figura 2. Diagrama de motores y productos clave a implementarse en el Soconusco .....	28
Figura 3. Una función de costos vista como una función inversa de producción.....	40
Figura 4. Sistema agroforestal cacao .....	45
Figura 5. Nivel educativo de productores de cacao .....	53
Figura 6. Mano de obra ocupada anualmente .....	58
Figura 7. Cantidad de agua requerida .....	59
Figura 8. Capital de trabajo ocupado .....	59
Figura 9. Reunión con productores de cacao en el municipio de Tuzantán .....	63

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la sociedad mexicana vive bajo un contexto de especulación alimentaria, de combate a la pobreza, de conservación y recuperación de recursos naturales renovables, de un comercio globalizado que exige altos niveles de competitividad, y por otro lado, políticas públicas desfocalizadas e incoherentes, de contaminación global, entre otros, que hacen necesario desarrollar herramientas que puedan atender estos problemas que aquejan al país, evidenciando los rezagos y proponiendo métodos más eficientes y eficaces para resolver cada uno de estos problemas desde diferentes aristas para aterrizar en un desarrollo nacional.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013 – 2018, se menciona como estrategia general: la mayor productividad a través del uso eficiente de los factores de producción; al mismo tiempo que se impulsa el aprovechamiento de los recursos naturales, haciendo uso de prácticas sustentables de las actividades agropecuarias.

La Millennium Ecosystem Assessment, [MEA] (2005), menciona que el deterioro de los bosques es un problema que trasciende el ámbito natural porque la escasez o el abatimiento de servicios esenciales como los alimentarios o medicinales, el suministro de agua, la regulación de la temperatura, etc. incide en la calidad de vida de la sociedad. Dicha destrucción conlleva la pérdida de oportunidades de sobrevivencia, cuyas consecuencias se agudizan en naciones megadiversas y subdesarrolladas como México.

La situación de los bosques en el país ha estado en decadencia por diversos motivos, entre ellos la deforestación, en el que México se ubica entre los países con los índices más altos, recientemente se han reportado aproximadamente 155 mil hectáreas deforestadas por año; siendo los ecosistemas más afectados el de zonas áridas con 71 %, bosques y selvas con 13.65 % y 15.31 % respectivamente, siendo la principal causa el cambio de uso de suelo para actividades agrícolas (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2013). El bosque se ha visto como una fuente inagotable de madera, sin considerar que su recuperación toma tiempo; mientras que los beneficios económicos y ambientales para las comunidades rurales aún no son

aprovechadas del todo. Esto ha llevado a la destrucción de ecosistemas por falta de recursos y actividades económicas alternativas de las comunidades que las explotan.

Entre los efectos por el deterioro del medio ambiente destacan, a) modificación espacial, temporal y cuantitativa de lluvias y sequías, b) incremento de incendios forestales e intensificación de la deforestación, c) reducción y pérdida de ecosistemas forestales, y d) reducción o extinción de especies silvestres. En la mayoría de los casos, el desarrollo de las actividades de los distintos sectores productivos no toma en cuenta el valor de los ecosistemas, como los espacios donde se dan los procesos naturales que sostienen la vida y proveen los bienes y servicios que satisfacen las necesidades de la sociedad; adicionalmente conlleva a una reducción del valor ecológico, social y económico de los bienes y servicios que los bosques y las selvas proveen. En el PND 2013 – 2018, se menciona que para lograr una verdadera sustentabilidad ambiental es necesario que se concilie el medio ambiente con otras dos grandes áreas de sustentabilidad del desarrollo humano, estas áreas son la productividad y la competitividad de la economía.

Por otro lado las áreas forestales de México están habitadas por 13.5 millones de personas. Incluyen más de 23 mil ejidos y comunidades, con presencia de 43 etnias caracterizadas por altos índices de marginación y pobreza. En este sentido, las estrategias para atacar la pérdida de la cobertura de selvas y bosques, consiste en apoyar proyectos para reforestar con especies nativas, reforzar políticas de ámbito forestal, realización de estudios y proyectos regionales y programas especiales para el manejo sustentable de bosques y selvas y, promover esquemas de manejo sustentable.

Se debe buscar que el sector forestal incremente el bienestar de ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios de las regiones forestales, a través del mejoramiento y diversificación de las actividades productivas y del aprovechamiento de servicios tales como el ecoturismo, con programas que impulsen el aumento de las capacidades productivas y la competitividad dentro de la sustentabilidad. Para esto es necesario incorporar a los silvicultores en la toma de decisiones del sector, promoviendo las formas de organización locales y regionales que den sentido social al desarrollo. Se debe apoyar la integración y fortalecimiento de las cadenas

productivas regionales, las plantaciones forestales comerciales para disminuir la presión sobre los bosques naturales, los ordenamientos territoriales comunitarios y otros instrumentos afines.

El problema que se aborda en esta investigación es la conservación de recursos naturales, a través de la implementación de Sistemas agroforestales (SAF) combinación con el cacao (*Theobroma cacao* L.), que permita integrar varios de los puntos ya mencionados en párrafos anteriores, tal como la integración de las plantaciones forestales, frutales y ornamentales dentro del SAF cacao en la región del Soconusco en el Estado de Chiapas, con el objetivo de disminuir la deforestación por la expansión de monocultivos y mantener activa la producción de cacao, integrando a productores y sus familias a los mercados locales, por medio de la diversificación de productos dentro de una misma superficie (sistemas agroforestales), es decir optimizando tanto la superficie disponible como el ingreso proveniente de estos sistemas productivos que promueven el desarrollo humano con la productividad y competitividad de su economía.

Existen diversos estudios sobre la asociación de cacao con diversos cultivos, así como análisis minucioso de condiciones y lugares donde se aplican, de los tipos de productores que los emplean y de las experiencias, tanto ecológicas como sociales y económicas que se han derivado a lo largo de los años desde la época precolombina hasta hoy en día (de Durand, 1967; de Rojas y de Gandarilla, 1987; Sánchez et al., 2002; Aranzazu *et al.*, 2004; De la Piedra y Zamarripa, 2006; Salgado, *et al.*, 2007; Córdoba *et al.*, 2008; López *et al.*, 2011; Córdoba, 2014; Ibarra *et al.*, 2014).

Dentro de la actividad agroforestal en la Región del Soconusco son pocos los estudios que desarrollan la parte económica, donde se discute la característica de subsistencia o rentabilidad (López et al., 2003; Pérez y Geissert, 2006; González, 2008; Coutiño, 2010; Hernández *et al.*, 2015). Sin embargo, con esta investigación se pretende demostrar que la agroforestería, en particular la asociada a cacao, tiene potencial para ser una actividad productiva y rentable que permita mantener un ingreso favorable, diseñando un plan estratégico en base a un estudio económicamente óptimo, de un grupo de especies vegetales frecuentemente integradas a estos sistemas de producción en la zona de estudio.

Debe resolverse el acercamiento de información y manejo de nuevos sistemas. Por lo cual es importante diseñar herramientas matemático financieras, que permitan al productor tomar decisiones para maximizar sus utilidades, en función de los estratos que intervengan dentro del sistema agroforestal asociado a cacao y de la combinación de cultivos que sean de interés para el mercado local o regional.

De acuerdo a la base de datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la superficie agroforestal de cacao desde el año 2000 a la fecha, en el Estado de Chiapas y particularmente en la Región del Soconusco ha disminuido a una tasa media anual del 1.76 %, principalmente por el desplazamiento de monocultivos como la palma africana, mango, plátano, pastos, etc., mismos que tienen mayor aceptabilidad entre los productores regionales. López *et al.* (2006) mencionan que otro factor de desplazamiento se debe a la alta sensibilidad a plagas y enfermedades como en el caso de la moniliasis<sup>1</sup> la cual ha ocasionado severos problemas en los cacaotales del país. Está situación acompañada de los bajos ingresos resultantes de tal actividad, han empeorado la situación de los productores. De ahí la importancia de proponer un sistema agroforestal que permita aminorar los efectos adversos al cacao y al mismo tiempo maximice la parte económica.

---

<sup>1</sup> La moniliasis del cacao es una enfermedad causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, actualmente algunos científicos la han identificado como *Crynipellis roreri*. Es un hongo que ataca únicamente las mazorcas o frutos de cacao, causando pudrición en los granos. Puede causar la pérdida completa de la producción.

## **II. OBJETIVOS**

- Determinar los patrones socioeconómicos de las especies vegetales presentes y el uso óptimo de recursos dentro del sistema agroforestal cacao.
- Determinar la optimización de los recursos disponibles, en el sistema de producción, para maximizar el ingreso neto y la producción derivada de las actividades implementadas dentro de un sistema agroforestal planificado, considerando factores externos al sistema mediante un modelo de programación lineal.

## **III. HIPÓTESIS**

- El Sistema agroforestal cacao es un modelo de producción económicamente viables en la región de estudio.
- Existe un rezago tecnológico en la producción propiciado, por aspectos socioeconómicos como la migración, y productivos como la falta de vinculación, propios del sistema agroforestal cacao. Es posible determinar el balance entre especies establecidas y los ingresos económicos maximizando la productividad del sistema agroforestal cacao, al implementar un modelo de optimización.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Sistemas agroforestales, definición y clasificación

La interacción entre árboles y cultivos agrícolas, es una práctica antigua que los agricultores han usado en todo el mundo, de acuerdo con King (1987, citado por Nair, 1993) en Europa durante la Edad Media era común realizar la roza-tumba y quema. Mientras que en América tropical muchas sociedades han simulado las condiciones del bosque, para obtener los beneficios de estos ecosistemas, un ejemplo es América Central donde tradicionalmente el agricultor planta docenas de plantas de diferentes especies en parcelas inferiores a media hectárea, dicha concentración e interacción ha logrado simular las capas, estratos, de un bosque tropical. Se menciona la existencia de tres atributos, teóricamente, que todo sistema agroforestal posee:

- Productividad: La mayoría de los sistemas tienen como objetivo mantener o aumentar la producción y la productividad de la tierra. La agrosilvicultura puede mejorar la productividad de maneras diferentes. Esto incluye aumento de producción de productos forestales, mejora de rendimiento de cultivos asociados y aumento de la eficiencia del trabajo.
- Sustentabilidad: al conservar el potencial de producción de la base de recursos, principalmente a través de los efectos beneficiosos de las plantas, se puede lograr y mantener indefinidamente las metas de conservación y fertilidad.
- Adaptabilidad: el hecho de que la agroforestería sea una palabra nueva para un viejo conjunto de prácticas indica que, la agrosilvicultura ya ha sido aceptada por la agricultura en general.

La agroforestería no es una actividad nueva, se ha practicado en diferentes condiciones y diversos lugares por más de un siglo. Este sistema de cultivo se originó en Myanmar, con los cultivos de montaña, usando Teca (*Tectona grandis* L.) para la producción forestal maderable. Desde entonces el sistema de producción se ha extendido a través de Asia, África y América

Latina, con diferentes nombres (Adeyoju, S. K., 1980, citado por Arcia, 1985). Sin embargo, la historia prehispánica de Mesoamérica también relata un fuerte aprovechamiento de este tipo de sistemas y que actualmente persisten.

El propósito fundamental del SAF es diversificar y optimizar la producción para un manejo sostenible, sin mencionar los beneficios ambientales en la captura de carbono. Al mismo tiempo pueden ayudar a alcanzar la seguridad alimentaria y garantizar la tenencia de la tierra y aumentar los ingresos agrícolas (Casanova, Petit y Solorio, 2011).

Por otro lado, Fassbender (1987, citado por Caballero, 1989) menciona que la agroforestería contempla una serie de sistemas y tecnologías del uso de la tierra en las que se combinan árboles con cultivos agrícolas y/o pastos en función del tiempo y espacio, con el objetivo de incrementar y optimizar la producción en forma sostenida.

La agroforestería es un sistema de manejo sostenido de la tierra, que incrementa el rendimiento de esta, combina la producción de cultivos agrícolas y plantas forestales y/o animales, simultánea o consecutivamente en la misma unidad de terreno y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local (González y Villareal, 1989).

Combe (1979) define a las técnicas agroforestales como el manejo de tierras que impliquen la combinación de árboles forestales con cultivos, con ganadería, o una combinación de las tres. Tal asociación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo y en el espacio (Cuadro 1). Su objetivo principal es aumentar la producción por unidad de superficie, respetando siempre el principio del rendimiento sostenido.

Rivero (1989) define el uso múltiple de suelo como aquel conjunto de actividades que permiten la planeación y el control de la producción de bienes y/o servicios, previstos por cualquier ente, siendo obtenidos de una porción de terreno en un lapso específico de tiempo. Dicha planeación permite la asignación óptima de recursos escasos entre alternativas, regularmente y para un cierto rango de utilización de insumos, que se caracterizan por ser mutuamente excluyentes.

**Cuadro 1. Matriz de combinaciones de sistemas de producción forestal, agrícola y pecuaria.**

OBJETIVO SECUNDARIO DE PRODUCCIÓN	OBJETIVO PRIMARIO DE PRODUCCIÓN			
	ARBOLES FORESTALES	CULTIVOS AGRÍCOLAS	FORRAJE Y/O PASTOREO	LOS TRES COMBINADOS
ARBOLES FORESTALES	----	AGROSILVICULTURA	PASTORISILVICULTURA	
CULTIVOS AGRÍCOLAS	SILVOAGRICULTURA	----	PASTORILAGRICULTURA	AGROSILVOPASTORIL
FORRAJE Y/O PASTOREO	SILVOPASTORIL	AGROPASTORIL	----	
LOS TRES COMBINADOS		AGROSILVOPASTORIL		

Fuente: Combe, J. (1979). *Técnicas agroforestales para los trópicos húmedos: conceptos y perspectivas*. Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su contribución al Desarrollo de la América Tropical, pp. 117-124.

La evaluación del comportamiento de los SAF debe considerar que la relación entre insumos y productos, es una medida de eficiencia (Torquebiau, 1990). Para ser considerados más productivos que otras formas de uso de la tierra, los SAF's deben poseer ventajas biológicas y económicas en interacciones de sus componentes individuales (Dirk, 1990).

Nair (1998) propone un antes y un después en la forma de ver a los sistemas agroforestales: antes de los años 70's, donde a) existía la agroforestería como una práctica, pero no como concepto, b) se hacía énfasis en lo agrícola y forestal por separado, y c) era sinónimo de hambre y desnutrición; después de los 70's: a) se hablaba de una agroforestería industrializada, b) se conceptualiza, c) se desarrollan metodologías para analizarlas, d) se crean bases de datos, y e) se investigan las interacciones del suelo, el comportamiento del sistema y el multipropósito de los árboles. Adicionalmente menciona que el desarrollo de la agroforestería debe basarse en dos principios: la competencia y la complejidad, y que a su vez determinan dos propiedades deseables: rentabilidad y sostenibilidad; argumentando que la competencia y la complejidad no son principios, sino que reflejan las propiedades del sistema, que al ser administrada podría llevar las otras propiedades deseadas. De esta forma argumenta que los SAF's complejos podrían ser más rentables económicamente y ecológicamente sostenible cuando las interacciones entre los componentes de recursos de crecimiento se manejan con base en principios científicos.

La Comisión Nacional Forestal [CONAFOR] (2003) en su informe final del Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México, describe que un aprovechamiento integral como alternativa de desarrollo local y regional no depende, en primera instancia de la diversidad de los recursos del ecosistema forestal, sino de la capacidad para crear en forma sistemática las condiciones para tal aprovechamiento, lo cual exige un potencial creativo y organizativo a nivel local y regional que sólo se consigue en el largo plazo, ejemplificando la viabilidad social, técnica económica y ambiental.

En la actualidad existen muchas variantes en la estructura del sistema agroforestal, algunos de ellos pueden resultar atractivos para la planeación y estructuración de una actividad agroforestal en forma. Nair (1993), en su libro “*An Introducción to Agroforestry*”, manifiesta que las consideraciones económicas son algunos de los factores más importantes que determinan el valor final y la viabilidad de la agroforestería para el usuario de la tierra. Sin embargo, la gran mayoría de la investigación agroforestal al día se ha concentrado en los factores biológicos y físicos que afectan la productividad. Siendo necesario realizar evaluaciones económicas dentro de un contexto actualizado.

**Cuadro 2. Diferencias fundamentales entre los Sistemas especializados y agroforestales**

<b>SISTEMAS DE PRODUCCIÓN</b>	
<i>Especializados</i>	<i>Agroforestales</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Intensivos en capital</li> <li>● Especialización</li> <li>● Operaciones en gran escala</li> <li>● Gran ocupación en pequeños periodos</li> <li>● Uno o pocos productos</li> <li>● Escala comercial</li> <li>● Esquema empresarial</li> <li>● Posibilidad de alta rentabilidad con grandes riesgos</li> <li>● Tienen a deteriorar los ecosistemas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Intensivos en mano de obra</li> <li>● Diversificación</li> <li>● Operaciones en pequeña escala</li> <li>● Pequeña ocupación todo el año</li> <li>● Muchos productos</li> <li>● Autoconsumo con excedentes para venta</li> <li>● Esquema familiar</li> <li>● Rentabilidad limitada con escasos riesgos</li> <li>● Conservan y mejoran los ecosistemas.</li> </ul>

Fuente: Caballero D., M. (1989). Los sistemas agroforestales en México su situación actual y sus perspectivas.

Caballero (1989) menciona la existencia de la dualidad en los SAF's; por un lado utilizan de manera óptima el más importante de los recursos que tiene a su disposición el pequeño productor, esto es, su capacidad de trabajo personal y familiar. Mientras que por otro lado le

permite obtener una producción diversificada de bienes y servicios que le proporcionan un ingreso, quedando así “protegido” de las fluctuaciones bruscas que exhiben los precios en un producto en particular; es decir minimizan sus riesgos socioeconómicos y biológicos (Cuadro 2).

En el mundo más de 1.6 mil millones de personas dependen en diferentes medidas de los bosques para sus medios de subsistencia. Alrededor de 60 millones de indígenas dependen casi por completo de los bosques. Unos 350 millones de personas, que viven dentro o en áreas adyacentes a bosques densos, dependen de ellos para subsistir y generar ingresos económicos. En países en desarrollo, alrededor de 1.2 mil millones de personas dependen de sistemas agroforestales para mantener su producción agrícola y generar ingresos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2014). Y se retoma la estrategia del Banco Mundial para la silvicultura, *Bosques Sostenibles (Sustainable Forests)*, Banco Mundial, 2002), donde se reconoce que los bosques forman parte de sistemas económicos, ambientales y de gobernanza más grandes, que trabajan de forma conjunta para alcanzar objetivos de reducción de la pobreza, desarrollo económico sostenible, y conservación del medio ambiente. E identifica como factor importante a las mujeres como actoras fundamentales de la silvicultura, siendo innovadoras desarrollando o adaptando nuevas tecnologías agroforestales (Banco Mundial, 2012).

#### 4.2. Sistemas Agroforestales cacao en Chiapas

Juhrbandt *et al.* (2010) en su estudio sobre rendimiento y productividad del suelo en cacaotales, haciendo una selección de 144 parcelas de producción intensiva y 48 extensivas, con lo que se pretendía demostrar la factibilidad de conservar las zonas forestales dada la alta disponibilidad de insumos naturales en el suelo, así como la disponibilidad de agua; sin embargo, se encontraron con la existencia de agentes externos que incidieron en decisiones de los agricultores, que a pesar de implementar un SAF y obtener mejor calidad de cacao, prefirieron continuar con sus plantaciones intensivas, esta variable decisiva fue el precio externo del cacao.

Se ha aprovechado la tolerancia y necesidad de sombra por parte del cacao para crear dos estratos de intercepción de la luz. En diferentes países tropicales se establecen con una

diversidad de especies arbóreas que además de sombra aportan beneficios económicos y ecológicos con el doble propósito de proyectarle sombra y además de que pueden ser fuente de alimento y de otros subproductos que significan ingresos económicos complementarios al cacao (Duguma *et al.*, 1999; Almeida *et al.*, 2002).

Salegio *et al.* (2000) mencionan que la participación de productores en proyectos agroforestales, en el Sureste Mexicano y Centroamérica, está limitada por falta de conocimiento tecnológico sobre prácticas agroforestales y problemas de tenencia de tierras. Siendo clave para lograr la participación de los productores, el apoyo gubernamental en las organizaciones locales.

Janka, Neugebauer y Steinlin (1981, citado por Arcia, 1985) recomiendan para el trópico mexicano, el uso múltiple del suelo como una alternativa ecológica, económica y de desarrollo rural que permite mantener una productividad aceptable del suelo, la asociación de diversas especies y alivia las necesidades de autoconsumo de la población rural. Al mismo tiempo identifican algunos de los problemas sobre el uso múltiple del suelo de tipo socioeconómico y cultural que dificultan la ejecución de los SAF.

Domínguez y Sánchez (1989) en su ensayo sobre técnicas agroforestales, plantean el cacaotal como un caso donde el uso de árboles de sombra es indispensable para el desarrollo óptimo del cacao como tal. Requiriendo mayor cantidad de sombra en sus inicios, y mayor requerimiento de luz en su etapa productiva, entre las especies de árboles más usadas como sombra se mencionan 38. Siendo de mayor relevancia para la región del Soconusco, el amate (*Ficus sp*), árbol del pan (*Artocarpus altilis*), Caimito (*Chrysophyllum cainito*), caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela mexicana*), Mango (*Manguifera indica*), zapote mamey (*Pouteria sapota*), etc.

Cruz, Jarquín y Ramírez (2013) mencionan, en su estudio de viabilidad económica de policultivos, que los indicadores económicos para policultivos café robusta-cacao y hule-cacao obtuvieron mediante el cálculo del *LER* (Equivalente de la tierra) que fue de 1.33 y 1.13 y una relación B/C de 2.59 y 1.89 respectivamente, concluyendo que dichas asociaciones son viables económicamente.

Cruz (2008) indica, en su estudio de análisis de costos de producción de cacao en Ostuacan, Chiapas, que el nivel de equilibrio en el rendimiento de cacao es de 964 kilogramos por hectárea; y que el 40% de los productores incurre en pérdidas sin darse cuenta de ello. Señala además el uso intensivo de mano de obra familiar, el cual resulta determinante en la estructura de costos elevándolos significativamente.

