

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA
SUB AREA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**FORTALECIMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE CACAO
(*Theobroma cacao* L.), CON ÉNFASIS EN LA DETERMINACIÓN DE LA
PRESENCIA DE LA ENFERMEDAD MONILIASIS (*Moniliophthora roreri* Evans et. al.)
EN SANTA MARÍA CAHABÓN, ALTA VERAPAZ.**

ALEX RONALD DÍAZ QUINTANA

199316466

Guatemala, agosto de 2009

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

**FORTALECIMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE CACAO
(*Theobroma cacao* L.), CON ÉNFASIS EN LA DETERMINACIÓN DE LA
PRESENCIA DE LA ENFERMEDAD MONILIASIS (*Moniliophthora roreri* Evans et. al.)
EN SANTA MARÍA CAHABÓN, ALTA VERAPAZ.**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ALEX RONALD DÍAZ QUINTANA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, agosto de 2009

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	MSc.	Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Walter Arnaldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	MSc.	Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Br.	Rigoberto Morales Ventura
VOCAL QUINTO	Br.	Miguel Armando Salazar Donis
SECRETARIO	MSc.	Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, agosto de 2009.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Graduación:

**FORTALECIMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE CACAO
(*Theobroma cacao* L.), CON ÉNFASIS EN LA DETERMINACIÓN DE LA
PRESENCIA DE LA ENFERMEDAD MONILIASIS (*Moniliophthora roreri* Evans et. al.)
EN SANTA MARÍA CAHABÓN, ALTA VERAPAZ.**

Como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ALEX RONALD DÍAZ QUINTANA

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por darme la vida.

MI PATRIA: Guatemala.

MI FAMILIA: Alejandro Díaz de la Cruz, Fidelina Quintana, Nidia Díaz y esposo, Héctor Díaz y esposa, Helio Díaz y esposa.

MIS CENTROS DE ESTUDIO: Escuela Oficial Urbana Mixta No. 51 "ADRIAN INES CHAVEZ. Guatemala
Escuela Normal Rural "Pedro Molina", La Alameda Chimaltenango lugares que formaron las bases de mis conocimientos.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad Agronomía, lugar donde fortalecí mi carrera profesional del Agro.

MIS PADRINOS DE GRADUACIÓN:

Lic. Héctor Díaz, Ing. Agr. Luis Antonio Rodas Tobar, Ing, Agr. Lester Lionel Orozco Rivera.

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS: Fuente de toda sabiduría.

MIS PADRES: Alejandro Díaz de la Cruz y María Fidelina Quintana Rodas de Díaz, gracias por haberme dado los principios y apoyo en mi vida de estudio.

MIS HERMANOS: Nidia Díaz , Héctor Díaz, Helio Díaz, Sobrinas y Sobrinos Nidia, Graciela, Roger, Héctor, Eduardo, Estuardo y Allisson, gracias por el apoyo familiar, esperando ser un ejemplo para ellos.

MIS ASESORES: Dr. Edín Orozco, Ing. Agr. Hermógenes Castillo, por sus sabios consejos.

MIS AMIGOS: gracias por acompañarme en la vida universitaria y ser amigos de apoyo.

MAGA, ADIPKAKAW
Laboratorio de Fitopatología
De la FAUSAC

Gracias por brindarme su apoyo al realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía, (EPSA).

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN GENERAL	xiv

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA CADENA AGROALIMENTARIA DEL CACAO.....	1
1.1. PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.4 METODOLOGÍA.....	6
1.5 RESULTADOS	7
1.5.1 Producción	7
A. Producción de cacao a nivel mundial	7
B. Producción en Guatemala	11
C. Las plantaciones establecidas.....	17
D. Alternativa de diversificación y reconversión productiva	20
E. Atractividad del mercado	23
1.5.2. Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la cadena del cacao.	27
A. Fortalezas.....	27
B. Oportunidades.....	27
C. Debilidades.....	28
D. Amenazas	28
1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
1.7 BIBLIOGRAFÍA.....	30

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN

DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE LA ENFERMEDAD MONILIASIS (Moniliophthora roreri Evans et al.), EN EL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN ALTA VERAPAZ.....	33
2.1 PRESENTACIÓN.....	34
2.2 MARCO CONCEPTUAL	35
2.3 OBJETIVOS	59
2.4 METODOLOGÍA.....	60
2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	63
2.5.1. De la determinación de la presencia de la enfermedad moniliasis.....	63
2.5.2. De la cuantificación de incidencia de la enfermedad moniliasis.....	65
2.5.3. De los principales aspectos epidemiológicos.....	66
2.5.4. Análisis temporal de la enfermedad moniliasis.....	67
2.5.5. Análisis espacial de la enfermedad moniliasis.....	73
2.5.6. Caso especial comunidad Chinajuc.....	81
2.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
2.7. BIBLIOGRAFÍA.....	87

CAPÍTULO III SERVICIOS PRESTADOS EN EL MUNICIPIO SANTA MARÍA CAHABÓN DE ALTA VERAPAZ.....	89
3.1 PRESENTACIÓN.....	90
3.2. SERVICIO I CAPACITACIÓN EN LA TÉCNICA DE INJERTACIÓN EN LA REHABILITACIÓN DE PLANTACIÓN DE CACAO EN LA COMUNIDAD SAN MARTÍN CHICHAJ, DEL MUNICIPIO SANTA MARÍA CAHABÓN, DE ALTA VERAPAZ.....	91
3.2.1. Objetivos.....	91
3.2.2. Metodología.....	91
3.2.3. Resultados.....	92
A. De la capacitación de técnica de injertación.....	92
3.2.4. Evaluación.....	93
3.3 SERVICIO II EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE BENEFICIADO PARA UN QUINTAL DE CACAO EN UN BENEFICIO TIPO SAMOA Y DE INTERCAMBIO DE CALOR POR DIESEL.....	96
3.3.1. Objetivos.....	96
3.3.2. Metodología.....	96
3.3.3. Resultados.....	97
A. De la capacitación del uso y aprovechamiento del beneficio.....	97
B. De la efectividad del beneficio.....	100
3.3.4. Evaluación.....	102
3.4 BIBLIOGRAFÍA.....	106
4. APÉNDICE.....	107
Fermentación y secado del grano de cacao.....	107

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
CUADRO 1 Importación y Exportación de Cacao en Toneladas Métricas.....	4
CUADRO 2 Producción de granos de cacao a nivel mundial, por continente y por país, producción en miles de toneladas	8
CUADRO 3 Producción de grano de cacao en América por país y en miles de toneladas métricas.	9
CUADRO 4 Importación y Exportación de Cacao en Grano en Toneladas Métricas,	10
CUADRO 5 Cifras estimada de Producción y área que ocupa el Cultivo de Cacao.....	18
CUADRO 6 Tamaño de las plantaciones de cacao en seis departamentos de Guatemala. Rangos en manzanas y cifras en porcentajes.	19
CUADRO 7 Categoría de los productores por el tamaño de su unidad productiva.....	20
CUADRO 8 El cacao priorizado como alternativa de diversificación analizada por tres entidades.....	21
CUADRO 9 Producción de cacao en Centro América, México y Belice.....	23
CUADRO 10 Diferenciación de precios de cacao, según segmento del mercado.	24
CUADRO 11 Procesadores industriales y artesanales de chocolate por área geográfica.....	26
CUADRO 12 Demanda de grano de cacao de empresas transformadoras en quintales al año.	26
CUADRO 13 Densidad de plantas por hectárea de acuerdo a los distanciamientos más empleados, en el establecimiento del cultivo del cacao, en Guatemala.....	41
CUADRO 14 Suelos de Alta Verapaz, características importantes que Influencian su uso. Fuente. Clasificación de Suelos de Guatemala, IGN.....	53
CUADRO 15 Producción CACAO, según departamento, en amarillo se presenta la superficie cultivada para el departamento de Alta Verapaz, Censo del Año Agrícola mayo 2007/ abril 2008. (Superficie en manzanas y producción en quintales), Fuente: INE	55

CUADRO 16 Criterios determinantes de áreas aptas para el establecimiento del cultivo del cacao según MAGA.....	56
CUADRO 17 Resumen de datos obtenidos de árboles con enfermedad moniliasis, en plantaciones de cacao de 5 comunidades de Santa María Cahabón.....	69
CUADRO 18 Temperatura del beneficio antes y después de emplear calor.....	102
CUADRO 19 Costo de beneficiado para un quintal de cacao según tipo de beneficio	104

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1 En amarillo se observa las áreas aptas que son establecidas según criterios de altitud, precipitación, temperatura, características edafológicas, pH, pendientes, área sin cobertura forestal y áreas o zonas de uso múltiples.....	15
Figura 2 En amarillo se muestran las áreas donde se puede establecer el cultivo del cacao y que se encuentra cerca de vías asfaltadas. Fuente: SIG, MAGA.	16
Figura 3 En rojo se muestran los lugares en los cuales se han establecido las principales áreas de cultivo de cacao en la república de Guatemala, en los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez, San Marcos, Izabal, Alta Verapaz, Quiché, Petén.....	17
Figura 4 Diagrama del cacao como alternativa de diversificación para el desarrollo rural Fuente IICA,2003. Primer Encuentro Nacional de Diversificación Agrícola AGEXPRONT.Pag1.Sin fecha, Estudios Sobre Alternativas de Diversificación AGIL/USAID 2003. Vargas Hugo y Jara Guillen Benjamín. Comportamiento Aparente de la Agricultura Guatemalteca. Of. Guatemala Abril 2003. Pag.7.....	22
Figura 5 Mapa de áreas afectadas con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), de Ecuador (centro de origen) hacia el norte, flechas indican ruta de avance. Según FHIA, 2006. Sin escala.....	46
Figura 6 Flechas en rojo indica el Ciclo de vida del hongo <i>Moniliophthora roreri</i>	50
Figura 7 Carreteras y caminos de Alta Verapaz. Sin Escala. Fuente: Inforpressca	51
Figura 8 Mapa de Zonas de Vida para el departamento de Alta Verapaz, Clasificación según criterios de Holdridge.....	54
Figura 9 Mapas de Áreas aptas para el desarrollo del cultivo de Cacao (en amarillo).....	56
Figura 10 Mapa del Municipio de Santa María Cahabón, en rojo se marca las comunidades de muestreo de plantas infectadas con hongo <i>Moniliophthora roreri</i> . Sin escala. Fuente: Municipalidad de Santa María Cahabón	58
Figura 11 Boleta utilizada en la recolección de datos para la determinación de la presencia, ubicación y cantidad de la enfermedad moniliasis en cacao.	61
Figura 12 Pasos para realizar montajes de esporas de <i>Moniliophthora roreri</i> . a) raspado de fruto <i>in situ</i> para obtención de esporas. b) esporas depositadas en colorante para su vista en microscopio. c) sellado y etiquetado de los montajes. d) en el laboratorio de fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. e) vista de montaje con objetivo 10X. f) vista microscópica de esporas de <i>Moniliophthora roreri</i> , objetivo 40X. Fotos Alex Díaz.	64

- Figura 13 Gráfica de curvas de progreso de la enfermedad moniliasis en cuatro comunidades del municipio Santa María Cahabón, de Alta Verapaz; A. Porcentaje de incidencia de enfermedad moniliasis en cacao en el tiempo en la comunidad Saquijá. B. Porcentaje de incidencia de enfermedad moniliasis en cacao en el tiempo en la comunidad San Martín Chichaj. C. Porcentaje de incidencia de enfermedad moniliasis en cacao en el tiempo en la comunidad Santa Rosa Chivité. D. Porcentaje de incidencia de enfermedad moniliasis en cacao en el tiempo en la comunidad Corozales. 72
- Figura 14 Análisis espacial de la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* en cacao en la comunidad Saquijá, Cahabón, Alta Verapaz, a) Plantación al inicio del muestreo. b) Parcela mostrada en dos dimensiones y tres dimensiones a los 8 días del inicio del muestreo, c) Parcela a los 49 días del inicio del muestreo, d) cultivo a los 76 días después del inicio del muestreo. 74
- Figura 15 Análisis espacial de la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* en cacao, en la comunidad San Martín Chichaj, Cahabón, Alta Verapaz, a) Plantación al inicio del muestreo. b) Parcela mostrada en dos dimensiones y tres dimensiones a los 7 días del inicio del muestreo, c) Parcela a los 30 días del inicio del muestreo, d) cultivo a los 45 días después del inicio del muestreo. 76
- Figura 16 Análisis espacial de la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* en cacao, en la comunidad San Rosa Chivité, Cahabón, Alta Verapaz, a) Plantación al inicio del muestreo. b) Parcela mostrada en dos dimensiones y tres dimensiones a los 22 días del inicio del muestreo, c) Parcela a los 52 días del inicio del muestreo, d) cultivo a los 97 días después del inicio del muestreo. 78
- Figura 17 Análisis espacial de la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* en cacao, en la comunidad Corozales, Cahabón, Alta Verapaz, a) Plantación al inicio del muestreo. b) Parcela mostrada en dos dimensiones y tres dimensiones a los 15 días del inicio del muestreo, c) Parcela a los 40 días del inicio del muestreo, d) cultivo a los 75 días después del inicio del muestreo. 80
- Figura 18 Gráfica de incidencia de enfermedad moniliasis, a través del tiempo en la Comunidad de Chinajuc. 82
- Figura 19 Análisis espacial de la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* en cacao, en la comunidad Chinajuc, Cahabón, Alta Verapaz, a) Plantación al inicio del muestreo. b) Parcela mostrada en dos dimensiones y tres dimensiones a los 33 días del inicio del muestreo, c) Parcela a los 62 días del inicio del muestreo, d) cultivo a los 99 días después del inicio del muestreo. 83
- Figura 20 Recursos, materiales y herramientas a) recurso humano presente en la capacitación Alex Díaz, técnico al centro sentado, atrás de pie productores asociados b) parches que contienen yemas vegetativas cortadas y listas para injertar c) forma adecuada de sostener la navaja contra una piedra de afilado para dejarla lista para el

injerto d) verificación de la elasticidad del listón de plástico a utilizar para asegurar el injerto..	93
Figura 21 Pasos para injertar cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.). a) selección de material a injertar seleccionando ramas jóvenes con yemas abundantes. b) corte de tejido con yema para injertar de 1cm de ancho por 3 cm de largo. c) corte para levantar corteza donde se injertara. d) forma de depositar el injerto entre corteza y patrón. e) forma de sellar con cinta plástica para evitar que se salga el injerto y evitar que entre agua o insectos. f) vista de árbol con injerto finalizado.	95
Figura 22 Pasos para beneficiar cacao- a) capacitación impartida a productores del uso del beneficio. b) leña aportada como combustible por productores. c) prueba de corte para verificar buena fermentación del cacao. d) pesado del cacao fermentado para ser beneficiado. e) despliegue de cacao en la cama de la secadora. f) distribución de cacao sobre la cama de la secadora para permitir que el calor fluya a través de todo el grano.....	99
Figura 23 Pasos para el secado del cacao. a) pesado de cacao fermentado. b) secado de cacao al aire libre 2 hrs antes de llevarlo al beneficio. c) verificación y limpieza de parte interna del beneficio. d) encendido del horno de intercambio de calor. e) medición de temperatura antes de encender el horno. f) medición de cacao después de encender el horno y depositar el grano de cacao.	101
Figura 24 Pasos después del beneficiado. a) comprobación de calidad de secado. b) pesado del grano seco para su almacenamiento. c) productos de muestra elaborados con los granos secos para comercialización. d) personeros de Barry-Callebaut de Suiza (verde y rojo), Virginia Obregón (amarillo) de Invest in Guatemala, comercializando con ADIPKAKAW.	103

TRABAJO DE GRADUACIÓN

FORTALECIMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), CON ÉNFASIS EN LA DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE LA ENFERMEDAD MONILIASIS (*Moniliophthora roreri* Evans et. al.) EN SANTA MARÍA CAHABÓN, ALTA VERAPAZ.

RESUMEN GENERAL

El cacao en Guatemala, es un cultivo de importancia económica, especialmente para productores del Norte y Sur de Guatemala ubicados en los departamentos de Alta Verapaz y Suchitepéquez principalmente, ya que es el sexto de 29 cultivos alternativos de exportación propuestos por AGEXPRONT (AGEXPRONT, 2006).

En ese sentido el estudio de la cadena agroalimentaria del cacao es importante ya que permite tener una visión amplia del contexto en que se desarrolla, desde la gestión inicial pasando por la fase de producción, negociación, comercialización hasta llegar al consumidor final por medio de una red de distribuidores nacionales y extranjeros, por lo que se realizó un diagnóstico de cada uno de los elementos que conforman la cadena agroalimentaria de éste cultivo.

A través del diagnóstico de la cadena agroalimentaria del cacao en Guatemala, se estableció que en el componente de producción agrícola que compete a los agrónomos, es necesario fortalecer los factores relacionados con la detección, control y prevención de contaminación de las plantaciones de cacao que limitan su productividad a fin de satisfacer las exigencias del mercado tanto interno como externo.

La investigación principal del presente trabajo es un estudio que determina y verifica la presencia de la enfermedad moniliasis en las plantaciones establecidas en el municipio de Santa María Cahabón de Alta Verapaz y fue realizada en la temporada de febrero de 2007 – junio de 2007 con agricultores miembros de la Asociación de Desarrollo

Integral de Productores de Cacao del Municipio de Santa María Cahabón y Lanquín (ADIPKAKAW).

Del estudio realizado se determinó la presencia de la enfermedad moniliasis en cacao, producida por el hongo *Moniliophthora roreri* Evans et. al. que produce la pudrición del fruto y semilla por lo que la producción disminuye en un 80 a 100%, y se corre el riesgo de afectar a todas las plantaciones de la región, por lo que se recomienda que se establezcan medidas de control y exclusión en esta región así como de aviso y prevención para la región sur de la república donde aún no se presenta dicha enfermedad.

Considerando que la Asociación de Productores de Cacao (ADIPKAKAW) atraviesa la etapa de verificación para su certificación de producción orgánica de cacao y con las restricciones de algunos productos químicos en el control de enfermedades y principalmente la de moniliasis, a través del servicio a la comunidad, se procedió a realizar la capacitación a los asociados para rehabilitar e incrementar la producción de las plantaciones ya establecidas, a través de injertar patrones de alta tasa de producción en campo e incrementar el ingreso producido por la venta del grano de cacao y logrando la rehabilitación de las parcelas afectadas con la enfermedad moniliasis en Santa María Cahabón, Alta Verapaz.

El segundo servicio consistió en una evaluación del funcionamiento de los beneficios construidos en aquella región por MAGA, y la “Comisión Presidencial para el Desarrollo Local del Cacao”, en torno a determinar el costo de beneficio del cacao en las secadoras tipo Samoa y de intercambio de calor con Diesel, en lo que se obtuvo un costo de secado de Q.18.53 y Q.85.60 respectivamente, lo que indica que el costo de beneficiar el cacao en secadora de intercambio de calor es 4 veces mayor que en la tipo Samoa.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA CADENA AGROALIMENTARIA DEL CACAO

1.1. PRESENTACIÓN

El estudio de la cadena agroalimentaria del cacao, representa una herramienta importante, para analizar la situación actual, los errores cometidos, el desenvolvimiento de otros países, las políticas y estrategias que están aplicando los productores o importadores, los mercados y demás información relacionada con la producción, procesamiento y comercialización nacional e internacional del cacao con el propósito de diseñar estrategias, proyectos y actividades orientadas al mejoramiento integral del cultivo de cacao.

En el presente diagnóstico, en primer término se abordan los elementos de la producción en Guatemala y manejo post-cosecha, luego se describen los sectores involucrados que intervienen en la comercialización de este producto.

El segundo componente del diagnóstico es un estudio del mercado mundial para entrar a los análisis de desempeño, análisis de la demanda, la estructura de las exportaciones y características del mercado mundial y la identificación de los principales actores de la cadena como referencia para su posterior contacto.

Para poder constituir el presente diagnóstico fue muy importante la consulta de información generada por tres fuentes principales de información, siendo ellas: la Asociación de Desarrollo Integral de Productores de KAKAW (ADIPKAKAW), el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) y la Comisión Presidencial para el Desarrollo Local del Cacao.

1.2 MARCO REFERENCIAL

Las iniciativas del impulso del cultivo de cacao en Guatemala comienzan, con la implementación del Servicio de Extensión Agrícola y el Instituto Agropecuario Nacional, - IAN-, como una estrategia de apoyo del Gobierno de los Estados Unidos de Norte América, lo que se conoció como SCIDA (Servicio Cooperativa Interamericano de Desarrollo Agrícola).

Desafortunadamente con la reestructura del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, MAGA en 1970, cambiaron las estrategias de trabajo y las prioridades de impulsar cultivos agroindustriales como el cacao, por lo que ésta iniciativa fue prácticamente clausurada, con un leve seguimiento a las estaciones Los Brillantes y Navajoa.

Nuevamente, a mediados de la década los años 80, el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, MAGA retoma la estrategia de fomentar el cultivo, ampliando fuertemente su operación en el norte del país, en lo que se conoce como la Franja Transversal de Norte -FTN- y el municipio de Santa María Cahabón en el departamento Alta Verapaz.

Otra iniciativa que funcionó durante el período 1989 - 1993, fue el proyecto PROCACAO / IICA, el cual promovió mejoras en el rendimiento y calidad del cacao en la región centroamericana, incluyendo Belice, a través de programas de transferencia de tecnología y mejoramiento genético de los materiales de propagación.

Nuevamente, en el año 1990, en el MAGA se da otra reestructura y muchos programas, proyectos e iniciativas de diversificación de proyectos agroindustriales pierden apoyo.

En el estudio de la cadena agroalimentaria del cacao se encontró la necesidad por parte de los productores de la Asociación de Desarrollo Integral de Productores de cacao de Santa María Cahabón municipio del departamento Alta Verapaz, los cuales manifestaron su interés de determinar la presencia de la enfermedad moniliasis con el objetivo de solicitar ayuda a las instituciones pertinentes en la divulgación de información, el control y manejo de la enfermedad, por lo que dicha investigación fue realizada en la temporada del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía, agosto 2006 – mayo 2007 con colaboración de productores asociados, en el localidades del municipio de Santa María Cahabón del departamento de Alta Verapaz y en el laboratorio de Fitopatología, obteniendo la opinión experta en la determinación de patógenos del catedrático de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

De acuerdo con los registros estadísticos del Banco de Guatemala (BANGUAT), para el producto grano de cacao, en el rubro de exportaciones e importaciones, de los años 2003 al 2005, se observó un alza en las importaciones de este producto, lo que sugiere una demanda interna de producto no satisfecha, no así en el año 2006, que la disminuyó, también se observó la disminución en las exportaciones.

CUADRO 1 Importación y Exportación de Cacao en Toneladas Métricas.

AÑO / RUBRO	2003	2004	2005	2006
IMPORTACION	20	153	154	88
EXPORTACION	173	17	236	126

Fuente: BANGUAT, 2007.

1.3 OBJETIVOS

- 1.3.1 Efectuar un estudio del comportamiento de la cadena del cultivo del cacao en Guatemala (*Theobroma cacao* L.) que describa los elementos importantes de la cadena, con el propósito de determinar aquellas deficiencias que sean susceptibles de investigar y poder aportar soluciones en lo inmediato a través del presente Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía.

- 1.3.2 Generar información, para que los actores de la cadena como la Asociación de Desarrollo Integral de Productores de KAKAW (ADIPKAKAW) con el apoyo del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), puedan disponer de un escenario para la toma de decisiones sobre futuras acciones, que tiendan al fortalecimiento de la organización de agricultores, de la producción y mercadeo de este producto.

1.4 METODOLOGÍA

Se realizaron revisiones bibliográficas de temas estrechamente relacionados con la cadena productiva del cacao y se acotó la información importante generada, así como investigación en los centros de Investigación tales como Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT), en la Secretaria de Integración Económica Centroamericana (SIECA), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), así como consultas vía internet a las páginas del Instituto Nacional de Estadística de Guatemala (INE) en el área de censos y encuestas agropecuarios, Banco de Guatemala (BANGUAT) en la sección de Exportaciones e Importaciones; además entrevistas con el Gerente de Asistencia Técnica del Sistema de Desarrollo Local del Cacao de la Comisión Presidencial para el Desarrollo Local, además con Técnico de la Asociación Coordinadora Indígena y Campesina de Agroforestería Comunitaria Centroamericana (ACICAFOC).

Para realizar el diagnóstico de la cadena agroalimentaria del cacao, se visitó la Asociación de Desarrollo integral de Productores de Kakaw (ADIPKAKAW) y se dieron a conocer los objetivos que se pretende alcanzar a través de este estudio. Se solicitó toda la información pertinente disponible y de acceso público de reciente elaboración. Además se realizó un sondeo rápido con personal relacionado con la producción a fin de identificar limitantes en la producción del cacao que sean comunes a la mayoría de productores y que tornen frágil la cadena agroalimentaria.

Con la información impresa y digital obtenida se procedió a estudiarla a fin de poder extraer aquellos elementos para poder integrar la cadena agroalimentaria del cacao teniendo cuidado de poder incluir la información más actualizada de cada uno de los aspectos tratados.

Finalmente se realizó un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la cadena del cacao, en su contexto general, haciendo énfasis en las debilidades y amenazas que presenta la cadena, especialmente en aquellas que se dan a nivel de campo y que es donde el agrónomo puede intervenir a fin de contribuir a solucionar en parte la problemática.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Producción

A. Producción de cacao a nivel mundial

Según el Gerente de la Comisión Presidencial para el Desarrollo Local del Cacao en Guatemala, Erich Eger, se reconocen tres variedades de cacao. La más conocida es la variedad Forastero, que representa el 90% del cacao producido en el mundo. La mayor producción se encuentra en África del Oeste en el país Costa de Marfil y en América en Brasil. El segundo grupo es el Criollo, el cual se reconoce como "cacao fino y de aroma", cultivado principalmente en el Caribe, Venezuela, Nueva Guinea Papúa, las Antillas, Sri Lanka, Timor Oriental y Java. Por último, existe la variedad Trinitario, que es un cruce entre el Criollo y el Forastero (Eger, 2007).

En Guatemala se cultiva el cacao de variedad Criollo; además de que el clima de muchas regiones de nuestro país tiene las condiciones climáticas y edafológicas para el desarrollo y producción de este cultivo, según estudios realizados en el MAGA, en este año se logra producir la cantidad de 1200 qq / año y esta cantidad está en aumento debido a la demanda que tiene esta variedad a nivel internacional por ser de la variedad criolla (Eger, 2007).

En este sentido podemos mencionar como, en el marco de la globalización donde se está integrando en la actualidad nuestro país, específicamente la actividad agrícola, todos los sectores involucrados del que hacer agrícola, deben participar en la generación de información que permita conocer como es la cadena productiva del Cacao para Guatemala.

La Facultad de Agronomía con su programa de Ejercicio Profesional Supervisado, como parte de un convenio que tiene con el MAGA, provee técnicos que se encargan de planificar y desarrollar las actividades, que conllevan a generar y enriquecer la Cadena Productiva del cultivo de Cacao para Guatemala.

Así mismo estos trabajos sirven para que los involucrados en la producción de cacao en Guatemala puedan tener información y capacitación para la mejora de dicha producción.

Donde a continuación se presentan las actividades que se realizaron en los meses de agosto a noviembre del presente año para el fortalecimiento del marco teórico que ayude a conformar la Cadena Productiva del Cacao.

En los registros de la International Cocoa Organization (ICCO), que es la Organización Internacional del Cacao, inscrita en la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Comercio y Desarrollo (UNCTAD), la cual es la encargada de observar la producción de granos de cacao a nivel mundial, y en su boletín trimestral para el año cacaotero 2007/2008, el cual es definido desde los meses de octubre a septiembre de cada año, se muestra la producción a nivel mundial por continente y por país (ICCO, 2008), Cuadro 2.

CUADRO 2 Producción de granos de cacao a nivel mundial, por continente y por país, producción en miles de toneladas

Año / Continente	2005		2006		2007	
África	2649	70.30%	2336	69.20%	2644	71.80%
	171		169		183	
	1408		1229		1365	
	740		614		759	
	200		190		200	
	129		134		238	
América	450	11.90%	409	12.10%	455	12.40%
	162		126		171	
	114		115		113	
	174		168		172	
Asia y Oceanía	669	17.80%	633	18.70%	585	15.90%
	560		530		480	
	109		103		105	
Total Mundial	3768	100%	3379	100%	3684	100%

Fuente: ICCO, Boletín Trimestral de Estadísticas de Producción de granos de Cacao, Vol. XXXIV, No.4, Año Cacaotero 2007/08.

Si observamos la participación del continente americano en la producción de este cultivo solo representa el 12.1 % de la totalidad de la producción mundial, esto a pesar de que el continente es lugar de origen del cultivo, y de las tres variedades que se usan en la fabricación de productos de cacao tales como cacao en grano, pasta o licor de cacao, manteca de cacao, polvo de cacao no edulcorado, torta de cacao y los granos descortezados de cacao, lo cual indica el poco interés de establecer plantaciones de este cultivo (UNCTAD, 2008).

Existen otras instituciones a nivel centroamericano como el Centro de Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en los cuales existen personería conoedora en el cultivo de cacao entre los cuales se puede mencionar al Dr. Eduardo Somarriba, el cual es Líder del Grupo Temático Cacao, en el departamento de Agricultura y Agroforestería de esa institución, el cual indica que la aportación en la producción de Cacao en el continente americano está distribuido de la siguiente manera, Cuadro 3.

CUADRO 3 Producción de grano de cacao en América por país y en miles de toneladas métricas para el año 2007.

PAIS	Producción TM
Brasil	162
Ecuador	114
República Dominicana	34.5
México	29
Venezuela	22
Perú	38.5
Centro América	8
Guatemala	1.2
TOTAL	409.2

Fuente: Dr. Eduardo Somarriba, 2007.

En el cual se observa más específicamente que la participación de Guatemala en la producción de cacao es sumamente pequeña comparada con el de países que no son considerados como centros de origen de este cultivo (Somarriba, 2007).

Y también expresa que el rendimiento de la producción de cacao en América es de aproximadamente de 355 kg/Ha y que en la actualidad existen alrededor de 1.3 millones de Ha en edad productiva por lo que la cantidad de producción podría incrementarse en años futuros si se prosigue con el establecimiento de este cultivo en nuevas áreas aptas para el cultivo en toda la región americana (Somarriba, 2007).

Asimismo la Secretaria de Integración Económica Centroamericana (SIECA), con sede en Guatemala posee información de exportación e importación de cacao en grano en base a los datos que le proporciona el Banco de Guatemala y en donde se observa que Guatemala a pesar de poseer producción de cacao existen años en los que ha tenido que importar este producto, Cuadro 4, debido a que la producción no alcanza para abastecer a la industria nacional (BANGUAT, 2007), (Cerón. 2008).

CUADRO 4 Importación y Exportación de Cacao en Grano en Toneladas Métricas,

PRODUCTO	AÑO/ RUBRO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CACAO EN	IMPORTACION	14	16	---	---	63	38	38	---	---	20	153	154	88
GRANO	EXPORTACION	101	391	3	1	---	---	44	9	71	173	17	236	126

Fuente: SIECA, 2007.

Por otro lado y de acuerdo a la información generada por el Instituto Nacional de Estadística de Guatemala (INE, 2007), se estima que de mayo 2006 a abril 2007, se produjeron alrededor de 24,128 toneladas métricas de cacao. En lo que respecta al dinamismo de la producción se puede observar que durante el periodo analizado 1997-2006, no existe una Tasa Media Anual de Crecimiento –TMCA- que pueda indicar que este producto está creciendo en una forma sostenida, ya que para el 2005 se reportaron 23,942 toneladas métricas. Con esta información se infiere que Guatemala no estaría

aprovechando las oportunidades que se presentan en sus principales mercados que son Estados Unidos y Europa (INE, 2007).

B. Producción en Guatemala

En Guatemala, el cultivo ha sido muy importante ya desde época de los Mayas, en el cual se usaba el grano como moneda para realizar transacciones de comercio, sin embargo el cultivo fue descuidado y no había resurgido por falta de interés y por problemas de origen político y solo por algunas iniciativas privadas y particulares que aun producían el cacao en forma artesanal y para el consumo propio, es que se mantenía en el territorio guatemalteco y no fue sino hasta que las iniciativas del impulso de la Cacaocultura en Guatemala comienzan, esto es a finales de la década de los años '50, a raíz de la implementación del Servicio de Extensión Agrícola y el Instituto Agropecuario Nacional, -IAN-, como una estrategia de apoyo del Gobierno de los Estados Unidos de Norte América, lo que se conoció como SCIDA (Servicio Cooperativa Interamericano de Desarrollo Agrícola) (Álvarez, 2008).

Desafortunadamente con la reestructura del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, MAGA en la década de los 70, cambiaron las estrategias de trabajo y las prioridades de impulsar cultivos agroindustriales como el cacao, por lo que ésa iniciativa fue prácticamente clausurada, con un leve seguimiento a las estaciones Los Brillantes y Navajoa (García, 2006).

A mediados de la década los '80, el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, MAGA retoma la estrategia de fomentar el cultivo, ampliando fuertemente su operación en el norte del país, en lo que se conoce como la Franja Transversal de Norte – FTN- y el municipio de Cahabón en Alta Verapaz (García, 2006).

La Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Facultad de Agronomía, ha realizado muchas investigaciones de estudio a cerca del cultivo de cacao. Como

alternativa para la obtención de recursos económicos y alternativa de siembra para los pequeños y medianos productores de la costa sur y del norte de Guatemala.

También en las década de los “80 estableció, en el Centro de Agricultura Tropical Finca “Bulxbuyá” (CATBUL), de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicado en el municipio San Miguel Panán del departamento de Suchitepéquez, una parcela de clones de diferentes procedencias obteniendo así un Jardín Clonal que en la actualidad cuenta con más de 20 clones identificados (CEDIA, 2008).

Así mismo el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala ha impulsado estudios de hibridación para comprobar su efectividad en el campo y en la actualidad estos aun se realizan y se mantiene un constante monitoreo y control del cultivo operación y la información generada a través de las investigación realizadas por muchos profesionales para mejorar la calidad genética, de producción y de resistencia en la producción del cacao en Guatemala (CEDIA, 2008).

Otra iniciativa que funcionó durante el período 1989-93, a cargo del proyecto PROCACAO /IICA, promovió mejoras en el rendimiento y calidad del cacao en la región centroamericana, incluyendo Belice, a través de programas de transferencia de tecnología y mejoramiento genético de los materiales de propagación (García, 2006).

Nuevamente, a principios de los ‘90 en el MAGA se da otra reestructura y muchos programas, proyectos e iniciativas de diversificación de proyectos agroindustriales pierden apoyo (García, 2006).

Con relación al sistema tecnológico, hasta comienzos de los 90, donde aún se tenía cierto apoyo al cultivo, se tenía la siguiente situación:

- Escasa producción por unidad de área, aproximadamente 7 quintales por manzana.

- Las plantaciones se establecieron con una mezcla de materiales, criollos y mejorados.

- Sistemas de siembra muy diversos y amplios, teniendo como resultado baja densidad de plantas por manzana. El arreglo topológico oscila de 3 a 6 metros al cuadrado, además el cultivo se hace en la mayoría de los casos asociado con café, frutales del trópico y árboles maderables de porte alto, pero sin la tecnología adecuada para obtener los mejores beneficios de dichas asociaciones.

- Mal manejo agronómico, principalmente con la sombra y manejo de tejido. Exceso de sombra, especialmente en plantaciones viejas y deficiente sombra, especialmente en plantaciones relativamente nuevas.

- Ausencia casi total de aplicación de fertilizantes, especialmente orgánicos.

- Alta incidencia de enfermedades. Incidencia general de Mazorca Negra e incidencia de la Moniliasis.

- Inconsistencia en el control de malezas.

- En Guatemala, el cultivo del cacao no ha recibido la debida atención, ni del sector estatal, ni del privado, lo cual ha ocasionado un estancamiento en su desarrollo como agroindustrial nacional.

- Los productores que participan en el proceso productivo, están inmersos dentro de un subsistema tradicional, donde la utilización de un bajo nivel tecnológico es dominante, dando por resultado un cultivo poco rentable, no competitivo en las

regiones tradicionalmente cacaoteras del país, en donde existen otros cultivos con mejor margen de rentabilidad.

- La asistencia crediticia tanto para el fomento como para la industrialización, han estado fuera de cartera de todos los bancos del sistema.
- Escuintla antiguamente producía cacao, pero en la actualidad desaparecieron las áreas de siembras.
- La disminución del 45.45 % del área sembrada, se debe a que el cacao fue sustituido por otros cultivos que hace 5 ó 10 años presentaban mejores opciones de rentabilidad, sustituyendo las siembras de cacao, y porque además, este cultivo se fomento en áreas aptas para otros cultivos más rentables
- El área sembrada actualmente, no significa área en producción, tomando en cuenta que un porcentaje de ésta se encuentra abandonada técnicamente sin producir comercialmente por falta de manejo agronómico, principalmente sombra y podas del cultivo.
- Guatemala posee más de 159 mil hectáreas aptas para el desarrollo del cultivo del cacao Figura 1, de las cuales más de 89 mil están cercanas a vías asfaltadas Figura 2, (García, 2006).

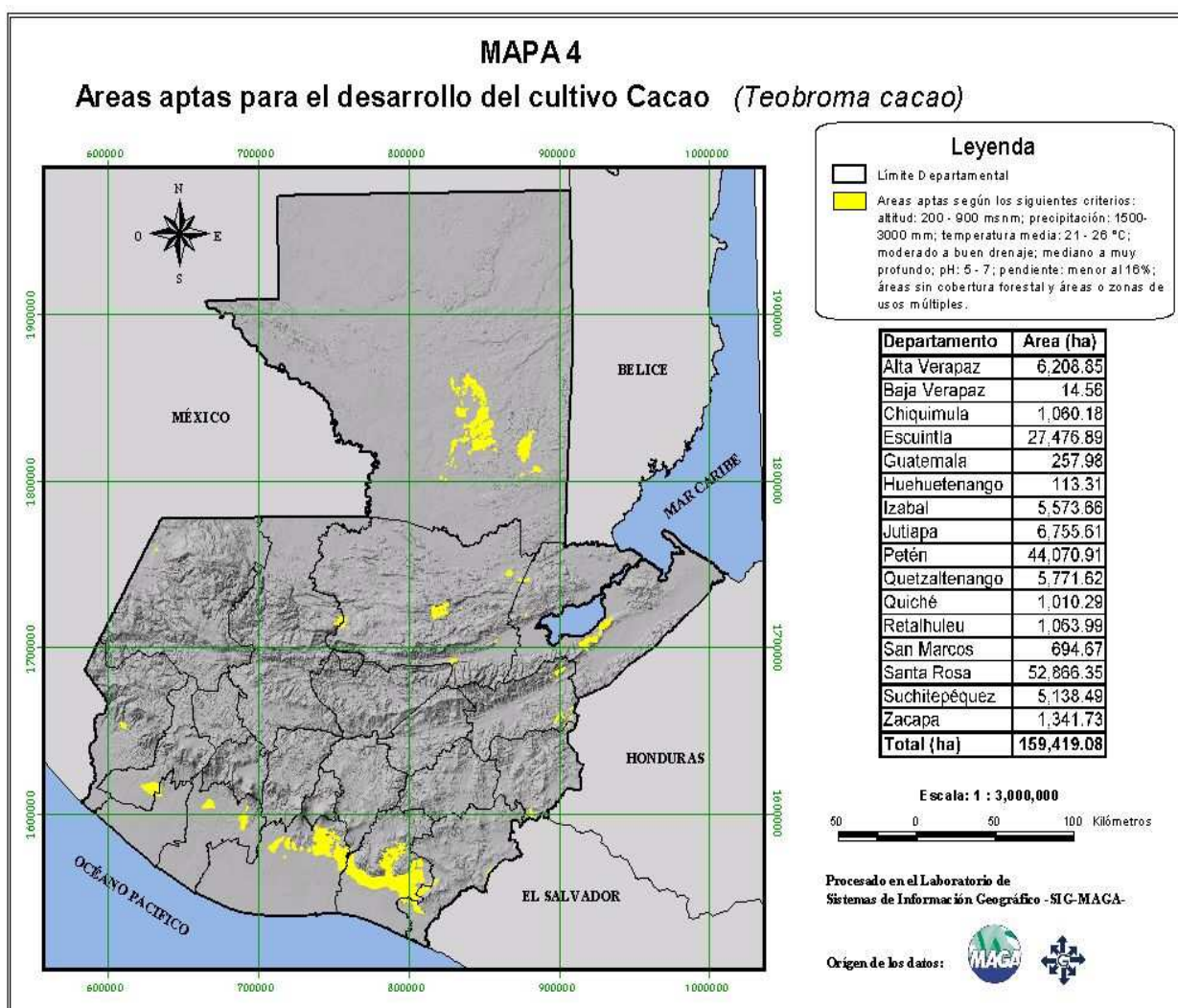


Figura 1 En amarillo se observa las áreas aptas que son establecidas según criterios de altitud, precipitación, temperatura, características edafológicas, pH, pendientes, área sin cobertura forestal y áreas o zonas de uso múltiples, Fuente: SIG, MAGA.

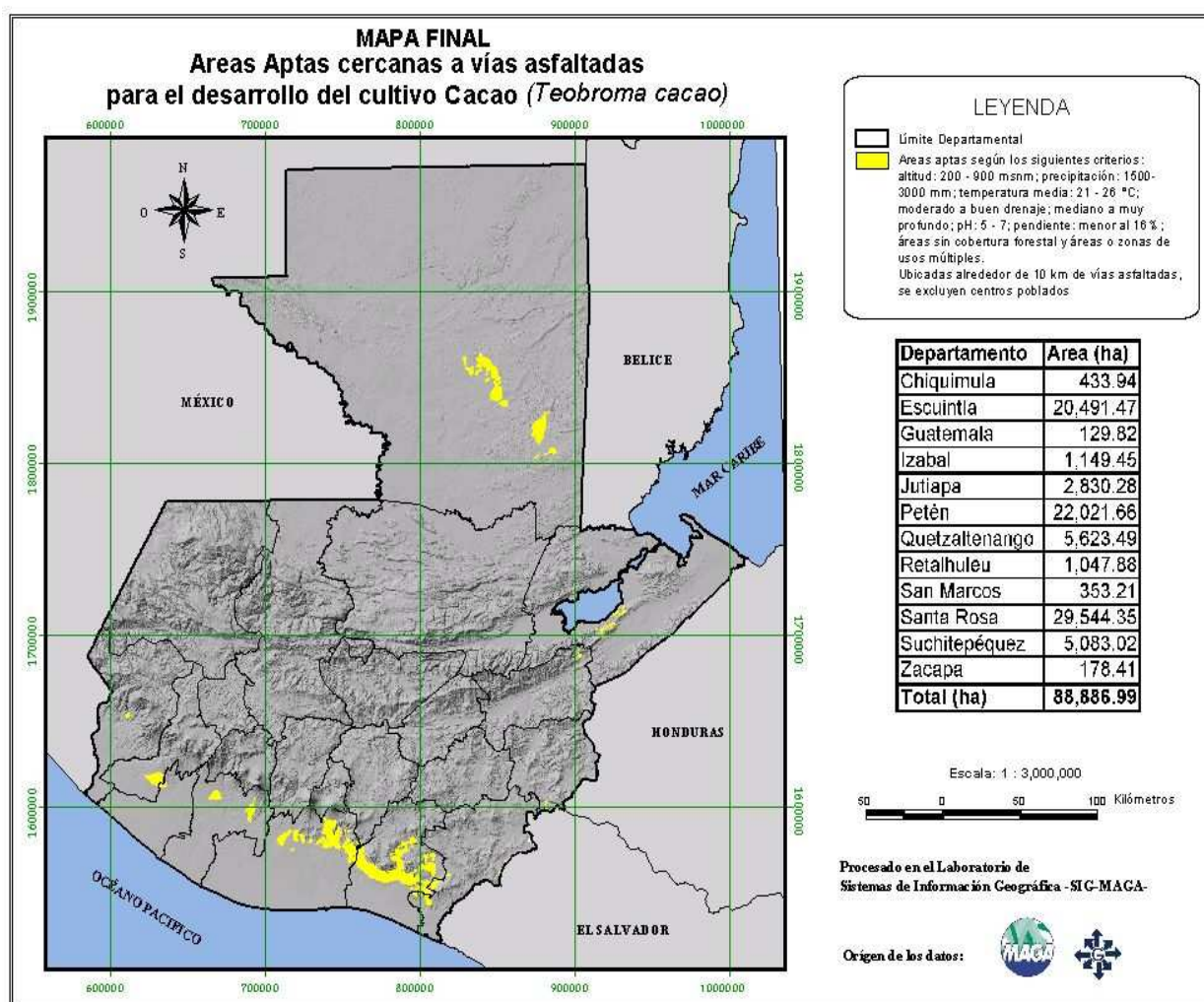


Figura 2 En amarillo se muestran las áreas donde se puede establecer el cultivo del cacao y que se encuentra cerca de vías asfaltadas. Fuente: SIG, MAGA.

La cercanía de las áreas de cultivo del cacao a vías asfaltadas favorece la comercialización, ya que facilita el transporte de los granos de cacao a las fabricas transformadores nacionales o a los centros de acopio para la exportación lo que se convierte en un beneficio para los productores en el bajo de los costos de producción y aumentar las ganancias obtenidas de la venta de su producto, así como favorece de igual manera a las fabricas que lo transforman, debido a que su pronta transportación hace asequible la materia prima de su trabajo, (García, 2006).

C. Las plantaciones establecidas

En el ámbito geográfico del país, el cultivo del cacao tradicionalmente se ha ubicado en 4 departamentos de la Costa Sur y en Alta Verapaz, y actualmente se han implementado en los departamentos de Peten y Quiche algunas plantaciones, Figura 3, pero pequeñas plantaciones se localizan en varios municipios de 9 departamentos de Guatemala, los cuales se detallan en el Cuadro 5.



Figura 3 En rojo se muestran los lugares en los cuales se han establecido las principales áreas de cultivo de cacao en la república de Guatemala, en los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez, San Marcos, Izabal, Alta Verapaz, Quiché, Petén.

Un sondeo realizado en el 2003, relacionado con la ubicación de siembras se detalla en el Cuadro 5, en el cual se definen las zonas geográficas de la Costa Sur Occidental, las Verapaces y Atlántica, donde tradicionalmente se ha cultivado cacao. En dicho sondeo se sondeo el deseo de ampliar las áreas de siembra y en Petén, se detectaron 5 micro regiones con un potencial para sembrar más de 15 mil manzanas del cultivo (FAO, 2008).

CUADRO 5 Cifras estimada de Producción y área que ocupa el Cultivo de Cacao.

No.	Municipio:	Area:	Capacidad productiva del ciclo:	Destino de la producción:
1	San Francisco Zapotitlán	150 ha	6,176 qq Oro	nacional y/o exportación
2	Santo Domingo Suchitepéquez	700 ha	26,551 qq Oro	nacional y/o exportación
3	San Lorenzo	500 ha	15,000 qq Oro	nacional y/o exportación
4	Samayac	60 ha	2,100 qq Oro	nacional y/o exportación
5	San Pablo Jocopilas	320 ha	11,200 qq Oro	nacional y/o exportación
6	San Antonio Suchitepéquez	125 ha	4,375 qq Oro	nacional y/o exportación
7	San Miguel Panán	130 ha	4,550 qq Oro	nacional y/o exportación
8	San Gabriel	30 ha	1,050 qq Oro	nacional y/o exportación
9	Patulul	210 ha	7,350 qq Oro	nacional y/o exportación
10	Santo Tomás La Unión	200 ha	7,000 qq Oro	nacional y/o exportación
11	Zunilito	350 ha	12,250 qq Oro	nacional y/o exportación
12	El Progreso	0,7 ha	111 qq Oro	nacional y/o exportación
13	Chimaltenango	9,8 ha	1,057 qq Oro	nacional y/o exportación
14	Escuintla	25,2 ha	3,328 qq Oro	nacional y/o exportación
15	Santa Rosa	1,4 ha	314 qq Oro	nacional
16	Sololá	0,7 ha	496 qq Oro	nacional
17	Quetzaltenango	144,9 ha	1,007 qq Oro	nacional y/o exportación
18	Retalhuleu	25,2 ha	2,49 qq Oro	nacional y/o exportación
19	San Marcos	488,6 ha	37,007 qq Oro	nacional y/o exportación
20	Huehuetenango	9,8 ha	330 qq Oro	nacional y/o exportación
21	Quiché	107,1 ha	2,821 qq Oro	nacional
22	Baja Verapaz	4,2 ha	344 qq Oro	nacional y/o exportación
23	Alta Verapaz	1,1 ha	44,909 qq Oro	nacional y/o exportación
24	Petén	42,7 ha	2,802 qq Oro	nacional y/o exportación
25	Izabal	104,3 ha	3,839 qq Oro	nacional y/o exportación
26	Chiquimula	0,7 ha	12 qq Oro	nacional y/o exportación
27	Jalapa	1,4 ha	21 qq Oro	nacional

Fuente: FAOSTAT@fao.org .

Actualmente, dentro de las áreas sembradas sobresalen las del municipio de Cahabón en Alta Verapaz, en donde la población q'eqchi, tiene sembradas comercialmente más de 400 manzanas y desean sembrar otras 800. Además esta población, alrededor del cultivo del cacao se ha organizado como asociación tal es el caso de Asociación de Desarrollo Integral de Productores de Kakaw (ADIPKAKAW) de Santa María Cahabón y Asociación de Desarrollo Integral Xch'oo'l Kakaw del municipio de Lanquín ambos en Alta Verapaz (ADIXKAKAW) y ya comienzan a comercializar su producción a través de este ente jurídico. Parte de la economía de varias de las comunidades de este municipio, giran en torno al cultivo del cacao (TZALAM, 2007).

En los Cuadro 6 y Cuadro 7 se presentan los resultados de un muestreo realizado para analizar el tamaño de las unidades de producción del cacao, de los cuales se puede inferir lo siguiente: a) Un 84.83 % de los productores tienen menos de 5 manzanas sembradas con cacao; un 11.84 % posee de 6 a 50 manzanas y solamente el 3.73 % tiene sembradas más de 50 manzanas, lo que muestra que el cultivo está en manos de pequeños productores (García, 2006).

CUADRO 6 Tamaño de las plantaciones de cacao en seis departamentos de Guatemala. Rangos en manzanas y cifras en porcentajes.

Departamento Rango	Quetzaltenango	San Marcos	Retalhuleu	Alta Verapaz	Suchitepéquez	Izabal	X
0 - 1	21.87	23.52	58.93	64.71	56	75	50.01
02-mar	48.43	29.42	21.43	18.82	39	8.34	27.57
04-may	14.07	7.84	3.58	7.65	2	8.33	7.25
jun-50	9.38	27.46	14.27	8.23	1	8.33	11.44
Más de 50	6.25	11.76	1.79	0.5	2	0	3.73
Porcentaje	100	100	100	100	100	0	100
N	64	51	56	120	97	12	450

Fuente: Encuesta del Programa de Cacao/MAGA.

CUADRO 7 Categoría de los productores por el tamaño de su unidad productiva

Categoría de productores	Rango en manzanas	%
Pequeños	0 - 5	84.83
Medianos	6 - 50	11.44
Grandes	+ de 50	03.73
Total		100

Fuente: Encuesta del Programa de Cacao/MAGA.

D. Alternativa de diversificación y reconversión productiva

En los últimos 3 años, basadas en las demandas de mercado del mundo se han realizado diversas propuestas de alternativas para diversificar la agricultura de varias zonas geográficas del país, con cultivos perennes, semi-perennes, bianuales y anuales, entre ellas las de la AGEXPRONT con 29 opciones; el Proyecto AGIL apoyado por USAID con 30 opciones y la Oficina del IICA en Guatemala que identifica los 6 rubros agropecuarios que presentan mayor dinamismo (AGEXPRONT, 2006).

Esta diversidad de alternativas, algunas son de tipo intensivo y otras como los frutales perennes y algunos cultivos industriales son de tipo extensivos, que requieren amplias áreas de siembra.

Al cultivo del cacao (*Theobroma cacao*) con enfoque agroindustrial, la propuesta de la AGEXPRONT lo ubica entre los 6 más importantes de 29 alternativas, pero el grano transformado en polvo, licor y mantequilla de cacao. El estudio de AGIL de 30 alternativas lo ubica en el puesto 7 como “cacao industrializado” y el análisis del IICA, al cacao lo ubica en primer lugar de 6 rubros agropecuarios dinámicos. Tales priorizaciones se sintetizan en el Cuadro 8. (AGEXPRONT, 2006).

CUADRO 8 El cacao priorizado como alternativa de diversificación analizada por tres entidades.