La poca rentabilidad del cultivo de cacao durante los años 2000 a 2007, aunados a la presencia de la Moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* en el Estado de Chiapas, ha contribuido en la búsqueda de nuevas formas de producción de sistema producto orientados a obtener el máximo aprovechamiento del recurso naturales del suelo, y de la agroforestería a través de un uso más racional y sostenible mediante asociaciones con otras especies compatibles con el cultivo de cacao y de mayor redituabilidad.

Considerando que el cacao es una especie umbrófila (requiere de sombra para su desarrollo y crecimiento), se requieren alternativas, aprovechando que muchas especies, se adaptan bien a la asociación con el cultivos del cacao, de esta manera es posible desarrollar agroecosistemas con una mayor diversidad en componentes combinando los aspectos biológicos, agronómicos, económicos y ecológicos, sin provocar alteraciones que puedan perjudicar al cultivo y al ambiente.

En su estudio Reyes y López (2003) mencionan la importancia de conocer que especies en particular, árboles maderables, son aptas para un SAF café en el Soconusco, Chipas; sin embargo, consideran importante analizar estos sistemas, tanto para café como para cacao, a través de estratos altitudinales dado que existen especies forestales que son susceptibles a esta variable geográfica y que no se desempeñarían de la misma manera.

De acuerdo al Plan Rector Cacao Chiapas 2012, en los últimos años los productores de cacao se han enfrentado a una serie de dificultades que limitaron su desarrollo, destacándose; los altos costos del cultivo, bajos rendimientos, presencia de enfermedades, falta de capital para el acopio, infraestructura deteriorada y excesivo intermediarismo en la comercialización, conjuntamente estos factores propiciaron la pérdida de interés por parte de los productores.

La situación desfavorable redujo la producción elevando relativamente los precios y propiciando la reactivación del cacao. A la par se ha dado énfasis a nuevos aportes de los cacaotales, como prestador de servicios ecosistémicos; como agroecosistema su relevancia se encuentra en la sustentabilidad de las regiones cacaoteras de Chiapas y Tabasco. Y pese al gran potencial del cacao en los mercados internacionales, en algunas comunidades se han comenzado a derribar dichas plantaciones sustituyéndolas por otros sistemas productivos. Entre las aseveraciones que el Sistema Producto Cacao resalta la necesidad de una recuperación urgente, a través de la modernización de los sistemas tradicionales de cultivo con tecnologías de genotipos de altos rendimientos, excelente calidad, adaptabilidad y manejo de planta en sistemas agroforestales y en la medida de lo posible mecanizados.

González (2008) en su estudio sobre el efecto de la moniliasis en el sistema cacao, afirma que *“...dada la extensión de las plantaciones, la gran biodiversidad presente en ellas y el número de productores que dependen de este cultivo, el cacao constituye uno de los pilares de la conservación ambiental y sostenibilidad de los recursos naturales, así como de uno de los cultivos estratégicos para esta parte del territorio mexicano. Por otra parte, las plantaciones de cacao constituyen agroecosistemas que, por su estructura y función se asemejan al ecosistema tropical húmedo; se considera, por lo tanto, que el cacao posee un alto valor ecológico que contribuye a la conservación de los recursos naturales del trópico.”*

La moniliasis ha ocasionado la pérdida de hasta el 50 % de la producción y en algunos casos hasta del 90 %, lo cual afecta directamente a los núcleos familiares ocasionando una disgregación familiar, migración, abandono de parcelas, entre otros efectos de carácter social (González, 2008).

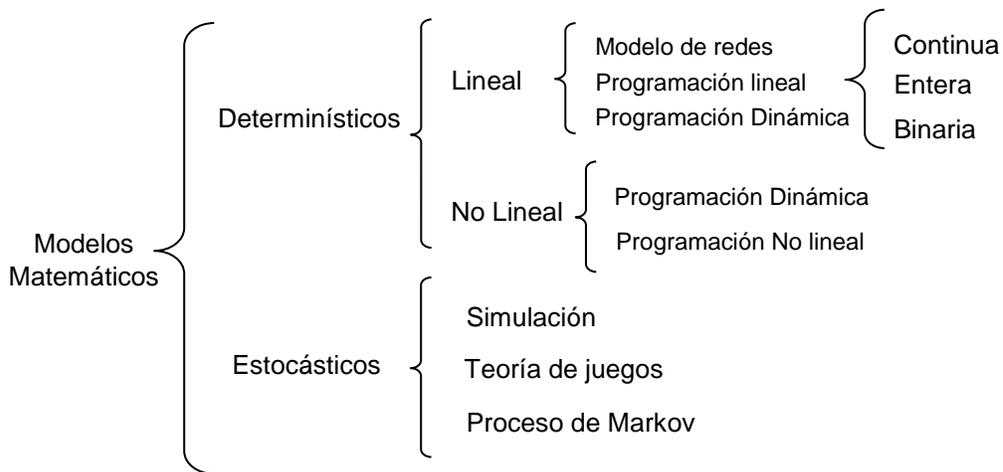
Es notoria la amplia cantidad de variantes que se pueden presentar en el momento de analizar y estudiar al cacao y su entorno, siendo prescindible acotar dichas variantes para evitar sesgos en los posibles resultados; así mismo se requiere considerar la opinión de los productores para dar veracidad y ratificar que los resultados de dichos análisis sean válidos en los cacaotales.

Finalmente se debe analizar el método a utilizar dado que existen diversas consideraciones que pueden repercutir en los resultados y conclusiones.

### 4.3. La Programación lineal

El método de la programación lineal se remonta a la década de 1930, donde otros métodos matemáticos ya se habían consolidado como el caso de la teoría de juegos. No obstante, fue hasta finales de los 40's que se dio el desarrollo y mejora de investigación de operaciones, gracias al avance de la tecnología computacional. Siendo el matemático George Bernard Dantzig su máximo precursor, encontrando sus primeras aplicaciones de la PL en problemas de logística militar (Eiselt & Sandblom, 2007). En 1947 Dantzig desarrolla el método simplex y John von Neumann desarrolla la teoría de la dualidad. Posteriormente en 1975, Leonid Kantorovich utilizaba técnicas similares enfocadas a la economía.

Los modelos de PL se encuentran clasificados de la siguiente manera:



La programación lineal dentro del campo de la optimización matemática se dedica a maximizar o minimizar una función lineal, comúnmente llamada función objetivo, de tal forma que las variables de dicha función se encuentran sujetas a una serie de restricciones expresadas en ecuaciones lineales. El uso de la PL se ha expandido, contribuyendo en diferentes áreas de la ciencia, logrando avances significativos, nuevos usos y aplicaciones (Eiselt & Sandblom, 2007).

#### 4.3.1 Generalidades

Hazell y Norton (1986) mencionan que un modelo de PL puede escribirse como:

$$\max Z = \sum_{j=1}^n c_j X_j \quad (1.1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i, \quad \text{para toda } i = 1 \text{ a } m \quad (1.2)$$

$$X_j \geq 0, \quad \text{para toda } j = 1 \text{ a } n \quad (1.3)$$

Donde

$X_j$ : Se refiere al número de actividades posibles, desde  $j = 1$  a  $n$ .

$c_j$ : Son los costos (ingresos) de una unidad de la  $j$ -ésima actividad.

$a_{ij}$ : Indica la cantidad del  $i$ -ésimo recurso para producir una unidad de la  $j$ -ésima actividad. Y  $m$  denota el número de recursos;  $i = 1$  a  $m$ .

$b_i$ : Es la cantidad del  $i$ -ésimo recurso disponible.

En otras palabras, el modelo expresa la forma de obtener el mayor margen bruto total posible (1.1), sin violar ninguna de las restricciones de recursos (1.2) sin implicar ningún nivel de actividades negativas (1.3). Conociéndose esta expresión matemática como problema "Primal".

#### 4.3.2 Supuestos de la programación lineal

- Optimización: Se asume que la función objetivo es la adecuada que maximiza o minimiza a dicha función.

- Fijeza: Al menos una restricción tiene un coeficiente de lado derecho distinto de cero.
- Finitud: Se asume que hay un número finito de actividades y restricciones a tener en cuenta para buscar una solución.
- Certidumbre: Todos los coeficientes  $c_j$ ,  $a_{ij}$ , y  $b_i$  en el modelo se conocen con certeza.
- Continuidad: Se asume que los recursos pueden ser usados y las actividades producen en cantidades que son unidades fraccionarias.
- Homogeneidad: Se asume que todas las unidades del mismo recurso o actividad son idénticas.
- Aditividad: Indica que la cantidad total de recursos usados es igual a la suma de los recursos usados en cada proceso.

#### 4.3.3 Dualidad

Todo problema de programación lineal tiene asociado con él otro problema de programación lineal llamado DUAL, el problema inicial es llamado PRIMAL (1.1). La solución básica factible óptima de estos problemas es tal que una puede fácilmente ser usada para la solución de la otra. La dimensión del problema de programación lineal influye en la elección del cálculo del primal o del dual. Por cada maximización del primal, obtendremos una minimización para dual dual, o viceversa. Si el primal tiene más ecuaciones que variables, es frecuentemente más fácil obtener la solución del dual ya que menor número de iteraciones son requeridas. Además si el primal tiene solución, el dual tendrá solución. Una vez que el problema dual es formulado, el procedimiento de solución es exactamente el mismo que para cualquier problema de programación lineal (Eiselt & Sandblom, 2007; Hazell y Norton, 1986; Taha, 2014).

Entonces se puede definir matemáticamente respecto a la expresión (1.1), como:

$$\min W = \sum_{i=1}^m b_i \lambda_i \quad (1.4)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} \lambda_i \geq c_j, \quad \text{para toda } j = 1 \text{ a } n \quad (1.5)$$

$$\lambda_i \geq 0, \quad \text{para toda } i = 1 \text{ a } m \quad (1.6)$$

Se debe considerar que:

- El valor óptimo del problema dual es igual al del primal.
- Los coeficientes están medidos en unidades físicas.
- Las restricciones del primal de producción consideran la disponibilidad de recurso, por lo tanto el problema dual puede ser utilizado para imputar un valor a dichos recursos llamado.

#### 4.3.4 La programación lineal y su aplicación en la agricultura

Hazell y Norton (1986) mencionan que la programación lineal en la agricultura tuvo sus orígenes al tratar de modelar la economía de la producción agrícola.

Hace 30 años la incursión de la PL en la agricultura era muy incipiente, aún en la actualidad se considera que no ha consolidado su aplicación rutinaria en la asignación óptima de recursos escasos de la empresa agropecuaria; teniendo limitantes como las constantes variaciones que suceden en la vida real del sector agropecuario, además de no-linealidad que presentan la mayor parte de las funciones que se plantean en situaciones de productividad decreciente (Beneke y Winterboer, 1984).

A pesar de las limitantes mencionadas, ya han surgido aplicaciones específicas como el problema de la dieta para animales, problemas de transporte de productos agrícolas, asignación de personal en actividades agropecuarias, flujo de redes aplicadas a problemas de riego o

logística, en la agroforestería, en la agroindustria, entre otros más; para el caso específico de interés se mencionan algunas situaciones donde se ha utilizado la PL en SAF.

Según Montoya (1999) en la caracterización de un SAF de pequeños y medianos productores, en una evaluación económica demuestra que son menos exigentes en capital y de retornos más rápidos que el sistema forestal, encontrando que bajo ciertas combinaciones los cultivos anuales asociados en el SAF cubren el 46 % de los costos totales de la unidad de producción. Montoya plantea en su trabajo como mecanismo de evaluación un análisis financiero complementado con un modelo de programación lineal para un esquema de 10 años.

Covarrubías (2001) analiza económicamente nueve SAF agrupados en tres categorías: con cultivos a) agroindustriales, b) extensivos, c) intensivos y como testigo una plantación netamente forestal; encontrando que en los tres casos mencionados se encontraron indicadores económicos superiores a la plantación forestal, demostrando así la factibilidad técnica y económica de los SAF. Mientras que los índices de rentabilidad con mejor desempeño fueron los SAF con cultivos intensivos. No obstante, menciona que para tomar una decisión sobre qué tipo de sistema implementar, debe considerarse la mayor cantidad de datos sobre el contexto agronómico, social, económico y productivo.

En Panamá, Ludewings *et al.*, 1998, calcularon la estabilidad y los riesgos financieros de seis tecnologías agroforestales con cacao (*Theobroma cacao*), laurel (*Cordia alliodora*), plátano (*Musa AAB*) y de los monocultivos correspondientes. Los ingresos netos económicos de los sistemas Cacao Laurel-Plátano (CLP) resultaron superiores a los monocultivos. En Malasia, comparaciones entre diferentes diseños de cacao asociado a palma africana *Elaeis guineensis* con los respectivos monocultivos señalan también la superioridad de las asociaciones sobre los monocultivos en cuanto a ingresos netos totales (Yusoff *et al.*, 1986). La asociación también presentó mayor estabilidad frente a las fluctuaciones de precio en el mercado. Un experimento similar conducido en Ghana (Amoah *et al.*, 1995), encontraron que no hubo reducciones significativas en la producción de palma cuando se asoció con cacao y la rentabilidad total fue mayor.

Montoya *et al.* (2001) evaluaron aspectos agroecológicos por grupos socioeconómicos, formas de uso de tierra, costos de producción, entre otros; analizados mediante un modelo de PL en el que se evaluaron 14 actividades con 4 restricciones generales, encontrando situaciones favorables para cultivos asociados con un esquema de rotación anual y para la conservación de suelo.

Por las condiciones propias de la producción agrícola presente en los SAF es recomendable usar un PL continua, en un modelo que contenga o represente las actividades de interés, a través de sus indicadores técnicos de producción similares entre las actividades a representar.

## V. MARCO DE REFERENCIA

El estado de Chiapas se compone de nueve regiones geográficas, diez distritos de riego o 15 regiones socioeconómicas las cuales son: Metropolitana, Valles zoque, Mezcalapa, Los Llanos, Altos tsotsil tzeltal, Frailesca, De los Bosques, Norte, Sierra Mariscal, Selva Lacandona, Maya, Túliza tseltal chol, Meseta comiteca tojolabal, Istmo-Costa y Soconusco. La superficie territorial es de 74.4 km<sup>2</sup> lo cual representa el 3.8% de la superficie del país. Dentro de su territorio existen 12 etnias, tales como los Tseltal, Tsotsil, Chol, Tojolabal, Zoque, Chuj, Kanjobal, Mam, Jacalteco, Mochó, Cakchiquel y Lacandón o maya; lo que lo hace uno de los estados con mayor diversidad cultural étnica (Gobierno del Estado de Chiapas, 2013).

El territorio chiapaneco presenta una morfología muy compleja, que contrasta las extensas zonas montañosas de la Sierra Madre de Chiapas con la depresión central y las tierras bajas de la zona limítrofe del Estado. Por este motivo existe una gran diversidad climatológica y biológica. Ostenta dos grandes regímenes climáticos: el cálido húmedo en zonas bajas y valles; y el templado húmedo en sierras y mesetas montañosas. Cuenta con 10 cunecas hidrográficas siendo las principales el Usumacinta y el Grijalva; y tiene más de 30 áreas naturales protegidas, como Montes Azules, La Sepultura, el Cañón del sumidero, La Frailescana entre las más importantes, mismas en las que se alberga más del 20 % de las especies de plantas mexicanas (Gobierno del Estado de Chiapas, 2012).

Respecto la parte económica, la población estatal, según datos de INEGI (2013), era de cinco millones de personas (4 % de la población total nacional), a una tasa de crecimiento de 1.4 % anual. El Estado cuenta con un IDH de 0.7969; 3.8 millones de personas están en situación de pobreza moderada y extrema, en contraparte solo el 5% de la población se encuentra fuera de la pobreza sin ningún tipo de vulnerabilidad. Adicionalmente el 18 % de la población mayor de 15 años es analfabeta. Por otro lado, de la población en edad de trabajar es 3.42 millones de personas, sólo el 49% representa la PEA (ver Cuadro 3).

El 34 % de la PEA ocupada percibe hasta un salario mínimo, 16 % no percibe ingresos debido a que realiza actividad de subsistencia y 25 % percibe de uno a dos salarios mínimos. El 46 % trabaja jornadas de 35 a 48 horas por semana.

**Cuadro 3. Población económicamente activa ocupada por sector de actividad económica en el estado de Chiapas, 2013.**

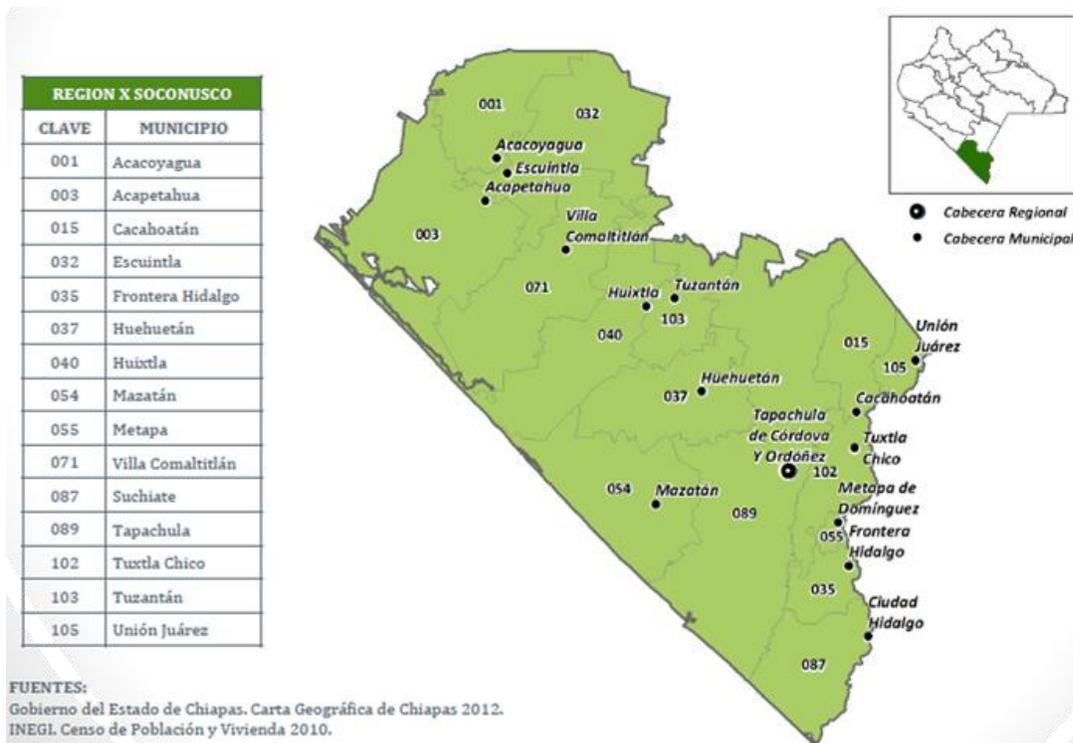
Sector de actividad económica	Sexo		Total	%
	Hombre	Mujer		
<b>Primario</b>	711,101	42,920	754,021	<b>39%</b>
<b>Secundario</b>	200,721	65,336	266,057	<b>14%</b>
<b>Terciario</b>	429,734	461,652	891,386	<b>47%</b>
<b>Total</b>	<b>1,341,556</b>	<b>569,908</b>	<b>1,911,464</b>	<b>100%</b>

Nota: cuatrimestre Abril - Junio.  
Fuente: Anuario Estadístico y Geográfico de Chiapas, 2013.

Respecto al sector agrícola existen alrededor de 1.5 millones de hectáreas cultivables, teniendo los cultivos cíclicos con mayor superficie al maíz grano, frijol, sorgo grano, soya, cacahuate y ajonjolí, mismos que cubren el 60 % de la superficie cultivable, este mismo grupo de cultivos tiene un valor productivo de 7,044 millones de pesos equivalente al 35 % de valor de la producción agrícola total; por otro lado, las especies perennes de mayor cobertura son café cereza, pastos, palma africana, caña de azúcar, mango, plátano y cacao, cuya superficie cubre el 37.5 % de la tierra agrícola, aportando el 56.5 % del valor total de la producción agrícola estatal (11,528 millones de pesos en el 2013) (SIAP, 2014).

### 5.1. Características generales de la Región Soconusco

La Región se compone de 15 municipios: Acacoyagua, Acapetahua, Cacahoatán, Escuintla, Frontera Hidalgo, Huehuetán, Huixtla, Mazatán, Metapa, Villa Comaltitlán, Suchiate, Tapachula, Tuxtla Chico, Tuzantán y Unión Juárez, en una superficie de 4,644 km<sup>2</sup> equivalente al 6.2 % del territorio estatal (ver Figura 1). Se localiza en los 15° 19' Latitud Norte y 92° 44' Longitud Oeste, comprende parte de la Sierra Madre de Chiapas, una parte de la zona limítrofe y zona fronteriza con Guatemala.



**Figura 1. División política de la Región Soconusco**

El suelo en la Llanura Costera se caracteriza por ser profundo y salitroso, mientras que en la serranía el suelo está constituido por rocas volcánicas principalmente. La altura de la superficie va de los 0 a 4,080 msnm. En la región se presentan climas del grupo cálido y semicálido, predominando el cálido subhúmedo con lluvias en verano y el cálido subhúmedo con lluvias abundantes en verano. Mientras que en el 75 % de la región la temperatura dominante es de 21 °C a 22.5 °C, con precipitaciones pluviales de 1,200 mm a 3,000 mm (Gobierno de Chiapas, 2012).

Por su ubicación geográfica existe una combinación adecuada de lluvias y desniveles geológicos; sin embargo, se encuentra expuesta a huracanes, ciclones y tormentas tropicales que generan inundaciones en los municipios de la Región. Es de destacar la existencia en la región del sistema hidrológico de la Llanura Costera, el cual está constituido por los ríos Suchiate, Cahuacán, Texcuyuapan, Coatán, Cuilco, Huehuetán, Huixtla, entre otros, estos en su mayoría son de longitudes cortas, no muy profundos y en su mayoría nacidos de la Sierra Madre de

Chiapas pero no con suficiente caudal para desembocar en el mar por lo que lo hacen a través de esteros, lagunas, barras, boca-barras.

## 5.2. Disponibilidad de recursos naturales

La Región Soconusco presenta diversos tipos de vegetación que llegan a ser de importancia global; algunas de ellas se encuentran en peligro de sufrir mayores alteraciones por deforestación, disturbio y fragmentación de la vegetación. En la Región, la fauna es muy diversa; entre ellas encontramos culebras venenosas, como la nauyaca, el cantil de agua y la cascabel, y no venenosas, como la mazacuata; se observan cocodrilos, iguanas y tortugas, armadillos, tapires, jabalíes, gatos monteses, venados, coyotes, jaguares, leoncillos u onzas, tepezcuintles; venado, tapir, pecarí, quetzales, faisanes, jilgueros, chachalacas, loro, tucanes, búho serrano, oso hormiguero. Como reflejo de este amplio espectro de hábitats que van desde lagunas salobres atado de manglares a nivel del mar hasta los bosques nublados y páramos en las crestas de montaña es una fauna rica diversificación de la vida marina, animales y aves. En lo que respecta a áreas naturales protegidas existen seis reservas ecológicas entre las que destacan el Cabildo-Amatal y la Encrucijada. Está última es una de las más importantes en el Estado y abarca seis municipios, de gran relevancia por la diversidad de especies de fauna y flora (Gobierno de Chiapas, 2012).

## 5.3. Situación económica y social

La extensión territorial urbana es de 62.23 km<sup>2</sup> y la rural 37.77 km<sup>2</sup>, lo cual representa el 17.64 % de la superficie urbana y 10.7 % de la superficie rural del estado. La urbanización consolidada ha generado que las ciudades continúen desempeñando un papel fundamental en el crecimiento demográfico y económico, lo que las ha convertido en centros privilegiados del proceso de modernización. Así mismo, en un gran número de localidades que se dispersan a lo largo y ancho del territorio estatal vive una cantidad significativa de población, en muchos casos en situaciones de aislamiento (INEGI, 2013).

Según el Censo de Población y Vivienda 2010, en la Región Soconusco habitan 710,716 personas que representan el 14.8 % del total estatal; la estructura poblacional de la región se distribuye en 48.70 % para el sexo masculino y 51.30 % para el sexo femenino; la tasa de crecimiento anual registrada es de 2.30. Al interior de la Región se destaca Tapachula que cuenta con 320,451 habitantes, siendo el segundo mayor municipio en cuanto a población en el Estado. En cuanto a la población indígena existen alrededor de 8,500 habitantes de la lengua Mam, con mayor presencia en los municipios de Tapachula y Cacahoatán.

Los hogares registrados en la región son 158,817 de los cuales 25.15 % tiene jefatura femenina. Es importante señalar que el número de hogares con jefatura femenina se ha incrementado, principalmente por el mayor grado de escolaridad y por la creciente participación de las mujeres en el terreno laboral.

Los niveles de marginación ubican a la región como una de las más marcadas por pobreza alimentaria, a pesar de ser una zona de producción estratégica y ser la capital económica del Estado debido a la presencia de agroindustrias principalmente (Ver Cuadro 4). De acuerdo al Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL] en el Soconusco el 69 % de la población sufre de pobreza: pobreza moderada en su mayoría y pobreza extrema. Es de destacar que el tamaño de las familias es en promedio de cinco integrantes, mismos que suelen aportar mano de obra para las actividades agrícolas de su propiedad. Con las carencias sociales de la Región, el grado de analfabetismo está muy por debajo del 17 % estatal y del 9 % nacional.

La población económicamente activa [PEA] es de 259,902 habitantes, del cual el 97 % se ubica como ocupada; agrupando el 53 % el sector terciario y un 29 % en actividades primarias.

De acuerdo con Ángeles (2004) la Región también es lugar de destino de importantes flujos migratorios laborales procedentes de Centroamérica, fundamentalmente de Guatemala. Mismos que se desempeñan en las fincas cafetaleras o como empleados domésticos, dentro de los municipios fronterizos. Otro fenómeno existente es la emigración de campesinos del Soconusco a estados como Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Sonora y Baja California. Por otra parte se ha podido

comprobar que la economía campesina regional depende más del envío de remesas, o del apoyo económico que realizan los familiares como resultado directo de la emigración.

**Cuadro 4. Índice y grado de marginación en la Región Soconusco, 2010.**

Municipio	Marginación 2010			
	Índice	Grado	Lugar Estatal	Lugar Nacional
Tapachula	-0.43726	Medio	115	1,574
Acacoyagua	0.38112	Medio	88	860
Acapetahua	0.86905	Alto	54	487
Cacahoatán	0.0062	Medio	106	1,190
Escuintla	0.53874	Alto	79	726
Frontera Hidalgo	0.44731	Alto	84	798
Huehuetán	0.72917	Alto	65	575
Huixtla	0.00498	Medio	107	1,193
Mazatán	0.75115	Alto	60	558
Metapa	0.08009	Medio	103	1,129
Suchiate	0.62229	Alto	74	661
Tuxtla Chico	0.33722	Medio	94	897
Tuzantán	0.74721	Alto	62	561
Unión Juárez	0.2201	Medio	98	993
Villa Comaltitlán	0.92301	Alto	52	452

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

#### 5.4. Estructura productiva del sector agropecuario

De acuerdo con el Plan Regional de Desarrollo de Chiapas, el Soconusco tiene distribuida de la siguiente manera el uso de suelo: 48.76 % agricultura, 27.9 % pastos inducidos y cultivados, 5 % manglares, 4.5 % selva, 4.35 % bosques y 2.55 % zonas urbanas.

Aprovechando las ventajas climáticas y productivas, los productores agrícolas han enfrentado adversidades como la lejanía geográfica y una limitada infraestructura para formar circuitos comerciales construidos a partir de la agromaquila (Aubry, 2005). Sin embargo, la agricultura de exportación ha sido un pilar fundamental para el desarrollo económico regional.

Con base en datos proporcionados por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) los cultivos cíclicos y perennes de mayor relevancia, por superficie y valor de la producción, en la Región son los que se muestran en el Cuadro 5. Es importante destacar que sólo pastos, café y maíz grano cubren el 70 % de la superficie cultivada en la región, en cambio los cultivos con mayor valor económico son pastos, plátano y caña de azúcar aportando el 66.5 % del valor total de la producción agrícola.

Este comportamiento se debe al incremento de la actividad ganadera, en el caso del maíz grano se explica debido a la importancia de este grano en la dieta local, por otro lado el café cereza vive una de las crisis más graves de su historia en México aquejado por precios internacionales bajos, presencia de la roya del café, fuertes fenómenos meteorológicos que han mermado los cafetales de la región y han impedido recuperar sus niveles de producción. Un ejemplo claro lo menciona Ángeles (2004) en donde afirma que la disminución de migrantes guatemaltecos en las fincas cafetaleras de la región es un indicador de la crisis que está sufriendo este cultivo, y sólo los productores con mayor capacidad económica y tecnológica podrán superar.

**Cuadro 5. Principales cultivos cíclicos y perennes en la Región Soconusco, 2012.**

CULTIVOS	Sup. Semb.		Producción (t)	Rend. (t h <sup>-1</sup> )	PMR (\$ t <sup>-1</sup> )	Valor Prod.	
	(h)	%				(Miles de Pesos)	%
PASTOS	133,263.62	38.1	5,269,919.54	39.54	504.44	2,658,336.56	36.5
CAFE CEREZA	73,130.35	20.9	110,100.48	1.51	4,153.74	457,328.22	6.3
MAIZ GRANO	35,101.50	10.0	78,471.03	2.24	3,784.23	296,952.55	4.1
PALMA AFRICANA	24,373.50	7.0	279,269.98	20.91	1,731.45	483,541.69	6.6
MANGO	20,406.94	5.8	136,227.83	6.75	2,916.68	397,333.13	5.5
PLATANO	14,709.51	4.2	601,455.94	40.89	2,365.80	1,422,925.14	19.6
CAÑA DE AZUCAR	13,739.64	3.9	1,167,602.52	84.98	655.36	765,203.18	10.5
SOYA	11,959.07	3.4	26,262.67	2.2	6,906.98	181,395.82	2.5
CACAO	10,226.90	2.9	4,759.26	0.46	33,350.98	158,725.98	2.2
AJONJOLI	8,062.90	2.3	4,649.20	0.58	12,644.45	58,786.56	0.8
OTROS	4,829.41	1.4	-----	-----	-----	395,892.59	5.4
<b>TOTAL</b>	<b>349,803.34</b>	<b>100</b>				<b>7,276,421.42</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. 2013.

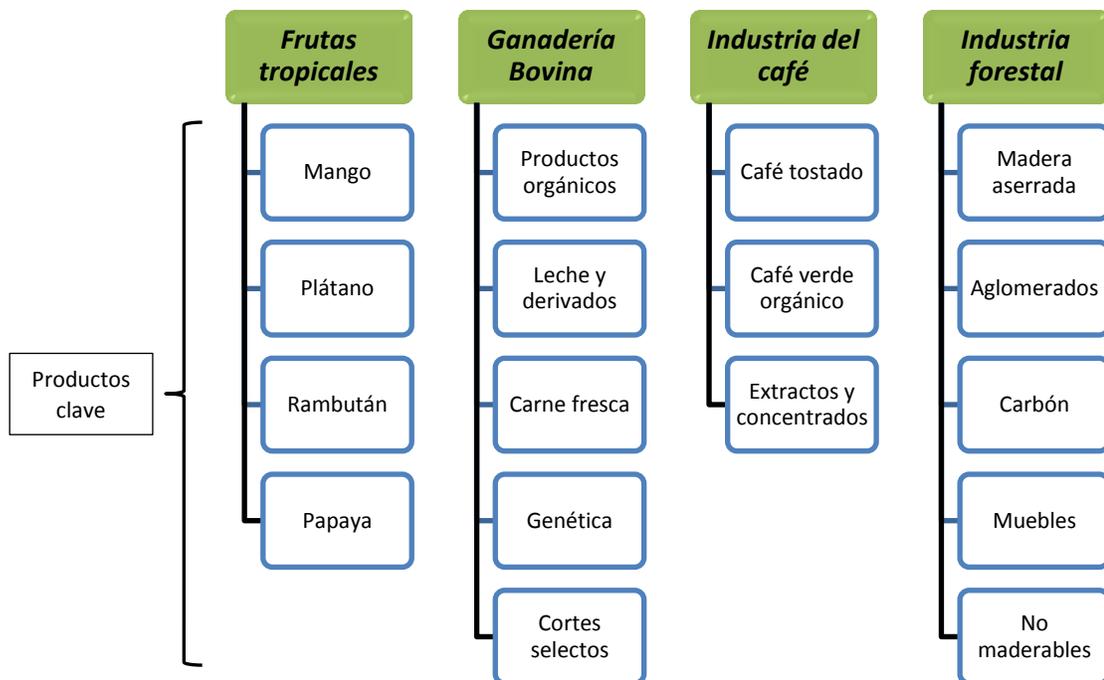
Nuevos cultivos han tenido gran aceptación por parte de los productores, como el caso de la Palma Africana que en tan solo cinco años se posiciono entre los de mayor importancia económica y sus expectativas siguen siendo prometedoras, como en el caso del *Nephelium lappaceum* y *Garcinia mangostana*. Este tipo de cultivos desplazan a otros, aprovechándose de las situaciones poco favorables, como veremos más adelante en el caso del cacao.

Un número importante de trabajadores del sector agropecuario del Soconusco proviene de Guatemala, mismos que han pasado a formar parte de las estrategias que adoptan las familias. Dicha práctica migratoria ha evolucionado de manera paralela al desarrollo de la economía agrícola de la región y ha respondido a la dinámica de ella. De esta manera se puede afirmar que migrantes guatemaltecos atienden diversos cultivos comerciales para el mercado nacional e internacional; siendo el caso más importante el café.

La agricultura orgánica es otro pilar dentro de las actividades primarias de la región, encabezados por la producción de café, cacao y ajonjolí; destinando los productos al mercado internacional. Se tienen registro de 57 organizaciones mayoritariamente dedicadas al café (Santacruz, 2008).

Estratégicamente se han diseñado sectores motores para actualizar la economía estatal, dentro de estos motores encontramos a, frutas tropicales, ganadería bovino, industria del café y forestal; resaltando la inclusión de estas actividades en el Soconusco.

El modelo agroexportador del Soconusco está agotándose debido a la escasa inversión de capital, al poco valor agregado de la producción agrícola y a la sobresaturación del mercado nacional, y necesita renovarse tal como se plantea con los sectores motor, además de reconocer que han sido excluidos el cacao, ajonjolí, soya, por mencionar los más relevantes. Los cuatro cultivos básicos de la región, café, cacao, algodón, banano, han basado su producción en fuertes inversiones de capital que han propiciado que sea también, la región de mayor desarrollo tecnológico del Estado y la que emplea mayores cantidades de insumos industriales y maquinaria agrícola (Fomento Económico Chiapas A. C., 2007).



**Figura 2. Diagrama de motores y productos clave a implementarse en el Soconusco**

Fuente: Elaboración propia con datos del Fomento Económico de Chiapas A. C., *Actualización de Chiapas Visión 2020*. 2007

### 5.5. Importancia del cacao y los SAF

El cultivo de cacao en Chiapas tiene gran relevancia desde diferentes aristas, destacándose el ecológico, económico, cultural e histórico; este cultivo ocupa el sexto lugar en superficie cultivada en el estado de Chiapas, detrás de maíz, café, pastos, frijol, palma de aceite y mango. El cacao se produce tanto en el Soconusco, Norte, Centro y Selva Palenque (Gobierno de Chiapas, 2012).

En los últimos años los productores de cacao se han enfrentado a una serie de dificultades que han limitado su desarrollo, destacándose: los altos costos de cultivo, bajos rendimientos, presencia de enfermedades, falta de capital para el acopio, infraestructura de acopio deteriorada por falta de mantenimiento, envejecimiento de las plantaciones, uso de material genético de baja calidad agronómica y alta heterogeneidad y, el excesivo intermediarismo en la comercialización. Además, el beneficio poscosecha de las semillas a través de la fermentación y el secado, procesos que permiten mejorar la calidad y por consiguiente generan valor agregado a esta

materia prima, casi no es realizado por los productores; estos factores en su conjunto propiciaron que los productores pierdan el interés para una adecuada atención a sus parcelas de cacao.

Además, es característico el reducido tamaño de la superficie cultivada, ya que esta es en promedio de 3 ha por productor, en 28 municipios del Estado. En la última década se ha perdido casi la tercera parte de la superficie sembrada, la producción disminuyó en más del 40 % y la enfermedad moniliasis ha ocasionado pérdidas millonarias de casi el 70 % de la producción. En el Estado se tiene registro de 11,200 productores de cacao, los cuales se encuentran organizados en Asociaciones Locales de Productores de cacao o Sociedades de Producción Rural, mayoritariamente localizados en la Región del Soconusco.

**Cuadro 6. Indicadores de la producción de cacao en Chiapas por DDRs, 2012**

Distritos	Sup. Semb.		Sup. Cos.		Prod.		Rend. (t h <sup>-1</sup> )	PMR (\$ t <sup>-1</sup> )	Valor Prod.	
	(h)	%	(h)	(t)	%	(Miles de Pesos)			%	
Tapachula	10,227	50	10,227	4,759	52	0.47	33,351	158,726	50	
Pichucalco	8,069	40	7,920	3,515	39	0.44	38,882	136,679	43	
Palenque	953	4.7	923	396	4.4	0.43	29,057	11,517	3.6	
Tuxtla Gutiérrez	622	3.1	622	193	2.1	0.31	40,149	7,741	2.4	
Comitán	477	2.3	429	206	2.3	0.48	25,000	5,150	1.6	
<b>Total</b>	<b>20,347</b>	<b>100</b>	<b>20,120</b>	<b>9,070</b>	<b>100</b>	<b>0.45</b>	<b>35,262</b>	<b>319,813</b>	<b>100</b>	

Fuente: Elaborado con datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. 2013.

En el Cuadro 6, se puede observar la importancia de los cacaotales en el Distrito de Tapachula (conformado por municipios del Soconusco). Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA] (2013), el valor de la producción aporta el 2.5 % del monto agrícola total estatal, ocupando el noveno lugar de la lista general de cultivos; así como la necesidad de recuperar los niveles de producción o bien la conservación de estas prácticas culturales, a través de la implementación de Sistemas Agroforestales con cacao. Dado que es un cultivo que requiere de sombra arbórea moderada para su buen desempeño y permite el crecimiento de cultivos de menor porte.

El cacao es uno de los cultivos perennes que permite compartir el espacio físico con otras especies en donde pueden ocupar diferentes estratos biológicos dentro de un sistema

agroforestal. El cultivo de cacao como cultivo de semibosque, normalmente se encuentra asociado con otras especies perennes, con alguna frecuencia, se presentan dentro de las plantaciones especies forestales o frutales que el agricultor ha dejado aunque no siempre con un propósito definido y sin seguir patrones determinados de distancia o arreglo espacial.

La transformación del paisaje tropical original de la región, como resultado de la agricultura intensiva ha hecho que los sistemas agroforestales dominados por componentes leñosos adquieran importancia en la conservación del medio. Por ello las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) establecidas bajo árboles de sombra pueden ser un espacio para la conservación de la biodiversidad. La condición de especie umbrófila del cacao puede resultar una herramienta útil para la conservación y manejo de la biodiversidad en sitios donde el hábitat natural ha sido perturbado (Parrish *et al.*, 1999, citados por Salgado, Ibarra, Macías y López, 2007).

**Cuadro 7. Producción de cacao en la Región Soconusco, 2000 - 2012.**

AÑO	Sup. Sembrada (h)	Sup. Cosechada (h)	Producción (t)	Rendimiento (t h <sup>-1</sup> )	PMR real (\$ t <sup>-1</sup> )	Valor Producción real (Miles de Pesos)
2000	12,657.90	12,657.90	4,439.16	0.35	31,418	139,467
2001	12,857.90	12,857.90	7,224.11	0.56	28,926	208,965
2002	12,921.45	12,921.45	7,031.91	0.54	18,671	131,289
2003	11,474.11	10,483.05	11,208.02	1.07	24,567	275,347
2004	11,611.11	10,648.96	8,503.50	0.8	28,922	245,940
2005	11,615.11	10,648.96	6,440.33	0.6	27,107	174,577
2006	10,203.77	10,102.77	6,148.37	0.61	20,828	128,061
2007	10,203.77	10,203.77	4,486.83	0.44	26,695	119,777
2008	10,203.77	10,203.77	4,720.57	0.46	31,548	148,926
2009	10,203.77	10,203.77	4,563.11	0.45	28,446	129,803
2010	10,158.67	10,158.67	4,415.42	0.44	36,800	162,487
2011	10,237.75	10,231.67	4,029.33	0.39	30,202	121,693
2012	10,226.90	10,226.90	4,759.26	0.46	35,882	170,772

Nota: PMR real a pesos de 2012, (INPP, 2012=100).

Fuente: Elaborado con datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. 2013.

El diseño y manejo de los árboles de sombra del cacao determina en gran medida el valor que para la conservación tiene el cacaotal, su diversidad funcional y su potencial de provisión de bienes y servicios. Los cultivos de cacao representan un sistema complejo que puede funcionar como corredor biológico, como proveedor de servicios ambientales, de captura de carbono y conservación de agua dependiendo de los intereses de cada productor.

Durante los últimos 13 años la superficie cultivada en la Región del Soconusco ha disminuido a una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 1.76 %, mientras que la producción creció a una TCMA de 0.6 %; esto muestra que se ha hecho más eficiente la producción de cacao. También el precio medio rural real ha sido favorable para el productor dado que ha ido en aumento; sin embargo, muestra cierta variabilidad ocasionada por las fluctuaciones de los precios internacionales del cacao.

En el Cuadro 8 se muestran los municipios del Soconusco con mayor superficie y producción de cacao, los rendimientos se muestran por arriba del promedio estatal y el PMR se ubica dentro de un rango de variación muy angosto.

**Cuadro 8. Producción de cacao en la Región Soconusco, 2012.**

Municipios	Sup.	%	Sup.	Produccion	%	Rend.	PMR	Valor Prod.	%
	Sembrada		Cosechada						
	(h)		(h)	(t)		(t h <sup>-1</sup> )	(\$ t <sup>-1</sup> )	(Miles de Pesos)	
HUEHUETAN	2,565.00	25.1	2,565.00	1,249.16	26.2	0.49	34,692.06	43,335.94	27
TUZANTAN	2,397.00	23.4	2,397.00	1,198.50	25.2	0.5	34,500.00	41,348.25	26
TUXTLA CHICO	1,041.00	10.2	1,041.00	490.4	10.3	0.47	34,000.00	16,673.60	11
TAPACHULA	1,370.00	13.4	1,370.00	411	8.64	0.3	26,666.66	10,960.00	6.9
ACAPETAHUA	715.5	7	715.5	329.13	6.92	0.46	31,629.30	10,410.15	6.6
OTROS	2,138.40	20.9	2,138.40	1,081.07	22.7	-----	-----	35,998.04	23
<b>TOTAL</b>	<b>10,226.90</b>	<b>100</b>	<b>10,226.90</b>	<b>4,759.26</b>	<b>100</b>	<b>0.47</b>	<b>33,350.98</b>	<b>158,725.98</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaborado con datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. 2013.

Se pueden mencionar una lista de fortalezas del cacao en la región, disponibilidad de zonas agroecológicas apropiadas, condiciones favorables para producir orgánicamente, experiencia, grano de alta calidad reconocida mundialmente y alta diversidad genética para seleccionar germoplasma de alto valor industrial. Sumándole una serie de oportunidades en el mercado

europeo y asiático, el deterioro de los cacaotales de otros países productores y presencia de instituciones de investigación insertadas en la producción de cacao.