No	Entidad	Priorización 1/	Recomendaciones
1	AGEXPRONT	6 de 29 alternativas	Transformación en polvo, pasta y licor
2	AGIL	7 de 30 alternativas	Cacao industrializado
3	IICA	1 de 6 alternativas	Rubro de mayor dinamismo

1/ Esta diversidad de alternativas comprenden cultivos intensivos anuales y bianuales y extensivos como frutales y algunos cultivos industriales perennes, que requieren amplias áreas de siembra.

Este cultivo como alternativa de diversificación, aparte de existir alta demanda en el mercado mundial, es de importancia estratégica para el país con base en criterios de seguridad alimentaria nutricional, generación de empleo e ingreso y aporte al crecimiento de la economía sectorial y nacional. Además, puede incorporar a muchos miles de pequeños productores como parte de la estrategia para la reconversión productiva del área marginal del cultivo del café.

La alternativa del cacao, a parte de los criterios enunciados, presenta las siguientes ventajas:

- Es adecuado para pequeños, medianos y grandes productores.
- Manejado técnicamente es de buena productividad.
- El área potencial de siembra en todo el país es de 159 mil hectáreas.
- Permite la incorporación de muchos productores y de importantes áreas agrícolas.
- Es adecuado a la reconversión productiva de la zona marginal del cultivo del café que comprende un área de 77,669 hectáreas.
- Es un cultivo agro industrial (artesanal e industrial)
- El valor agregado del grano es factible realizarse desde pequeñas a grandes fincas.
- Es un rubro dinámico para muchas comunidades rurales y para el país, al estimular la producción de materia prima.

- Favorece la generación de divisas,
- No tiene problemas o restricciones cuarentenarias exportar el grano o sus derivados.
- Es cultivo adecuado para preservar el ambiente.
- Tiene mercado nacional, regional e internacional.

EL CACAO COMO ALTERNATIVA DE DIVERSIFICACION PARA EL DESARROLLO RURAL

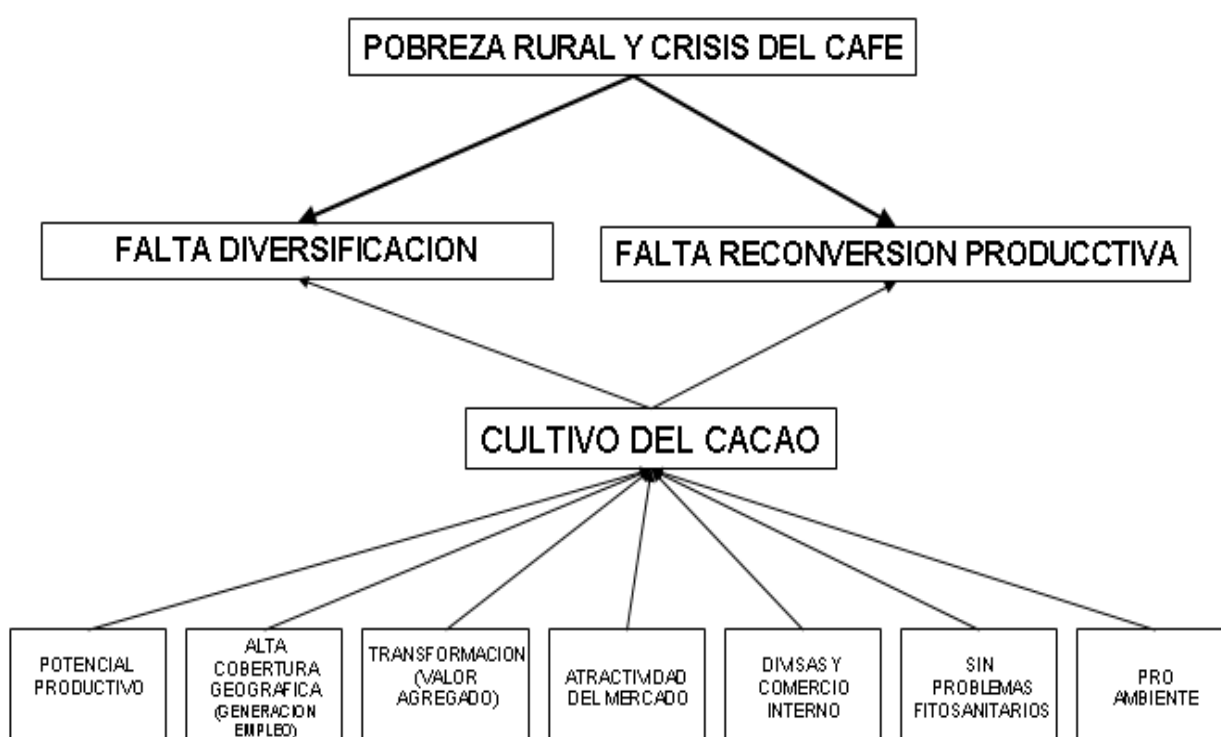


Figura 4 Diagrama del cacao como alternativa de diversificación para el desarrollo rural Fuente IICA,2003. Primer Encuentro Nacional de Diversificación Agrícola AGEXPRONT.Pag1.Sin fecha, Estudios Sobre Alternativas de Diversificación AGIL/USAID 2003. Vargas Hugo y Jara Guillen Benjamín. Comportamiento Aparente de la Agricultura Guatemalteca. Of. Guatemala Abril 2003. Pag.7

E. Atractividad del mercado

La atractividad del mercado se entiende como la condición favorable del crecimiento y gran tamaño de la demanda en el mercado nacional e internacional, expresados en términos de crecimiento en el consumo, el dinamismo en las importaciones de países consumidores, las tendencias en las exportaciones, la captación de divisas entre otros indicadores.

De acuerdo con los informes de la FAO, a nivel mesoamericano, México es el mayor productor de cacao, tal como se detalla en el Cuadro 9; sin embargo, durante los últimos años su producción no ha logrado satisfacer su demanda, por lo que ha pasado a formar parte del grupo de países importadores de cacao. En igual situación se encuentra Brasil y Colombia. De acuerdo con la información anterior puede inferirse que las perspectivas para las exportaciones de cacao Guatemalteco son alentadoras, ya que sus competidores no logran cubrir su consumo interno (FAO, 2008).

CUADRO 9 Producción de cacao en Centro América, México y Belice.

Región y/o país	Producción (ton. métricas)	Superficie cultivada (has.)	Rendimiento (Kg./ha)
Centro América	52,077	102,097	510
Belice	26	86	3022
Costa Rica	710	3,550	200
El Salvador	450	450	1,000
Guatemala	2110	4,060	519
Honduras	2000	4,800	416
México	45965	83,151	553
Nicaragua	280	2,000	140
Panamá	541	4,000	135

Fuente: Producción de cacao para Centro América, Mexico y Belice.
FAO, 2008.

Por otro lado, en el ámbito mundial, se tiene la oportunidad de acceder a diferentes nichos de mercado con base a diversos sistemas de certificación, con importantes sobreprecios, tal como se muestra en el Cuadro10.

CUADRO 10 Diferenciación de precios de cacao, según segmento del mercado.

	Cacao Convencional			Cacao Ecológico			
	Libre (US\$/ton)	Solidario (US\$/ton)	Sobreprecio (%)	Libre (US\$/ton)	Sobreprecio (%)	Solidario (US\$/ton)	Sobreprecio (%)
1992	950	2,100	121	2,651	179	3,097	226
1993	1,110	1,820	64	2,276	105	3,030	173
1994	1,330	1,849	39	1,995	50	2,274	71
1995	1,570	1,853	18	1,977	26	2,277	45
1996	1,440	1,757	22	1,716	19	2,016	40
1997	1,619	1,919	19	1,819	12	2,119	31
1998	1,676	1,976	18	1,876	12	2,176	0
1999	1,140	1,750	54	1,685	48	1,950	71
2000	888	1,750	97	1,510	70	1,950	120
2001	1,089	1,750	61	1,449	33	1,950	79
2002	1,778	1,928	8	1,924	8	2,128	20

Fuente: CATIE en Taller sobre perspectivas Programa de Cacao de Guatemala.

Con base a los Cuadros 9 y 10 y al análisis realizado del mercado mundial del cacao y en particular al mercado interno, se puede indicar que actualmente el incremento del precio del cacao convencional ha sido originado por problemas políticos en la Costa de Marfil, que es la región de mayor producción en el mundo, por lo que existe alto riesgo de desabastecimiento mundial. En países europeos existe alta demanda del producto (Eger, 2007).

Por otro lado, dependiendo de los diferentes sistemas de acreditación (cultivos orgánicos, certificación para comercio justo, gestión de calidad del medio ambiente), el cacao presenta oportunidades de acceder con sobreprecios a determinados mercados, con oportunidades especiales (nichos de mercado) para productores indígenas, Cuadro10 (Eger, 2007).

En este sentido, el Cacao en los últimos 8 años ha tenido un crecimiento de la demanda en los países consumidores, en la mayoría de los países latinoamericanos, productores de cacao como México y los de Centro América, existe una demanda insatisfecha. Otro factor importante es el sobre precio para producto orgánico o étnico que tienen varios nichos de mercado.

Tal como se mencionó anteriormente, la mayor parte de los países latinoamericanos se encuentran desabastecidos de la materia prima del cacao. A nivel de Centro América, en Costa Rica, en Belice y en Honduras las plantas procesadoras están subutilizadas por falta de materia prima y demandan producto.

A nivel interno el sector industrial (artesanía e industria), requieren aproximadamente 50 quintales anuales y su demanda la tienen que completar realizando exportaciones de materia prima de otros países productores.

a. Sector de Transformación Artesanal

Se encuentran ubicados en municipios que a nivel nacional son reconocidos por su producción artesanal de chocolate de tasa como Mixco en el departamento de Guatemala, San Antonio Suchitepéquez y Samayac en Suchitepéquez, San Sebastián en Retalhuleu, Quetzaltenango en Quetzaltenango, y Cobán en Alta Verapaz.

Un inventario preliminar en dichos municipios reporta 154 pequeñas empresas familiares, aunque se considera que en su totalidad pueden sumar alrededor de 200 dedicadas a esta actividad Cuadro 11.

La producción artesanal de estas empresas es baja, rudimentaria y de mala calidad, con un enfoque de mercado a la población rural de escasos recursos. El consumo de materia prima o grano de cacao, puede estimarse en 23,400qq/año (García, 2006).

CUADRO 11 Procesadores industriales y artesanales de chocolate por área geográfica

No	Departamento/Municipio	Procesadores		Total	%
		Industriales	Artesanales		
1	Guatemala				48.13
	1. Guatemala	7	0	7	
	2. Mixco	0	70	70	
2	Suchitepéquez				34.38
	1. Samayac	0	42	42	
	2. San Antonio	0	13	13	
3	Retalhuleu				5.62
	1. San Sebastián	0	10	10	
4	Quetzaltenango				10.62
	1. Quetzaltenango	0	17	17	
5	Alta Verapaz				
	1. Cobán	0	02	02	1.25
	Total	7	154	161	100 %

Fuente: Censo de procesadores. Programa de Cacao MAGA.

b. Sector Industrial

Este sector constituido por 7 empresas de mediana escala está ubicado en el departamento de Guatemala (Cuadro 12). Su demanda actual de materia prima es alrededor de 26,600qq/año y para satisfacerla, actualmente se ven en la necesidad de importar granos de cacao o subproductos de diversos países productores.

CUADRO 12 Demanda de grano de cacao de empresas transformadoras en quintales al año.

Empresa	Granada	Rico	Best	Riojas	La Grecia	INCASA (Sharp)	Chocolates Guerrero
Demanda	8,000	8,000	4,000	3,200	1,200	1,200	1,000

Fuente: Eger, 2007.

En su conjunto ambos sectores, tienen una demanda de 50,000qq de cacao. Parte de este volumen es importado, situación que les limita su capacidad de crecimiento en su trabajo, pues tienen que pagar más por la adquisición de materia prima. También es de hacer notar que estas empresas actúan individualmente, sin visión de agrupar esfuerzos e

interrelacionar las acciones de los diferentes actores que participan directa o indirectamente para poder enfrentar con mayores probabilidades de éxito los efectos de la globalización (Eger, 2007).

1.5.2. Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la cadena del cacao.

A continuación se presenta un análisis de las fortalezas, oportunidades, amenazas y debilidades de la cadena del cacao.

A. Fortalezas

- En el país existen áreas óptimas para el desarrollo del cultivo del cacao.
- La Comisión Presidencial para el Desarrollo Local, MAGA y otras instituciones y/o asociaciones han brindado a nivel nacional apoyo por medio de capacitaciones a productores del cacao.
- Existen productores nacionales con éxito en el manejo de cultivo.
- La tendencia de demanda del cacao ha venido en aumento, tanto en Guatemala, en la región centroamericana y a nivel mundial.
- El cacao tiene diversas formas de consumo, tanto artesanal como industrialmente.
- El cultivo del cacao presenta alta rentabilidad.
- Por ser un cultivo agroforestal, se obtienen diversos beneficios al medio ambiente.
- Los productores se encuentran organizados, tal es el caso de ADIPKAKAW, ACICAFOC, PROCACAO.
- Excelente ubicación geográfica para acceder a los mercados internacionales.

B. Oportunidades

- Crear una diversificación de cultivos a nivel nacional.
- Mayores volúmenes y calidades de producto, al tecnificar las actuales y nuevas plantaciones.

- Al cumplir con estándares de comercio justo y de cacao orgánico se obtendría mejor precio en el mercado.
- Establecer mas plantaciones de cacao a nivel nacional, contribuiría a satisfacer la demanda de cacao en el país y la región centroamericana.
- Se cuenta con personas altamente capacitadas en el tema del cacao, que pueden mejorar la cantidad y calidad de la producción.
- Acceso a la industrialización del cacao.

C. Debilidades

- Poca estandarización de la producción cacaotera.
- Poca organización dentro de los pequeños productores.
- No se cuenta con volúmenes de producción, calidades ni constancia para poder abastecer el mercado local, ni extranjeros.
- La mayoría de productores no se involucran en la comercialización.
- La mayoría de intermediarios, procesadores e industrializadores, deciden importar cacao, por no haber suficiente producción en el mercado local.
- Falta de identidad y poca cultura de consumir el producto nacional.
- Poca investigación, generación de nuevas tecnologías a nivel nacional, para el cultivo, procesamiento y comercialización del cacao.
- Falta de procesadoras agroindustriales.
- Bajo acceso al crédito.
- No se cuenta con divulgación del cultivo que haga que los pequeños productores se interesen en el establecimiento del cultivo del cacao.
- Poca producción en las áreas establecidas en la actualidad.

D. Amenazas

- Altos volúmenes y calidad producida por México y la región Centroamericana, nuestros principales competidores.

- Existencia de plagas cuarentenarias en el país, así como utilización de pesticidas vedados en otras regiones que dificultan la exportación a otros países.
- Posicionamiento en el mercado local y centroamericano del cacao mexicano y centroamericano.
- Bajo establecimiento de plantaciones en nuevas áreas.
- Probabilidades de baja en los precios de la producción de frutos no certificados como orgánicos, a de mala calidad.
- Falta de capacitación en el manejo postcosecha, almacenamiento, procesamiento y comercialización del cacao.

De lo anterior se puede inferir que el cultivo de cacao en Guatemala ofrece una excelente opción de producción para el país, para pequeños agricultores, ya que tanto por sus condiciones de clima, edáfica, agrícolas, se facilita su implementación y cuidado agronómico. Así mismo es de mencionar que este cultivo tiene un precio de compra atractivo en los casos de bolsas internacionales, llegando a valores de hasta \$120.00 el quintal de cacao en grano seco, este sin valores agregados tales como el de Cacao Orgánico y/o el de Denominación de Origen, lo cual incrementa su precio en los mercados internacionales. Además que también es un cultivo agroforestal y ofrece beneficios al medio ambiente de la región. Entre de las oportunidades cuenta con Asociaciones, Productores y Técnicos altamente capacitados que pueden ayudar al desarrollo Integral de este cultivo.

Sin embargo las debilidades más sobresalientes de la cadena del cacao a nivel de producción en campo son la reducida divulgación para el establecimiento de este cultivo, bajo acceso a créditos para pequeños productores, la baja producción de las plantaciones actuales, por otro lado como amenaza seria se presenta los cambios acelerados en la normativa internacional de calidad e inocuidad en alimentos, de tal forma que productos para el manejo de plagas y enfermedades que siguen funcionando adecuadamente en el control de éstas, deben dejar de emplearse, por alguna nueva disposición de regulación ambiental y en ese sentido también conduce a la evaluación de nuevos productos, aunque la estrategia para el control de plagas y enfermedades sea eficiente.

1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.6.1 Conclusiones

- A. De acuerdo con esta investigación Guatemala posee más de 159 mil hectáreas aptas para establecer el cultivo de cacao, de las cuales 89 mil están cerca de vías asfaltadas lo que facilita el comercio y disminuye el costo de transporte.
- B. La asistencia crediticia tanto para el fomento como para la industrialización han estado fuera de la cartera de todos los bancos del sistema, lo que ocasionó que los productores estén inmersos dentro un subsistema tradicional de producción, con baja nivel tecnológico y desarrollo agroindustrial nacional.
- C. Existe una demanda insatisfecha tanto a nivel mundial como nacional del grano de cacao y aun más de la variedad criolla la cual es utilizada para producir chocolate fino.
- D. En los últimos años se ha observado el incremento en el precio de la tonelada métrica de cacao en la bolsa de valores, lo que hace al cultivo atractivo para su establecimiento y comercio.

1.6.2 Recomendaciones

- A. Se recomienda la divulgación de esta información a todos los sectores involucrados en la producción de cacao con el fin de establecer nuevas zonas de cultivo y rehabilitación de plantaciones ya establecidas.
- B. Crear un área de técnicos especializados en el desarrollo tecnológico del cultivo de cacao, que preste servicios de implementación y desarrollo del cultivo del cacao.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPRONT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales, GT). 2006. Directorio de exportadores de productos no tradicionales. *In* Congreso de cultivos alternativos de Guatemala (1, 2006, GT). Memoria. Guatemala. p. 1-7.
2. Álvarez, S. 2008. El cultivo del cacao en Petén (entrevista). Flores, Petén, Guatemala, ACICAFOC (Asociación Coordinadora Indígena y Campesina de Agroforestería Comunitaria Centroamericana), Área Técnica de Cacao.
3. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2008. Importaciones por partida (en línea). Guatemala. Consultado 20 set 2008. Disponible en: http://www.banguat.gob.gt/estaeco/ceie/hist/pdfs/2008/CG/vendedor/kf-51_2008.pdf
4. CEDIA (USAC, Facultad de Agronomía, Centro de Documentación e Información Agrícola, GT). 2008. CEDIA (base de datos referencial). Guatemala. 1 CD.
5. Cerón, R. 2008. La exportación e importación de cacao en Guatemala (entrevista). Guatemala, SIECA. Director General de Integración y Comercio.
6. Eger, E. 2008. Situación del cacao en Guatemala (entrevista). Guatemala, MAGA, Gerente de Asistencia Técnica Sistema Desarrollo Local del Cacao.
7. FAO, IT. 2008. FAOSTAT (base de datos electrónica). Guatemala, MAGA, UPIE, Biblioteca del UPIE.
8. García, R. 2006. El cultivo del cacao en Guatemala (entrevista). Guatemala, MAGA-UIPE (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación: Unidad de Políticas e Información Estratégica), Director de la Comisión Nacional de Desarrollo Agrícola.
9. ICCO (International Cocoa Organization, UK). 2008. Estadística de la producción de cacao a nivel mundial (en línea). London, UK. Consultado 19 set 2008. Disponible en <http://www.icco.org>
10. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2007. IV censo nacional agropecuario. Guatemala. 1 CD.
11. Somarriba, E. 2007. Producción de cacao en América (entrevista). Guatemala, CATIE, Líder de Grupo Temático del Cacao.
12. Tzalam, R. 2007. Producción y estadísticas del cultivo de cacao en Adipkakaw (entrevista). Santa María Cahabón, Alta Verapaz, Guatemala, ADIPKAKAW (Asociación de Desarrollo Integral de Productores de Kakaw, GT), Junta Directiva y Asociados Productores de Cacao.

13. Unctad.org. 2008. Mercado del cacao (en línea). US. Consultado 20 set 2008. Disponible en: <http://www.unctad.org/infocomm/espagnol/cacao/mercado.htm>

CAPÍTULO II
INVESTIGACIÓN
DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE LA ENFERMEDAD MONILIASIS
(*Moniliophthora roreri*) Evans et al., EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)
EN ALTA VERAPAZ.

2.1 PRESENTACIÓN

Guatemala, es uno de los centros de origen de Cacao (*Theobroma cacao* L.), en el mundo, y la variedad Criollo o Lagarto, es la que mayormente se produce en el país, de la cual se fabrica el chocolate. Otros subproductos como aceites y polvos son utilizados en industrias como la farmacéutica ya que se le atribuye efectos curativos, en dolores de garganta o como febrífugo. Y en la industria cosmética, principalmente de belleza para las damas (Biothemen.de, 2006), (Eger, 2006).

Dentro de las enfermedades que pueden atacar al cultivo del cacao está la conocida como Moniliasis, producida por el hongo *Moniliophthora roreri* Evans et al., (1978), *Monilia roreri* (1933), este hongo es devastador para la producción del cacao ya que la severidad con que ataca puede incluso destruir toda la plantación a nivel nacional. El control es sumamente difícil, toda vez se establece el inóculo (Orozco, 2007).

La variedad criolla, es susceptible a ser afectada por las enfermedades, haciendo necesario determinar la presencia del agente patógeno que produce la enfermedad moniliasis, para poder implementar medidas de control si se determina la presencia o implementar las medidas de exclusión en las áreas donde la enfermedad aun no está presente.

El hongo *Moniliophthora roreri*, ocasiona la enfermedad conocida como moniliasis o pudrición de la mazorca de cacao. Ataca a la mazorca y a la almendra de cacao, ocasionando pérdidas que van del 10 al 95 % de la producción (ICCO, 2006).

El presente documento contiene los resultados finales obtenidos del proyecto de investigación para la determinación de la presencia del patógeno, en el mismo se evitó el traslado o movimiento de material enfermo, teniéndose que trabajar en la mayoría de ocasiones en el mismo lugar para evitar la diseminación y contagio a otras plantaciones. Lográndose determinar la presencia así como la incidencia de la enfermedad. Así mismo un estudio espacial y temporal, como determinar los principales factores epidemiológicos.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA DEL CACAO

A. Taxonomía.

Según el Sistema de Clasificación APG II¹. (NCBI, 2008.)

Superreino: Eucariota

Reino: Viridiplantae

Phylum: Streptophyta

División: Magnoliophyta

Subdivisión: Streptophytina

Clase: Rósidas

Subclase: Eurósidas II

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Subfamilia: Byttnerioideae

Género: *Theobroma*

Especie: *Theobroma cacao* L.

B. Origen.

Trópicos húmedos de América, noroeste de América del Sur, zona amazónica (Infoagro.com, 2006).

C. Planta.

Árbol de tamaño entre 5-8 m aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su copa es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m, tronco recto (Infoagro.com, 2006).

D. Sistema radicular.

Raíz principal pivotante y tiene muchas secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm de suelo (Infoagro.com, 2006).

E. Hojas.

Simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de pecíolo corto (Infoagro.com, 2006).

F. Flores.

Pequeñas y se producen en racimos sobre el tejido maduro del tronco y de las ramas. Las flores se abren durante las tardes. El cáliz es de color rosa con segmentos puntiagudos;

¹ El Sistema de clasificación APG II es el más moderno sistema para la clasificación de [angiospermas](#) “según criterios filogenéticos” (del inglés *Angiosperm Phylogeny Group*, Grupo para la Filogenia de las Angiospermas).

corola de color blancuzco, amarillo o rosa. La polinización es entomófila destacando una mosquita del género *Forcipomya* (Infoagro.com, 2006).

G. Fruto.

De tamaño, color y formas variables, pero generalmente tienen forma de baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o acostillados, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto puede ser gruesa, dura o suave y de consistencia como de cuero. Los frutos se dividen interiormente en cinco celdas. La pulpa puede ser blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de semillas por baya es de 20 a 40 y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo (Infoagro.com, 2006).

2.2.2. EXIGENCIAS EN CLIMA Y SUELO DEL CACAO

A. Clima.

Estas exigencias climáticas han hecho que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales (Infoagro.com, 2006).

B. Temperatura.

El cacao no soporta temperaturas bajas, siendo su límite medio anual de temperatura los 21°C ya que es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una temperatura más baja. Las temperaturas extremas muy altas pueden provocar alteraciones fisiológicas en el árbol por lo que es un cultivo que debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan directamente y se incremente la temperatura, ya que esta determina la formación de flores. Cuando ésta es menor de 21 °C la floración es menor, que a 25 °C, donde la floración es normal y abundante. Esto provoca que en determinadas zonas la producción de mazorcas sea estacional y durante algunas semanas no haya cosecha, cuando las temperaturas sean inferiores a 22 °C (Infoagro.com, 2006).

C. Agua.

El cacao es una planta sensible a la escasez de agua, pero también al encharcamiento, por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. Un anegamiento o estancamiento de agua puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo. Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas

bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos (Infoagro.com, 2006).

D. Viento.

Vientos continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de franjas cortavientos para que el cacao no sufra daños. Los cortavientos suelen estar formados por distintas especies arbóreas (frutales o madereras) que se disponen alrededor de los árboles de cacao (Infoagro.com, 2006).

E. Sombra.

El cacao es un cultivo típicamente umbrófilo, es decir, que se desarrolla bajo sombra. El objetivo de la sombra al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar. Cuando el cultivo se halla establecido se podrá reducir el porcentaje de sombreado hasta un 25 o 30 %. La luminosidad debe estar comprendida al menos al 50 % durante los primeros 4 años de vida de las plantas, para que estas alcancen un buen desarrollo y limiten el crecimiento de las malas hierbas (Infoagro.com, 2006).

Para el sombreado del cultivo se emplean las llamadas especies para sombra, que generalmente son otros árboles frutales intercalados en el cultivo con marcos de plantación regulares. Las especies más empleadas son las musáceas (banano y plátano) para sombras temporales y de leguminosas como el pito o eritrina *Erythrina* sp. y las paternas, cushines (Ingas) para sombra permanente. En nuevas plantaciones de cacao se están empezando a emplear otras especies de sombreado que otorgan un mayor beneficio económico como son especies maderables (Laurel, Cedro, Cenícero y Terminalia) y/o frutales (cítricos, aguacate, zapote, árbol del pan, palmera datilera, etc.), (Infoagro.com, 2006).

F. Suelo.

El cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa. Por ello es común el empleo de plantas leguminosas auxiliares que proporcionen la sombra necesaria y sean una fuente constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo. Las plantaciones están localizadas en

suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos, con pH que oscilan entre 4.0 y 7.0. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelo (Infoagro.com, 2006).

2.2.3 VARIEDADES COMERCIALES EN GUATEMALA

Se distinguen dos cultivares de cacao, las cuales se utilizan comercialmente a nivel interno:

A. Forastero (= Trinitario) o cacao amargo.

Originario de las Américas, es el cultivar más cultivado en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se caracteriza por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados de color morado y sabor amargo. Dentro de esta cultivar destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta (Arciniegas, 2005), (Infoagro.com, 2006).

B. Criollo, híbridos o cacao dulce.

Están sustituyendo a las plantaciones antiguas del cultivar Forasteros debido a su mayor adaptabilidad a distintas condiciones ambientales y por sus frutos de mayor calidad. Se caracterizan por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas, de color blanco a violeta, dulces y de sabor agradable. La superficie del fruto posee diez surcos longitudinales marcados, cinco de los cuales son más profundos que los que alternan con ellos. Los lomos son prominentes, verrugosos e irregulares (Infoagro.com, 2006).

2.2.4. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DEL CACAO

A. Establecimiento del cultivo.

El crecimiento y la productividad del árbol van a estar determinados por el tipo de suelo donde se establecerá la plantación y la fertilización. Aunque también influye el nivel técnico de la plantación, las condiciones climáticas y el manejo. A continuación se mencionan los requerimientos agronómicos más importantes en la producción de cacao (AGEXPRONT, 2002).

B. Selección del terreno.

La época de siembra está siempre ligada al desarrollo de la sombra provisional y a la presencia de lluvias y los árboles pueden permanecer en el vivero desde tres hasta cuatro

meses de edad. El terreno donde se establezca la plantación, deberá poseer suelos con buena retención de humedad, precipitación bien distribuida en el tiempo, ausencia de vientos y cultivos con alta exposición al sol. Los terrenos deben tener menos de 5% de pendiente (AGEXPRONT, 2002).

C. Preparación del terreno y trazo

a. Preparación del terreno.

Se debe limpiar bien el terreno y remover la basura, especialmente que no queden rastros de otras cosechas, hay que eliminar toda clase de malezas, en especial las que son hospederas de plagas (AGEXPRONT, 2002).

Se debe realizar un picado lo más profundo que se pueda (de unos 40 cms) y tratar de mullir bien el suelo, es decir, no dejar terrones grandes que dañen el desarrollo de las raíces y que el cultivo tenga un desarrollo adecuado. En zonas cafetaleras bajas, a menos de 1,200 msnm, existen métodos de siembra de cacao aprovechando la sombra de los cafetales que se deseen sustituir. Para el caso de terrenos inclinados, se deben realizar prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión (AGEXPRONT, 2002).

b. Trazo y ahoyado.

Para realizar el trazo hay que considerar como factor importante la topografía del terreno, si la pendiente del terreno es de 10%, es necesario realizar el trazo siguiendo las curvas a nivel. Si se trata de un terreno plano o semiplano se traza una línea paralela al terreno para que sirva de base, y se estaquilla, de acuerdo a la distancia entre surco y surco, posteriormente se sacan perpendiculares a la línea base y se estaquilla de acuerdo a la distancia entre planta y planta, se delinea en forma rectangular (AGEXPRONT, 2002).

El ahoyado es la práctica cultural que consiste en hacer hoyos que se hacen de 45 cms de profundidad por 30 cms de ancho y al hacerlo se va colocando aparte la tierra de arriba y la del fondo. Si se desea puede mezclarse con materia orgánica, para mejorar el drenaje y la aireación de las raíces hasta su establecimiento. Se deberá realizar 1 o 2 meses antes del trasplante. Debe tenerse cuidado de no mezclar la tierra del suelo con la del

subsuelo, ya que al momento de plantar estas capas deben quedar en orden inverso. Además se puede aplicar algún producto para desinfectar el suelo con Basamid Granulado, en dosis de 20 Kg/Ha si existiera presencia significativa de plagas en el suelo (AGEXPRONT, 2002).

c. Siembra o trasplante.

El momento oportuno para el trasplante es en la época lluviosa (meses de mayo a julio), o en cualquier mes si hay sistema de riego. Para asegurar al árbol la humedad necesaria para su establecimiento (AGEXPRONT, 2002).

Al momento de efectuar el trasplante debe tenerse cuidado de podar todas las raíces que están fuera de las bolsas si son estacas enraizadas, si son injertos debe podárseles la raíz pivotante a ras de la bolsa en su parte inferior (AGEXPRONT, 2002).

El trasplante al campo definitivo dependerá del método que se utilice en su reproducción, Pero se realizará a los 3 o 4 meses después de haber sido sembrada la semilla. Se debe eliminar la bolsa y colocar el pilón dentro del agujero. La parte superior del pilón debe dejarse sobre el nivel del suelo y darle forma de sombrero, con esto se evita anegamiento de agua sobre el patrón y evitar la incidencia de hongos (AGEXPRONT, 2002).

d. Distancias de siembra.

Para establecer el cultivo existen varias alternativas en cuanto a distancia de siembra, ya sea se utilice sombra temporal o permanente; además, se debe consultar primordialmente con la capacidad administrativa y económica del agricultor (AGEXPRONT, 2002).

Poblaciones mayores a 2,000 árboles por hectárea (2m x 2m ó 2.50m x 2m), requieren inversiones iniciales mayores, excelente capacidad administrativa y mano de obra calificada; existen diferentes densidades de siembra (Cuadro 13), estas distancias permiten alcanzar producciones comerciales más rápidas. Otra alternativa, de fácil manejo y administración, es sembrar con una densidad de 1,300 árboles/ha (3m y 3m al triángulo), empleada con excelente resultados (AGEXPRONT, 2002).

CUADRO 13 Densidad de plantas por hectárea de acuerdo a los distanciamientos más empleados, en el establecimiento del cultivo del cacao, en Guatemala.

Distancia en metros	Densidad plantas / ha
2 x 2	2,500
2.5 x 2	2,000
3 x 3	1,110
4 x 4	625
4 x 5	500
5 x 5	400

e. Resiembra.

Se debe realizar la resiembra de las plantas muertas, la que se ejecuta en la época lluviosa para que exista un mayor porcentaje de plantas logradas. La resiembra se debe hacer principalmente en los primeros 18 meses de vida de la plantación (AGEXPRONT, 2002).

D. Manejo agronómico del cultivo.

a. Sombra.

La sombra funciona como elemento regulador de la actividad fisiológica de la planta a través de la mayor o menor cantidad de luz; si hay exceso de sombra propicia mayor humedad en el ambiente, disminución de la actividad fotosintética y por lo tanto menor formación de carbohidratos, igualmente favorece la proliferación de enfermedades; la escasez de sombra, permite, la incidencia directa de los rayos solares sobre la copa del árbol, obliga a las plantas a un intenso metabolismo y exige con esto mayor suministro de agua y nutrientes; por otro lado se incrementa la presencia de plagas que afectan el follaje. Por regla general se aconseja que en los primeros estados de desarrollo, cuando no existe árboles de sombra, se permita entre un 25 a 50% de entrada de luz. A medida que las plantas se desarrollan debe aumentar la cantidad de luz de acuerdo con la distribución de las lluvias, la capacidad de retención de humedad de los suelos, la fertilidad de los mismos y la presencia de vientos (AGEXPRONT, 2002).

I. Sombra provisional o temporal.

Protege las plantas jóvenes contra los efectos dañinos del viento y del exceso de luz y como cultivo asociado debe generar ingresos. Se aconseja la utilización del Plátano o Banano (*Musa* sp.), Gandul (*Cajanus cajan*), Higuierillo (*Ricinus comunis*) como sombra transitoria, especialmente en las regiones que tienen buenos suelos y buenos canales de mercadeo para el producto como una zona cafetalera. El cultivo del banano se planta a distancias acordes a las definidas para el cacao. Es indispensable recordar que el cultivo del banano necesita para su producción comercial suelos de magníficas condiciones físicas (AGEXPRONT, 2002), (INAB, 2006).

Otras especies que se utilizan como sombra transitoria o como complemento al cultivo de banano son la Yuca (*Manihot esculenta*), Papaya (*Carica papaya*), Gandul (*Cajanus cajan*) y el Higuierillo (*Ricinus communis*). Esta sombra siempre debe ser plantada 4 ó 5 meses antes que el cultivo del cacao, en distancias de marco rectangular de 3m x 3m a 4m x 4m. Además, treinta o cuarenta días antes del trasplante conviene sembrar una plantación de sombra inicial bien densa de maíz o gandul, sobre todo si por alguna razón los árboles de sombra temporal se han sembrado fuera de tiempo y su crecimiento no va a proteger a las plantas de cacao después del trasplante. El sombreado temporal requiere la asistencia permanente en materia de fertilización, desyerbe y control de plagas y enfermedades (AGEXPRONT, 2002), (INAB, 2006).

II. Sombra permanente.

La sombra permanente se establece al mismo tiempo que la temporal. La planta de cacao recién trasplantada requiere hasta un 60% de sombra o más (según la zona donde se siembre), que deberá reducirse al 30% cuando la plantación alcance el quinto año de edad. Proporciona condiciones ambientales más estables y constituye factor determinante de la producción; se debe racionalizar para obtener respuestas del cultivo a la utilización de fertilizantes y amortiguar los daños causados por plagas. Se siembra en el mismo tiempo que los árboles de sombra transitoria con esparcimientos que varían entre 9m X 9m a 20m X 20m (que son múltiplos de las distancias del cacao) y es más aconsejable plantar hileras o barreras de especies con utilidad económica como Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) Caoba (*Swietenia* sp.), Nogal (*Juglans* sp.), Cedro (*Cederella* sp.). Además se pueden utilizar las Ingas, entre ellas la Paterna (*Inga paterna*); el Chalan (*Inga edulis*); el Cushin (*Inga* sp.) y el Caspirol, (*Engana laurina*). Otras como Madre Cacao (*Gliricidia sepium*);

Cenícero (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill), la Gravílea (*Grevillea robusta* A. Cunn); y otros que se desarrollan rápidamente y que más tarde sustituyan a las plantas de sombra temporal. La sombra permanente, su manejo y su regulación son con el área foliar, los aspectos más importantes de la producción (AGEXPRONT, 2002), (INAB, 2006).

A partir del tercer año la sombra provisional se empieza a eliminar gradualmente para dar lugar a una mayor entrada de luz al follaje del cacao, la cual debe ser continua y en esta forma se inicia el aumento de la floración y la producción (AGEXPRONT, 2002).

b. Podas.

Los árboles jóvenes deben tener libre crecimiento hasta el tercer año, eliminando como se indicó, solamente los brotes laterales (llamados chupones); con esto se proporciona una mayor cantidad de hojas que evitan la penetración de luz al suelo y por lo tanto el crecimiento de las malezas; las hojas reciben la energía luminosa para formar los carbohidratos, lo cual estimula la producción y al realizarse en el área foliar se destaca la importancia de contar con gran número de hojas activas y no eliminarlas; la luz componente fundamental del proceso, debe ser apropiada para que actúe sobre las hojas (AGEXPRONT, 2002).

Las ramas donde se producen los frutos (la mayoría en el segundo tercio del árbol) deben conservarse para permitir mayor número de flores y frutos. Solamente se justifica eliminar algunas puntas de aquellas para evitar excesivo entrecruzamiento de los árboles, algunas ramas con dirección al suelo y ramas con tendencia a crecimientos verticales dominantes que elevan en exceso el árbol y producen penumbra sobre las hojas (AGEXPRONT, 2002)

Las ramas de los árboles afectadas por enfermedades, así como las secas, deben eliminarse por ser lugares propicios para desarrollo de inóculo de enfermedades y estar consumiendo (respirando) energía y nutrientes (AGEXPRONT, 2002).

La poda, principal técnica cultural en el cultivo del cacao, se aplica de la siguiente forma:

I. Poda de formación.

Se realiza transcurridos de 12 a 14 meses después del trasplante y consiste en eliminar los chupones, para conseguir un solo tallo, erecto y equilibrado, con una horqueta compuesta de entre tres y cinco ramas principales. Y como su nombre lo indica sirve para darle forma al árbol de cacao. Con esta poda se logra, el equilibrio de la planta, mayor aireación dentro de la planta, controlar las plagas y enfermedades, facilitar las cosechas, las aspersiones y finalmente economizar tiempo y dinero ya que al tener menos follaje las plantas, menos será el líquido que se use en las aspersiones y más rápido se harán las operaciones, cubriendo mayor área (AGEXPRONT, 2002).

La poda de formación debe hacerse con más frecuencia en las plantas obtenidas por estacas enraizadas para que a los 2 o 3 años tengan una buena forma. Las plantas de semilla o injerto necesitan muy poca poda de formación, consistiendo únicamente en los chupones basales si los hay y la primera poda debe hacerse cuando las plantas tengan 1 año o 2 años de edad (AGEXPRONT, 2002).

II. Poda de mantenimiento.

Debe llevarse a cabo 1 o 2 veces al año, sobre todo en la época seca, durante toda la vida del árbol. Consiste en eliminar las partes enfermas, las ramas quebradas, los chupones, y los nidos de hormigas del género *Atta* y comejenes del género *Nasutitermes*, al tiempo que se mantiene la copa aclarada. La poda de mantenimiento debe practicarse de preferencia al terminar la cosecha (AGEXPRONT, 2002) y (Redcacao.info.ve, 2007).

III. Poda de rehabilitación.

Se practica en plantaciones que sobrepasan los 8 ó 10 años, y no ha habido buen manejo. Se realiza con árboles improductivos o con aquellos que, por descuido en las podas previas, se han vuelto difíciles de manejar. Su objetivo es estimular el brote de los chupones basales para seleccionar uno de ellos, que será el que reciba posteriormente las podas de formación y mantenimiento. En el caso de árboles enfermos o demasiado viejos la poda debe ser drástica, cortado las ramas muy cercanas del suelo, seleccionando un buen chupón

basal, luego este chupón puede injertarse con yemas de clones seleccionados que producen más (AGEXPRONT, 2002).

c. Muestreo y análisis del suelo y foliares.

Partiendo de la base de un programa de fertilización que debe estar fundamentado en el conocimiento previo del nivel de fertilidad del suelo y el estado nutricional de la planta, de acuerdo con su edad, es recomendable que se obtengan antes de fertilizar muestras de suelos y hojas, para que el laboratorio de Suelos y Nutrición Mineral las analice, interprete y recomiende las enmiendas y la fertilización más apropiada a la condición particular del suelo de cada finca. Una vez establecido el programa de fertilización, es importante monitorear la absorción de los nutrientes a través de análisis foliares. Estos deben hacerse antes de la floración y después de la primera o segunda aplicación de fertilizantes para monitorear la absorción de los nutrientes, si hay desbalances o hambre oculta. Con esta información se pueden hacer cambios al programa de fertilización acorde a la necesidad del cultivo (AGEXPRONT, 2002).

En un cacaotal que recibe regularmente las prácticas de cultivo recomendadas, todos los árboles y sus copas pueden observarse fácilmente desde cualquier parte de la plantación. Las ramas primarias que conforman su follaje estarán bien distribuidas con relación al tronco principal y éste a su vez estará libre de brotes o hijos, por debajo de la corona o mesa que forma la copa. Los árboles de sombra también estarán bien formados, sobrepasando la altura de los árboles de cacao y sin ramas entrecruzadas que dificulten el paso de cierto grado de luz solar, que puede llegar a un 75% en áreas donde no se presente una estación seca mayor de dos meses (FHIA, 2006).

2.2.5. ENFERMEDAD DE LA MONILIASIS

A. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.

La moniliasis del cacao fue descrita por primera vez en la región de Quevedo, Ecuador en 1916, por J. B. Rorer. Sur América, es considerada como el centro de origen de esta enfermedad (CATIE.CR, 2005).

Para el 2003, la enfermedad se citó que existe, en Sur América se encuentra en Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Surinam, Panamá, en Centroamérica esta reportada para los países Costa Rica, Nicaragua, El Salvador y Honduras, en el lado fronterizo de Guatemala (Puerto Barrios en el sector Atlántico, fronterizo con Honduras), Figura 5 (CATIE.CR, 2005).



Figura 5 Mapa de áreas afectadas con moniliasis (*Moniliophthora roreri*), de Ecuador (centro de origen) hacia el norte, flechas indican ruta de avance. Según FHIA, 2006. Sin escala.

B. Agente causal.

El microorganismo causal de la moniliasis del cacao es el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.) Evans, un hongo de la clase Anamórfico y del Orden Moniliales. Aún no se conoce su estado perfecto (sexual), por lo que se cree que su reproducción se realiza sólo asexualmente por conidios. Los conidios son las únicas estructuras, hasta ahora conocidas, capaces de causar infección. Actualmente se sugiere la inclusión del hongo *Moniliophthora*

roreri en la clase Basidiomicetes, especie *Crinipellis roreri*, var. *roreri* (Evans et al, 2003) (CATIE.CR, 2005).

C. Hospederos.

El hongo sólo ha sido encontrado atacando los frutos de los géneros *Theobroma*, tales como *T. cacao*, *T. bicolor*, *T. grandiflora*. y *Herrania* tales como *H. baloencis*, *H. nítida*, pero más frecuentemente en cacao, ambos géneros pertenecen a la familia *Esterculiaceae* (FHIA, 2006).

D. Síntomas y signos.

En las primeras etapas de desarrollo (menores de tres meses), los frutos de cacao son más susceptibles a la infección de *Moniliophthora roreri* y progresivamente se hacen más resistentes a medida que avanza su crecimiento. En los frutos menores de dos meses la infección aparece primero como pequeños abultamientos o protuberancias en la superficie de la mazorca, incluso esa área se decolora (se vuelve más clara). Después de que emerge ese abultamiento o protuberancia, surge la mancha café que se va extendiendo y sobre ella empieza a aparecer una felpa blanca correspondiendo al micelio del hongo (filamentos vegetativos), luego de tres a siete días y ahí mismo sobre el micelio blanquecino empiezan a emerger las esporas del tipo conidio de color crema, que son liberadas y dispersadas por la acción del viento, principalmente (Engormix.com, 2006), (SENASA, 2006).

En frutos infectados a mitad de su desarrollo, la enfermedad aparece primero en forma de unos pequeños puntos aceitosos (translúcidos). En muy corto tiempo esos puntos se unen formando una mancha café. El borde de la mancha es irregular y a veces produce un color amarillento por donde va avanzando la enfermedad. A los pocos días sobre la mancha café aparece el micelio y luego las esporas que forman un grupo acumulado abundante de color crema. Las esporas o "semillas" que reproducen el hongo son tan abundantes que en sólo un centímetro cuadrado, que podría ser como el tamaño de una uña, se cuentan desde 7 a 43 millones, bastando sólo una para iniciar la enfermedad (Engormix.com, 2006), (SENASA, 2006).

En los frutos jóvenes no hay formación de semillas, se genera una masa fibrosa parecida a la gelatina que a semillas en proceso de desarrollo normal. En frutos afectados,

después de dos a tres meses de edad, sí se forman las semillas pero luego se pudren al ser alcanzadas por el hongo. El daño interno causado por la moniliasis es aún más grave que el daño externo, pues se pierden casi todas las semillas, sin importar la edad del fruto (Engormix.com, 2006), (SENASA, 2006).

En los frutos adultos (mayores de tres meses) el síntoma más común de la moniliasis es una mancha de color café, que puede extenderse hasta cubrir todo el fruto. Esa mancha se caracteriza, y a su vez se diferencia de la *Phytophthora* sp. (Mazorca negra), por presentar el borde de avance de la lesión en forma irregular (no bien definido) (SENASA, 2006).

En algunos casos en que el fruto está próximo a la madurez el daño no alcanza a notarse externamente, sin embargo al partir el fruto se observa la descomposición interna que hace inutilizables las semillas. Por lo general, al tacto esos frutos son más pesados que los sanos y por ello en algunos países le llaman "mano de piedra" a este síntoma (SENASA, 2006).

También es común la llamada apariencia de madurez prematura, lo que significa que los frutos cambian de color, dando la impresión de madurez normal en frutos que todavía no tienen el tamaño ni la edad de cosecha (SENASA, 2006).

E. El ciclo de vida del hongo *Moniliophthora roreri*.

La moniliasis se incrementa en los meses de lluvia, debido que necesita agua para germinar. Luego de tener contacto con la parte externa del fruto y al cabo de 2 a 6 horas las hifas del micelio penetran al interior de los frutos y de 30 a 45 días después de la infección aparecen manchas de bordes irregulares que en ocasiones pueden ocupar toda la parte externa del fruto o causa deformaciones (gibas) en los frutos tiernos infectados. Luego de 3 a 7 días, de la aparición de estos síntomas, aparecen las esporas en la parte afectada y puede permanecer produciendo espora hasta por 7 meses, estas esporas son transportadas por el viento, lluvia e insectos principalmente, aunque también se cuentan con otros vectores tales como aves y el hombre que, cuando habiendo frutos con esporas en los árboles, efectúa labores de cultivo, y con esta labor mecánica se favorece la liberación de los conidios, que infectan otros frutos, (Figura 6), (CATIE.CR, 2005).

A mayor cantidad de inóculo, ocurre una mayor incidencia y mayor severidad en el daño. Una de las características del hongo *Moniliophthora roreri* es su largo período de incubación (tiempo que tarda desde que infecta el fruto hasta que se observa algún síntoma externo en el fruto). El tiempo varía según la edad del fruto, la severidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones de clima, principalmente presencia de lluvias. En frutos tiernos, en días lluviosos y calurosos, el período de incubación se acorta a tres semanas (Infoagro.com, 2006).

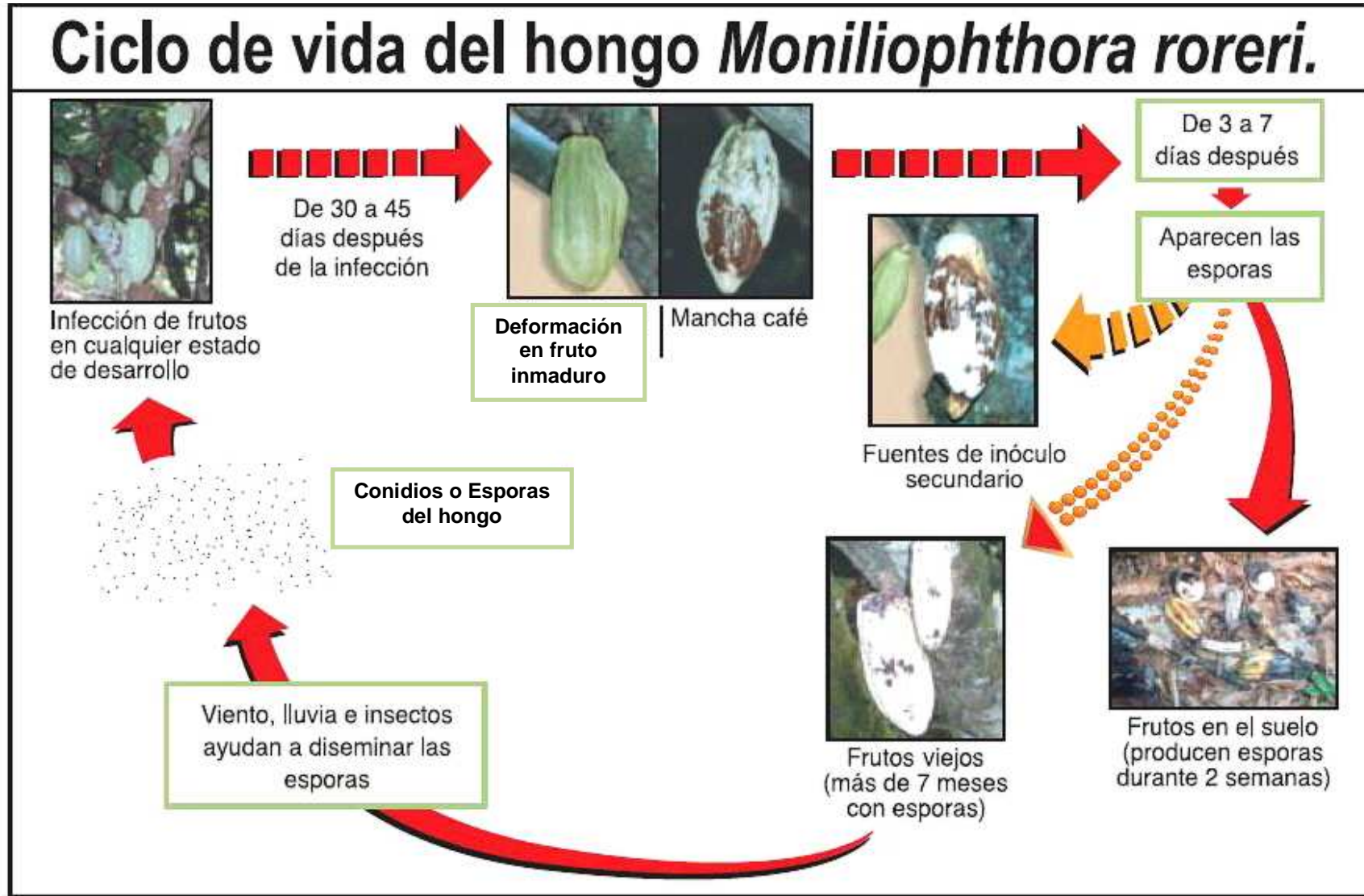


Figura 6 Flechas en rojo indica el Ciclo de vida del hongo *Moniliophthora roreri*.
Fuente: FHIA.

2.2.6. MARCO REFERENCIAL

A. Ubicación.

El departamento de Alta Verapaz está localizado en Guatemala, en la región norte. Está rodeado al norte por Petén; al oeste, por el departamento de Quiché; al sur, por Baja Verapaz, y al este, por Izabal. Es el tercer departamento en tamaño y comprende unas 868,600 hectáreas, o sea el 7.98 por ciento del área de la República (IGN, 2006).

B. Vías de acceso.

De la Ciudad de Guatemala a Cobán, la cabecera del departamento de Alta Verapaz, hay 213 kilómetros. Y desde el Cobán hasta Santa María Cahabón hay 113 kilómetros, hay buses diarios desde la Ciudad de Guatemala (Figura 7), (IGN, 2006), (Inforpressca.com, 2006).