El éxito de los sistemas agroforestales en el Soconusco se debe a que tanto el cacao como el café, cultivos representativos de la región, requieren de cierta cantidad de sombra, por lo que es necesario asociarlos con especies forestales o frutales de mayor porte. Son pocas las plantaciones comerciales asociadas con cacao; sin embargo, de manera tradicional se han establecido sistemas agroforestales sin ninguna planeación, incluso en condiciones naturales. Durante el 2013 el gobierno estatal ha invertido 7.34 millones de pesos para establecer 664 hectáreas de plantaciones forestales, lo cual representa una oportunidad para el crecimiento del cacao. CONAFOR invirtió 218 mil pesos para impulsar el desarrollo de programas de silvicultura comunitaria. Y se otorgaron 6.33 millones de pesos para atender proyectos relacionados con plantaciones forestales y actividades silvícolas en 5,500 hectáreas (Primer Informe de Gobierno del Estado de Chiapas, 2013).

## VI. METODOLOGÍA

Este capítulo, comienza con la descripción del modo de aplicación de las encuestas realizadas y su contenido estructural, se mencionan también los objetivos de aplicar dicha encuesta en etapas diferentes. Posteriormente se describe la estructura y contenido del modelo de programación lineal, incluyendo los cálculos y datos de origen que conforman la base de dicho modelo.

Para este trabajo de investigación se consideró, como punto de partida, la obtención de información de campo a través de encuestas directas a productores de cacao con la finalidad de poder analizar de manera general a los cacaoteros de la región y poder desarrollar criterios lo más apegados posibles a la realidad que viven.

### 6.1. Estructura de encuestas

Se realizó un marco de referencia sobre la importancia socioeconómica del cacao en México y en la región de estudio, con el objetivo de tener un contexto claro de la situación del cultivo y su vínculo con los sistemas agroforestales. De esta manera se determinaron las principales zonas de producción dentro de la región del Soconusco.

Posteriormente de las 14 zonas de producción (municipios) se consideraron las cuatro con mayor producción (concentran 72.1 % de la producción del Soconusco) de estas se eligió al azar una localidad por zona: El Hular Municipio de Tuzantán, Primera Sección de Izapa, Municipio de Tuxtla Chico, Ejido Raymundo Enríquez, Municipio de Tapachula y Ejido Plan de Ayala, Municipio de Huehuetán; en los cuales se aplicaron de forma aleatoria 10 encuestas en cada localidad; con la finalidad de explorar y delimitar los cultivos económicamente importantes para los cacaoteros de la región; enfocando el trabajo a la creación de un SAF de cacao estándar, con una tipología simple de los productores, en los meses de diciembre 2013 a febrero 2014.

Dada la fuerte segregación de los productores y la falta de confiabilidad de organizaciones y empresas acopiadoras del gremio en la región, no se consideró pertinente utilizar alguno de los padrones de cacaoteros de las mismas; esto se debe a que no se encuentran dentro de una lista

actualizada de productores, varios de los productores suelen dejar de vender cacao en uno o varios años, algunos son acopiadores y reportan la cosecha como propia, mientras que otro grupo sigue apareciendo en activo siendo que ya no se dedican a producir cacao, han abandonado sus tierras o bien han fallecido, por citar algunos de los casos más frecuentes; por lo que las encuestas fueron aplicadas solo a cacaoteros con producción constante.

Posteriormente se realizó la estructuración del modelo matemático de programación lineal de forma teórica y matricialmente, en base a los datos obtenidos de las encuestas de la primera etapa y se determinaron los coeficientes técnicos necesarios que requiere el modelo en función de los cultivos que se consideraron para un SAF de cacao estándar. Para este modelo se consideraron como los coeficientes de mayor relevancia: la mano de obra requerida, la disponibilidad de insumos, la superficie en producción, la biomasa requerida de cada una de las especies en cuestión.

Con los coeficientes técnicos, cultivos y zona de estudio ya delimitados, se realizó una segunda etapa de encuestas con las que se obtuvieron los indicadores necesarios para complementar la estructura matemática del modelo, las restricciones que suelen presentarse dentro de la producción de cacao; adicionalmente se solicitó información para hacer una tipología de los productores en base a la estructura de sus ingresos.

Esta segunda etapa se integró de dos componentes.

➤ **Primer componente:** Encuestas mediante grupos focales

El objetivo de este componente fue caracterizar a los productores en base a la estructura de su Ingreso, contemplando así la posible diferencia en cuanto a la procedencia del mismo y por ende, diferencias en las formas de producción. Se consideraron cuatro grupos focales de no más de 10 integrantes. Dichos grupos correspondieron a cada una de las localidades que se consideraron en la primera etapa de encuestas. Para este componente se consideraron 18 preguntas referentes a la estructura de su ingreso.

➤ **Segundo componente:** Encuestas personales

El objetivo para este punto, fue obtener la información necesaria para establecer los coeficientes técnicos del modelo, así como los costos netos de producción:

**Cuadro 9. Componentes e indicadores a evaluar de la producción de cacao**

	<b>Productos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Economía</b>
<b>Objetivo</b>	Determinar cuáles son los productos que aportan un ingreso para el productor.	Establecer una lista de insumos necesarios para desempeñar sus actividades cotidianas dentro del cacaotal.	Determinar de dónde proviene la mano de obra que requieren para las labores culturales del SAF; así como sus costos.	Contextualizar la situación económica de productores de cacao, y bases para determinar si dicha situación repercute en la actividad productiva del cacao.
Indicadores necesarios para la funcionalidad del Modelo de Programación Lineal - PL	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Productos para venta</li> <li>▪ Precio de venta</li> <li>▪ Actividades de transformación de productos.</li> <li>▪ Costos de producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Producto utilizado</li> <li>▪ Costo de cada producto</li> <li>▪ Dosis y cantidad aplicada</li> <li>▪ Modo de aplicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mano de obra necesaria para cada actividad</li> <li>▪ Costo / jornal / tipo de actividad</li> <li>▪ Calendarización de los requerimientos de mano de obra</li> <li>▪ Tipo de mano de obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Principales actividades económicas realizadas por productores</li> <li>▪ La composición de su ingreso</li> <li>▪ La escolaridad</li> <li>▪ La participación de la familia</li> <li>▪ El acceso a créditos</li> <li>▪ Problemática existente y sus propuestas de solución</li> </ul>
Indicadores externos de estudios técnicos que se deben considerar	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Precio de venta de productos de interés.</li> <li>▪ Costos de producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Productos recomendados</li> <li>▪ Aplicación de insumos</li> <li>▪ Costos de cada producto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mano de obra recomendada para cada actividad</li> </ul>	Estudios e informes sobre la situación del cacao y sus productores en Chiapas.

Después de haber aplicado la segunda etapa de encuestas se realizó un análisis de datos para obtener costos netos, calendario de actividades y uso de jornales, principalmente. Los precios de venta de cada uno de los cultivos integrados al modelo matemático fueron tomados del promedio de los últimos cinco años dentro de la región de estudio.

## 6.2. Programación lineal como técnica para una esquema óptimo del SAF cacao

Con el fin de obtener un esquema óptimo de rotación de cultivos, se utilizaron fuentes de información y los datos obtenidos en el proceso de caracterización de la unidad agroforestal; y la matriz de coeficientes técnicos y los costos netos. Esos datos se integraron al modelo de PL como las actividades, los precios netos, los coeficientes técnicos de cada recurso necesario para producir la actividad en cuestión, adicionalmente los niveles de restricciones de los recursos productivos en consideración.

### 6.2.1. Principales componentes del modelo

Los componentes principales están determinados por las actividades que se pretenden representar, seguido de los coeficientes técnicos necesarios para realizar dichas actividades, posteriormente se consideran los precios netos de cada actividad a representar y finalmente los recursos disponibles para poder llevar a cabo las actividades. Los criterios que determinaron la composición de los componentes principales se mencionan en seguida.

### 6.2.2. Las actividades

Son las especies de importancia económica representativas dentro del SAF que previamente se ha caracterizado en el lugar de estudio. En la diversidad de las posibilidades de producción se consideraron 9 especies agrupadas en forestales, frutales y ornamentales. En función de estas actividades se estableció la matriz de coeficientes técnicos y económicos para las 10 actividades resultantes por año durante 13 años probadas en el modelo de PL. Las actividades son expresadas como se muestra en el cuadro 10.

Se consideró un periodo de análisis de 13 años debido a que el ciclo de vida de la planta de cacao alcanza su plena producción después de los 11 años, cinco años de formación, cinco años de producción ascendente y tres años de plena producción (Somarriba *et al.*, 2012).

**Cuadro 10. Actividades representadas en el modelo de PL**

<b>Clave</b>	<b>Actividad</b>	<b>Clave</b>	<b>Actividad</b>
$X_{1t}$	Producción de CACAO	$X_{6t}$	Venta de guayabo
$X_{2t}$	Producción Forestal	$X_{7t}$	Producción de Zapote Mamey
$X_{3t}$	Venta de Cedro	$X_{8t}$	Producción de Mango
$X_{4t}$	Venta de Primavera	$X_{9t}$	Venta de Plátano
$X_{5t}$	Venta de Roble	$X_{10t}$	Venta de Heliconias

Nota: Donde los años se expresan como  $t = 1, 2, 3, \dots, 13$ .

### 6.2.3. Coeficientes técnicos

Los coeficientes técnicos reflejan los requerimientos que una actividad  $X_{it}$  ejerce sobre los recursos necesarios para producir el cultivo en cuestión. Los valores de dichos coeficientes están ligados al nivel tecnológico adoptado en la región. Para este estudio, se consideraron coeficientes de mano de obra e insumos, diferenciando en función de la densidad de plantas por hectárea para especies forestales y frutales, y por nivel rendimiento en ornamentales.

Los datos fueron recabados y contrastados conforme el modelo de programación lineal. Para poder establecer los coeficientes de mano de obra, se utilizó información de paquetes tecnológicos propuestos por INIFAP para cada una de las especies, y se proyectaron los 13 años que se evaluaron en base al calendario agrícola.

### 6.2.4. Los precios netos

Estos precios se refieren al ingreso bruto menos los costos variables por hectárea de las actividades consideradas. El valor del ingreso bruto proviene de la multiplicación del precio del producto por el rendimiento esperado de cada actividad y después restándole los costos variables de producción considerando la información proporcionada en las encuestas y complementada con paquetes tecnológicos diseñados por instituciones de investigación agrícola para cinco de los nueve productos; las 4 restantes corresponden a las especies forestales cuyos costos de producción están basados en los resultados que se reportan en el estudio: “Rentabilidad, Valor agregado y Riesgo en las Actividades Forestales” (Gutiérrez, 2013), en el cual se analiza la

viabilidad económica de una plantación forestal de *Tabebuia donnell Smithii* y se consideran costos similares para *Tabebuia rosea*, *Cedrela odorata* y *Terminalia lucida*.

Los precios de los frutales se definieron en base a los precios medios rurales por tonelada, de la región del Soconusco que reporta el SIAP de la SAGARPA; para las especies forestales se aplicó una breve encuesta a carpinteros para determinar el precio que pagan por árbol según la especie forestal. De igual manera, para las ornamentales se consultó el precio de compra en algunas de las florerías de las zonas urbanas en la región.

#### 6.2.5. Los recursos disponibles

Se hace referencia a la disponibilidad de los recursos productivos. En general, la cantidad de los recursos es una restricción dado que no están disponibles en forma ilimitada; comúnmente se refieren a tierra, mano de obra, capital de trabajo y disponibilidad de agua.

*Tierra*: se refiere a la cantidad total de superficie de la unidad productiva representativa del SAF cacao de la región; de acuerdo con el estudio de caracterización, en promedio la superficie bajo este modo de producción es de 2.6 hectáreas, con el supuesto de tener tierras con características homogéneas; es decir, humedad, fertilidad, estructura de suelo, etc.

*Mano de obra*: se refiere a la cantidad de jornales disponibles anualmente. De acuerdo con los aspectos socioeconómicos de los productores, el núcleo familiar está compuesto en promedio por cinco miembros, de los cuales solo dos participan ayudando en las labores del SAF cacao, la media estadística indica que son 2.3 personas las que trabajan. Por lo tanto para obtener la cantidad de jornales disponibles por año se hizo lo siguiente:

*Jornales por año = número de personas trabajando x 8 hrs x 5 días x 50 semanas*

*Jornales por año = 4600*

*Agua*: este factor se enfoca a la cantidad de agua disponible para las actividades productivas ya mencionadas, para este caso particular se consideró la precipitación media anual de la región que

asciende a 3200 mm, dato tomado del informe “Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Soconusco” de la Comisión Nacional del Agua.

*Capital:* este recurso considera la cantidad de dinero que dispone un productor de cacao, durante un periodo de años, ya sea su origen por recursos monetarios propios o bien por la disposición de algún crédito o subsidio gubernamental destinado a las actividades agrícolas que realiza. En este caso se consideraron los montos que otorga la SAGARPA a través de su componente Desarrollo Productivo del Sur Sureste de hasta cuatrocientos mil pesos, disponiendo de \$ 40 000 el primer año, \$ 30 000 para los años de 2 al 5, y \$ 20 000 para cada uno de los años restantes, dando un total de \$ 320 000.

Adicionalmente se consideraron otras restricciones técnicas referentes a las etapas productivas de cada una de las especies con las que se trabajó:

**Cuadro 11. Etapas de producción para cada especie**

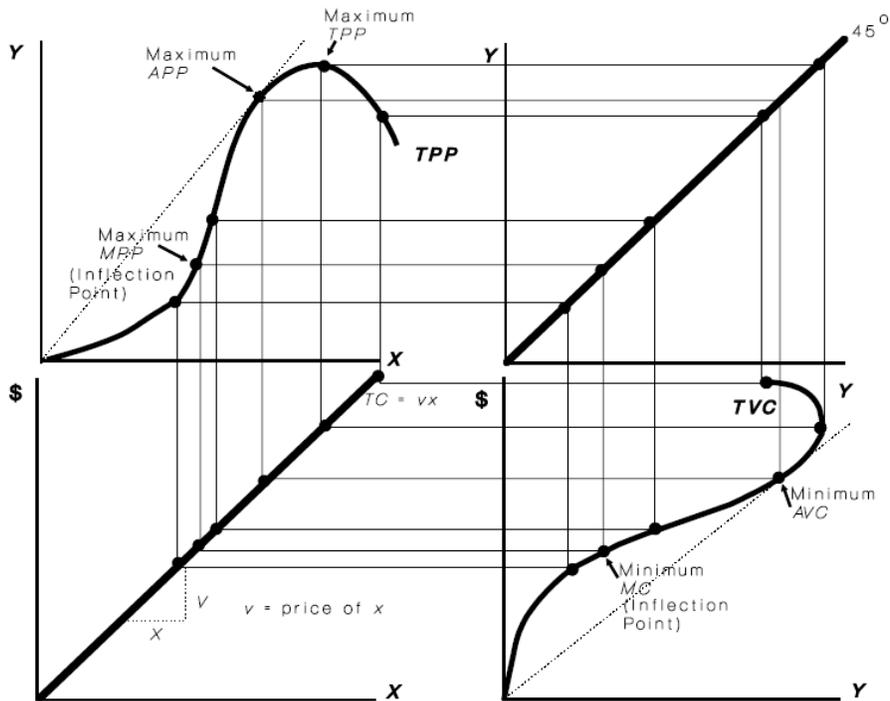
CULTIVO	CRECIMIENTO Y	ETAPAS DE	
	DESARROLLO	PRODUCCIÓN	
	(años)	(años)	
<b>CACAO</b>	1 - 5	6 - 10	11 +
<b>Cedro</b>	-	1 +	-
<b>Primavera</b>	-	1 +	-
<b>Roble</b>	-	1 +	-
<b>Guayabo volador</b>	-	1 +	-
<b>Zapote Mamey</b>	1 - 5	6 - 10	11 +
<b>Mango</b>	1 - 5	6 - 10	11 +
<b>Plátano</b>	1 - 2	3 - 6	7 +
<b>Heliconias</b>	-	1 +	-

Nota: Los períodos establecidos se consideraron de las recomendaciones técnicas de instituciones de investigación como INIFAP.

Es importante recalcar que en el planteamiento del problema se contempla la fase de establecimiento de cada una de las especies, el cuadro anterior muestra las diferentes etapas en los rendimientos, para las especies forestales se ha considerado una edad previa de 15 a 20 años, bajo el supuesto de existencia previa dentro del área productiva.

### 6.3. Especificaciones del modelo de PL para el SAF cacao

La teoría Neoclásica de la producción, que describe típicamente la producción agrícola, indica que existe un comportamiento constante en los costos variables alrededor del punto de inflexión de la función de producción (ver Figura 3). Se asume que el comportamiento de los años intermedios del periodo de 13 años, tienen costos variables constantes por lo que pueden considerarse costos similares para ciertos periodos de años dentro del modelo lineal.



**Figura 3. Una función de costos vista como una función inversa de producción**

Fuente: Debertin, D. L. (2012). *Agricultural Production Economics*, p 74.

A continuación se presenta el modelo de programación lineal diseñado para analizar el sistema agroforestal cacao en:

$$\text{Max } \Psi = \sum_{i=1}^{130} [P_{ti} X_{ti}] \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned}
\sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [a_{ti} X_{ti}] &\leq A_t & (2); & \quad \sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [j_{ti} X_{ti}] &\geq J_t & (9); & \quad \sum_{t=2}^{13} \sum_{i=1}^{130} [Tc_{ti} X_{ti}] &\leq Q_t & (16); \\
\sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [b_{ti} X_{ti}] &\leq B_t & (3); & \quad \sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [k_{ti} X_{ti}] &\geq K_t & (10); & \quad \sum_{t=2}^{13} \sum_{i=1}^{130} [Tz_{ti} X_{ti}] &\leq Q_t & (17); \\
\sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [d_{ti} X_{ti}] &\leq D_t & (4); & \quad \sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [l_{ti} X_{ti}] &\leq L_t & (11); & \quad \sum_{t=2}^{13} \sum_{i=1}^{130} [Tm_{ti} X_{ti}] &\leq P_t & (18); \\
\sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [e_{ti} X_{ti}] &\leq E_t & (5); & \quad \sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [m_{ti} X_{ti}] &\leq M_t & (12); & \quad \sum_{t=2}^{13} \sum_{i=1}^{130} [Tp_{ti} X_{ti}] &\leq P_t & (19); \\
\sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [f_{ti} X_{ti}] &\geq F_t & (6); & \quad \sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [n_{ti} X_{ti}] &\geq N_t & (13); & \quad \sum_{t=2}^{13} \sum_{i=1}^{130} [Tf_{ti} X_{ti}] &\leq P_t & (20); \\
\sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [g_{ti} X_{ti}] &\geq G_t & (7); & \quad \sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [o_{ti} X_{ti}] &\geq O_t & (14); & \quad \sum_{t=2}^{13} \sum_{i=1}^{130} [Th_{ti} X_{ti}] &\leq P_t & (21); \\
\sum_{t=1}^{13} \sum_{i=1}^{130} [h_{ti} X_{ti}] &\geq H_t & (8); & \quad \sum_{t=6}^{13} \sum_{i=1}^{130} [q_{ti} X_{ti}] &\geq Q_t & (15); & \quad X_1, X_2, \dots, X_{130} &\geq 0 & (22);
\end{aligned}$$

La función a maximizar está representada en (1), donde ( $P_{ti}$ ) indica el precio neto por cada una de las 130 actividades ( $X_{ti}$ ) distribuidas en 13 años. Y está sujeta a 255 restricciones agrupadas de la siguiente manera:

Las expresiones (2), (3), (4) y (5), indican las limitaciones de recursos tierra, agua, mano de obra y capital de trabajo respectivamente. En la ecuación (2), se denota a “A” como la tierra (hectáreas) disponible en el “ $t$ ” periodo, y “ $a$ ” expresa la cantidad del recurso tierra para llevar a cabo cada una de las actividades “ $X_{ti}$ ”. Mientras que en (3), “B” indica la cantidad de agua (mm) disponible en el “ $t$ ” periodo, y “ $b$ ” expresa la cantidad del recurso agua que requiere cada una de las actividades “ $X_{ti}$ ”. Del mismo modo en (4) y (5) se denota a “D” y “E” como la mano de

obra (jornales) y capital de trabajo (\$) disponibles en el “ $t$ ” periodo, donde “ $d$ ” y “ $e$ ” expresan respectivamente la cantidad de mano de obra y capital de trabajo necesarias para llevar a cabo “ $X_{ti}$ ”.

De la ecuación (6) a la (11), se indica la superficie mínima o máxima requerida para llevar a cabo la producción de las especies forestales, frutales, heliconias y cacao. Es decir,  $F$ ,  $G$ ,  $H$ ,  $J$  y  $K$  muestran la superficie mínima requerida en el año “ $t$ ” para producir cacao, árboles maderables, mamey, mango y plátano respectivamente. Mientras que “ $L$ ” indica la superficie máxima para producir flores de heliconias.

Las ecuaciones de la (12) a (15), indican la venta de árboles según la especie que se considere; donde “ $M$ ” es la cantidad máxima de árboles que se pueden aprovechar en cada año “ $t$ ” de las cuatro especies en conjunto; mientras que  $N$ ,  $O$  y  $P$  indican la cantidad mínima de árboles de primavera, roble y guayabo, respectivamente, que pueden ser vendidos en el mismo periodo “ $t$ ”.

Para poder vincular las actividades de un año a otro, se utilizaron restricciones de transferencia del periodo “ $t$ ” al “ $t+1$ ”, donde las ecuaciones (16), (17), (18), (19), (20) y (21) representan la transferencia anual, de tierra de un periodo a otro para la producción de cacao, mamey, mango, plátano, árboles maderables y heliconias respectivamente. Finalmente la ecuación (22) denota la condición de no negatividad de las 130 variables consideradas.

#### 6.4. Aspectos generales sobre rentabilidad económica en la agricultura

Existen diversas formas de evaluar la viabilidad y rentabilidad económica en la evaluación de proyectos como el VAN, la relación B/C, la Tasa Interna de Rentabilidad, el Punto de Equilibrio, solo por citar las más comunes; siendo de particular interés la relación beneficio – costo y el punto de equilibrio.

#### 6.4.1. Valor Actual Neto

Es el valor que actualiza, mediante una tasa de descuento prefijada, el flujo de Beneficios Netos (Beneficios Totales – Costos Totales) generados por el proyecto de inversión, siendo este criterio uno de los más confiables. La fórmula matemática para obtener el VAN es (Osuna, 1993):

$$VAN = \sum \frac{(B_t - C_t)}{(1+r^*)^t}$$

#### 6.4.2. Tasa Interna de Rentabilidad

Es la tasa de actualización a la cual el valor actualizado de los costos es igual al valor actualizado de los beneficios. Cuando se calcula desde el punto de vista económico se le llama Tasa de Rentabilidad Económica. Cuando se calcula en función de los aspectos financieros del proyecto se le llama Tasa de Rentabilidad Financiera (Carvallo, 1993).