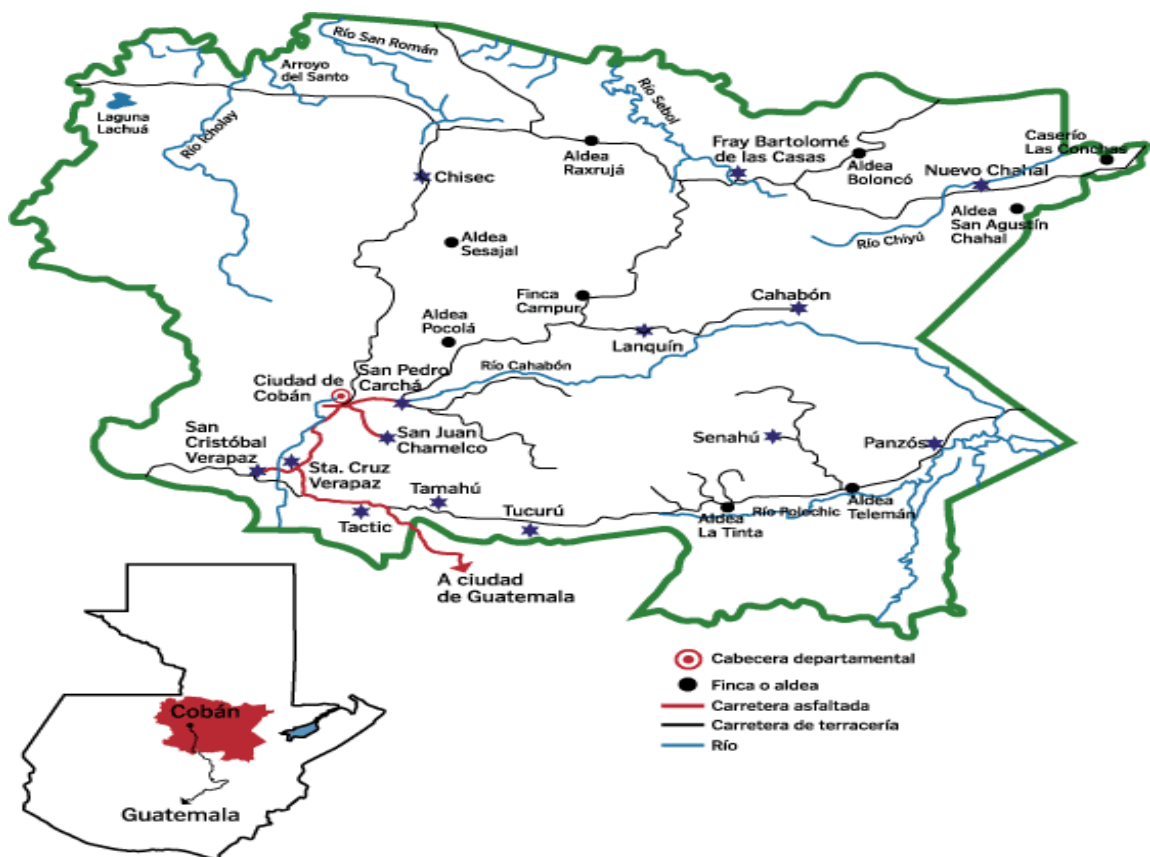


Figura 7 Carreteras y caminos de Alta Verapaz. Sin Escala. Fuente: Inforpressca

C. Características edafológicas de Alta Verapaz.

a. Fisiografía.

En el departamento están representadas las divisiones fisiográficas de los Cerros de Caliza y las Tierras Bajas del Petén-Caribe. Una parte pequeña se extiende hacia el sur en la Altiplanicie Central. La elevación varía desde menos de 30 metros hasta más de 1,200 msnm. Tanto los Cerros de Caliza como las Tierras Bajas del Petén-Caribe están especialmente sobre roca caliza. Además se encuentran serpentina, arcilla esquistosa y otras rocas. El relieve sobre gran parte del área es muy escarpado con numerosas pendientes inclinadas y cortas según Cuadro 14 (IGN, 2006).

b. Drenaje.

El sistema de drenaje no es completo; sin embargo, las corrientes de agua y grietas subterráneas son comunes, de manera que los lugares de suelos mal drenados son relativamente muy pocos. La mayor parte de las regiones sur y este, alrededor de la mitad del área, desaguan en el Mar de las Antillas por los ríos Polochic y Sarstún; y las partes norte y oeste, en el Golfo de México a través del río Usumacinta (IGN, 2006).

c. Zona de Vida.

La zona de vida según los parámetros de estudio y determinación que Holdridge, toma en cuenta para la clasificación de un área, para el departamento de Alta Verapaz, es de casi un 72% de bosque muy húmedo subtropical cálido bmh-S(c), ver Figura 8 (IGN, 2006), (INAFOR, 2008).

CUADRO 14 Suelos de Alta Verapaz, características importantes que Influencian su uso. Fuente. Clasificación de Suelos de Guatemala, IGN.

Serie	Símbolo	Declive dominante (por ciento)	Drenaje a través del suelo	Capacidad de abastecimiento de humedad	Capa que limita la penetración de las raíces	Peligro de erosión	Fertilidad natural	Problemas especiales en el manejo del suelo
Amay	Am	40-50	moderado	alta	ninguna	alta	regular	combate de erosión
Carchá	Cr	04 08	rápido	alta	ninguna	alta	regular	combate de erosión y peligro de helada
Civija	Cb	12 15	rápido	alta	ninguna	alta	baja	combate de erosión
Cobán	Cx	50 - 60	rápido	alta	Roca Caliza a 40-50 cm	muy alta	alta	terreno no arable
Cuxu	Chx	50 - 60	rápido	alta	Roca Caliza a 40-50 cm	muy alta	alta	terreno no arable
Chapayal	Chl	0 0 - 3	muy despacio	alta	ninguna	baja	regular	drenaje
Chixoy	Chy	50 - 60	muy rápido	baja	lecho de caliza a 30 cm	alta	alta	terreno no arable
Guapaca	Gp	15 - 20	moderado	alta	esquisto arcilloso a 40 - 50 cm	alta	regular	combate de erosión
Polochic	Pc	0 0 - 2	muy despacio	alta	ninguna	muy baja	alta	drenaje
Sarstún	Sr	04 05	despacio	alta	ninguna	baja	regular	drenaje, mantenimiento de fertilidad

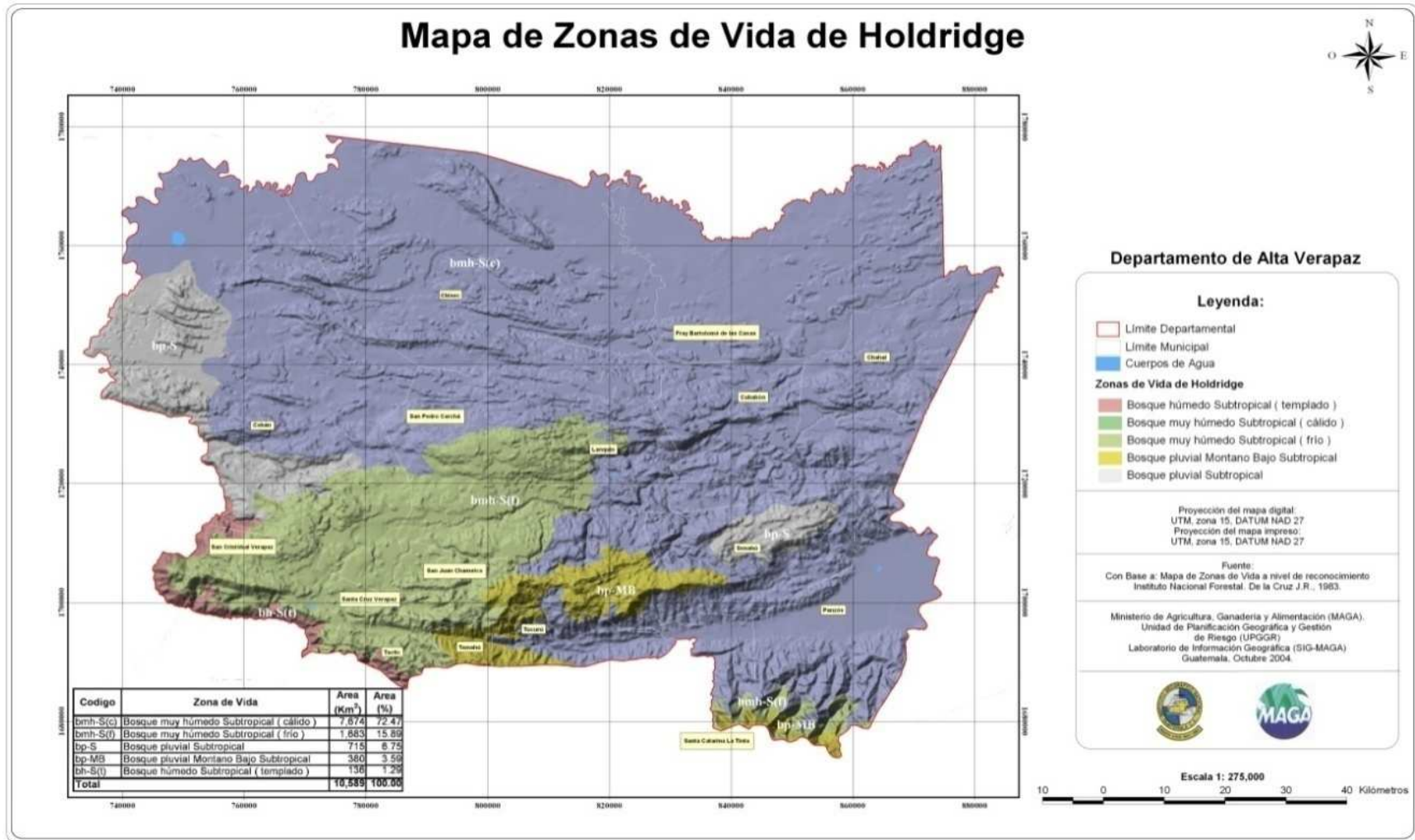


Figura 8 Mapa de Zonas de Vida para el departamento de Alta Verapaz, Clasificación según criterios de Holdridge. Sin Escala. Fuente: Base de Datos digital MAGA

En la república de Guatemala existen áreas aptas para establecer el cultivo del cacao en la tomando en cuenta los siguientes criterios (Cuadro 16) (MAGA, 2008):

CUADRO 1 Criterios determinantes de áreas aptas para el establecimiento del cultivo del cacao según MAGA.

Altitud:	200-900 msnm.
Precipitación:	1500-3000 mm
Temperatura media:	21 - 26 °C.
Drenaje:	de moderado a bueno y de mediano a muy profundo
pH:	5- 7,
Pendiente:	menor de 16%,
Uso del área:	sin cobertura forestal y áreas o zonas de usos múltiples

En la figura 9, se presentan los departamentos donde pueden ser establecidas plantaciones de cacao considerando los criterios anteriormente descritos (MAGA, 2008).

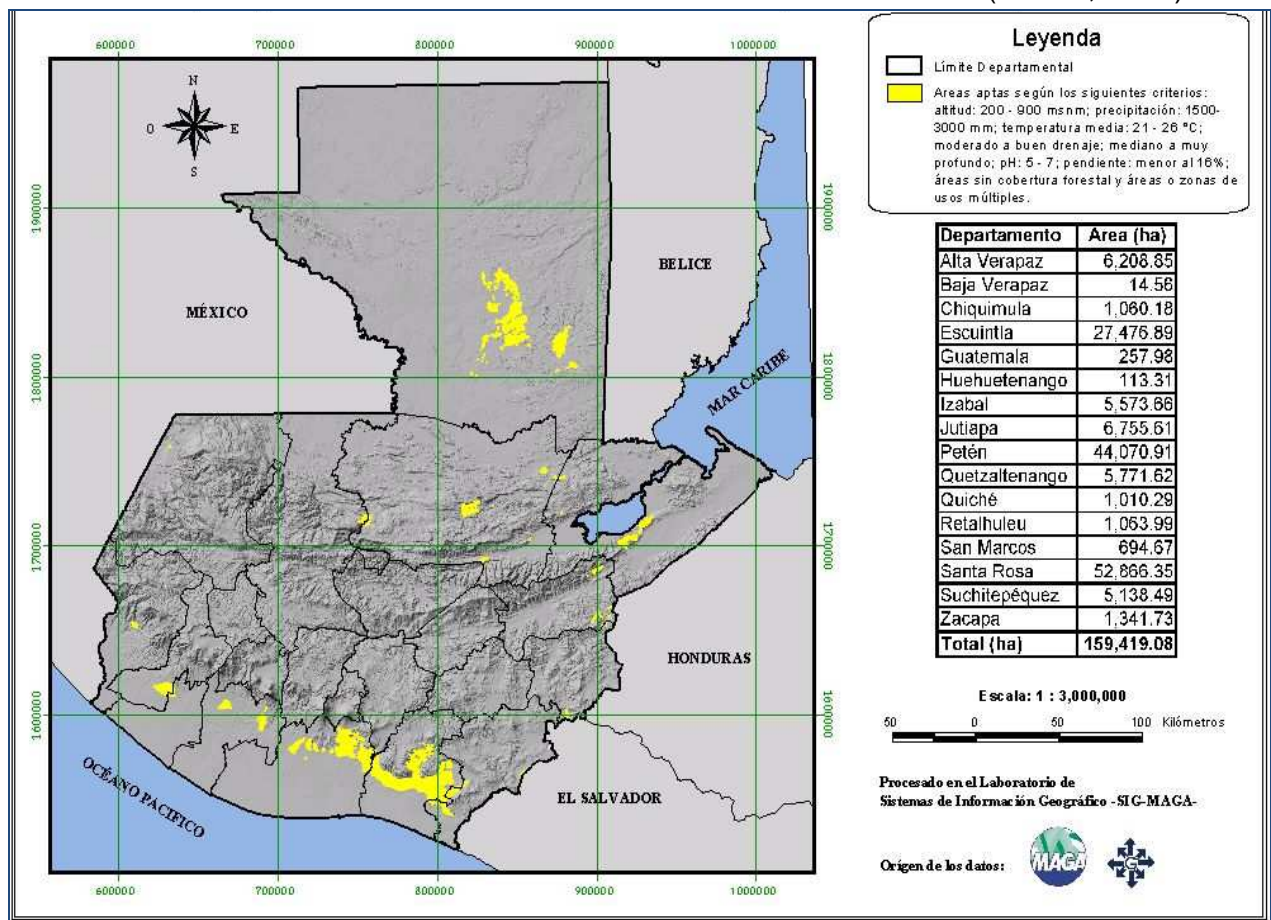


Figura 9 Mapas de Áreas aptas para el desarrollo del cultivo de Cacao (en amarillo). Fuente: SIG-MAGA

F. Área de investigación.

La investigación se realizó en el municipio de Santa María Cahabón (Figura 10), del departamento de Alta Verapaz, en el cual está ubicada una de las áreas de mayor producción de cacao a nivel nacional, como se observó en el cuadro 3, el cual muestra los resultados de producción para el cultivo del cacao en la república de Guatemala para el año 2007, según Censo Agrícola del Instituto Nacional de Estadística (INE), los productores de esta región están organizados en organizaciones que se encargan del establecimiento y desarrollo integral del cultivo del cacao entre los cuales cabe mencionar a la Asociación de Desarrollo Integral de Productores de Cacao del Municipio de Santa María Cahabón (ADIPKAKAW) y Lanquín (ADIXKAKAW), Proyecto de Desarrollo de la Verapaces, (PRODEVER), una Asociación de Mujeres productoras de Chocolate, entre otras.

Las comunidades que fueron designadas por la asociación ADIPKAKAW, son Chinajuc, Corozales, San Martín Chichaj, Santa Rosa Chivité, Saquijá, estas fueron determinadas en base a que existían asociados que poseen parcelas en dichas comunidades, las cuales presentaban los signos del patógeno *Moniliophthora roreri* y síntomas de la enfermedad moniliasis, en las plantaciones de cacao establecidas y estuvieron de acuerdo a prestarlas para el estudio en la zona de dicha enfermedad (PLV, 2007).

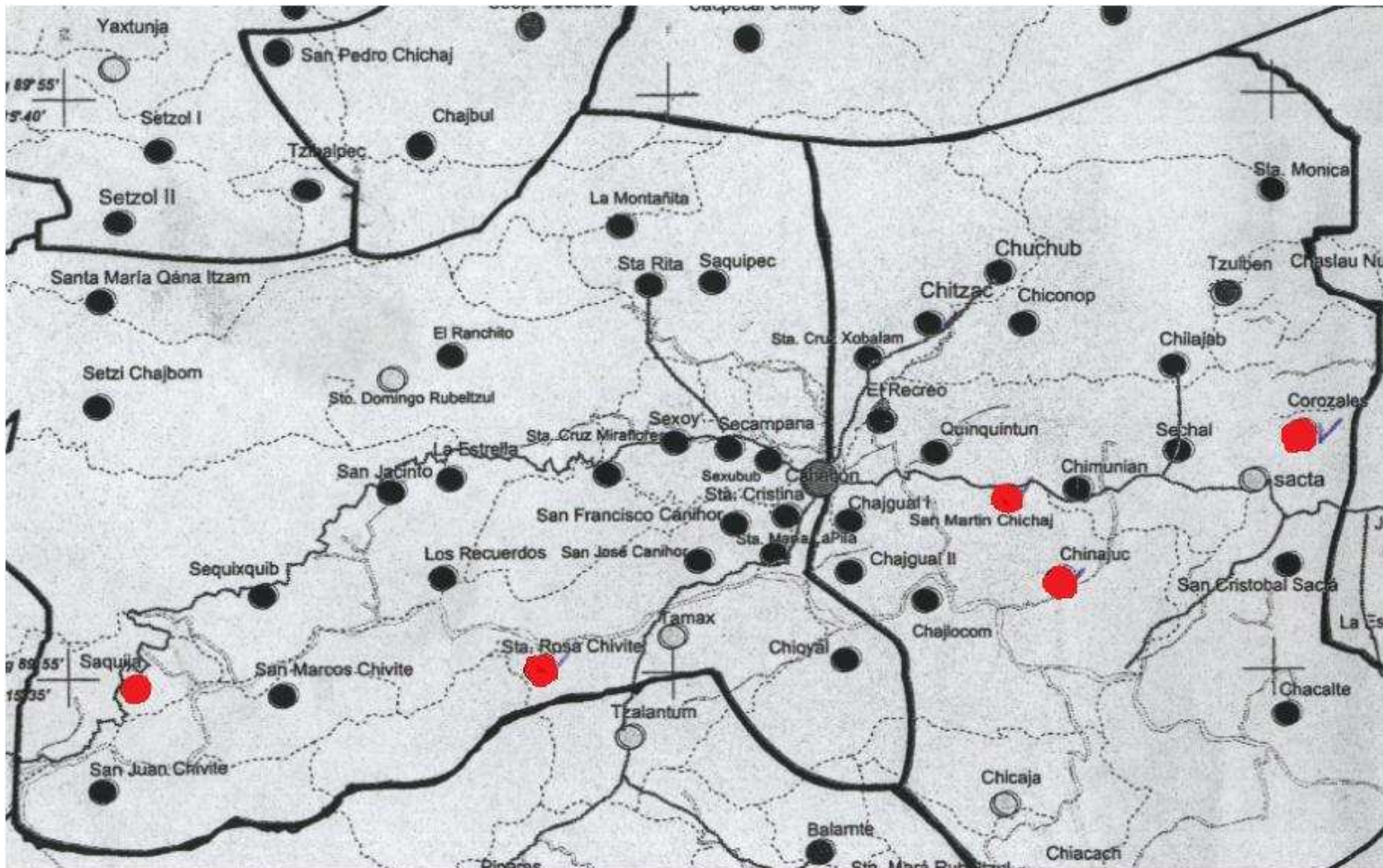


Figura 10 Mapa del Municipio de Santa María Cahabón, en rojo se marca las comunidades de muestreo de plantas infectadas con hongo *Moniliophthora roreri*. Sin escala. Fuente: Municipalidad de Santa María Cahabón

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 General

Determinar la presencia de la enfermedad moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao*) en Alta Verapaz, Guatemala.

2.3.2 Específicos

- A. Determinar la presencia del hongo *Moniliophthora roreri* en plantaciones de cacao en Alta Verapaz.
- B. Estudiar la distribución temporal y espacial de la enfermedad en el caso que el patógeno esté presente en la región.
- C. Cuantificar la enfermedad en términos de incidencia.
- D. Determinar los principales aspectos epidemiológicos que influyen en el apareamiento y dispersión de la enfermedad.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1. Determinación de la presencia del patógeno.

- A.** Entrevista con los representantes de Asociaciones y/o productores de cacao para determinar si tienen conocimiento de la enfermedad.
- B.** Se visitaron las parcelas de productores que manifestaron el interés de prestar áreas para realizar la investigación.
- C.** Delimitación del área donde se realizó la investigación, haciendo observación de plantas que manifestaban frutos con síntomas y signos de la enfermedad.
- D.** Toma de fotografías de las plantas con frutos que manifestaban síntomas y signos de la enfermedad.
- E.** Investigación y comparación de fotografías obtenidas en las áreas contra las encontradas en el Internet.
- F.** Se realizaron montajes de las esporas del hongo en cada una de las parcelas visitadas.
- G.** Traslado de montajes al laboratorio de Fitopatología, para su comparación con diccionario de los hongos, y el diagnóstico visual respectivo.

2.4.2. Estudio de la distribución espacial y temporal de moniliasis.

Luego de haber obtenido el permiso de los productores colaboradores, se procedió a realizar una parcela de la siguiente forma:

- A.** Se escogieron 5 comunidades en el municipio de Cahabón, donde se situaron parcelas de muestreo de la enfermedad moniliasis.
- B.** Para situar las parcelas se contaron 10 surcos y 16 hileras, y en cuadrícula realizada con el programa de computación Excel (Figura 11), se procedió a marcar con una "X" en la casilla que le correspondía en dicha cuadrícula, aquellas plantas infectadas y con un "O" aquellas plantas no afectadas.

Boleta de recolección de datos
Determinación de moniliasis en Cacao
De ubicación y cantidad.

COMUNIDAD _____
FECHA _____

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

ALEX DÍAZ

Figura 11 Boleta utilizada en la recolección de datos para la determinación de la presencia, ubicación y cantidad de la enfermedad moniliasis en cacao.

- C.** Con los datos recabados se realizaron gráficas, utilizando el programa computación EPIMODEL, para determinar el modelo de la ecuación que se ajusta a la distribución temporal de datos de incidencia obtenidos (Epimodel, 2008).
- D.** El programa de computación Surfer6, para realizar el levantamiento de mapas de la distribución espacial en dos dimensiones y en tres dimensiones de la enfermedad moniliasis en cada una de las parcelas durante los muestreos (Golden Soft, 2008).
- E.** Utilizando los programas de computación MorLloyd ver 1.0 y Excel se obtuvieron los índices que ayudan a determinar la forma en que se distribuyó la enfermedad dentro de la parcela de estudio durante la época de muestreo (Mora, 2008).

2.4.3. Determinación de incidencia de la enfermedad moniliasis en los cacaotales.

- A.** Para determinar la incidencia se procedió a realizar un conteo de árboles que, exhibían frutos manifestando signos del patógeno o síntomas de la enfermedad moniliasis.
- B.** Posteriormente se procedió a realizar los cálculos respectivos para obtener el porcentaje de árboles con frutos enfermos, en cada muestreo.

2.4.4. Metodología para fuentes secundarias.

- A.** La información básica sobre el área donde se realizara el estudio, que servirá para conocer los antecedentes del lugar, los aspectos biofísicos del área, aspectos climáticos, aspectos sociales y los económicos.
- B.** Fueron consultados estudios o documentos realizados anterior y recientemente en la biblioteca de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San de Guatemala y otras fuentes que aportaron datos relevantes para la investigación.

2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1. De la determinación de la presencia de la enfermedad moniliasis.

En la determinación de la presencia de la enfermedad moniliasis, se ubicaron parcelas de observación en el municipio de Cahabón, Alta Verapaz; en las comunidades de: Saquijá, San Martín Chichaj, Santa Rosa Chivité, Corozales y Chinajuc, se realizaron muestreos en cada una de ellas, en tiempo variable y tomando fotografías de los frutos que presentaron signos y síntomas de la enfermedad.

A la vez se realizaron montajes *in situ*, de los signos presentes, haciendo rozar un pincel contra un fruto que presenta espora y en una lamina portaobjeto se agregó 1 gota de colorante rojo acetocarmín y dándole un golpe para hacer caer la espora del pincel en la gota del colorante, cubriéndose luego con una lamina cubreobjetos seguidamente se usó esmalte de uñas como pegamento y sellador, posteriormente se etiquetaron y se trasladaron al laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía para ser observados bajo microscopio al cotejarlos con claves dicotómicas y con el Diccionario de los Hongos, una vez obtenida la opinión experta del Dr. Edín Orozco, Catedrático de Fitopatología de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se estableció que las esporas,(Figuras 12e y 12f), presentes en los montajes provenientes de las plantaciones de esas comunidades, pertenecen a el hongo *Moniliophthora roreri* que produce la enfermedad moniliasis del cacao (Orozco, 2007).

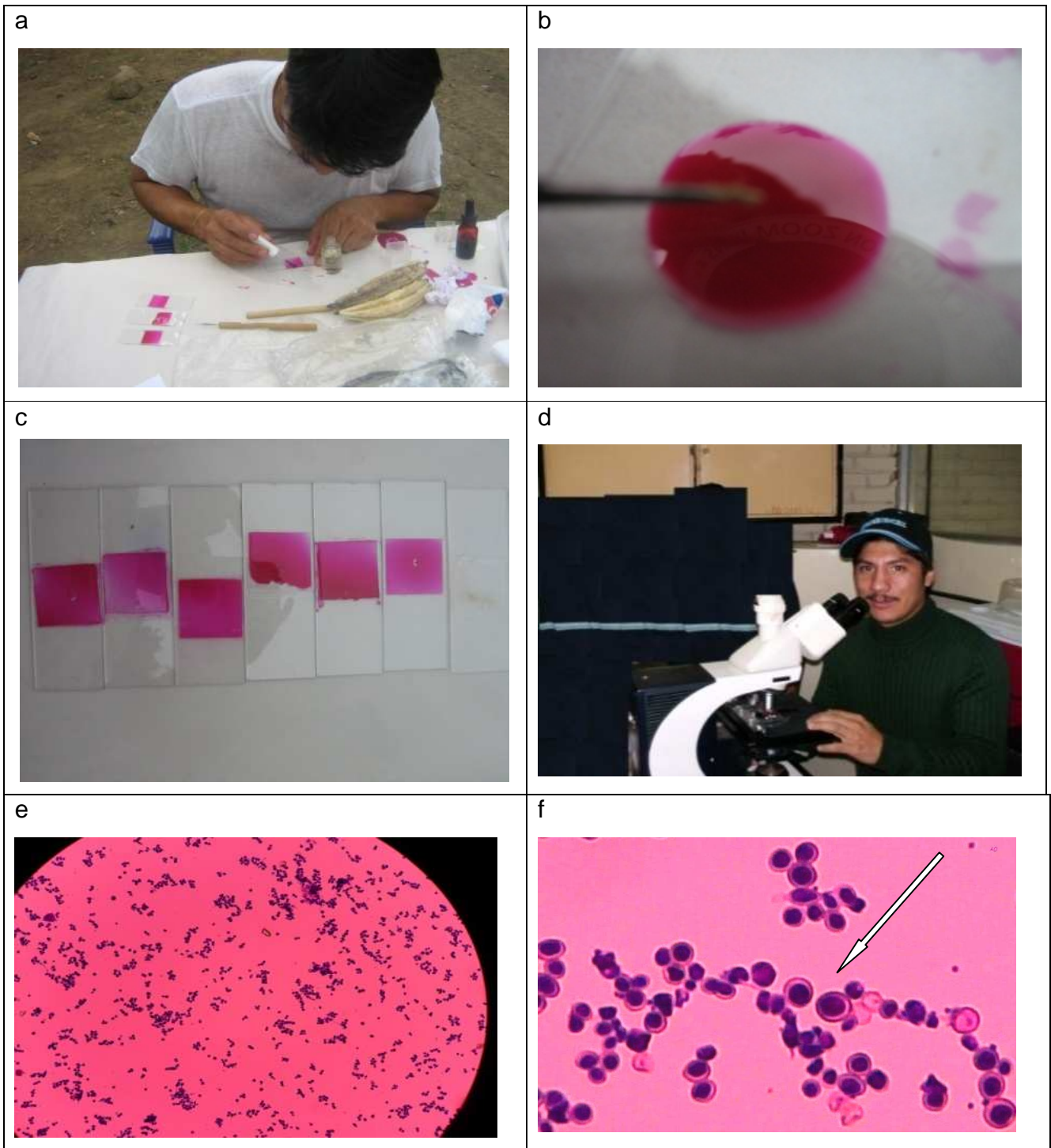


Figura 12 Pasos para realizar montajes de esporas de *Moniliophthora roreri*. a) raspado de fruto *in situ* para obtención de esporas. b) esporas depositadas en colorante para su vista en microscopio. c) sellado y etiquetado de los montajes. d) en el laboratorio de fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. e) vista de montaje con objetivo 10X. f) vista microscópica de esporas de *Moniliophthora roreri*, objetivo 40X. Fotos Alex Díaz.

En la Figura 12-f con la flecha blanca se señala los conidios (espora), de *Moniliophthora roreri*, este hongo pertenece a la clase Anamórfico, por que aun no se le conoce su estado perfecto (sexual) (CATIE) y reproduciéndose únicamente a través de células conidiogénicas las cuales dan origen a conidios (esporas) que constituyen el inóculo de la enfermedad; por ello cada una de los conidios se puede convertir en célula generadora de más conidios, lo que en algunos estudios han demostrados que una sola espora puede producir de 7 a 43 millones de estos conidios(CATIE) y devastar un gran porcentaje o toda un área de plantación, sino se cuentan con medidas de control tales como retirar los frutos enfermos, incinerar los desechos de cosechas para destruir las espora.

2.5.2. De la cuantificación de incidencia de la enfermedad moniliasis.

En el departamento de Alta Verapaz, municipio Santa María Cahabón, los valores de incidencia de moniliasis, fueron variables y dependientes del ambiente y la plantación afectada. En el estudio se determinó la incidencia de la enfermedad en cada parcela de cultivo en los diferentes muestreos realizados. Luego de obtener la información correspondiente, se encontró un valor de incidencia promedio para las comunidades de 20% es decir, por cada 100 % árboles cultivados existen 20 que presentan en sus frutos signos del patógeno y la sintomatología característica de la enfermedad moniliasis, siendo este porcentaje suficiente para ocasionar la pérdida de producción de una plantación. Los datos de las parcelas se presentan en el Cuadro 17.

Y en la parcela ubicada en la comunidad Chinajuc, donde se realiza un programa de prácticas culturales, que consistían en remover de las plantas con la enfermedad los frutos que presentaban patógeno y eliminarlos, en algunas ocasiones por quema y otras veces enterrándolos en un lugar apartado de la plantación, con el fin de evitar que la espora infectara más frutos, en otros árboles y el control de sombra; se observó disminución del 15% al 3% de incidencia de enfermedad, lo que indica que aplicando prácticas culturales se logra disminuir la incidencia de la enfermedad en una plantación.

De acuerdo con los resultados de incidencia obtenidos en el campo, se puede indicar que las comunidades San Martín Chichaj, Santa Rosa Chivité y Corozales, son las que presentan los mayores valores de la enfermedad en las áreas de cultivo, esto debido a que los terrenos tienen condiciones propicias para el desarrollo de la enfermedad y el inóculo inicial es alto, este aspecto puede ser visualizado en Gráficas de análisis espacial que se presentan en este documento. En este caso, el inóculo (espora), se presenta por la ubicación de la plantación que regularmente se da en laderas con pendientes arriba de los 30° grados de inclinación y por el ambiente que se presenta dentro de la plantación, en cuanto a temperatura, humedad, material hospedante, que como se mencionó es el fruto del cacao.

2.5.3. De los principales aspectos epidemiológicos.

Entre los principales aspectos epidemiológicos que influyen en el apareamiento, dispersión y favorecen el desarrollo de la enfermedad moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, en el municipio Santa María Cahabón, departamento Alta Verapaz, es bastante compleja. Es favorecida por diversos factores climáticos, de manejo agronómico, falta de resistencia genética, entre otro. Entre los principales aspectos que fueron observados e indicados por los agricultores se mencionan:

A. Uso de herramientas de labranza y de trabajo infestadas con el hongo.

En base a lo expuesto, por los dueños de parcelas productoras de cacao, al menos una de ellas fue contaminada a través de las herramientas de labranza, tales como navajas para injertar, machetes, cuchillas de cosecha, ya que al entrar en contacto estas con plantas enfermas o con frutos que presentan esporas del hongo y luego al entrar en contacto con otro fruto, árbol o plantación, se contaminó con la espora transportada en la herramienta de labranza. Así mismo cabe mencionar que también se presenta el transporte de inóculo por los animales, en cuanto se posan en las plantaciones que presentan inóculo, para comer y en sus patas, picos o plumas llevan la espora, la cual al posarse en otras plantaciones son depositadas en el tejido de los frutos e infectando así a otras plantaciones, y por los hombres, en cuanto se detienen en algunas plantaciones que tienen la enfermedad y estos al

descansar cerca de árboles infectados, se llevan en la ropa, calzado, morrales; etc., las esporas y al visitar otras plantaciones sanas, las contagian, y en general, no se toman medidas tendientes a evitar el traslado de la espora, por estos medios de un terreno a otro, algo que ha incrementado el problema.

B. Mal manejo de subproductos post-cosecha y rastrojo de frutos de cacao infectados.

Rastrojos y frutos de rechazo provenientes de plantas infectados por el hongo en su mayoría son colocados en extremos de áreas de siembra o en riveras de ríos. Esto permite que el agua de escorrentillas dirija el contenido de esos frutos y rastrojos enfermos a los afluentes de agua, de esa manera, aguas de los ríos y otras fuentes son contaminadas. Posteriormente nuevas áreas para siembra son infestadas cuando otros agricultores las utilizan como agua para riego.

C. Falta de implementación de medidas de exclusión.

En las plantaciones de cacao que fueron visitadas en campo abierto, los agricultores no utilizan ningún tipo de saneamiento en las herramientas de labranza, ni en su vestuario o en sus cuerpos, lo cual es una práctica muy importante de realizar y ayuda a evitar el ingreso de la moniliasis a nuevas áreas de cultivo libres de este hongo, algo que debe implementarse en aquellos terrenos que están libres de la enfermedad.

2.5.4. Análisis temporal de la enfermedad moniliasis.

En el Cuadro 17, se observa un resumen de los datos obtenidos de los muestreos realizados en cinco comunidades del Municipio de Santa María Cahabón, se muestra que las 5 comunidades están infectadas con el hongo *Moniliophthora roreri*, y que en 4 de ellas se incrementó la enfermedad y una comunidad Chinajuc, en la que se observa una baja en la cantidad de árboles infectados, esto debido en que dicha comunidad se implementó un programa de manejo de poda, remoción y destrucción de frutos enfermos, manejo de sombra y ventilación la cual permite que la humedad en el ambiente disminuya, siendo estas

condiciones necesarias para que el patógeno se desarrolle, y al no estar presente estas condiciones la infección disminuyó.

CUADRO 2 Resumen de datos obtenidos de árboles con enfermedad moniliasis, en plantaciones de cacao de 5 comunidades de Santa María Cahabón.

Saquiá				
Muestreo	Fecha	Días	Cantidad de árboles	%
1	27/02/2007	0	16	10
2	06/03/2007	8	18	11
3	07/04/2007	49	27	17
4	08/05/2007	76	40	25
San Martín Chichaj				
Muestreo	Fecha	Días	Cantidad de árboles	%
1	08/03/2007	0	11	7
2	15/03/2007	7	23	14
3	26/04/2007	30	37	23
4	17/05/2007	45	46	29
Santa Rosa Chivité				
Muestreo	Fecha	Días	Cantidad de árboles	%
1	07/03/2007	0	13	8
2	28/03/2007	22	27	17
3	11/04/2007	52	33	21
4	13/06/2007	97	44	28
Corozales				
Muestreo	Fecha	Días	Cantidad de árboles	%
1	06/03/2007	0	3	2
2	20/03/2007	15	9	6
3	15/05/2007	40	18	11
4	20/06/2007	75	40	25
Chinajuc				
Muestreo	Fecha	Días	Cantidad de árboles	%
1	21/03/2007	0	24	15
2	24/04/2007	33	17	11
3	23/05/2007	62	9	6
4	30/05/2007	99	4	3

Luego de la toma de datos, se analizaron tomando en cuenta el número de árboles infectados y los días en que aparecieron, para determinar cómo se comportó el avance de la enfermedad a través del tiempo en las distintas comunidades.

A. Análisis temporal de la enfermedad moniliasis en la comunidad Saquijá.

Al estudiar la enfermedad en la comunidad del municipio de Santa María Cahabón del departamento Alta Verapaz, donde se estableció una parcela de estudio en una plantación de cacao donde está presente la enfermedad moniliasis, en condiciones de campo abierto, para analizar un estudio temporal se realizaron 4 lecturas de incidencia de la enfermedad a los 0, 7, 49, 76 días después de la primera toma de datos, con incidencia de moniliasis de 10, 11, 17, 25 respectivamente, y mediante el análisis de estos resultados con la utilización de Epimodel (programa de computación de Modelos Epidemiológicos), el modelo lineal, con la ecuación $y = 0.003x^2 + 0.060x + 16.56$ y $R^2 = 0.997$, fue el que mejor se acopló a esta serie de datos, se utilizó el cuadrado medio del error 0.014, el coeficiente de determinación de 0.982 y gráficos de datos observado versus predicho en su elección (Figura 13-A).

B. Análisis temporal de la enfermedad moniliasis en la comunidad San Martín Chichaj.

En la comunidad de San Martín Chichaj del municipio de Santa María Cahabón del departamento Alta Verapaz, donde se estableció una parcela de estudio en una plantación de cacao donde se presenta la enfermedad moniliasis, se realizaron 4 lecturas de incidencia de la enfermedad a los 0, 15, 30, 45 días después de la primera toma de datos, con incidencia de moniliasis de 7, 14, 23, 29 % respectivamente mediante el análisis de estos resultados, con la utilización de Epimodel (programa de computación de Modelos Epidemiológicos), el modelo lineal, con la ecuación $y = -0.003x^2 + 0.943x + 10.65$ y $R^2 = 0.996$ fue el que mejor se acopló a esta serie de datos, se utilizó el cuadrado medio del error 0.014, el coeficiente de determinación de 0.982 y gráficos de datos observado versus predicho para su elección (Figura 13-B).

C. Análisis temporal de la enfermedad moniliasis en la comunidad Santa Rosa Chivité.

En la comunidad de Santa Rosa Chivité, del municipio de Santa María Cahabón del departamento Alta Verapaz, se estableció una parcela de estudio en una plantación de cacao donde se presenta la enfermedad moniliasis, se realizaron 4 lecturas de incidencia de la enfermedad a los 0, 22, 52, 97 días, después de la primera toma de datos, con incidencia de moniliasis de 8, 17, 21, 28 % respectivamente mediante el análisis de estos resultados, con la utilización de Epimodel (programa de computación de Modelos Epidemiológicos), el modelo lineal, con la ecuación $y = -0.002x^2 + 0.507x + 14.19$ y $R^2=0.976$ fue el que mejor se acopló a esta serie de datos, utilizando el cuadrado medio del error 0.025, el coeficiente de determinación de 0.939 y gráficos de datos observado versus predicho en su elección (Figura 13-C).

D. Análisis temporal de la enfermedad moniliasis en la comunidad Corozales.

En la comunidad de Corozales del municipio de Santa María Cahabón del departamento Alta Verapaz, donde se estableció una parcela de estudio en una plantación de cacao donde se presenta la enfermedad moniliasis, se realizaron 4 lecturas de incidencia de la enfermedad a los 0, 15, 40, 75 días después de la primera toma de datos, con incidencia de moniliasis de 2, 6, 11, 25 % respectivamente mediante el análisis de estos resultados, con la utilización de Epimodel (programa de computación de Modelos Epidemiológicos), el modelo lineal, con la ecuación $y = 0.003x^2 + 0.256x + 3.487$ y $R^2= 0.998$ fue el que mejor se acopló a esta serie de datos, se utilizó el cuadrado medio del error 0.019, el coeficiente de determinación de 0.976 y gráficos de datos observado versus predicho para su elección (Figura 13-D).

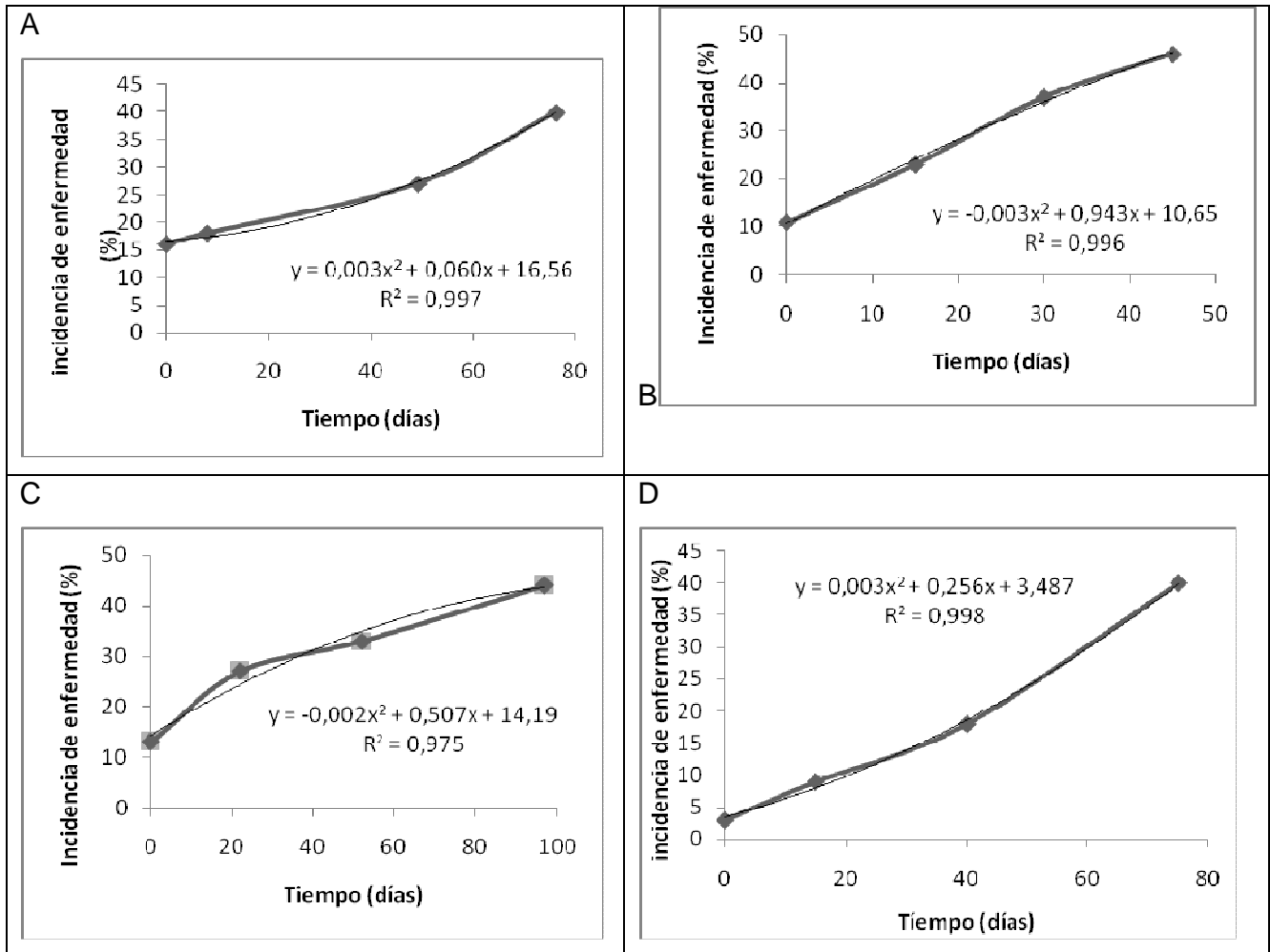


Figura 13 Gráfica de curvas de progreso de la enfermedad moniliasis en cuatro comunidades del municipio Santa María Cahabón, de Alta Verapaz; A. Porcentaje de incidencia de enfermedad moniliasis en cacao en el tiempo en la comunidad Saquijá. B. Porcentaje de incidencia de enfermedad moniliasis en cacao en el tiempo en la comunidad San Martín Chichaj. C. Porcentaje de incidencia de enfermedad moniliasis en cacao en el tiempo en la comunidad Santa Rosa Chivité. D. Porcentaje de incidencia de enfermedad moniliasis en cacao en el tiempo en la comunidad Corozales.

2.5.5. Análisis espacial de la enfermedad moniliasis.

Las variaciones de la incidencia de la enfermedad moniliasis de cómo ocurrió en espacio en el campo fue estudiada para este patosistema, en parcelas de cacao establecidas dentro de las plantaciones de agricultores, que pertenecen a la asociación ADIPKAKAW.

Se consideró las plantas que presentaban frutos infectados con moniliasis, para el estudio del avance de la enfermedad en campos de cultivo donde existe la enfermedad, de manera periódica con los datos se realizaron mapas y gráficos en el cual se usó el programa Surfer 6 (Surface Mapping System), y en el análisis de los datos para determinación de los Índices de Dispersión de Lloyd y Morisita, se utilizó el programa MorLloyd de Mora, de la Universidad de Chapingo, con matrices de 16 hileras X 10 surcos.

A. Análisis espacial de la enfermedad moniliasis en la comunidad Saquijá.

La incidencia de moniliasis en la localidad de Saquijá, Santa María Cahabón, Alta Verapaz, en donde se ubicó 1 parcela de estudio de febrero a junio 2007 se realizaron 4 lecturas a los 0, 8, 49, 76 días, de acuerdo al análisis de los datos y basado en los índices de dispersión de Lloyd y Morisita, la epidemia para las condiciones de la parcela, en la fase de 0-49 días, la enfermedad se observó de manera agregada, mientras que a partir del día 49 hasta la última información, se manifestó uniforme en toda la plantación de cacao, esto permite indicar que el inóculo inicial en esta condición aparece en focos y conforme la enfermedad incrementa se torna uniforme, algo que acontece en las enfermedades del tipo policíclico, en donde existe generación de inóculo secundario, el cual es importante para regenerar más ciclos de la enfermedad.

Este comportamiento evolutivo de la enfermedad observada en la comunidad Saquijá de Cahabón, Alta Verapaz se presenta en la Figura 14. Esta representación permite ver de una manera más clara el avance e intensidad de la enfermedad moniliasis causada por hongo *Moniliophthora roreri* en la comunidad Saquijá, es un mapa de la distribución espacial de la enfermedad en dicha parcela visualizada en los diferentes tiempos muestreo a partir de donde fue iniciada la cuantificación de la enfermedad. En la Figura 14-A puede observarse

un esquema que presenta las plantas al momento de la primer lectura, las plantas de cacao se encontraban con focos de árboles con frutos que presentaban síntomas de enfermedad, mientras, 7 días después en la segunda lectura, Figura 14-B se observó incremento de los focos de infección del hongo y se representa con rojo las plantas enfermas con frutos moniliasis, posteriormente a los 49 días en la tercera toma de datos, Figura 14-C, la enfermedad incremento a partir de pocos focos de forma agregada a casi toda la plantación es decir uniforme igual como ocurrió a los 76 días en la cuarta toma de datos, Figura 14-D.

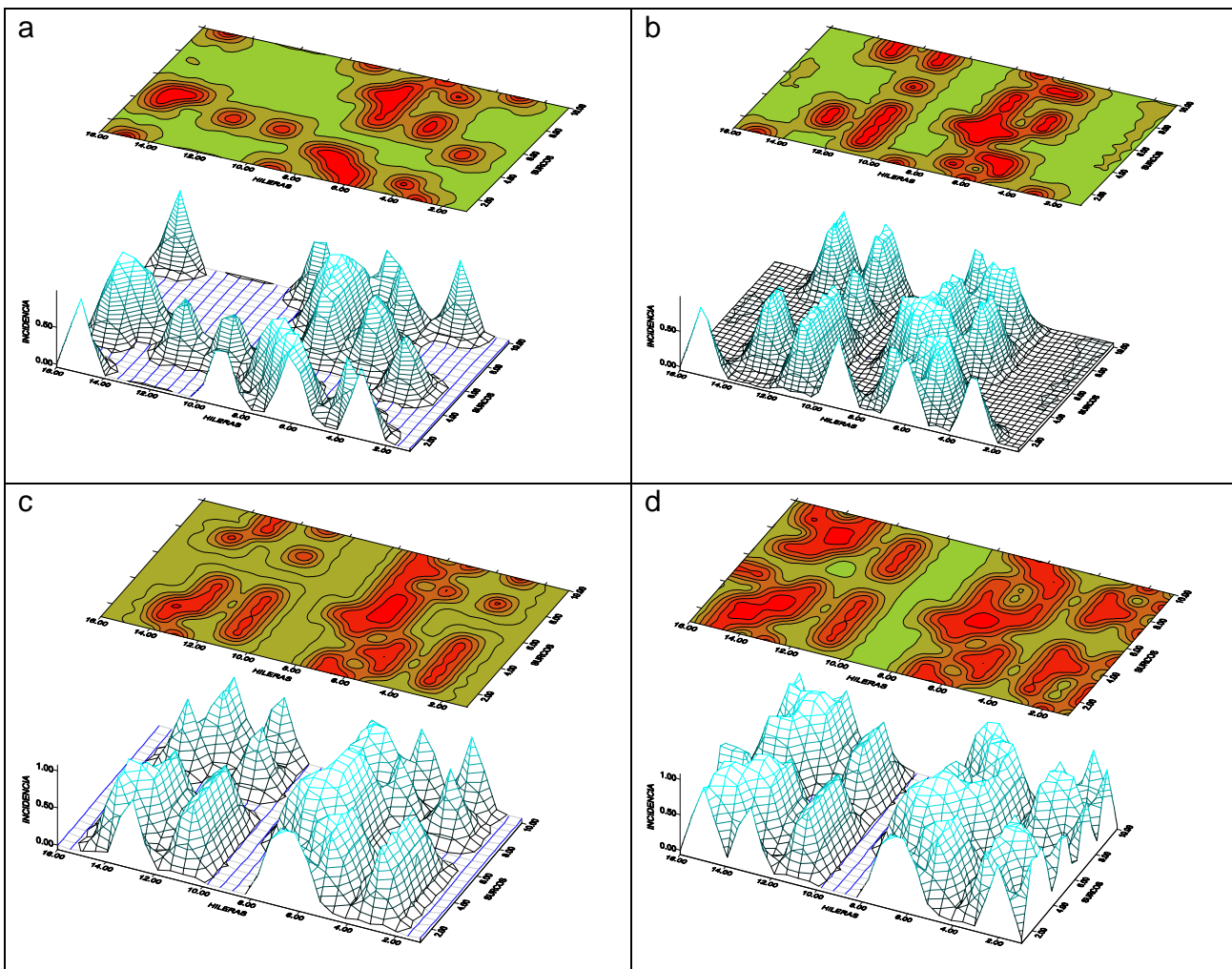


Figura 14 Análisis espacial de la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* en cacao en la comunidad Saquijá, Cahabón, Alta Verapaz, a) Plantación al inicio del muestreo. b) Parcela mostrada en dos dimensiones y tres dimensiones a los 8 días del inicio del muestreo, c) Parcela a los 49 días del inicio del muestreo, d) cultivo a los 76 días después del inicio del muestreo.

B. Análisis espacial de la enfermedad moniliasis en la comunidad San Martín Chichaj.

La incidencia de moniliasis en la localidad de San Martín Chichaj, en Cahabón, Alta Verapaz, en donde se ubicó 1 parcela de estudio de febrero a junio 2007 se realizaron 4 lecturas a los 0, 7, 30, 45 días, de acuerdo al análisis de los datos y basado en los índices de dispersión de Lloyd y Morisita, la epidemia se observó de manera agregada. Durante los muestreos realizados en toda la plantación de cacao, esto permite indicar que el inóculo inicial en esta condición aparece en focos y conforme la enfermedad incrementa se torna uniforme, lo que acontece en las enfermedades del tipo policíclico, en donde existe generación de inóculo secundario el cual es importante para regenerar más ciclos de la enfermedad. La Gráfica 13-B muestra el incremento en porcentaje de la enfermedad.