La TIR es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Matemáticamente, se define como la tasa de interés que causa en el flujo de fondos de un proyecto, que los ingresos en valores equivalentes en el tiempo sean iguales a los egresos también en términos equivalentes en el tiempo. A la TIR, en FIRA, se le conoce usualmente como Tasa de Rentabilidad Financiera o TRF, pero en la literatura sobre el tema, a este indicador comúnmente se le denomina como TIR (Osuna, 1993).

$$0 = VAN(r^*) = \sum \frac{(B_t - C_t)}{(1+r^*)^t} \leftrightarrow (r^*) = TIR$$

#### 6.4.3. Relación Beneficio - Costo

Es el cociente de dividir el valor actualizado de los beneficios entre el valor actualizado de los costos a una tasa de actualización igual al costo de oportunidad del capital (Carvallo, 1993).

$$B/C = \frac{\sum_{i=1}^t B_t (1-r)^t}{\sum_{i=1}^t C_t (1-r)^t}$$

#### 6.4.4. Costos Totales, Fijos y Variables

Los costos fijos (CFT) en el corto plazo corresponden a los insumos fijos. Los diversos insumos fijos tienen precios unitarios; el costo fijo explícito es simplemente la suma de los precios unitarios multiplicados por el número fijo de unidades utilizadas (Salvatore, 1992).

Los costos fijos totales se refieren a las obligaciones totales en las que incurre la empresa por unidad de tiempo para todos los insumos fijos (Salvatore, 1992). El costo total variable (CVT) resulta de la suma de las cantidades gastadas en cada uno de los insumos variables utilizados (Gould y Lazear, 1998).

Para cualquier nivel de producción el costo total (CT), en el corto plazo, es igual a la suma del costo fijo total más el costo variable total. Por lo tanto, el costo total tendrá un comportamiento similar al costo variable total, pero en todas partes se encontrará una diferencia equivalente al costo fijo total por encima del CVT; es decir  $CT = CFT + CTV$  (Gould y Lazear, 1998).

#### 6.4.5. Punto de equilibrio

Se refiere al punto o momento en el cual los ingresos totales (IT) son exactamente equivalentes a los costos totales asociados con la venta o creación de algún producto. Es decir, es aquel punto donde no existe utilidad, ni pérdida. Su determinación varía según la necesidad dado que puede expresarse en unidades de producción o valores monetarios (Muñante, 2008).

$$\text{Punto de equilibrio (PE)} = \frac{\text{Costos Fijos Totales (CFT)}}{\text{Margen de contribución unitario (MCU)}}$$

$$\text{MCU} = \text{Precio de venta unitario (PV)} - \text{Costo variable unitario (CVU)}$$

## VII. RESULTADOS

### 7.1. Situación y composición de los cacaotales en el Soconusco

La superficie promedio de los SAF de cacao es de 2.6 hectáreas, siendo solamente un 10.5 % los que cuentan con tres estratos de producción, es decir que su SAF cacao se compone económicamente de especies forestales, frutales y flores/follajes; mientras que un 89.5 % considera solo dos estratos y no considera el aspecto de flores o follajes.



**Figura 4. Sistema agroforestal cacao**

Nota: plantas de *T cacao* L. bajo sombra de especies forestales maderables, como *C. odorata*, *T. rosea* B., *T. donnell Smithii* y *Terminalia lucida*.

Del mismo análisis se identificaron 28 especies con importancia económica para los productores, de las cuales siete especies son las que los productores las mencionaron como las de mayor ingreso (*C. odorata*, *T. donnell Smithii*, *T. rosea*, *T. lucida*, *Pouteria sapota*, *Mangifera indica*, *Musa paradisiaca*, *Heliconia sp.*) (ver Cuadro 12).

**Cuadro 12. Listado de especies económicamente importantes en los cacaotales.**

<b>Agrupación</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
Forestal	<i>C. odorata</i>	Cedro*
	<i>T. donnell Smithii</i>	Primavera*
	<i>T. rosea</i>	Roble*
	<i>T. lucida</i>	Guayabo volador*
	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Chiche
	<i>Ficus sp.</i>	Hule
	<i>Cordia olliadora</i>	Laurel
	<i>Dendropanax arboreus (L.) Decne. &amp; Planchon</i>	Chonte
	<i>Samanea saman (Jacq.) Merr.</i>	Samán
Frutales	<i>Pouteria sapota</i>	Zapote mamey*
	<i>Mangifera indica</i>	Mango *
	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano*
	<i>Manilkara zapota</i>	Chico zapote
	<i>Nephellium lappaceum</i>	Rambután
	<i>Persea americana Mill.</i>	Aguacate
	<i>Inga punctata Willd.</i>	Caspirol
	<i>Citrus nobilis Lour.</i>	Mandarina
	<i>Citrus sinensis L.</i>	Naranja
	<i>Artocarpus communis Forst.</i>	Pan de palo
<i>Garcinia mangostana</i>	Mangostán	
Plantas menores	<i>Heliconia sp.</i>	Heliconias*
	<i>Heliconia sp.</i>	Hawaiianas
	<i>Iris sp.</i>	Iris
	<i>Crotalaria longirostrata</i>	Chipilín
	<i>Cucurbita pepo L.</i>	Calabaza
	<i>Saccharum officinarum</i>	Caña

\* Son especies con mayor presencia y aceptación, por su valor económico, en los cacaotales.

Para las especies forestales su principal uso durante la fase de crecimiento es la de proporcionar sombra a plantas umbrofilas, como en este caso es el cacao y plantas menores como ornamentales o alimenticias; posteriormente los árboles al alcanzar una altura y grosor ideales son vendidos para la extracción de madera y en menor proporción leña. En lo que respecta a los frutales, su principal función es la producción anual y continua de alimentos para venta o consumo familiar, y algunos llegan incluso a proporcionar sombra para el cacao, el árbol de zapote mamey, mango, chico zapote, aguacate, etc., sustituyen comúnmente, la función de

proporcionar sombra, a las especies maderables cuando estas son aprovechadas. Por último se encuentran las especies de menor porte que principalmente se refieren a especies ornamentales, como es el caso de las Heliconias, que requieren de sombra para poder desarrollar flores, mismas que suelen ser vendidas en las florerías ubicadas en las cabeceras municipales; o bien la producción de hortalizas para venderlas en los mercados locales.

Otro aspecto identificado fue la antigüedad de las plantas de cacao y su SAF, los cacaotales tienen más de 40 años, y a manera de *vox populi* los productores comentan que sus cacaotales existen desde sus abuelos, lo cierto es que solo el 31 % conocía la edad de su cacaotal, el 69 % no conoce la antigüedad exacta de su cacaotal, pero aseguran ser la tercer generación en trabajarlo. Sin duda, los cacaotales viejos tienen rendimientos en declive, y la renovación de los mismos rara vez se lleva a cabo. Los factores en contra de una renovación son, atribuibles a factores como la descapitalización, el envejecimiento del productor, el abandono del campo por las nuevas generaciones, la mala implementación o ausencia de programas que atiendan de fondo al productor. No hay un dato certero que muestre el avance de cacaotales renovados respecto a la superficie total.

Lo anterior coincide en parte con González (2008), que indica que el 73 % de la producción en Chiapas es por tradición y no por buenos rendimientos y un 65 % ha heredado la plantación de su papá. Sin embargo, en los datos recabados para la región Soconusco se encontró que un 52.6 % de los productores encuentra una buena motivación, no en el cacao sino en el Sistema Agroforestal, por los buenos ingresos y la producción; y el 47.4 % conserva su SAF cacao por herencia o bien ya existía, lo cual es indicio del fuerte arraigo por la tradición de producir cacao.

Las encuestas también mostraron que el 66 % de los productores no cuenta con un diseño de plantación en su cacaotal y un 55 % no recibe ningún tipo de asesoría técnica (ver Cuadro 13).

Existe un nivel considerablemente alto que no está siendo atendido y resulta muy vulnerable ante los problemas por plagas, enfermedades o precios relacionados al cacao. Ese rezago propicia diferencias en los rendimientos; resulta un segmento de los productores que se debe tratar con

prioridad para reducir las diferencias que pudieran existir por la falta de asistencia técnica y un adecuado ordenamiento de las plantas del cacaotal.

**Cuadro 13. Diseño y asistencia del SAF cacao**

	Diseño de plantación			TOTAL
		SI	NO	
Asesoría técnica	SI	18.4%	26.3%	44.7%
	NO	15.8%	39.5%	55.3%
	TOTAL	34.2%	65.8%	100.0%

Fuente: Elaborado con datos propios.

### 7.2. Análisis del modelo de Programación lineal

En este capítulo, se presentan los hallazgos de la investigación, así como el análisis y descripción de los datos recabados. Comenzando por analizar los resultados del modelo de programación lineal, precios sombra, uso de recursos disponibles y análisis marginal, así como la relación entre la parte socioeconómica de los productores y los resultados obtenidos del modelo.

Dado que el objetivo principal de esta tesis es el de identificar y proponer una distribución óptima de los recursos disponibles que maximice el ingreso, a continuación se presentan los resultados del modelo planteado. Haciendo énfasis en la interpretación de los planes de producción, así como en el uso marginal de los recursos, donde resalta la rentabilidad de las actividades que cumplen con la condición de máxima ganancia.

### 7.3. Ingreso y actividades seleccionadas

El modelo planteado, bajo las condiciones frecuentemente encontradas en los cacaotales de la región Soconusco en Chiapas, da como resultado el valor de la función objetivo referida al máximo ingreso obtenido que es de \$ 1, 245,192.85 pesos para los 13 años de análisis.

Los resultados del modelo se presentan en el cuadro 14. Por las características propias de un SAF cacao se indicó en el modelo los requerimientos mínimos de superficie para que las especies

vegetales en cuestión se mantuvieran y conservar por definición un SAF. Los resultados del cuadro mencionado, nos indican que para lograr el ingreso óptimo en la función objetivo se deben distribuir las 2.6 h disponibles cada año en las actividades tal como se muestra en el cuadro 14.

Para la producción de cacao se destina una h de manera constante durante los 13 años, así para la producción de mango se debe asignar 0.15 h mismas que se asignaran en los 13 años. Mientras que para la producción de mamey se deben destinar 0.166 h del año 1 al 11, reduciendo la superficie a 0.158 h en el año 12, y a 0.15 h en el año 13. Para la producción, corte y venta de plátano se deben asignar 0.464 h del año 1 al 10, reduciendo a 0.441 h en el año 11, a 0.419 h en el año 12 y 0.398 h en el último año. Finalmente para la producción de heliconias se debe asignar 0.5 h del año 1 al 3, reduciendo un 5 % anualmente a partir del año 3 al 5, posteriormente la superficie baja hasta 0.27 h y se reduce anualmente un 5 %; dicho patrón de distribución implica una reducción en la superficie ocupada de las 2.6 h disponibles.

**Cuadro 14. Resultados: asignación óptima de superficie y venta de unidades forestales.**

ACTIVIDAD	AÑO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Prod. Cacao	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Forestal	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320
Venta Cedro	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Venta Primavera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Venta Roble	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Venta Guayabo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mamey	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.158	0.150
Mango	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
Plátano	0.464	0.464	0.464	0.464	0.464	0.464	0.464	0.464	0.464	0.464	0.441	0.419	0.398
Heliconias	0.500	0.500	0.500	0.475	0.451	0.270	0.257	0.244	0.232	0.220	0.209	0.199	0.189

Fuente: Elaboración propia con los resultados de salida del modelo básico analizado

Se observa que los cultivos que tienen las mayores utilidades por hectárea son la venta de heliconias y plátano (ver cuadro 15), esto debido a su alto rendimiento o alto valor de mercado.

**Cuadro 15. Utilidades generadas por actividad**

ACTIVIDAD	AÑO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Prod. Cacao	-8 960	-8 960	-8 960	-8 960	-8 960	4 040	4 040	4 040	4 040	4 040	11 310	11 310	11 310
Forestal	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000
Venta Cedro	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700
Venta Primavera	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000
Venta Roble	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200
Venta Guayabo	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800	2 800
Mamey	-7 000	-7 000	-7 000	-7 000	-7 000	13 190	13 190	13 190	13 190	13 190	18 000	18 000	18 000
Mango	-4 887	-4 887	-4 887	-4 887	-4 887	12 843	12 843	12 843	12 843	12 843	24 863	24 863	24 863
Plátano	-17 826	7 704	30 204	30 204	30 204	56 074	56 074	56 074	56 074	56 074	56 074	56 074	56 074
Heliconias	158 925	158 925	158 925	158 925	158 925	158 925	158 925	158 925	158 925	158 925	158 925	158 925	158 925
<b>Total</b>	<b>129 952</b>	<b>155 482</b>	<b>177 982</b>	<b>177 982</b>	<b>177 982</b>	<b>254 772</b>	<b>278 872</b>	<b>278 872</b>	<b>278 872</b>				

Nota: Los resultados están expresado en pesos

Fuente: Elaboración propia con los resultados de salida del modelo básico analizado.

Dejando a los frutales con las utilidades más bajas, debido a factores como su lento desarrollo para alcanzar la plenitud productiva, los bajos rendimientos ocasionados por plagas o enfermedades, como el caso del cacao. Se destaca la importancia de tener una fuente de ingreso en la etapa de crecimiento de los frutales y que permita un ingreso sustancialmente mejor para los cacaoteros del Soconusco, es evidente el papel de las plantas ornamentales en la economía de los SAF cacao, gradualmente en la medida que las demás especies comienzan a generar ingresos, las ornamentales participan menos en el aporte de utilidades. Es importante mencionar que un alto nivel de utilidad direcciona al modelo a seleccionar dichas actividades que aportan grandes utilidades.

La producción derivada de las actividades seleccionadas por el modelo básico se muestra en el cuadro 16, donde se puede afirmar que para la especie como el cacao, mamey y mango, la etapa productiva comienza en el año 6 y conforme cada especie va alcanzando su fase de plena producción los rendimientos aumentaran dejando una mayor producción. Es decir que de seguir dicho patrón de asignación de tierra se puede esperar que los volúmenes de producción se comporten bajo el esquema presentado en el cuadro 16. De ser él caso se podría observar un efecto por mejoras tecnológicas o bien por plagas y enfermedades.

**Cuadro 16. Unidades producidas por actividad**

ACTIVIDAD		AÑO												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Prod. Cacao	(t)	0	0	0	0	0	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.62	0.62	0.62
Venta Cedro	(árbol)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Venta Primavera	(árbol)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Venta Roble	(árbol)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Venta Guayabo	(árbol)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mamey	(t)	0	0	0	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.75	0.71	0.68
Mango	(t)	0	0	0	0	0	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.50	1.50	1.50
Plátano	(t)	0	5.6	9.3	9.3	9.3	9.3	13.9	13.9	13.9	13.9	13.2	12.6	11.9
Heliconias	(ramos)	9 000	9 000	9 000	8 550	8 123	4 864	4 621	4 390	4 170	3 962	3 764	3 576	3 397

Fuente: Elaboración propia con los resultados de salida del modelo básico analizado.

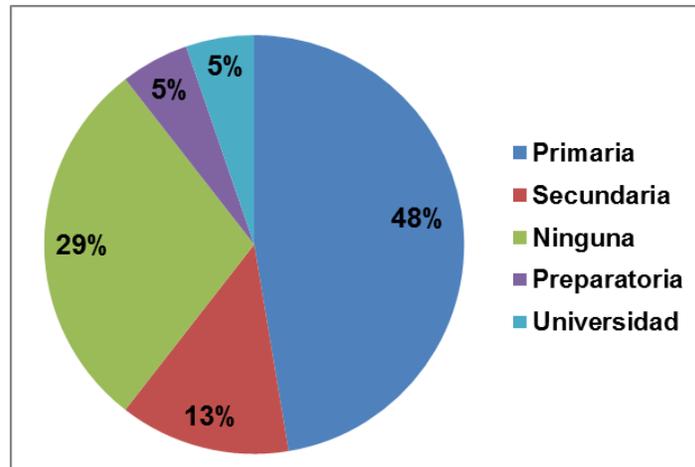
En cuanto a la demanda de jornales por actividad, esta fluctuara dependiendo del incremento de los rendimientos esperados, o bien disminuir a causa de una contracción de la superficie de alguna de las actividades, tal como se muestra en el cuadro 17. Sin embargo, podríamos hablar de una cantidad constante de jornales durante todo el año; es decir, si se distribuyera la mano de obra mensualmente encontraríamos un uso constante de jornales originado principalmente por las épocas de producción, en el año de cada una de las especies contempladas, y las labores de cada cultivo

**Cuadro 17. Cantidad de jornales requeridos por actividad**

ACTIVIDAD	AÑO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Prod. Cacao	51	51	51	51	51	61	61	61	61	61	90	90	90
Forestal	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Mamey	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5	7	7	7
Mango	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	8	8	8
Plátano	19	41	41	41	41	51	51	51	51	51	48	46	43
Heliconias	55	55	55	52	50	30	28	27	25	24	23	22	21

Fuente: Elaboración propia con los resultados de salida del modelo básico analizado.

Asociado a la mano de obra, se determinaron características que pueden influir en la calidad y eficiencia de dicho recurso. Así lo indica el hecho, de que de dicha mano de obra es en el mayor de los casos familiar, donde el 44 % son mujeres y 56 % hombres; la edad promedio es de 60 años y su núcleo familiar se compone de cinco integrantes principalmente constituido por nietos, dado que los hijos emigran a las ciudades como Tuxtla Gutiérrez, Distrito Federal, Mérida o incluso a los Estados Unidos; y con un nivel educativo equivalente a primaria y analfabeta, lo cual también puede influir en los rendimientos esperados y en los precios netos alcanzados



Fuente: Elaboración con datos propios de encuestas.

**Figura 5. Nivel educativo de productores de cacao**

#### 7.4. Precios sombra de las actividades y de los recursos

Los resultados de los precios sombra de las actividades arrojan como resultados valores de cero, debido a que en el modelo se introdujeron condiciones mínimas de superficie, requeridas para considerar un SAF cacao. Por lo tanto todas las actividades han sido seleccionadas para conformar el patrón óptimo de cultivos (Cuadro 14).

Por otro lado los precios sombra del problema dual (precios imputados de los recursos de la producción agrícola) se presentan en el cuadro 18. Uno de los usos del precio imputado de los recursos, es determinar el recurso más restrictivo. Dado que los recursos no se pueden comparar a través de sus unidades, dado que son distintas, se debe recurrir a la valoración de los recursos para hacerlos comparables (Beneke, 1984; Debertain, 2012). Dicha valoración se obtiene de multiplicar el nivel de disponibilidad total del recurso por su respectivo precio sombra, en el cuadro 19 se presentan los resultados de esta valoración.

Del cuadro 19, se puede afirmar que el recurso de capital para el año 6 es restrictivo, debido a la necesidad de cubrir los costos de la etapa de desarrollo de los frutales y del cacao, y posibles reducciones de capital disponible.

Mientras que la mano de obra y agua no muestran ningún tipo de restricción en el periodo de análisis; el recurso tierra no es restrictivo salvo en el primer año de análisis, sin embargo a partir del año dos deja de ser restrictivo, debido a que existe una disminución de superficie asignada a la producción de heliconias, plátano y mamey. En lo particular la superficie asignada a heliconias se vuelve restrictiva a partir en el año 1, a causa de la disminución anual del 5 % del área asignada a ésta actividad.

De igual manera, el precio sombra de los recursos indica en cuanto aumentaría el valor de la función objetivo si se pudiera disponer de una unidad adicional de ese recurso, siendo también un indicador para determinar los recursos más restrictivos.

Para el caso de la superficie mínima de cacao, se exponen valores negativos, lo cual indica que si la superficie mínima asignada a cacao aumentase en una unidad el resultado de la función objetivo se vería reducida en dichas cantidades monetarias; el mismo comportamiento se da para la superficie mínima de mango y forestal.

Respecto a la venta mínima de árboles de primavera, roble y guayabo, muestran un precio sombra negativo en todos los años de análisis, lo cual indica que al aumentar el mínimo de árboles aprovechables de estas especies genera mermas en la función objetivo, prefiriendo vender una unidad más de cedro.

**Cuadro 18. Precio sombra imputado a los recursos**

ACTIVIDAD (recurso)	AÑO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tierra	142 573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mano de Obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital	0	0	0	0	0	0 036	0	0	0	0	0	0	0
Superficie Cacao	-151 533	-8 960	0	-17 920	-8 960	-308 187	0	0	0	0	0	0	0
Superficie Mamey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-415 448
Superficie Mango	0	-152 347	0	-9 774	-4 887	0	0	0	0	0	0	-226 471	0
Superficie Plátano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Superficie Forestal	0	0	-157 573	0	0	-196 886	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000
Venta de Forestales	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700
Superficie Heliconias	1 150 368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Venta mínima Primavera	-0 700	-0 700	-0 700	-0 700	-0 700	-0 700	-0 700	-0 700	-0 700	-0 700	-0 700	-0 700	-0 700
Venta mínima Roble	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500
Venta mínima Guayabo	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900
Rest tierra cacao	--	0	0	8 960	0	0	50 090	46 050	42 010	37 970	33 930	22 620	11 310
Rest tierra Forestal	--	147 573	152 573	0	5 000	10 000	0	0	0	0	0	0	0
Rest tierra mamey	--	149 573	156 573	163 573	170 573	177 573	479 046	465 856	452 666	439 476	426 286	429 775	433 448
Rest tierra mango	--	147 460	0	4 887	0	0	352 432	339 589	326 746	313 903	301 060	276 197	24 863
Rest tierra plátano	--	160 399	152 695	122 491	92 287	62 083	376 250	320 176	264 102	208 028	159 951	109 344	56 074
Rest tierra heliconias	--	1 134 017	975 092	859 123	737 050	0	958 835	842 010	719 037	589 592	453 334	309 904	158 925

Nota: Los precios están expresados en pesos por unidad.