Este comportamiento evolutivo de la enfermedad observada en la comunidad San Martín Chichaj de Cahabón, Alta Verapaz se presenta en la Figura 15, la representación permite ver de una manera más clara el avance e intensidad de la moniliasis causada por hongo *Moniliophthora roreri* en la comunidad San Martín Chichaj, es un mapa de la distribución espacial de la enfermedad en dicha parcela visualizada en los diferentes muestreos. En la Figura 15-A puede observarse un esquema que presenta las plantas al momento de la primera lectura, las plantas de cacao se encontraban con focos de árboles con frutos que presentaban síntomas de enfermedad, entre tanto, 7 días después en la segunda y a los 30 días en la tercera lectura, Figura 15-B y Figura 15-C, se observó incremento de los focos de infección del hongo y se representa con rojo las plantas enfermas con moniliasis, a los 45 días se torna en uniforme como se observa en la Figura 15-D.

En la comunidad de San Martín Chichaj, Figura 13, se observa que en un lapso de 45 días, aumento el porcentaje de plantas infectadas de 7% a 29%, aumentando 22% con respecto al inicio de la toma de datos, determinando que esta plantación fue la que mayor incremento mostro a consecuencia de un camino que le atravesaba, con lo cual quedaba más expuesta a los embates del viento, con lo que la espora podía ser trasladada a más árboles.

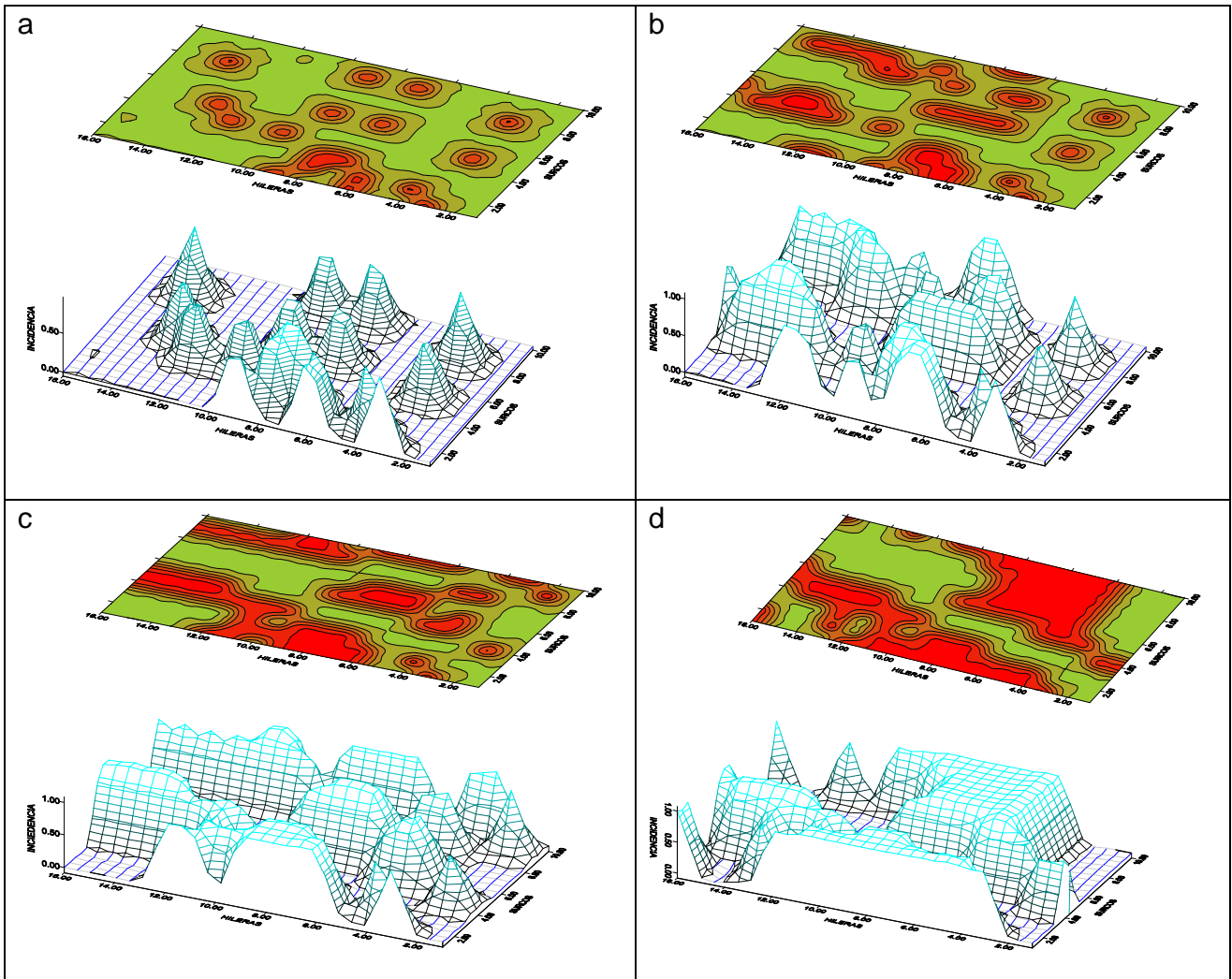


Figura 15 Análisis espacial de la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* en cacao, en la comunidad San Martín Chichaj, Cahabón, Alta Verapaz, a) Plantación al inicio del muestreo. b) Parcela mostrada en dos dimensiones y tres dimensiones a los 7 días del inicio del muestreo, c) Parcela a los 30 días del inicio del muestreo, d) cultivo a los 45 días después del inicio del muestreo.

C. Análisis espacial de la enfermedad moniliasis en la comunidad Santa Rosa Chivité.

La incidencia de moniliasis en la localidad de Santa Rosa Chivité, en Cahabón, en la parcela establecida para estudio de febrero a junio 2007 y donde se realizaron 4 lecturas a los 0, 22, 52, 97 días, de acuerdo al análisis de los datos y basado en los índices de dispersión de Lloyd y Morisita, la epidemia se observó de manera agregada. Durante los muestreos realizados en toda la plantación de cacao, esto permite indicar que el inóculo inicial en esta condición aparece en focos y conforme la enfermedad incrementa se torna uniforme, lo que acontece en las enfermedades del tipo policíclico, en donde existe generación de inóculo secundario el cual es importante para regenerar más ciclos de la enfermedad. La Gráfica 13-C muestra el incremento en porcentaje de la enfermedad.

En la comunidad de Santa Rosa Chivité, (Figura 13, cuadro C), en un lapso de 97 días, aumento el porcentaje de plantas infectadas de 8% a un 28%, aumentando 20% con respecto al inicio de la toma de datos. Este comportamiento evolutivo de la enfermedad observada en Santa Rosa Chivité, se presenta en la Figura 16, la representación permite ver el avance de intensidad de la moniliasis causada por hongo *Moniliophthora roreri*, en un mapa de la distribución espacial de la enfermedad en dicha parcela visualizada en los diferentes muestreos. En la Figura 16-A y Figura 16-B, puede observarse un esquema que presenta las plantas al momento de la primera y segunda lecturas, las plantas de cacao se encontraban con focos de árboles con frutos que presentaban síntomas de enfermedad, entre tanto, 52 días en la tercera lectura, Figura 16-C, se observó incremento de los focos de infección del hongo y se representa con rojo las plantas enfermas con moniliasis, a los 97 días se torna en uniforme como se observa en la Figura 16-D.

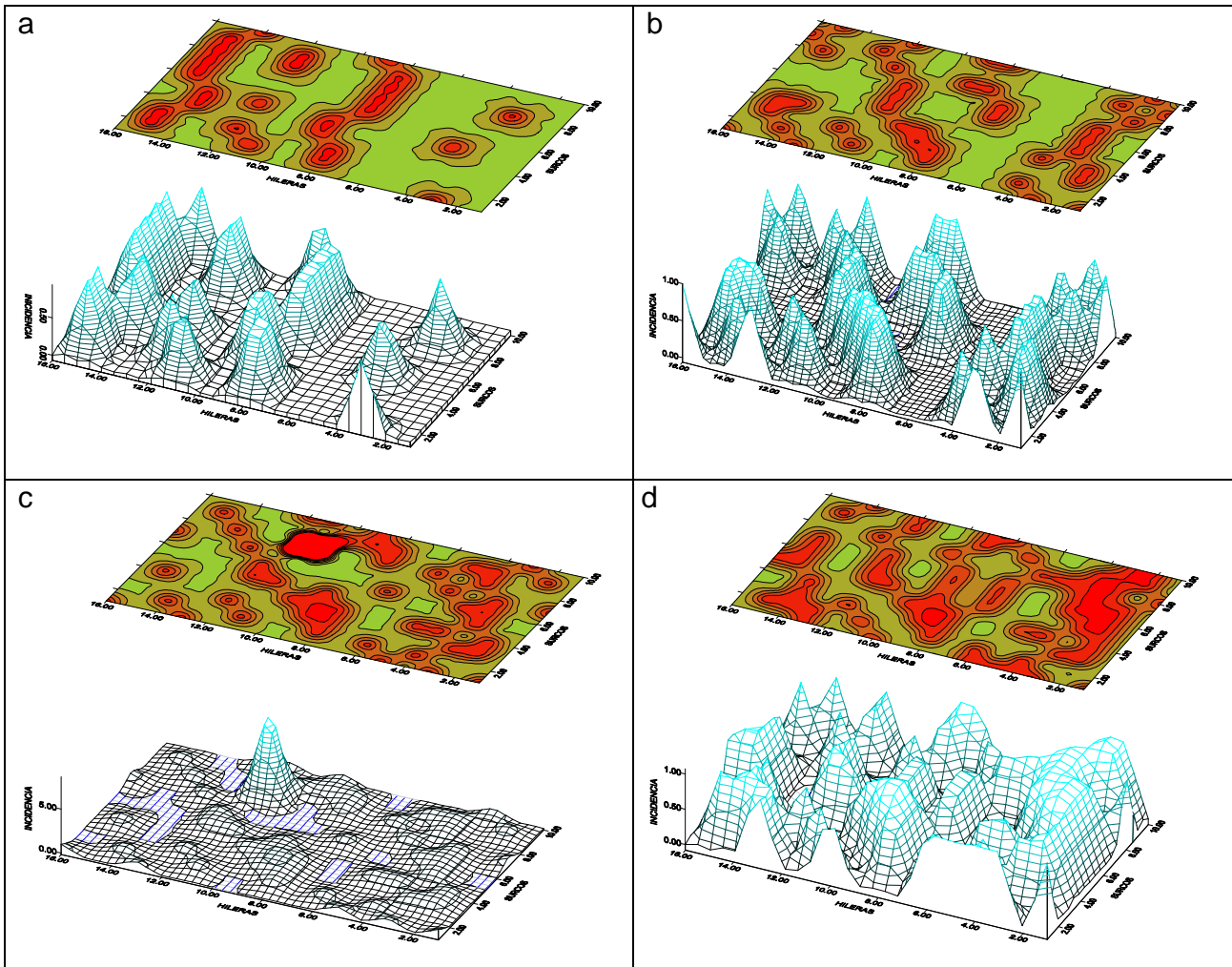


Figura 16 Análisis espacial de la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* en cacao, en la comunidad San Rosa Chivité, Cahabón, Alta Verapaz, a) Plantación al inicio del muestreo. b) Parcela mostrada en dos dimensiones y tres dimensiones a los 22 días del inicio del muestreo, c) Parcela a los 52 días del inicio del muestreo, d) cultivo a los 97 días después del inicio del muestreo.

D. Análisis espacial de la enfermedad moniliasis en la comunidad Corozales.

La incidencia de moniliasis en la localidad de Corozales, comunidad ubicada en Cahabón, Alta Verapaz, en la cual se ubicó 1 parcela de estudio de febrero a junio 2007 se realizaron 4 lecturas a los 0, 15, 40, 75 días, de acuerdo al análisis de los datos y basado en los índices de dispersión de Lloyd y Morisita, la epidemia se observó de manera agregada. Durante los muestreos realizados en toda la plantación de cacao, esto permite indicar que el inóculo inicial en esta condición aparece en focos y conforme la enfermedad incrementa se torna uniforme, lo que acontece en las enfermedades del tipo policíclico, en donde existe generación de inóculo secundario el cual es importante para regenerar más ciclos de la enfermedad. La Gráfica 13-D muestra el incremento en porcentaje de la enfermedad.

Este comportamiento evolutivo de la enfermedad observada en Corozales, Alta Verapaz, se presenta en la Figura 17, en ella se ve de una manera más clara el avance de intensidad de la moniliasis causada por hongo *Moniliophthora roreri*, en esa plantación dando un mapa de la distribución espacial de la enfermedad en dicha parcela visualizado en los diferentes muestreos. En la Figura 17-A puede observarse un esquema que presenta las plantas al momento de la primera lectura, las plantas de cacao se encontraban con focos de árboles con frutos que presentaban síntomas de enfermedad, entre tanto, 15 días en la segunda lectura, Figura 17-B, en la Figura 17-C, se observó incremento de los focos de infección del hongo y se representa con rojo las plantas enfermas con moniliasis, a los 75 días se torna en uniforme como se observa en la Figura 17-D.

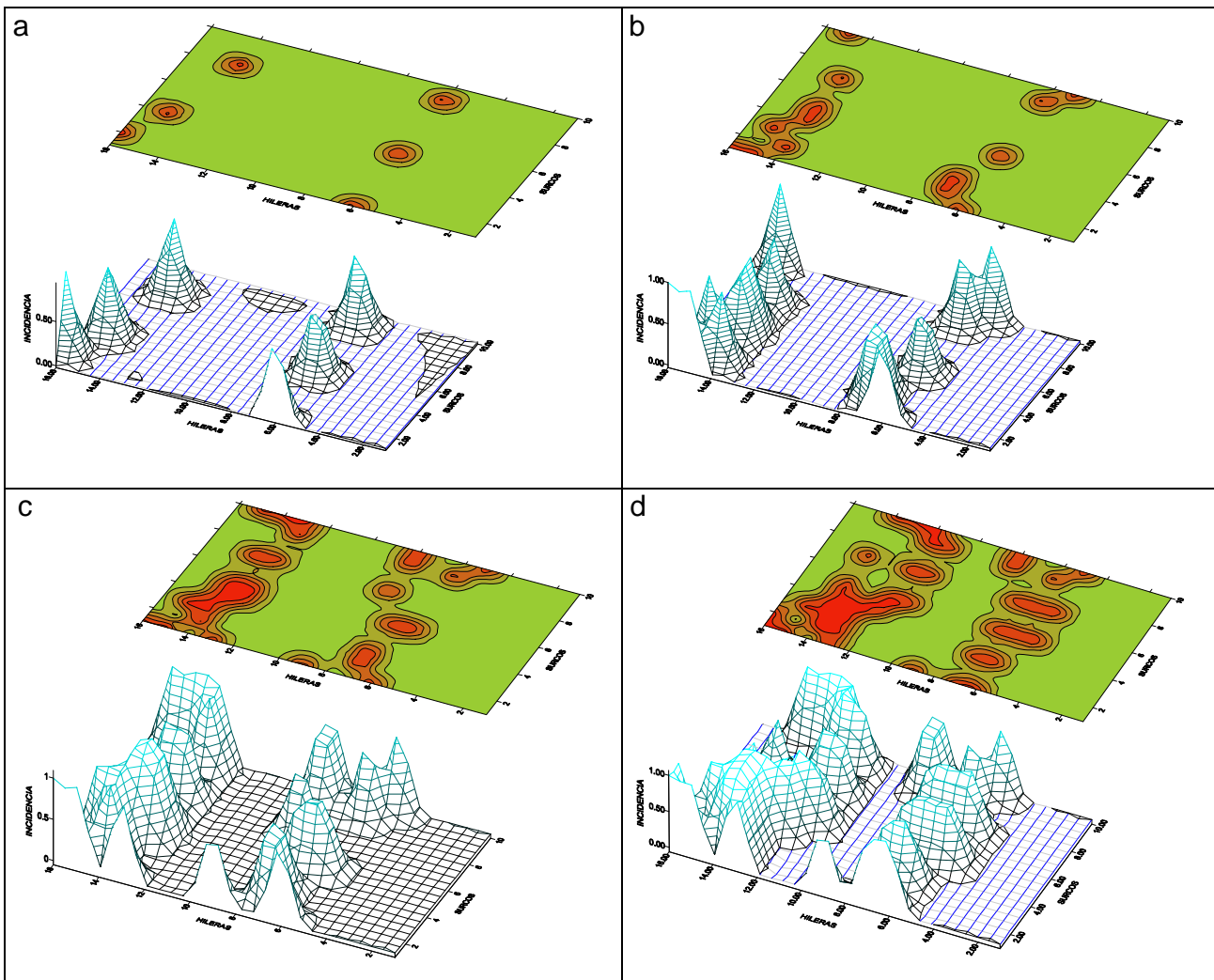


Figura 17 Análisis espacial de la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* en cacao, en la comunidad Corozales, Cahabón, Alta Verapaz, a) Plantación al inicio del muestreo. b) Parcela mostrada en dos dimensiones y tres dimensiones a los 15 días del inicio del muestreo, c) Parcela a los 40 días del inicio del muestreo, d) cultivo a los 75 días después del inicio del muestreo.

2.5.6. Caso especial comunidad Chinajuc.

A. Análisis Temporal de la enfermedad moniliasis en la comunidad Chinajuc.

En la comunidad Chinajuc, del municipio de Santa María Cahabón del departamento Alta Verapaz, se estableció una parcela de estudio en una plantación de cacao que presenta la enfermedad moniliasis, se realizaron 4 lecturas de incidencia de la enfermedad a los 0, 33, 62, 99 días después de la primera toma de datos, con incidencia de moniliasis del 15, 11, 6, 3% respectivamente mediante el análisis de estos resultados, con la utilización de Epimodel (programa de computación de Modelos Epidemiológicos), el modelo lineal, con la ecuación $y = 0.000x^2 - 0.272x + 24.30$ y $R^2 = 0.992$, fue el que mejor se acopló a esta serie de datos, se utilizó el cuadrado medio del error 0.059, el coeficiente de determinación de 0.981 y gráficos de datos observado versus predicho en su elección, Figura 18.

B. Análisis espacial de la enfermedad moniliasis en la comunidad Chinajuc.

La incidencia de moniliasis en la comunidad Chinajuc, en Cahabón, Alta Verapaz, en donde se ubicó 1 parcela de estudio de febrero a junio 2007 se realizaron 4 lecturas a los 0, 33, 62, 99 días, de acuerdo al análisis de los datos y basado en los índices de dispersión de Lloyd y Morisita, la epidemia se observó de manera agregada. Durante los muestreos realizados en esta plantación de cacao, se debe conocer que durante este tiempo se implementó por parte del propietario un programa de manejo y control de la enfermedad por lo que al principio, la enfermedad estaba de manera uniforme en la parcela y conforme paso el tiempo se determinó que llegó a ser por focos o agregado, lo que aconteció es que el programa de manejo hizo efecto en la parcela ya que la incidencia fue disminuyendo comparada con la que se tenía al inicio de la toma de datos. La Figura 18 muestra el decremento en porcentaje de la enfermedad.

Este comportamiento evolutivo de la enfermedad observada en la comunidad Chinajuc de Cahabón, Alta Verapaz se presenta en la Figura 18, permite ver claramente la disminución en la intensidad de la moniliasis causada por hongo *Moniliophthora roreri* en la parcela establecida en la comunidad Chinajuc, éste es un mapa de la distribución espacial de la enfermedad en dicha parcela visualizada en los diferentes muestreos. En la Figura 19-A se

observa el diseño que presenta las plantas en la primera lectura, las plantas de cacao se encontraban enfermas de forma casi uniforme luego, 33 días en la segunda lectura, Figura 19-B, se observó decremento de la uniformidad, en la tercera lectura Figura 19-C, a los 99 días se tornó en unos cuantos focos los que se pueden observar en la Figura 19-D. Con respecto al inicio de la toma de datos, se aprecia en esta localidad, que se logró disminuir la cantidad de árboles dañados, debido al programa de prácticas culturales, que consistían en remover de las plantas con la enfermedad los frutos que presentaban patógeno y eliminarlos, en algunas ocasiones por quema y otras veces enterrándolos en un lugar apartado de la plantación, con el fin de evitar que la espora infectara más frutos, en otros árboles.

Chinajuc:

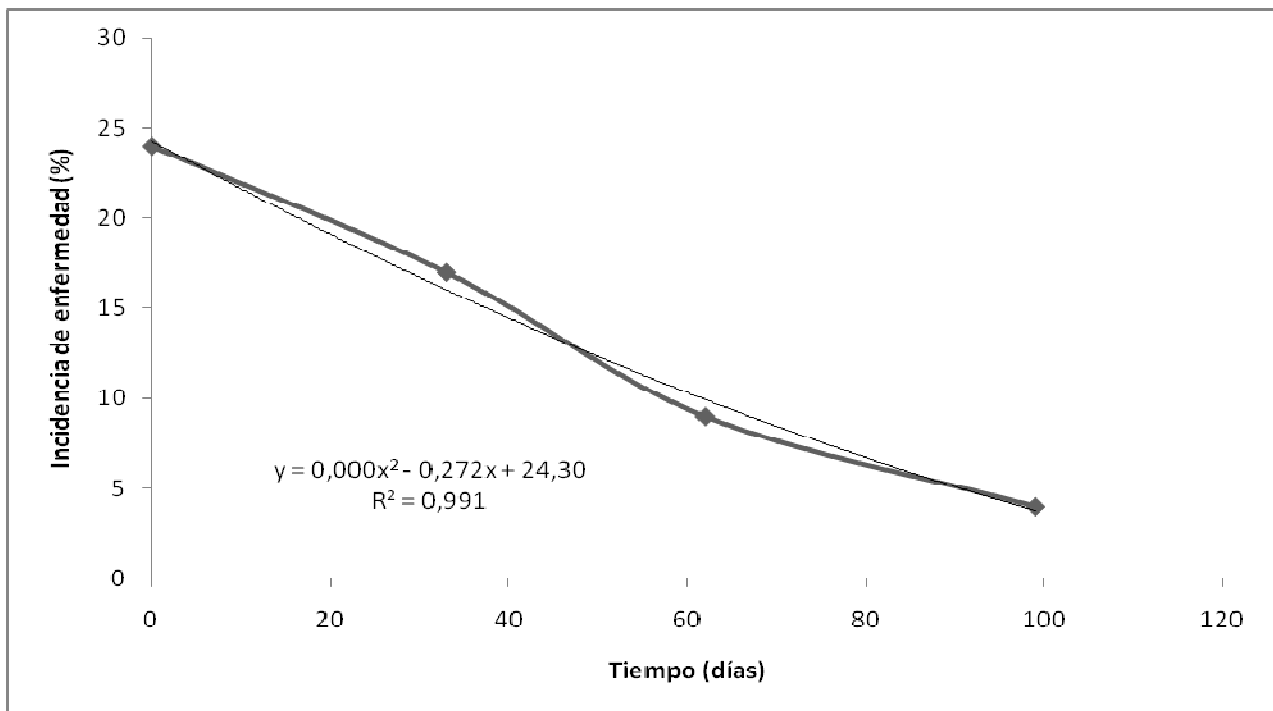


Figura 18 Gráfica de incidencia de enfermedad moniliasis, a través del tiempo en la Comunidad de Chinajuc.

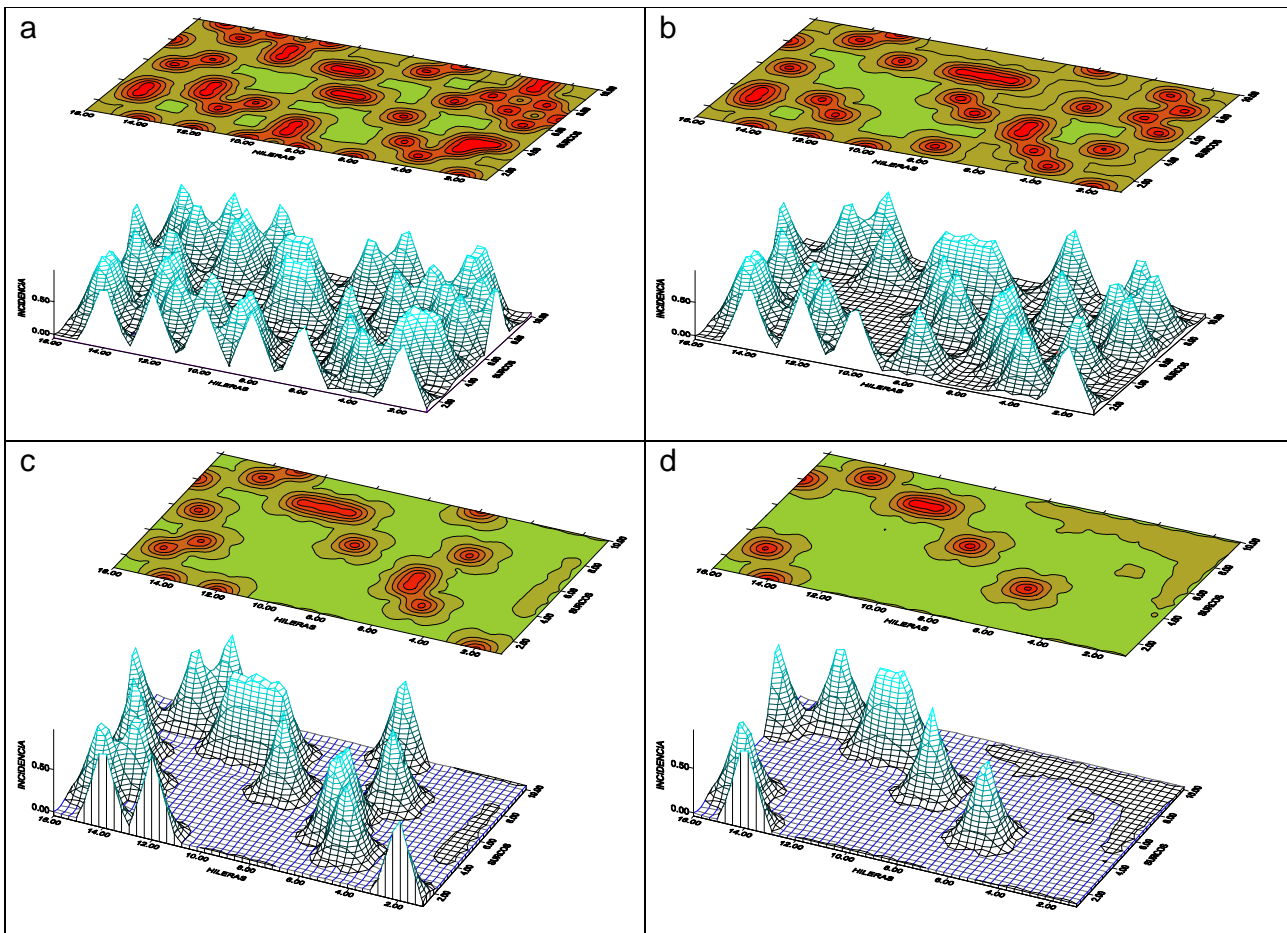


Figura 19 Análisis espacial de la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* en cacao, en la comunidad Chinajuc, Cahabón, Alta Verapaz, a) Plantación al inicio del muestreo. b) Parcela mostrada en dos dimensiones y tres dimensiones a los 33 días del inicio del muestreo, c) Parcela a los 62 días del inicio del muestreo, d) cultivo a los 99 días después del inicio del muestreo.