Fuente: Elaboración propia con datos de salida del modelo dual

**Cuadro 19. Valoración de los recursos**

ACTIVIDAD (recurso)	AÑO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tierra	370 691	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mano de Obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital	0	0	0	0	0	727 545	0	0	0	0	0	0	0
Superficie Cacao	-151 533	-8 960		-17 920	-8 960	-308 187	0	0	0	0	0	0	0
Superficie Mamey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-62 317
Superficie Mango	0	-22 852	0	-1 466	- 733	0	0	0	0	0	0	-33 971	0
Superficie Plátano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Superficie Forestal	0	0	-50 423	0	0	-63 004	-1 600	-1 600	-1 600	-1 600	-1 600	-1 600	-1 600
Venta de Forestales	28 200	28 200	28 200	28 200	28 200	28 200	28 200	28 200	28 200	28 200	28 200	28 200	28 200
Superficie Heliconias	575 184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Venta mínima Primavera	- 700	- 700	- 700	- 700	- 700	- 700	- 700	- 700	- 700	- 700	- 700	- 700	- 700
Venta mínima Roble	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500
Venta mínima Guayabo	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900	-1 900
Rest tierra cacao	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rest tierra Forestal	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rest tierra mamey	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rest tierra mango	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rest tierra plátano	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rest tierra heliconias	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos de salida del modelo dual

## 7.5. Uso de los recursos

En lo referente a las restricciones, los resultados indican cuanto de cada recurso se ha utilizado para alcanzar el óptimo económico. Los recursos considerados son tierra, agua, mano de obra y capital; debido a que el resto de las restricciones representan acotaciones de venta y uso de tierra.

El cuadro 20, muestra que para el recurso tierra se utilizan las 2.6 hectáreas en los primeros tres años, posteriormente en los años 4 y 5 no se utiliza el 1 % y 2 % respectivamente, del año 6 al 10 queda libre alrededor del 11.5 % de las 2.6 h, finalmente para el año 11, 12 y 13 se dejan libres 0.36 h, 0.43 h y 0.5 h respectivamente.

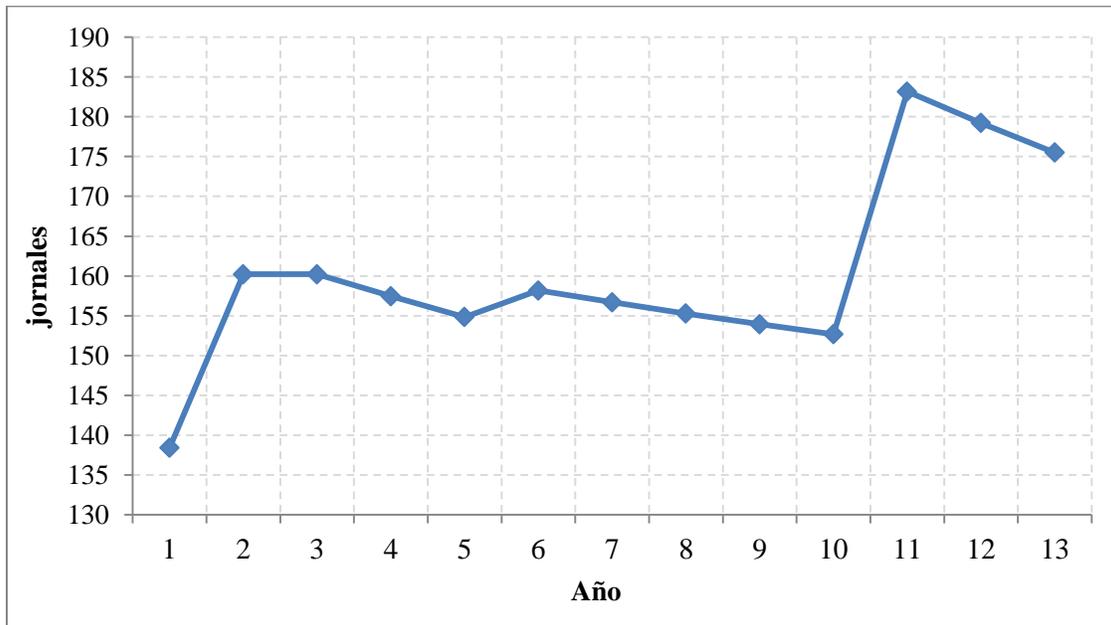
En el caso de la mano de obra, este es un recurso principalmente compuesto de miembros de la familia, donde los jornales se componen teóricamente de 8 horas, durante 250 días distribuidos en el año.

**Cuadro 20. Sobrante de los recursos en el modelo primal**

<b>Año</b>	<b>Tierra</b> (h)	<b>Mano de Obra</b> (jornales)	<b>Agua</b> (mm)	<b>Capital</b> (\$)
<b>1</b>	0	4 462	1 800	4 571
<b>2</b>	0	4 440	1 800	6 639
<b>3</b>	0	4 440	1 800	6 639
<b>4</b>	0.0250	4 443	1 817	7 375
<b>5</b>	0.0488	4 445	1 834	7 676
<b>6</b>	0.2298	4 442	1 961	0
<b>7</b>	0.2433	4 443	1 971	18 600
<b>8</b>	0.2561	4 445	1 980	17 904
<b>9</b>	0.2683	4 446	1 988	17 532
<b>10</b>	0.2799	4 447	1 996	16 903
<b>11</b>	0.3141	4 417	2 025	16 891
<b>12</b>	0.3549	4 421	2 054	17 032
<b>13</b>	0.3936	4 424	2 082	16 380

Fuente: Elaboración propia con los resultados de salida del modelo básico analizado.

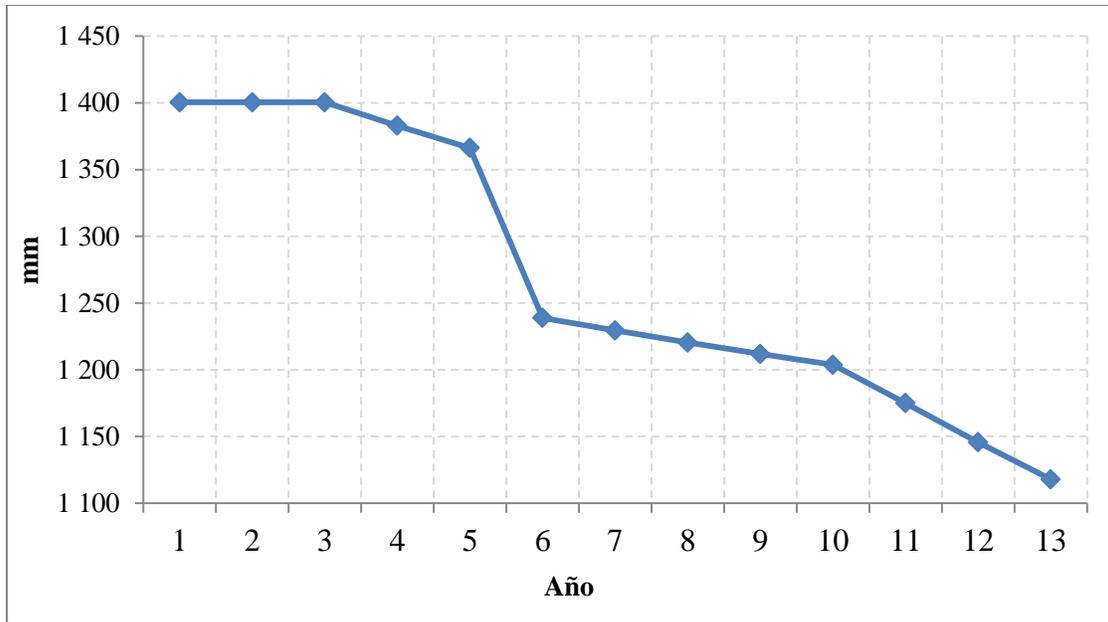
La mano de obra utilizada se mantiene en un rango de 150 a 160 jornales por año, del año 2 al 10. Sin embargo la cantidad de mano de obra fluctúa de un año a otro, siendo en el año 11 donde se demanda mayor ocupación debido a que los frutales entran en una etapa de mayor producción; posteriormente descende la cantidad de jornales requeridos debido a la disminución de la superficie de plátano, mamey y heliconias (ver figura 6).



Fuente: Elaboración propia con los resultados de salida del modelo básico analizado.

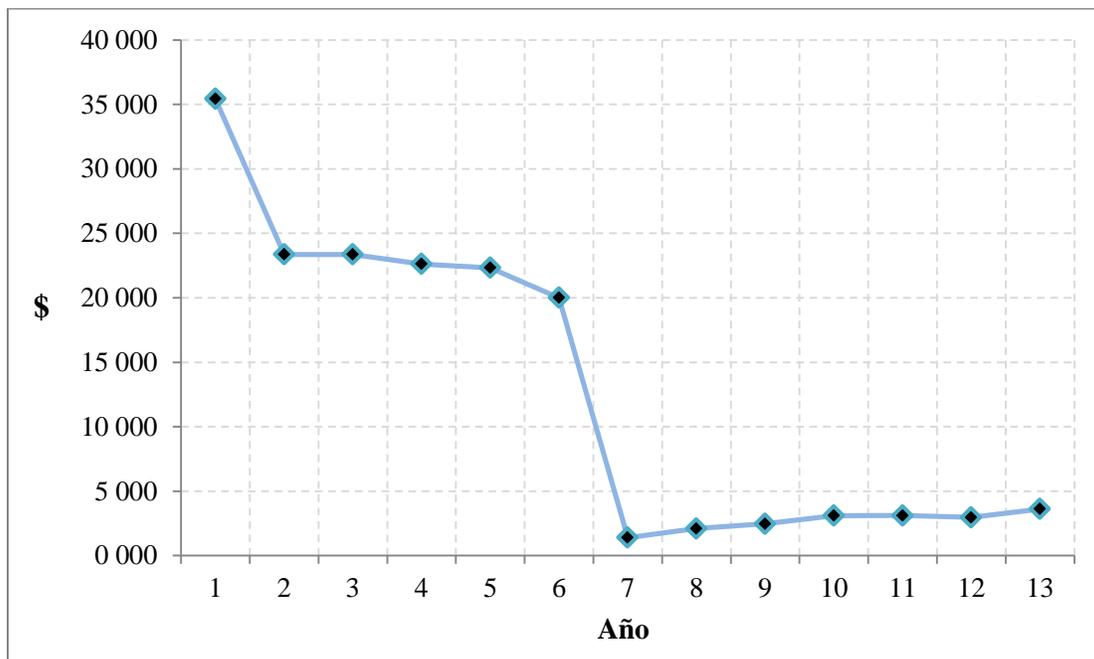
**Figura 6. Mano de obra ocupada anualmente**

Para el recurso de agua disponible, cada una de las especies incluidas requiere de cierta cantidad de agua para desarrollarse y producir adecuadamente; por lo que los resultados de la figura 7, son teóricamente la cantidad de agua ocupada del agua disponible por la precipitación promedio anual de la región. Los datos muestran una disminución anual de la cantidad de agua requerida, efecto atribuido a la disminución del área dedicada a heliconias, estas necesitan de una gran cantidad de agua para su desarrollo.



Fuente: Elaboración propia con los resultados de salida del modelo básico analizado.

**Figura 7. Cantidad de agua requerida**



Fuente: Elaboración propia con los resultados de salida del modelo básico analizado.

**Figura 8. Capital de trabajo ocupado**

Para el recurso capital de trabajo, se ha especificado en el modelo que durante los primeros seis años los cacaoteros cuentan con recursos económicos para cubrir el monto requerido para cubrir el capital de trabajo de cada actividad durante dicho periodo de años. Y como se observa en la figura 8, el capital disponible para cada uno de los primeros seis años es suficiente para cubrir los requerimientos en cada una de las actividades seleccionadas por el programa. Mientras que para los años del 6 al 13, se muestran una ocupación de capital bajo, dado que las más actividades realizadas en el periodo anterior están cubriendo parte de los requerimientos de capital del año siguiente.

#### 7.6. Análisis marginal

En esta sección se calcula el costo en que se incurre para llevar a cabo la producción de una actividad o cultivo, o también llamado costo de oportunidad por el uso de los recursos y corresponde al concepto económico de costo marginal. Para estimar el costo marginal se realizó lo siguiente:

- a) Se identifican los recursos que se emplean para llevar a cabo una unidad de cada una de las 154 actividades planteadas, a través de sus respectivos coeficientes técnicos (siendo estos interpretados como el uso marginal de los recursos).
- b) Se identifica el precio sombra de cada uno de los recursos por unidad, el cual se puede interpretar como su costo de oportunidad.
- c) Finalmente se multiplica el coeficiente técnico por el precio sombra de cada uno de los recursos, y la sumatoria de este resultado será el costo de oportunidad por el uso de los recursos que se generan al llevar a cabo una unidad de actividad (costo marginal de producción).

En el cuadro 21, se muestran los resultados del costo marginal de producción, considerando que cada restricción planteada en el modelo debe considerarse al hacer dicho calculo.

Adicionalmente en el cuadro 22, se determina que actividades a lo largo del periodo de análisis son rentables y cuales no; es decir, todas las actividades que resultan rentables debe generar un ingreso por unidad que cubra el costo unitario de su producción, y de cumplirse el nivel de rentabilidad positivo se estaría cumpliendo la condición económica para la maximización de ganancias, donde el costo marginal es igual al ingreso marginal. La regla para verificar lo anterior es:

$$\begin{array}{ccc} \text{Costo de oportunidad por el} & & \text{Precio neto de la} \\ \text{uso de los recursos} & \leq & \text{actividad} \end{array}$$

De no cumplirse la condición mencionada, entonces se denota como rentabilidad negativa, por lo que la “x” actividad no debería realizarse.

**Cuadro 21. Costo marginal atribuido a la producción unitaria de los cultivos**

Año	Cacao	Forestal	Venta Cedro	Venta Primavera	Venta Roble	Venta Guayabo	Mamey	Mango	Plátano	Heliconias
1	294 107	-5 000	4 700	5 400	6 200	6 600	-7 000	-4 887	-17 826	158 925
2	8 960	-5 000	4 700	5 400	6 200	6 600	-7 000	299 808	7 704	158 925
3	-8 960	310 147	4 700	5 400	6 200	6 600	-7 000	-4 887	30 204	158 925
4	26 880	-5 000	4 700	5 400	6 200	6 600	-7 000	14 661	30 204	158 925
5	8 960	-5 000	4 700	5 400	6 200	6 600	-7 000	4 887	30 204	158 925
6	620 415	388 772	4 700	5 400	6 200	6 600	13 190	12 843	56 074	158 925
7	4 040	5 000	4 700	5 400	6 200	6 600	13 190	12 843	56 074	158 925
8	4 040	5 000	4 700	5 400	6 200	6 600	13 190	12 843	56 074	158 925
9	4 040	5 000	4 700	5 400	6 200	6 600	13 190	12 843	56 074	158 925
10	4 040	5 000	4 700	5 400	6 200	6 600	13 190	12 843	56 074	158 925
11	11 310	5 000	4 700	5 400	6 200	6 600	18 000	24 863	56 074	158 925
12	11 310	5 000	4 700	5 400	6 200	6 600	18 000	477 804	56 074	158 925
13	11 310	5 000	4 700	5 400	6 200	6 600	848 895	24 863	56 074	158 925

Fuente: Elaboración propia con los resultados de salida del modelo básico analizado.

Finalmente, a partir del año 6 del periodo de análisis, año en el que todos los cultivos se encuentran en su fase productiva, resulta rentable la producción de cacao, mamey, mango, plátano y heliconias. Solamente la producción de mango en el año 12 y mamey en el año 13 muestra rentabilidad negativa. También, se observa que darle mantenimiento a la superficie dedicada a la actividad forestal no es rentable, y es preferible aprovechar más árboles de cedro y menos o ninguno de las otras especies, lo que indica que es preferible dedicar la superficie forestal solamente para cedro.

**Cuadro 22. Rentabilidad de las actividades**

ACTIVIDAD	AÑO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cacao	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	†	†	†	†	†	†	†
Forestal	†	†	$\alpha$	†	†	$\alpha$							
Heliconias	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†
Mamey	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	$\alpha$
Mango	†	$\alpha$	†	$\alpha$	$\alpha$	†	†	†	†	†	†	$\alpha$	†
Plátano	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†
Venta Cedro	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†
Venta Guayabo	$\alpha$												
Venta Primavera	$\alpha$												
Venta Roble	$\alpha$												

Nota: † = rentabilidad positiva

$\alpha$  = rentabilidad negativa

Fuente: Elaboración propia con los resultados de salida del modelo básico analizado.

## 7.7. Subsidios y mercado

El alcance de las políticas públicas, el diseño de programas de Gobierno dirigidas al sector productivo del cacao, deben retomar muchas de las carencias para recuperar los niveles de producción de hace un par de décadas.

Solamente, un 36.8 % ha recibido o recibe subsidios del Gobierno para la producción de cacao; los cuales consisten en agroquímicos para combatir plagas, hongos o enfermedades, principalmente para combatir la monilia. Apoyos en efectivo para realizar podas de control, para

la compra de plantas de variedades clonales de mejores rendimientos, más resistentes a la monilia y para renovar los cacaotales. Sin embargo, no existe mecanismo alguno que constate el uso adecuado de dichos subsidios, que aunado a la falta de asistencia técnica puede darse un efecto de retroceso o estancamiento de la situación actual.

El interés por aumentar el rendimiento proviene hasta cierto punto del sector agroindustrial privado, dando capacitaciones gratuitas de buenas prácticas agrícolas para el combate de la monilia, demostraciones de campo e investigación en la creación de variedades clonales más resistentes y con mejor rendimiento. La monilia verdaderamente ha mermado considerablemente la producción de cacao y la falta de experiencia en su combate ha propiciado que dependencias de la SAGARPA y sector privado en conjunto brinden capacitación para el control de la monilia a un 76 % de los productores.



**Figura 9. Reunión con productores de cacao en el municipio de Tuzantán**

Por otra parte, las opciones de mercado son limitadas donde mayoritariamente son bodegas acopiadoras ubicadas en zonas de mayor producción; no obstante, el 52.6 % no tiene un mercado seguro donde colocar su producción cayendo en el intermediarismo. Situación que el 35.8 % de los productores traducen como una mala fuente de ingresos, dado que los rendimientos son muy bajos y los precios que en ocasiones suelen ser bajos, no cubren lo invertido previamente; es por esto que se valen de lo que pueden obtener por la venta de otros productos obtenidos SAF cacao.

Aún con el ingreso global del SAF cacao, un 21 % de los productores ha dejado en segundo plano la actividad, obteniendo otra fuente de ingresos como remesas, comercio, transportista de pasajeros. Para muchos los SAF cacao ya no representan interés por mejorar las condiciones; los productores coinciden en que conservan los terrenos debido a que eso asegura su bienestar en caso de emergencias, dejaron ver su interés de vender sus propiedades en cuanto tengan una buena oportunidad.

Resulta preocupante ver que no se está dando una sucesión generacional en los SAF cacao, y sea está creando una nueva generación de productores dependientes netamente de los apoyos de programas federales o estatales de carácter tanto social, como productivos.

## VIII. DISCUSIÓN

Es importante destacar que aspectos como la educación y la migración, son fundamentales para entender mucho de la situación del cacao en la Región y posiblemente en el país. Así lo indica Barkin (1971), afirmando que las personas con mayor educación tienen mejores perspectivas ocupacionales y mejores posibilidades para superar las limitaciones que suelen atribuirse a la falta de cultura y materiales. Mucha de la desigualdad social o productiva está marcada por ausencia o no de la educación.

Sin embargo, el notorio envejecimiento de productores de cacao, acentúa las limitantes que suelen aquejar a los cacaotales, incluso contribuye a un paulatino abandono de la tierra y en particular del cacao; no hay un remplazo generacional, tal como (Arias, 2012) lo menciona.

*“La retención de la tierra a largo plazo y la vida prolongada de los padres han tenido una consecuencia previsible: empuja la salida temprana de prácticamente todos los hijos de una casa hacia otras actividades económicas, también hacia otros lugares donde definen sus vidas a largo plazo” (Arias, 2012).*

La superficie promedio de la propiedad de cada productor es de 3.84 hectáreas, oscilando de 0.5 a 16 hectáreas, siendo la propiedad ejidal la predominante con 66 % y propiedad privada 34 %.

La pérdida de un alto porcentaje de la producción por la moniliasis como lo indica (González, 2008) y como consecuencia los bajos ingresos; pueden compensarse con la incorporación de cultivos productivos y con alto valor de mercado como plátano, mamey y ornamentales.

Analizando la situación del cacao en otros países, Montoya *et al.*, (2015) indican, que en Colombia los problemas que deben atenderse son la estabilidad de precios, el desarrollo de la transformación de fincas, mejoramiento de servicios y apoyos gubernamentales, implementar modelos agroforestales y de mercado. Aunque no muestran resultados cuantificables hay coincidencia en los problemas que afectan al cacao en la región del Soconusco.

Los resultados positivos de viabilidad económica del SAF cacao analizado coinciden con lo que, Cruz, Jarquín y Ramírez (2013) determinaron, en su estudio de viabilidad económica de policultivos utilizando herramientas financieras, la viabilidad económica de caca asociado a café robusta y por otro lado a hule; sin embargo no contemplan una asociación de cultivo más amplia. Dejando el interés de incluir cultivo como café y hule en el modelo lineal que sea ha desarrollado.

Beer et al., (1998) mencionan, que la importancia relativa y el efecto global de las diferentes interacciones entre árboles de sombra y el café/cacao depende de las condiciones de sitio, la selección de componentes como las especies, variedades y procedencias de los árboles y cultivos. Siendo necesario evaluaciones económicas que incluyan impactos por contaminación de agua subterránea, desgaste de recursos propios del suelo debido a los requerimientos de nitrógeno de ciertas especies arboladas. A diferencia de ellos, en esta investigación, solamente se consideraron aquellas especies de importancia económica y bajo un nivel de densidad ajustado. Por lo que, se requiere llevar un nivel de profundidad en el tema de análisis aún más amplio, que requiere la integración de otras disciplinas como la edafología, genética forestal, entomología, por mencionar algunas.

La diversidad de especies de importancia secundaria para los cacaoteros determina la factibilidad biológica de los SAF, y habrá otras posibilidades en cuestión de ingresos como el ecoturismo. De esta manera Guiracocha *et al.*, (2001) demuestra que la biodiversidad de un SAF caco es superior a un SAF banano y similar en ciertos criterios a los bosques tropicales naturales. En este sentido el estudio del presente trabajo queda al margen de determinar que SAF es mejor económicamente; sin embargo es evidente la necesidad de constatar las ventajas económicas respecto a otros SAF característicos de la región.

Córdova et al., (2001), encontraron que la producción de cacao aporta hasta un 86 % de los ingresos netos en una unidad familiar de Tabasco. Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos en la región Soconusco, el cacao muestra un costo de oportunidad alto que limita el aumento de ingresos.

## IX. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo se pueden exponer las siguientes conclusiones:

- a) La programación lineal justifica cuantitativamente la rentabilidad del sistema agroforestal cacao, bajo las condiciones actuales que existen en el Soconusco, es decir, el sistema agroforestal cacao es económicamente viable; al mismo tiempo permite visualizar o identificar aquellas actividades que reportan mayor utilidad, y en qué actividades se debe mejorar.
- b) La metodología usada y los resultados obtenidos, pueden servir de base para la definición de nuevas estrategias en la asignación de recursos para mejorar las condiciones prevalecientes del cacao; ya sea para evaluar económicamente variedades mejoradas de cacao en competencia por recursos “escasos” con otras especies.
- c) Es inevitable contar con una fuente de financiamiento de capital cuando se establece de inicio un SAF cacao, o bien considerar la posibilidad de incorporar otras especies vegetales que vivan en simbiosis con los árboles como orquídeas, incluso incorporar animales menores como gallinas, borregos o cerdos, que puedan interactuar con las especies establecidas en el SAF, con el objetivo de poder cubrir los requerimientos de capital en la fase de desarrollo de los frutales, dado que con frecuencia es difícil obtener financiamiento de parte de las institución crediticias.
- d) Las características socioeconómicas de los productores denotan un problema con la sucesión generacional de la producción de cacao e incluso de la actividad agrícola, atribuido al envejecimiento de los cacaoteros, a la migración de los miembros de la familia a las ciudades en busca de mejores oportunidades económicas. Debido a que la producción de cacao es vista generalmente como una actividad tradicional, y no como una actividad rentable económicamente.

## **X. RECOMENDACIONES**

- En el caso de destinar un apoyo financiero gubernamental para la producción de cacao, se debe contemplar el periodo de crecimiento en el cual la planta no tiene producción, que pueda distribuirse de tal manera que cubra al menos un 40 % del capital de trabajo; y reforzar o destinar apoyos destinados a las especies ornamentales con valor económico que estén asociadas con cacao.
- Se debe reforzar esta investigación con estudios de carácter agroecológicos para valorar el impacto del uso de la tierra bajo diferentes tipos de sistemas agroforestales y monocultivos, con la finalidad de determinar el nivel de agotamiento del suelo, en contraste con otras variantes.
- Se debe analizar las diferentes etapas de producción durante la vida económica de la planta de cacao, dado que esta puede alcanzar hasta 60 años; para determinar el momento en el que se debe realizar la renovación de las plantas.

## BIBLIOGRAFIA

- Almeida, CMVC de; Willy, M; Sena-Gomes, A. R; Matos, PGG de P. 2002. Sistemas agroflorestais como cacaueriro como alternativa sustentável para uso em áreas desmatadas, no estado de Rondônia, Brasil. *Agrotrópica*. 14 (3): 109-120.
- Amoah, F. M.; Huertey, B. H.; Baidoo-Oddo, k., 1995. Underplanting oil palm with cocoa in Ghana. *Agroforestry Systems*, 30: 289-299.
- Angeles C., H. 2004. Las migraciones internacionales en el Soconusco, Chiapas: un fenómeno cada vez más complejo. *Comercio Exterior*. 54(4), Abril del 2004.
- Arcia, D. I. (1985). *Evaluación financiera y económica de un sistema agroforestal en el Estado de Quintana Roo*. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, Estado de México.
- Arias, P. (2012). Herencia familia y migración en el campo mexicano. *Trace. Travaux et recherches dans les Amériques du Centre*, (61), 76-90.
- Aubry, A. (2005). Chiapas: el diseño vulnerable de su red caminera. La Jornada 6 de noviembre de 2005. pp.21.
- Banco Mundial. (2012). *Agricultura y Desarrollo Rural: Manual sobre género en agricultura*. Washington DC, Estados Unidos: Banco Mundial, Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo.
- Barkin, D. (1971). La educación:¿ una barrera al desarrollo económico?. *El Trimestre Económico*, 951-993.
- Bascur, G. B. y Tapia, F. F. (2001). Mejoramiento de la rentabilidad del álamo a través de cultivos asociados: *Sistema agroforestal, área útil para cultivos intercalares*. Boletín INIA: 64, 21-25, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán, Chile.
- Beer, J., Muschler, R., Kass, D., & Somarriba, E. (1998). Shade management in coffee and cacao plantations. In *Directions in Tropical Agroforestry Research*(pp. 139-164). Springer Netherlands.
- Beneke, R. R., & Winterboer, R. (1984). *Linear programming. Applications to agriculture*. Aedos.
- Betters, D. R. (1987). Economic Analysis of agroforestry systems. Proceedings of the 1986 International Agroforestry Shortcourse. Colorado State University. Fort Collins.

- Caballero D., M. (1989). Los sistemas agroforestales en México su situación actual y sus perspectivas. Simposio Agroforestal en México. Universidad de Nuevo León. Linares, Nuevo León.
- Carvallo Garnica, S. (1993). Aplicación de la tasa de rentabilidad financiera en proyectos agropecuarios. *Boletín Informativo FIRA*, (255).
- Combe, J. (1979). *Técnicas agroforestales para los trópicos húmedos: conceptos y perspectivas*. Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su contribución al Desarrollo de la América Tropical, pp. 117-124. CONICIT, INTERCINECIA y SCITEC. San José, Costa Rica.
- Comisión Nacional Forestal. (2003). *Gestión comunitaria para el uso sustentable de los bosques: Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México, Informe Final*. Zapopan, Jalisco, México: Comisión Nacional Forestal.
- Córdova-Ávalos, V. (2014). Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el ejido Francisco I. Madero del Plan Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 17(34), 92-100.
- Córdova-Avalos, V., Mendoza-Palacios, J. D., Vargas-Villamil, L., Izquierdo-Reyes, F., & Ortiz-García, C. F. (2008). Participación de las asociaciones campesinas en el acopio y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco, México. *Universidad y ciencia*, 24(2), 147-158.
- Coutiño Puchuli, V. Producción y comercialización del cacao en la región del Soconusco, Estado de Chiapas (Disco compacto)/por Víctor Coutiño Puchuli.2010.
- Covarrubias, C. (2001). Mejoramiento de la rentabilidad del álamo a través de cultivos asociados: *Análisis económico de propuestas agroforestales para la zona central de Chile*. Boletín INIA: 64, 171-175, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán, Chile.
- Cruz Jiménez, J. (2008). Análisis de los costos de producción de cacao en el Ejido Xochimilco Viejo municipio de Ostucán, Chiapas.
- De Durand-Forest, J. (1967). El cacao entre los aztecas. *Estudios de cultura Náhuatl*, (7), 92.
- De Rojas, J. L., & de Gandarilla, G. (1987). La moneda indígena en México. *Revista Española de antropología americana*, 75.
- Dirk A., H. (1987). Economics of agroforestry. *Agroforestry Systems*, 7, 293-300. Revisado el 3 de Abril, 2014. <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00119127>

- Domínguez A., F. A. y Sánchez V., A. (1989). Los sistemas agroforestales en México: un ensayo de integración de cuatro técnicas empleadas. Simposio Agroforestal en México. Universidad de Nuevo León. Linares, Nuevo León.
- Duguma, B; Gockowski, J; Bakala, J. 1999. Desafíos biofísicos y oportunidades para el cultivo sostenible de cacao (*Theobroma cacao* Linn.) en sistemas agroforestales de África Occidental y Central. *Agroforestería en las Américas* 6 (22): 12-15.
- Eiselt, H. A., & Sandblom, C. L. (2007). *Linear programming and its applications*. Springer Science & Business Media.
- Fomento Económico de Chiapas, A.C. (2007). Actualización de Chiapas Visión 2020. Centro para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible, Tecnológico de Monterrey,ITESM, Puebla.
- Gobierno del Estado de Chiapas. Secretaría de Desarrollo Rural. 2012. Plan Rector del Sistema producto cacao. Tuxtla Gutiérrez. Chiapas, México.
- Gobierno del Estado de Chiapas. (2012). Programa Regional de Desarrollo: Región X, Soconusco. Revisado el 4 de Abril, 2014. <http://www.haciendachiapas.gob.mx/planeacion/Informacion/Desarrollo-Regional/prog-regionales/SOCONUSCO.pdf>
- Gobierno del Estado de Chiapas. (2013). *Primer Informe de Gobierno: Región Soconusco*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- González V., C. E. y Villareal C., R. (1989). Agrosilvicultura: perspectivas en el tiempo y en el espacio. Simposio Agroforestal en México. Universidad de Nuevo León. Linares, Nuevo León.
- González, S. I. R. (2008). La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México. *Tecnología en Marcha*, 21(1), 97-110.
- Gould, J.P. y Lazear. (1998). Teoría Microeconómica. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Guiracocha, G., Harvey, C., Somarriba, E., Krauss, U., & Carrillo, E. (2001). Conservación de la biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 8(30), 7-11.
- Hernández-Gómez, E., Hernández-Morales, J., Avendaño-Arrazate, C. H., López-Guillen, G., Garrido-Ramírez, E. R., Romero-Nápoles, J., & Díaz, C. N. (2015). Factores

- socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 33(2), 232-246.
- Ibarra, A., Arriaga, S., & Estrada, A. (2014). Avifauna asociada a dos cacaotales tradicionales en la región de la Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 17(34), 101-112.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). Anuario Estadístico y Geográfico de Chiapas. México. 4 de Abril, 2013. INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). Estadísticas a propósito del día mundial forestal. Aguascalientes, México. 21 de Marzo, 2013. INEGI.
- Juhrbandt, J., Duwe, T., Barkmann, J., Gerold, G., y Marggraf, R. (2010). Structure and management of cocoa agroforestry systems in Central Sulawesi across an intensification gradient. *Tropical Rainforests and Agroforests under Global Change: Ecological and Socio-economic Valuations*. Nueva York, Estados Unidos: Springer Heidelberg Dordrecht London
- Lassoie, J. P., Buck, L. E., y Current, D. (2009). The development of Agroforestry as an Integrated Land Use Management Strategy. In H. E. Garrett (Ed), *North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice* (2<sup>nd</sup> ed., pp. 1-24). Madison, USA.
- López, O., González, O., Lee, V., Alvarado, A., Ramírez, S., Ramírez, M., *et al.* (2003). Diagnóstico y técnicas para el manejo de la moniliasis del cacao. (Primer Edición). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas.
- Ludewings, Thomas, Somarriba, Eduardo, Ramirez, Octavio, 1998. Estabilidad y riesgo en sistemas agroforestales con cacao *Theobroma cacao* plátano (*Musa AAB*) y laurel *Cordia alliodora*. *Agroforestería en las Américas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Vol. 5 No. 17-18 Enero- Junio, 1998
- Montoya, L. J. (1999). *Caracterización y evaluación económica del sistema agroforestal Yerba Mate en el sur de Brasil: un enfoque financiero, de optimización y de riesgo*. Tesis de doctorado, Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, Estado de México.
- Muñante, P., D. (2008). Formulación y evaluación de proyectos. Apuntes de curso de la División de Ciencias Económicas-Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Texcoco, estado de México.
- Nair R., P. K. (1993). *An Introduction to Agroforestry*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers – Internacional Centre for Research in Agroforestry.

- Nair R., P. K. (1998). Directions in tropical agroforestry research: past, present and future. *Agroforestry Systems*, 38, 223-245. Revisado: 3 de Abril, 2014. <http://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1005943729654>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. 2014. El estado de los bosques del mundo: Potenciar los beneficios socioeconómicos de los bosques. FAO. 2014, Roma.
- Ozuna González, L. (1993). Criterios Actuales en el Análisis Financiero. *Boletín Informativo FIRA*, (249).
- Pérez-Portilla, E., & Geissert-Kientz, D. (2006). Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: El caso café (*Coffea arabica* L.)-palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.). *Interciencia*, 31(8), 556-562.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de México, PNUD. 2012. Índice de Desarrollo Humano de Hogares e Individuos 2010. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Octubre 2012, México.
- Reyes R. J. y López U. J. (2003). Crecimiento del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight. & Arn.) a diferentes altitudes en fincas cafetaleras del soconusco, Chiapas. *Revista Chapingo, Serie: Ciencias Forestales y del Ambiente*. 9(2): 137-142.
- Rivero B., P. (1989). Uso múltiple de suelo: algunos conceptos. Simposio Agroforestal en México. Universidad de Nuevo León. Linares, Nuevo León.
- Rodríguez O., A. y Fierros G., A. M. (1989). Los sistemas agroforestales como una alternativa para el trópico húmedo mexicano. Simposio Agroforestal en México. Universidad de Nuevo León. Linares, Nuevo León.
- Salegio, J., Krogman, N., Veeman, M., Faustino, J. (2000). Prácticas agroforestales: barreras sociales e incentivos para la participación rural en El Salvador. *Agroforestería en las Américas*, 7(26). Revisado: 3 de Abril, 2014, <http://web.catie.ac.cr/informacion/rafa/>
- Salgado, M., Ibarra G. y Macías J. (2007). Diversidad arbórea en cacaotales del Soconusco, Chiapas, México. *INTERCIENCIA*. 32(11).
- Salvatore, D. (1992). Microeconomía. McGraw Hill. México.
- Sánchez A., (1994). La Rentabilidad económica y financiera de la gran empresa. *Revista Española de Financiamiento y Contabilidad*. 24(78) pp. 159-179.

- Sánchez, J., Dubón, A., & Krigsvold, D. (2002). Uso de Rambután (*Nephelium lappaceum*) con cedro (*Cedrela odorata*) y laurel negro (*Cordia megalantha*) como sombra permanente en el cultivo de cacao. In Proc Interam Soc Trop Hort (Vol. 46, pp. 57-60).
- Santacruz L., E. (2008). La producción agrícola orgánica en el Soconusco, Chiapas. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. n: 101. Revisado 6 de Abril, 2014. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2008/eesl.htm>
- Santoyo, H.; Ramírez, P.; Suvedi, M. (2002). Manual para la evaluación de programas de desarrollo rural.
- Sistema Producto Cacao Chiapas. 2012. *Plan Rector Cacao Chiapas*. Comité Estatal Sistema Producto Cacao en Chiapas.
- Taha, H. A. (2014). *Integer programming: theory, applications, and computations*. Academic Press.
- Torquebiau, E. (1990). *Conceptos de agroforestería: una introducción*. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Yusoff, N. C.; Leong, C. W.; Lamin, J. (1986). *Intercropping cocoa and oil palm-eleven years of trial results*. In: *Cocoa and Coconuts: progress and outlooks*. Ed. By E. Pushparajah; Chef Poh Soon. Kuala Lumpur, Malaysia, The Incorporated Society of Planters. p. 205-220.

## ANEXOS

### ANEXO A. COSTOS DE PRODUCCIÓN

#### Anexo A. Costo de producción aproximado de mamey

Concepto	U de M	Costo unitario	AÑO 1 - 5		AÑO 6 - 10		AÑO 11 +		
			Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	
<b>Labores culturales</b>									
Podas	Jornal	120	6	720	6	720	8	960	
<b>Fertilización</b>									
Fosfato de amonio DAP 18-46-00	Kg	10	150	1,500	150	1,500	200	2,000	
Sulfato de amonio	Kg	3.5	50	175	50	175	50	175	
Cloruro de potasio	Kg	11	100	1,100	100	1,100	100	1,100	
Aplicación	Jornal	120	3	360	3	360	5	600	
<b>Control de plagas y enfermedades</b>									
Rogor 400	Lt	160	2	320	2	320	2	320	
Metanil	Kg	175	3	525	3	525	3	525	
Ridomil gold bravo	Kg	460	2	920	2	920	2	920	
Aplicación	Jornal	120	3	360	3	360	5	600	
<b>Control de malezas</b>									
Glifosato	Lt	165	4	660	4	660	4	660	
Aplicación	Jornal	120	3	360	3	360	6	720	
<b>Cosecha</b>									
Corte	Jornal	120	0	0	10	1,200	16	1,920	
Acarreo	Flete	150	0	0	3	450	5	750	
<b>Costo total</b>				7,000		8,650		11,250	
<hr/>									
Rendimiento / Hectárea (t / ha)				0		3.36		4.50	
Precio por Kg				6.5		6.5		6.5	
Precio por tonelada				6,500		6,500		6,500	
No. de jornales				15		28		45	
<hr/>									
Ingreso				0		21,840		29,250	
Utilidad (Ingreso Neto)				-7,000		13,190		18,000	

## Anexo A. Costo de producción aproximado de mango

Concepto	U de M	Costo unitario	AÑO 1 - 5		AÑO 6 - 10		AÑO 11 +	
			Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe
<b>Fertilización</b>								
Nitrógeno (S de A)	Kg	1.75	75	131	75	131	75	131
Triple 17	Kg	2.62	425	1,114	425	1,114	425	1,114
Aplicación	Jornal	120	4	480	4	480	6	720
<b>Control de maleza</b>	Jornal	120	4	480	4	480	4	480
<b>Adelantos de floración</b>								
Nitrato de potasio	Kg	4	10	42	10	42	10	42
Aplicación	Jornal	120	6	720	6	720	6	720
<b>Labores culturales</b>								
Horquetas	Pza	7.5	0	0	500	3,750	700	5,250
Colocación	Jornal	120	0	0	1	120	2	240
Cajeteo	Jornal	120	6	720	6	720	8	960
Podas	Jornal	120	4	480	4	480	6	720
Bordeo	Jornal	120	6	720	6	720	8	960
<b>Cosecha</b>								
Corte	Jornal	200	0	0	8	1,600	15	3,000
Acarreo	Flete	200	0	0	4	800	4	800
<b>Costo total</b>				4,887		11,157		15,137
Rendimiento / Hectárea (t / ha)				0		6		10
Precio por Kg				4		4		4
Precio por tonelada				4000		4000		4000
No. de jornales				30		39		55
Ingreso				0		24000		40000
Utilidad (Precio Neto)				-4,887		12,843		24,863

## Anexo A. Costo de producción aproximado de plátano

Concepto	U de M	Costo unitario	AÑO 1		AÑO 2 - 5		AÑO 6 +		
			Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	
<b>Fertilizantes</b>									
Micromix	Kg	0.5	12	6	12	6	12	6	
Fosfonitrato	Kg	6	380	2,280	380	2,280	480	2,880	
DAP	Kg	10	120	1,200	120	1,200	120	1,200	
K-Mag	Kg	7	120	840	120	840	180	1,260	
Sulfato de Potasio	Kg	8	320	2,560	320	2,560	420	3,360	
Aplicación de fertilizante	Jornal	120	9	1,080	9	1,080	9	1,080	
<b>Control de malezas</b>									
Chaponeo	Jornal	120	4	480	4	480	4	480	
Aplicación de herbicida	Jornal	120	8	960	8	960	8	960	
Glifosato	Lt	120	10	1,200	10	1,200	10	1,200	
<b>Labores culturales</b>									
Deshije	Jornal	110	8	880	8	880	8	880	
Deshoje o saneo	Jornal	110	8	880	8	880	8	880	
Desflore	Jornal	110		0	10	1,100	16	1,760	
Embolse de racimo	Jornal	110		0	10	1,100	16	1,760	
Amarre	Jornal	110		0	12	1,320	16	1,760	
Limpia de canales	Jornal	110	2	220	2	220	2	220	
<b>Control de plagas</b>									
Control de sigatoka	Lt	250	20	5,000	40	10,000	40	10,000	
Aplicación	Vuelos	100	0	0	18	1,800	18	1,800	
Preparación de mezclas	Jornal	120	2	240	2	240	2	240	
<b>Cosecha</b>	Jornal	110	0	0	15	1,650	20	2,200	
<b>Costo total</b>					17,826		29,796		33,926
Rendimiento / Hectárea (t / ha)					0		20		30
Precio por Kg					4		3		3
Precio por Ton					4000		3000		3000
No. de jornales					41		88		109
Ingreso					0		60000		90000
Utilidad					-17,826		30,204		56,074

## Anexo A. Costo de producción aproximado de Heliconias

Concepto	U de M	Costo unitario	AÑO 1 +	
			Cantidad	Importe
<b>Siembra</b>				
Semilla (rizoma)	pza	15	6,000	90,000
Cascarilla arroz	Kilogramos	5	1,500	7,500
Cascara de coco	Kilogramos	5	800	4,000
Tierra y vermicultura	Kilogramos	15	2,000	30,000
Estacas	pza	0.1	11,250	1,125
Desinfectante para bulbo	Litro	1,100	0.125	137.5
Guantes de látex	Pares	12	50	600
Cubre bocas	Piezas	1	50	60
<b>Insecticidas</b>				
Balazo	Litro	70	0.35	24.5
Confidor	Litro	1,600	0.011	17.6
<b>Fungicida</b>				
Intergusan	Kilogramos	120	0.575	69
Ridomil	Litro	500	0.25	125
<b>Fertilizante</b>				
18-46-00	Kilogramos	3	13.05	35.8875
Fertigro Fierro	Litro	40	0.075	3
Fertigro Zinc	Litro	45	0.1	4.5
Fertigro Fósforo	Litro	25	5	125
Fertigro mezcla	Litro	40	0.175	7
Nitrato de potasio	Kilogramos	7	5.75	37.375
Nitrato de amonio	Kilogramos	3	1.25	3.75
<b>Otros Insumos</b>				
Mano de Obra	Jornales	120	110	13,200
<b>Costo total</b>				147,075
Rendimiento / Hectárea (tallos/ ha)				270,000
Precio por ramo				17
No. De ramos				18,000
No. De jornales				110
Ingreso				306,000
Utilidad				158,925

## Anexo A. Costo de producción aproximado de Cacao

Concepto	U de M	Costo unitario	AÑO 1 - 5		AÑO 6 - 10		AÑO 18 +	
			Cantidad	Importe	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe
<b>Mantenimiento del drenaje</b>	Jornal	120	6	720	6	720	4	480
<b>Control de maleza</b>								
Control de malezas	Jornal	120	18	2,160	18	2,160	16	1,920
Mantenimiento y regulación de sombra	Jornal	120	6	720	6	720	8	960
<b>Fertilización</b>								
Triple 17	Kg	10	222	2,220	222	2,220	222	2,220
Aplicación de fertilizante	Jornal	120	5	600	5	600	5	600
Foliar comercial	Lt	100	2	200	2	200	2	200
Aplicación de foliar	Jornal	120	4	480	4	480	6	720
<b>Control fitosanitario</b>								
Insecticida dimetoxitiofosforilito	Lt	100	2	200	2	200	2	200
Aplicaciones de insecticida	Jornal	120	4	480	4	480	6	720
Fungicida oxiclورو de cobre al 85%	Kg	110	2	220	2	220	7	770
<b>Podas</b>	Jornal	120	8	960	8	960	10	1,200
<b>Cosecha</b>	Jornal	100	0	0	10	1,000	35	3,500
<b>Costo total</b>				8,960		9,960		13,490
Rendimiento / Hectárea (t / ha)				0		0.35		0.62
Precio por Kg (1ra calidad)				40		40		40
Precio por Ton (1ra calidad)				40000		40000		40,000
No. De jornales				51		61		90
Ingreso				0		14,000		24,800
Utilidad				-8,960		4,040		11,310

**ANEXO B. COMPONENTES PRINCIPALES DEL MODELO DE PL**

Actividad	Cacao	Forestal	V. Cedro	V. Primavera	V. Roble	V. Guayabo	Mamey	Mango	Plátano	Heliconias	SIGNO	RHS
Tierra1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	≤	2.6
Tierra2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	≤	2.6
Tierra3	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	≤	2.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
Tierra11	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	≤	2.6
Tierra12	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	≤	2.6
Tierra13	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	≤	2.6
Agua1	450	312.5	0	0	0	0	253.125	253.125	903.12	703.12	≤	3200
Agua2	450	312.5	0	0	0	0	253.125	253.125	903.12	703.12	≤	3200
Agua3	450	312.5	0	0	0	0	253.125	253.125	903.12	703.12	≤	3200
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
Agua11	450	312.5	0	0	0	0	253.125	253.125	903.12	703.12	≤	3200
Agua12	450	312.5	0	0	0	0	253.125	253.125	903.12	703.12	≤	3200
Agua13	450	312.5	0	0	0	0	253.125	253.125	903.12	703.12	≤	3200
Capital1	8960	5000	0	0	0	0	7000	4887	17826	29409	≤	40000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
Capital5	8960	5000	0	0	0	0	7000	4887	8938.8	29409	≤	30000
Capital6	9960	5000	0	0	0	0	8650	10041.3	10177.8	29409	≤	20000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
Capital10	9960	5000	0	0	0	0	8650	10041.3	10177.8	29409	≤	20000
Capital11	13490	5000	0	0	0	0	11250	13623.3	10177.8	29409	≤	20000
Capital12	13490	5000	0	0	0	0	11250	13623.3	10177.8	29409	≤	20000
Capital13	13490	5000	0	0	0	0	11250	13623.3	10177.8	29409	≤	20000
Mano de Obra1	51	20	0	0	0	0	15	30	41	110	≤	4600
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
Mano de Obra5	51	20	0	0	0	0	15	30	88	110	≤	4600
Mano de Obra6	61	20	0	0	0	0	28	39	109	110	≤	4600
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
Mano de Obra10	61	20	0	0	0	0	28	39	109	110	≤	4600
Mano de Obra11	90	20	0	0	0	0	45	55	109	110	≤	4600
Mano de Obra12	90	20	0	0	0	0	45	55	109	110	≤	4600
Mano de Obra13	90	20	0	0	0	0	45	55	109	110	≤	4600

Nota: Existen restricciones de transferencia para conectar los recursos de un año al siguiente año.

## ANEXO C. FORMATO DE ENCUESTA: ETAPA 1

<p><b>COLEGIO DE POSTGRADUADOS</b> OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA Y PRODUCTIVA DEL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO EN LA REGIÓN DEL SOCONUSCO CHIAPAS.</p>
<p>La información que nos facilite será tratada de manera confidencial, agradeceremos su apoyo con respuestas verídicas para hacer un informe que refleje la realidad de la actividad en los sistemas agroforestales de cacao.</p>
<p><b>DATOS GENERALES</b></p> <p>1. Nombre del productor: _____</p> <p>2. Edad _____ 3. Teléfono _____</p> <p>4. Escolaridad:</p> <p>a) Primaria                      d) Licenciatura o más _____</p> <p>b) Secundaria                    e) Ninguna</p> <p>c) Preparatoria o Técnica</p> <p>5. Domicilio particular: _____</p> <p>_____</p>
<p><b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN AGROFORESTAL (UPG)</b></p> <p>1. Superficie total del predio _____ ha.</p> <p>2. Superficie del predio que se destina a las actividades agroforestales _____ ha.</p> <p>3. Municipio _____</p> <p>4. Localidad _____</p> <p>5. Nombre del predio _____</p> <p>6. Tipo de tenencia de la tierra:</p> <p>a) Ejidal b) Comunal c) Pequeña propiedad</p> <p>7. Localización GPS: Latitud Norte: _____</p>
<p><b>ASPECTOS TÉCNICOS</b></p> <p>1. ¿Cuántos estratos maneja dentro de su sistema de producción agroforestal? _____</p> <p>2. ¿Qué especies maneja bajo este sistema?</p> <p>Forestal: { 1. _____</p> <p>              { 2. _____</p> <p>              { 3. _____</p> <p>Frutales o cacao { 1. _____</p> <p>                      { 2. _____</p> <p>                      { 3. _____</p> <p>Flores o follajes 1. _____</p> <p>                          2. _____</p> <p>                          3. _____</p> <p>Otros: _____</p>

3. Año del establecimiento de la plantación agroforestal \_\_\_\_\_

4. ¿Cuál es el objetivo de la plantación?

a) Aserrió                      b) Extractivas

c) Pulpa y papel              d) Otras \_\_\_\_\_

5. Edad de plantación de las distintas especies integradas:

a) Menor a 5 años \_\_\_\_\_

b) De 6 a 10 años \_\_\_\_\_

c) De 11 a 15 años \_\_\_\_\_

d) Mayor a 15 años \_\_\_\_\_

6. ¿En qué año piensa hacer el aprovechamiento forestal?

a) Del 2013 al 2016

b) Del 2017 al 2020

c) Del 2021 o más

7. ¿Antes ha realizado otros aprovechamientos? \_\_\_\_\_

8. ¿Qué lo motivo a implementar un sistema agroforestal?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9. ¿Cuenta con un diseño de plantación para la distribución de las distintas especies? \_\_\_\_\_

10. ¿Cuenta con la asesoría de un técnico forestal? \_\_\_\_\_

11. ¿Cuenta con un programa de manejo forestal? \_\_\_\_\_

12. ¿Ha recibido capacitación para desarrollar su actividad agroforestal? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

En caso de responder **si** conteste lo siguiente:

13. ¿Por parte de quién?

a) Programa federal o estatal

b) Institución de enseñanza o investigación

c) Despachos especializados

14. ¿Tiene un mercado que le compre la producción derivada de la actividad agroforestal? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

15. ¿Considera una buena fuente de ingreso la actividad agroforestal? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

16. ¿Cuenta con infraestructura o equipo adecuado para realizar sus actividades agroforestales? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

#### ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

1. ¿Qué actividad le da sus principales ingresos?  
a) Agricultura   b) Ganadería   c) Silvicultura  
d) Pesca        e) Otro \_\_\_\_\_
2. ¿Cuál es su ingreso mensual? \_\_\_\_\_
3. ¿Cuántos integrantes hay en su núcleo familiar? \_\_\_\_\_
4. ¿Cuántos de los que viven con usted participan en las actividades agroforestales? \_\_\_\_\_
5. ¿De los familiares que participan con usted, reciben algún tipo de remuneración económica? \_\_\_\_\_
6. ¿Cuántos aportan dinero al gasto del hogar? \_\_\_\_\_
7. ¿Tiene apoyo económico de algún programa de gobierno?  
Si \_\_\_\_\_ ¿Cuál (es)? \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

## ANEXO D. FORMATOS DE ENCUESTAS: ETAPA 2

### Encuesta: Primer componente

<b>COLEGIO DE POSTGRADUADOS</b> OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA Y PRODUCTIVA DEL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO EN LA REGIÓN DEL SOCONUSCO, CHIAPAS.
La información que nos facilite será tratada de manera confidencial, agradeceremos su apoyo con respuestas verídicas para hacer un informe que refleje la realidad de la actividad en los sistemas agroforestales de cacao.
<b>DATOS GENERALES</b> 1. Nombre del productor: _____ 2. Edad _____ 3. Teléfono _____ 4. Escolaridad: a) Primaria                      d) Licenciatura o más _____ b) Secundaria                  e) Ninguna c) Preparatoria o Técnica 5. Domicilio particular: _____ _____
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN AGROFORESTAL (UPG)</b> 8. Superficie total del predio _____ ha. 9. Superficie del predio que se destina a las actividades agroforestales _____ ha. 10. Municipio _____ 11. Localidad _____ 12. Nombre del predio _____ 13. Tipo de tenencia de la tierra: b) Ejidal   b) Comunal   c) Propiedad privada   d) Prestada o rentada 14. Su predio es de: (Temporal)   (Riego) 15. Si es de riego, ¿de dónde obtiene el agua? _____ 16. ¿Cuál es su técnica de extracción del agua? _____ 17. ¿El uso del agua tiene algún costo? _____ 18. ¿Cuenta con algún tipo de maquinaria agrícola para realizar sus labores? (SI) (NO) 19. ¿De qué manera la adquirió? _____ 20. Suele contratar jornaleros para sus actividades agropecuarias? (SI) (NO) 21. ¿En qué épocas del año suele contratar jornaleros? _____ _____

<b>SOCIOECONÓMICO</b> 1. ¿Qué sector económico le da su principal ingreso? a) Agricultura   b) Ganadería   c) Silvicultura d) Pesca          e) Otro _____ 1. ¿Cuál es su principal actividad que desempeña? _____ 3. ¿Desempeña otras actividades con algún tipo de remuneración? _____ _____ 4. ¿A cuánto asciende su ingreso total mensual? _____ 5. ¿Cuál es su ingreso mensual de su principal actividad económica? _____ 6. ¿Percibe algún tipo de apoyo monetario de algún programa de Gobierno? (SI) (NO) 7. ¿Cada cuánto y que monto percibe? _____ 8. ¿Cuántos integrantes hay en su núcleo familiar? _____ 9. ¿Cuántas personas, además de usted, aportan dinero al gasto del hogar? _____ 10. ¿Cuántos de los que viven con usted participan en las actividades agrícola o agroforestales? _____ 11. ¿De los familiares que participan con usted, reciben algún tipo de remuneración económica? _____ 12. ¿Cuántos miembros de su familia trabajan fuera del hogar? _____ 13. ¿Qué tipo de actividades son las que realizan? _____ _____ 14. ¿Percibe remesas, para gastos del hogar, de algún familiar que viva en el extranjero? (SI) (NO) 15. ¿Cada cuánto recibe sus remesas? _____ 16. ¿En promedio cuanto es lo que recibe por este concepto? _____ _____ 17. ¿Cuál es la escolaridad de los miembros de su familia? _____ _____ _____
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Encuesta: Segundo componente**

**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**  
*MAESTRÍA EN ECONOMÍA*

OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA Y PRODUCTIVA DEL SISTEMA AGRÓFORESTAL CACAO EN LA REGIÓN DEL SOCONUSCO, CHIAPAS.

La información que nos facilite será tratada de manera confidencial, agradeceremos su apoyo con respuestas verídicas para hacer un informe que refleje la realidad de la actividad en los sistemas agroforestales de cacao.

**DATOS GENERALES**

1. Nombre del productor: \_\_\_\_\_ 2. Edad \_\_\_\_\_ 3. Teléfono \_\_\_\_\_  
4. Domicilio particular: \_\_\_\_\_  
5. Municipio \_\_\_\_\_ 6. Localidad \_\_\_\_\_ 7. Nombre del predio \_\_\_\_\_

**APARTADO FORESTAL**

**Establecimiento:**

1. Identificación de árboles frutales y maderables:

Nombre	Variedad (fruta)	Coste/planta	Vivero de Procedencia	Edad productiva	
Cacao					

2. Distancia de plantación: \_\_\_\_\_x\_\_\_\_\_ Edad promedio de los árboles: \_\_\_\_\_  
3. Actividades que realiza para la preparación del terreno con cacahoatal por fecha:  
4. Jornales necesarios para preparación del terreno: \_\_\_\_\_ Salario/Jornal: \_\_\_\_\_

5. Jornales necesarios para el establecimiento de las plantas: \_\_\_\_\_ Salario/Jornal: \_\_\_\_\_
6. Qué actividades se realizan desde el trasplante/injerto hasta la etapa productiva
7. Requirieron de asesoría técnica para el establecimiento

**Mantenimiento para frutales y maderables:**

8. Uso de herbicidas: (Si) (No)

No.	Producto utilizado	No. de veces/año	Precio unitario	Dosis por ha	Jornales/ ha		Jornal (\$)	Costo total de aplicación	Costo de transporte	Años en que los aplica
					Familiar	Asalariado				

9. Uso de plaguicidas o insecticidas: (Si) (No)

No.	Producto utilizado	No. de veces/año	Precio unitario	Dosis por ha	Modo de aplicación	Jornales/ ha		Jornal (\$)	Costo total de aplicación	Costo de transporte	Años en que los aplica
						Familiar	Asalariado				

10. Uso de fertilizantes: (Si) (No)

No.	Producto utilizado	No. de veces/año	Precio unitario	Dosis por ha	Modo de aplicación	Jornales/ ha		Jornal (\$)	Costo total de aplicación	Costo de transporte	Años en que los aplica
						Familiar	Asalariado				

11. Que plagas o enfermedades han afectado a los árboles: \_\_\_\_\_

12. En que época del año considera que los árboles son más susceptibles a ser afectados: \_\_\_\_\_

13. Protección contra incendios: (Si) (No)

No.	Actividades	No. de veces/año	Jornales/ ha		Jornal (\$)	Costo total
			Familiar	Asalariado		

14. Riegos: (Si) (No)

No.	Tipo de riego/modo de riego	No. de veces/año	Jornales/ha/riego		Jornal (\$)	Costo total	Fecha en que se aplican	En que años ha aplicado riego
			Familiar	Asalariado				

15. Si utiliza bomba de diésel para regar: cuanto combustible gasta por cada riego

16. ¿Ha considerado adecuado dejar de aplicar plaguicidas o insecticidas? \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_

17. Mantenimiento general de la planta: Deshoje, tutorado, resiembra:

No.	Actividad	No. de veces/año	Jornales/ha/riego		Jornal (\$)	Costo total	Años en los que se realizara	Fechas de realización
			Familiar	Asalariado				

18. Realiza podas de formación o desarrollo: (Si) (No) A que especies: \_\_\_\_\_
19. Durante que años realiza las podas: \_\_\_\_\_ Cuantas podas realiza por año \_\_\_\_\_
20. Jornales empleados: \_\_\_\_\_ Salario/jornal: \_\_\_\_\_
21. Ocupa motosierra: (Si) (No) Cuantos litros de diésel ocupa: \_\_\_\_\_

**Cercado:**

22. Qué tipo de cercado utiliza: (Vivo) (Alambre) (Natural)

Cercado vivo:

Que especies utiliza \_\_\_\_\_ Son plantas de: (vivero) (propias)  
En caso de ser de vivero que costo tienen \_\_\_\_\_ Jornales empleados: \_\_\_\_\_ Salario/jornal: \_\_\_\_\_

Cercado de alambre:

Cuanto le cuesta el alambre necesario \_\_\_\_\_ Jornales empleados: \_\_\_\_\_ Salario/jornal: \_\_\_\_\_

23. Cada cuanto da mantenimiento al cercado \_\_\_\_\_

24. Cuantos jornaleros ocupa \_\_\_\_\_ Salario/jornal \_\_\_\_\_

**Aprovechamiento Maderable:**

25. Regularmente como vende la madera: (a pie de árbol) (a pie de brecha) (a pie de aserradero) (Otro, explique)
26. Cuáles son los precios a los que le compran su madera: \_\_\_\_\_
27. En que años tiene contemplado realizar alguna venta
28. Cuál es su ingreso promedio por la venta de su producto
29. Recibe algún subsidio por parte del gobierno (SEMARNAT, PROARBOL, CONAFOR, ETC): \_\_\_\_\_ Monto: \_\_\_\_\_

**Aprovechamiento Frutal:**

30. Regularmente como oferta su producción de fruta: (Floración) (Fruto a pie de árbol) (Puesto en la empacadora/intermediario)

31. Si vende la floración, cual es el ingreso económico de la venta: \_\_\_\_\_

32. Cosecha:

Fruta/Variedad	Cortes / año	Rendimiento/ árbol/corte	Estimado de cosecha			
			1 año	2 año	3 año	4 años o +

33. Cuantos jornales ocupa en cada corte: \_\_\_\_\_ 34. Salario/jornal: \_\_\_\_\_

35. Cuanto invierte en materiales necesarios en cada corte: \_\_\_\_\_

36. Tiene algún contrato con alguna empacadora: (si) (no) Cuál: \_\_\_\_\_

37. Precio:

Fruta/Variedad	Precio/Kg	
	pie de árbol	empacadora

## APARTADO DE FLORES Y FOLLAJES

### Establecimiento:

1. Especies de flores que maneja: \_\_\_\_\_ 2. Distancia de plantación: \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_  
 3. Cuenta con un plan de ordenamiento \_\_\_\_\_ 4. Las especies son: (in situ) (viveros) 5. Cuanto le cuesta cada planta o rizoma: \_\_\_\_\_  
 6. Jornales necesarios para la preparación del terreno: \_\_\_\_\_ 7. Salario/jornal: \_\_\_\_\_ 8. Cuenta con sistemas de drenaje: (Si) (No)  
 9. Jornales necesarios para la siembra de rizomas o vástagos: \_\_\_\_\_ 10. Salario/jornal: \_\_\_\_\_  
 11. Cuál es el ciclo de vida de las especies que maneja: \_\_\_\_\_

### Mantenimiento:

12. Uso de herbicidas: (Si) (No)

No.	Producto utilizado	No. de veces/año	Precio unitario	Dosis por ha	Jornales/ ha		Jornal (\$)	Costo total de aplicación	Costo de transporte	Años en que los aplica
					Familiar	Asalariado				

13. Uso de fertilizantes: (Si) (No)

No.	Producto utilizado	No. de veces/año	Precio unitario	Dosis por ha	Modo de aplicación	Jornales/ ha		Jornal (\$)	Costo total de aplicación	Costo de transporte	Años en que los aplica
						Familiar	Asalariado				

14. Uso de plaguicidas o insecticidas: (Si) (No)

No.	Producto utilizado	No. de veces/año	Precio unitario	Dosis por ha	Modo de aplicación	Jornales/ ha		Jornal (\$)	Costo total de aplicación	Costo de transporte	Años en que los aplica
						Familiar	Asalariado				

Que plagas o enfermedades han afectado a los árboles: \_\_\_\_\_

En que época del año considera que los árboles son más susceptibles a ser afectados: \_\_\_\_\_

15. Riegos: (Si) (No)

No.	Tipo de riego/modo de riego	Frecuencia	Jornales/ha/riego		Jornal (\$)	Costo total	Años en los que aplicara riegos
			Familiar	Asalariado			

Utiliza algún sistema riego específico: \_\_\_\_\_ Cual: \_\_\_\_\_

Si utiliza bomba de diésel para regar: cuanto combustible gasta por cada riego: \_\_\_\_\_

16. Mantenimiento general de la planta: Deshije, deshoje, tutorado, resiembra, renovación de camas:

No.	Actividad	No. de veces/año	Jornales/ha/riego		Jornal (\$)	Costo total	Años en los que se realizara
			Familiar	Asalariado			

17. Realiza manejo de residuos orgánicos: (Si) (No)    18. Le genera algún costo: (Si) (No)

**Aprovechamiento:**

19. Como vende regularmente su cosecha: (en plantación) (en rollo) (en empaque)

20. A partir de qué año comienza la etapa productiva: \_\_\_\_\_

Si la venta no es en plantación continúe con las preguntas

21. Cuantos cortes realiza al año: \_\_\_\_\_

22. En promedio cuantas flores obtiene por mata en cada corte: \_\_\_\_\_

23. Cuantos jornales ocupa en cada corte: \_\_\_\_\_    22. Salario/jornal: \_\_\_\_\_

24. Cuanto invierte en materiales necesarios en cada corte: \_\_\_\_\_

25. Cuenta con instalaciones para llevar adecuadamente el proceso de empaque: (Si) (No)

Si la poscosecha requiriera empaque especial (caja, papel, etc.):

26. Que costo le genera en cada corte: \_\_\_\_\_

27. Cuáles son los precios a los que vende su cosecha:

**Heliconias:** por pieza \_\_\_\_\_ por rollo \_\_\_\_\_ en empaque \_\_\_\_\_ otro \_\_\_\_\_

**Hawaianas:** por pieza \_\_\_\_\_ por rollo \_\_\_\_\_ en empaque \_\_\_\_\_ otro \_\_\_\_\_

28. Un rollo de cuantos tallos se compone: \_\_\_\_\_

29. Un empaque especial o caja de cuantos tallos se compone: \_\_\_\_\_

**¿Recibe algún crédito para la producción de cacao?**

**¿Pertenece a alguna organización de productores?**

**¿Cuál considera que es la problemática general que enfrentan los productores de cacao?**

**Menciones la posible solución a dicha problemática**