2.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.6.1. Conclusiones

Se determinó la presencia de la enfermedad moniliasis, producida por el hongo *Moniliophthora roreri*, en el municipio Santa María Cahabón, Alta Verapaz.

La incidencia de la enfermedad moniliasis en promedio es de 20%, es decir, de cada 100 árboles existentes, 20 presentan la enfermedad moniliasis, la enfermedad se manifestó en todos los estadios de frutos (inmaduro a maduro), acentuándose en la época de lluvia y se agravó por el abandono de las plantaciones, mostrando una incidencia de hasta un 90%.

En la comunidad Chinajuc, se observó que debido a la implementación de un programa de podas de manejo y mantenimiento de sombra, remoción de frutos infectados y existe adecuada ventilación, la incidencia de frutos con patógeno en las plantas disminuyó de un 15% a 3% en un período de 99 días, lo que evidencia efectividad de las podas y remoción de frutos para disminuir la incidencia de patógeno en las áreas afectadas.

En el análisis temporal de la enfermedad, el modelo que se ajustó a la serie de datos de incidencia obtenidos en el estudio de la enfermedad moniliasis en las diferentes parcelas establecidas en el municipio Santa María Cahabón, Alta Verapaz fue el linear.

Para el cultivo de cacao la distribución espacial de la moniliasis en el municipio de Cahabón Guatemala, según los índices de dispersión de Lloyd y Morisita, se presenta de manera agregada o en focos en las primera y segunda y tercera toma de datos de la parcela se uniformiza con el avance del desarrollo de la enfermedad y ciclo del cultivo.

Entre los principales aspectos epidemiológicos que influyen el apareamiento y dispersión de la enfermedad se mencionan por animales, el hombre a través de sus herramientas de labranza sin considerar factores de riesgo, no se implementa la desinfestación de herramientas, zapatos, ropa, bicicletas, y de todo implemento utilizado en labores agrícolas.

Además se realiza un mal manejo de material vegetal postcosecha y frutos de rechazo provenientes de plantas infectadas por el hongo. En su mayoría solo son colocadas en los extremos de las áreas de siembra sin su incineración, factor importante en la formación de inóculo secundario.

Los agricultores en general no conocen la biología de *Moniliophthora roreri*, y no realizan medias de exclusión. Todo esto favorece a la introducción y dispersión del hongo a nuevas áreas productivas.

2.6.2. Recomendaciones

En Guatemala principalmente en la Costa Sur hay plantaciones de cacao que aun no revelan la presencia de la enfermedad, por lo que se hace necesario promover por parte de las autoridades de la Unidad de Normas y Regulaciones del MAGA, para que divulguen esta información, con el fin de que los sectores productores de cacao, conozcan de esta enfermedad e implementen medidas de exclusión que permitan evitar el contagio de esta enfermedad o el traslado de material contaminado.

Capacitar a los productores de cacao, en programas de manejo de sombra a través de podas, para reducir la humedad en el ambiente, factor necesario para que el hongo se reproduzca y tener controlada la enfermedad moniliasis, también un manejo de residuos de cosecha y de programas de divulgación de la enfermedad, para evitar que esta se disemine en plantaciones establecidas en las regiones donde exista este cultivo.

También se hace necesario un monitoreo constante del avance de la enfermedad, dentro de las plantaciones establecidas cerca de estas localidades, promoviendo investigaciones que determinen las medidas de control necesarias para evitar nuevos ciclos de enfermedad, que provean nuevas fuentes de inóculo, así mismo las vías de traslado y contagio de esta.

Realizar un programa de rehabilitación de las plantaciones, con técnicas como la resiembra de variedades resistentes o usar injertos de variedades resistentes a la enfermedad al momento de establecer el cultivo en una localidad, así como establecer un programa de manejo de residuos de las plantaciones anteriores.

Se recomienda el manejo de restos de cosechas así como la recolección de frutos infectados para su incineración y destrucción inmediata, ya que al no hacerlo estos se convierten en una fuente de inóculo.

2.7. BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPRONT (Asociación de Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales de Guatemala, GT). 2002. Manual del cultivo del cacao. Guatemala. 81 p.
2. Arciniegas Leal, A. M (CR), 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE (en línea). Costa Rica. Consultado 16 set 2006 Disponible en : <http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document-research-center/documents/Arcinegas2005.pdf>
3. Biothemen.de 2006. Kakao und Schokolade (en línea). Alemania. Consultado 11 set 2006. Disponible en: http://www.biothemen.de/Qualitaet/tropen/kakao_schokolade.html
4. CATIE, CR. 2005. Identificación y control de la moniliasis del cacao (en línea). Costa Rica. Consultado 18 set 2006. Disponible en http://www.catie.ac.cr/econegociosagricolas/BancoMedios/documentos%20PDF/RDE_TE_C_TEC_MONILIASIS_DEL_CACAO.pdf
5. Eger, E. 2006. Situación del cacao en Guatemala (entrevista). Guatemala, MAGA, Gerente de Asistencia Técnica Sistema Desarrollo Local del Cacao.
6. Engormix.com 2006. Cacao: enfermedades (en línea). México. Consultado 12 set 2006. Disponible en http://www.engormix.com/cacao_enfermedades__s_articulos_762_AGR.htm
7. Epimodel: programa computacional para modelos de epidemias no alineadas. 2008. Guatemala. 1 CD.
8. FHIA (Fundación Hondureña de Investigaciones Agrícolas, HN). 2004. Identificación y control de la moniliasis del cacao. San Pedro Sula, Honduras. Consultado 07 set 2006. Disponible en: www.fhia.org.hn
9. Golden Soft, US. 2008. Surfer 32 (Surface Mapping System, US) : programa computacional para realizar gráficos. Estados Unidos de América. 1 CD.
10. ICCO (International Cocoa Organization, PE). 2005. Estadística del cacao en Perú (en línea). Consultado 19 set 2006. Disponible en: <http://www.icco.org>
11. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 2006. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. p. 75-80.
12. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2007. Listado de especies forestales (en línea). Guatemala. Consultado 11 jul 2008. Disponible en: www.inab.gob.gt/espanol/documentos/CODESP.xls

13. INAFOR (Instituto Nacional de Bosques GT). 2000. Mapa de zonas de vida del departamento de Alta Verapaz, Guatemala, según el sistema Holdridge. Guatemala, MAGA, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, Laboratorio de Información Geográfica. Esc. 1 :275,000. 1 CD.
14. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT) 2007. Encuesta nacional agropecuaria 2007(en línea). Guatemala. Consultada 17 jun 2008 Disponible en: http://www.ine.gob.gt/descargas/ena2007/enatrilogia/perma_prin.htm
15. Infoagro.com. 2005. El cultivo del cacao (en línea). España. Consultado 11 set 2006. Disponible en: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.asp
16. Inforpressca.com. 2006. Departamento de Alta Verapaz (en línea). Guatemala. Consultado 19 set 2006. Disponible en: <http://www.inforpressca.com/municipal/d16.htm>
17. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2006. Mapa 4-2005 : áreas aptas para el desarrollo del cultivo del cacao (*Theobroma cacao*). Guatemala. Esc. 1 :3,000,000. 1 CD.
18. Mora, G. 2008. Programa computacional para determinación de índices de dispersión de Lloyd y Morisita. México, Universidad de Chapingo. 1 CD.
19. Orozco, E. 2007. Revisión de montajes de moniliasis y análisis de resultados (entrevista). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas, Dirección.
20. PLV (Programa las Verapaces, GT); Consejo Departamental de Desarrollo Urbano y Rural de Alta Verapaz, Unidad Técnica, GT; GTZ, GT ; SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación, GT); Dirección de Planificación Regional, GT. 2006. Mapa municipalidad de Santa María Cahabón, municipio de Cahabón, departamento Alta Verapaz. Cahabón, Alta Verapaz, Guatemala, Centro de Convergencia 2007. Esc. 1 :93,000.
21. Redcacao.info.ve. 2007. Incidencia de insectos plaga sobre diferentes clones de cacao y su relación con la presencia de hormigas (en línea). Venezuela. Consultado 10 feb 2007. Disponible en : <http://www.redcacao.info.ve/memorias/pdf/29.pdf>
22. SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, PE). 2006. Control moniliasis del cacao (en línea). Perú. Consultado 11 set 2006. Disponible en:http://www.senasa.gob.pe/servicios/sanidad_vegetal/programas_fitosanitarios/ci_moniliasis_cacao/moniliasis_cacao.htm

CAPÍTULO III

SERVICIOS PRESTADOS EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA CAHABÓN, ALTA VERAPAZ.

3.1 PRESENTACIÓN

El objetivo general de los servicios fue dar capacitación a los productores de cacao en Santa María Cahabón municipio de Alta Verapaz, con vista en aumentar la producción de cacao en la región, también se busca establecer nuevas plantaciones o rehabilitar algunas plantaciones que han sido olvidadas por presentar alguna enfermedad o bien por no contar con los conocimientos de como rehabilitarlas, así como el de proveer a los productores metodologías que ayuden a obtener mayores y mejores rendimientos en la producción de cacao, lo que favorecerá en el momento de comerciar el cacao. Otro factor importante es el que algunas plantaciones tienen casi los 20 años de haber sido establecidas los cuales son los años promedio que puede producir efectivamente una plantación y es necesario revitalizar el material genético.

A fin de poder reproducir plantas que posean tasas altas de producción de frutos, se procedió a tener la capacitación de productores en la técnica de injertación de yemas, tipo parche, con lo que se logra reproducir las cantidades y calidades de un material en específico, tomado como patrón en base a su calidad y elevada producción actual.

En el servicio de evaluación de los tiempos de secado con dos tipos de combustibles en la secadora tipo Samoa para el beneficio del grano de cacao *Theobroma cacao* L. es tratar de optimizar los recursos materiales, naturales y económicos disponibles para los productores pertenecientes a la Asociación de Desarrollo Integral de Productores de Cacao (ADIPKAKAW) del municipio de Santa María Cahabón, Alta Verapaz.

Al hacer este beneficiado del grano de cacao los productores le dan un valor agregado a su producto, que conlleva a obtener y negociar un mejor precio ante el mercado nacional e internacional, además de que se capacitan y utilizan los beneficios construidos para tal objetivo, aprovechando de esta manera los recursos tanto materiales, naturales y humanos presentes en esa comunidad y provee un desarrollo a la comunidad y productores de aquella región.

3.2. SERVICIO I CAPACITACIÓN EN LA TÉCNICA DE INJERTACIÓN EN LA REHABILITACIÓN DE PLANTACIÓN DE CACAO EN LA COMUNIDAD SAN MARTÍN CHICHAJ, DEL MUNICIPIO SANTA MARÍA CAHABÓN, DE ALTA VERAPAZ.

3.2.1. Objetivos.

A. General.

Capacitar en la técnica de injertación con el propósito de rehabilitar una plantación de cacao en la comunidad San Martín Chichaj del municipio Santa María Cahabón de Alta Verapaz.

B. Específicos

Que los productores estén capacitados en la técnica de injertación para la rehabilitación de una plantación de cacao.

Que los productores aprendan a determinar los mejores patrones para injertación.

3.2.2. Metodología

A. Para la capacitación de técnica de injertación.

- Creación de grupos para participar en la capacitación.
- Realización de capacitación de la técnica de injertación, sus objetivos, así como de las herramientas y materiales a utilizar.
- Solicitud a los participantes de material vegetativo que sirva de injerto en la plantación a rehabilitar así como de un área en una plantación para practicar.
- Visita a una plantación destinada a ser rehabilitada, con el fin de practicar la técnica de injertación.
- Revisión de la técnica de injertación y solución de dudas prácticas.

De la capacitación en la determinación de patrón para injertar.

- Charla informativa de cómo determinar un árbol con características que posea potencial de ser injertado.
- Comprobación de la capacitación, en el momento de observar el material vegetativo recolectado por los participantes.

3.2.3. Resultados

A. De la capacitación de técnica de injertación.

La capacitación se realizó en la comunidad San Martín Chichaj del municipio de Santa María Cahabón departamento Alta Verapaz, en la cual uno de los productores prestó su plantación para este fin y como se observa en la Figura 20-a, al centro sentado se encuentra el técnico Alex Díaz el cual realizó la capacitación en la Figura 20-b la manera y los materiales que se utilizaron en la Injertación como es un seleccionado tanto por su capacidad de producir como la de ser tolerante de enfermedades, aplicando lo aprendido en la capacitación tanto en la determinación de material a injertar como en las medidas de seguridad para el manejo de las herramientas a utilizar tales como navajas de Injertación, cuchillas y listones (Figura 20-c), así como de la asepsia necesaria para evitar la contaminación de los injertos (Figura 20-d).

Los materiales que se utilizaron son materiales sumamente baratos y disponibles en la región asegurando de esta manera que siempre habrá tales implementos para realizar esta práctica, y luego de las recomendaciones pertinentes se procedió a realizar Injertación de material en algunas plantas de la parcela.



Figura 20 Recursos, Materiales y herramientas a) recurso humano presente en la capacitación Alex Díaz, técnico al centro sentado, atrás de pie productores asociados b) parches que contienen yemas vegetativas cortadas y listas para injertar c) forma adecuada de sostener la navaja contra una piedra de afilado para dejarla lista para el injerto d) verificación de la elasticidad del listón de plástico a utilizar para asegurar el injerto.

3.2.4. Evaluación.

En la Figura 21 se puede observar la secuencia de los pasos tomados para seleccionar material a injertar y del tamaño y número de yemas vegetativas que debería tener en promedio una rama patrón para injertar, Figura 21-a.

Luego, la forma en que se debe de realizar la incisión, tratando de levantar solo la corteza de la rama, haciendo un corte de tejido de aproximadamente 1cm de ancho por 3

cms de largo aproximadamente, dejando en el medio preferiblemente la yema vegetativa que dará origen a una nueva rama del material seleccionado Figura 21-b.

En la Figura 20-c se observa el corte a realizar y la distancia del suelo en el cual se puede efectuar el corte, para luego en ese espacio depositar el tejido a injertar y la forma en que se debe de insertar el tejido dentro del tejido levantado Figura 20-d, nótese que no se corto la corteza del árbol sino solo se levanto una porción para que de esta forma la corteza sirva de protección y cubrimiento a la parte a injertar, evitando así que este se levante o se caiga por efectos mecánicos Figura 21e.

La forma de evitar que el tejido vivo tenga contacto con humedad exterior, polvo o insectos que pueden infectar el tejido vivo, es atando alrededor del injerto, de forma ajustada, un listón de nylon, de aproximadamente unos 50 cm de largo por 2 cm de ancho, de abajo hacia arriba para evitar que entre el agua Figura 21-f.

Poniendo en práctica los pasos aprendidos en la capacitación de la técnica de Injertación es como se logró determinar que los productores que participaron ahora cuentan con una técnica eficaz de establecer o rehabilitar sus plantaciones con patrones que le ofrezcan mejor y mayor producción además podrán transmitir a otros asociados para uniformizar el conocimientos de las técnicas para incrementar la producción de cacao.



Figura 21 Pasos para injertar cacao (*Theobroma cacao* L.). a) selección de material a injertar seleccionando ramas jóvenes con yemas abundantes. b) corte de tejido con yema para injertar de 1cm de ancho por 3 cm de largo. c) corte para levantar corteza donde se injertara. d) forma de depositar el injerto entre corteza y patrón. e) forma de sellar con cinta plástica para evitar que se salga el injerto y evitar que entre agua o insectos. f) vista de árbol con injerto finalizado.

3.3 SERVICIO II EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE BENEFICIADO PARA UN QUINTAL DE CACAO EN UN BENEFICIO TIPO SAMOA Y DE INTERCAMBIO DE CALOR POR DIESEL.

3.3.1. Objetivos.

A. General.

Determinar los costos de beneficiado para un quintal de cacao en un beneficio tipo Samoa y de intercambio de calor por diesel.

B. Específicos.

Comprobar la efectividad del beneficio construido en la comunidad Corozales, del municipio Santa María Cahabón, de Alta Verapaz, con fondos del MAGA.

Capacitar a los productores en el uso y aprovechamiento efectivo del beneficio tipo Samoa y de Intercambio de calor por Diesel.

3.3.2. Metodología.

A. Para la determinación de costos y comprobar efectividad del beneficio.

- Adquirir de socios productores, donación de grano de cacao ya fermentado que se utilizará en el beneficiado.
- Compra de insumos para la generación de calor, en estos casos para el beneficio tipo Samoa, leña y para la tipo intercambio de calor por diesel, combustible diesel.
- Lectura de peso antes del secado para comparación posterior.
- Revisión y limpieza de las partes del beneficio tanto en sus partes internas como externas.

- Transporte y depositado del cacao en la plancha de hierro perforado, que sirve de cama para el secado y dispersión uniforme de la misma.
- Toma de lectura de datos de temperatura de la cama sin cacao y con cacao. Tanto antes como después de encender el horno que transmite el calor.
- Encender el fuego con la leña en la entrada del horno de intercambio de calor en el beneficio tipo Samoa.
- Volteo de granos de cacao para permitir un secado uniforme.
- Peso del grano seco obtenido.
- Prueba para determinar la calidad del grano seco.

B. De la capacitación de productores en el uso y aprovechamiento del beneficio.

- Charla informativa de los tipos, usos y aprovechamientos del beneficio construido en la comunidad Corozales del municipio de Santa María Cahabón de Alta Verapaz.
- Comprobación de la capacitación, en el momento del uso del beneficio.

3.3.3. Resultados.

A. De la capacitación del uso y aprovechamiento del beneficio.

En la capacitación (Figura 22-a), impartida a los socios-productores de la Asociación de Desarrollo Integral de Productores de Cacao (ADIPKAKAW) del municipio de Santa María Cahabón, Alta Verapaz, se les instruyó en los diferentes tipos de beneficio

que están disponibles en la asociación y que fueron construidas por el MAGA, para dicha región, siendo la primera de ellas la Tipo Samoa, la cual usa como combustible generador de calor, la quema de leña, recurso que fue solicitado y adquirido por los participantes en dicha asociación Figura 22- b.

Dado a que existen normas que se aplican al cacao beneficiado, destinado para fines de comercialización. Se capacitó a los productores en la catalogación de grano seco, según criterios indicados en Apéndice 1 y como se observa en la Figura 22-c, los productores proceden a observar, determinar y practicar los criterios dados para la catalogación del cacao beneficiado, los criterios que se tomaron en cuenta son los mencionados en el apéndice 1 calidad de grano cacao beneficiado, luego de haber practicado y haber sido resueltas las dudas de los productores, se procedió a solicitarles que trajeran cacao recién cosechado para fermentarlo (Figura 22-d) y así tener materia prima para utilizar el beneficio de cacao con que cuenta la asociación, además de organizarlos en grupos para hacer turnos en el uso del beneficio ubicado en la comunidad Corozales, a donde se traslado el cacao ya pesado para ser secado Figura 22-e. Se hicieron varios volteos y distribución de grano, evitando que permanezcan en un solo lugar, logrando el secado uniforme (Figura 22-f).



Figura 22 Pasos para beneficiar cacao. a) capacitación impartida a productores del uso del beneficio. b) leña aportada como combustible por productores. c) prueba de corte para verificar buena fermentación del cacao. d) pesado del cacao fermentado para ser beneficiado. e) despliegue de cacao en la cama de la secadora. f) distribución de cacao sobre la cama de la secadora para permitir que el calor fluya a través de todo el grano.

B. De la efectividad del beneficio.

En la Figura 23, se muestra una secuencia de pasos dados para el beneficiado de cacao, entre los cuales cabe mencionar que la fermentación se hizo en cajas de madera de ciprés (Figura 23-a), la cual es ideal para este uso, al no agregar sustancia alguna que pueda alterar el color, aroma, sabor o que pueda alterar la fermentación del grano, además a esto se llevó a cabo a unos 100 mts del beneficio, por lo que los costos de transporte disminuyen, también es de mencionar que la fermentación se llevó a cabo en un lugar adecuado especialmente para esta práctica, la cual está localizada cerca de un camino, cerrado completamente, evitando que algún animal entre y la destruya, o que insectos puedan ingresar y contaminar el cacao en su proceso de fermentación, luego de 5 días de estar en fermentación se dejó un día al aire libre distribuyéndolo uniformemente para permitir que se termine de consumir, el mucilago aun presente en el grano (Figura 23-b).

Después y previa inspección de las partes del beneficio, para su limpieza y remoción de obstáculos, se procedió a distribuir el cacao fermentado (Figura 23-c), en la llamada cama de secado, que no es otra que una lamina de metal perforada, que permite que el aire caliente pase por los agujeros en la misma y de esta forma secar el grano.



Figura 23 Pasos para el secado del cacao. a) pesado de cacao fermentado. b) secado de cacao al aire libre 2 hrs antes de llevarlo al beneficio. c) verificación y limpieza de parte interna del beneficio. d) encendido del horno de intercambio de calor. e) medición de temperatura antes de encender el horno. f) medición de cacao después de encender el horno y depositar el grano de cacao.

3.3.4. Evaluación.

La toma de datos de la temperatura antes y después del encendido de la fuente de calor, es indispensable y como se observa en el Cuadro 17, se mantuvo un intervalo de de 5 grados de diferencia, entre estar encendido o apagada la fuente de calor, y unos 10 grados, cuando ya cuando esta con grano el beneficio, esto es indispensable conocer para controlar la distribución de calor uniforme en la cama de secado, y se hicieron varios volteos y distribución de grano, evitando que permanezcan en un solo lugar, logrando el secado uniforme.

CUADRO 3 Temperatura del beneficio antes y después de emplear calor.

Temperatura	Antes de encendido	Después de encendido
Sin grano	48°	53°
Con grano	48°	58°

Luego de transcurridas las 72 horas programadas para el uso de la secadora, se procedió a la clasificación del grano seco, que según los criterios aprendidos están bien secos y fermentados (Figura 24-a), y posteriormente se pesó para comprobar la humedad esperada (Figura 24- b), luego se apiló para su venta en las bodegas de la asociación (Figura 24-c), y también se puede enviar a transformar en producto para muestra de posibles compradores (Figura 24-d).



Figura 24 Pasos después del beneficiado. a) comprobación de calidad de secado. b) pesado del grano seco para su almacenamiento. c) productos de muestra elaborados con los granos secos para comercialización. d) personeros de Barry-Callebaut de Suiza (verde y rojo), Virginia Obregón (amarillo) de Invest in Guatemala, comercializando con ADIPKAKAW.

CUADRO 4 Costo de beneficiado para un quintal de cacao según tipo de beneficio

La secadora tiene una productividad promedio de 17 quintales cada 72 horas.				
BENEFICIO TIPO "D"				
RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
Consumo de Diesel (0.5 gl por hora de funcionamiento)	hr	72	30.00	1,080.00
Leña	mt	10	30.00	300.00
Mano de obra	día/hombre	1	15.00	15.00
Mantenimiento, motor y transporte (aceite y filtros cada 100 hr. uso)	hr	72	80.00	60.00
TOTAL EN QUETZALES				1,455.00
Costo de beneficiado por quintal = 85.60				
BENEFICIO TIPO "S"				
RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
Leña	mt	10	30.00	300.00
Mano de obra	día/hombre	1	15.00	15.00
TOTAL EN QUETZALES				315.00
Costo de beneficiado por quintal = 18.53				

El resultado del análisis de datos obtenidos entre los dos tipos de beneficio, experimentado se logró determinar que el costo de beneficio de un quintal de cacao, ya fermentado, para el beneficio tipo Samoa es de Q.18.53, mientras que para el beneficio tipo Intercambio de calor por diesel, Q. 85.60, lo cual demuestra que el tipo Samoa resulta ser más rentable, ya que haciendo la proporción es de 4.6 veces menor que la de intercambio de calor por diesel, aunque cabe mencionar que en esta región, debido a la humedad en el área que a veces logra llegar a más de un 90% de humedad y las

precipitaciones constantes, pues resulta muy difícil conseguir leña seca, que haga funcionar el beneficio tipo Samoa, por lo cual se debe tomar en cuenta el clima, al momento de beneficiar, para determinar que tipo de beneficio utilizar y prepararse con los insumos necesarios para tal fin.

En cuanto a la catalogación de grano beneficiado, cabe mencionar que de los 17 quintales beneficiados, un 90% está comprendido en el criterio de cacao bien fermentado y seco. Lo que demuestra que la capacitación y la practica en los temas de fermentación y beneficiado, tuvo relevancia ya que es en el conocimiento técnico en donde los productores necesitan capacitación, para lograr de esta forma competir por más estables y nuevos mercados del cacao de aquella región.

3.4 BIBLIOGRAFÍA.

1. AGEXPRONT (Asociación de Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales de Guatemala, GT). 2002. Manual del cultivo del cacao. Guatemala 81p.
2. CATIE, CR. 2005. El injerto en la producción de cacao orgánico. Costa Rica. Consultado 18 mar 2007. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1849E/A1849E.PDF>
3. CEDIA (USAC, Facultad de Agronomía, Centro de Documentación e Información Agrícola, GT). 2008. CEDIA (base de datos referencial). Guatemala. 1 CD.
4. Ceniap.gov.ve. 2007. El beneficio del cacao (en línea). Venezuela. Consultado 15 mar 2007. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy3/articulos/n5/arti/rliendo2.htm>
5. Eger, E. 2008. Situación del cacao en Guatemala (entrevista). Guatemala, MAGA, Gerente de Asistencia Técnica Sistema Desarrollo Local del Cacao.
6. FHIA (Fundación Hondureña de Investigaciones Agrícolas, HN). 2004. Producción de plantas de cacao por injerto. San Pedro Sula, Honduras. Consultado 7 mar 2008. Disponible en: www.fhia.org.hn
7. Fundaciontabasco.org.mx. 2007. Perspectivas tecnológicas para la agroindustria (en línea). México. Consultado 10 mar 2007. Disponible en: http://www.fundaciontabasco.org.mx/descargas/descargas_200684151140.pdf
8. García, R. 2006. El cultivo del cacao en Guatemala (entrevista). Guatemala, MAGA-UIPE (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Políticas e Información Estratégica), Director de la Comisión Nacional de Desarrollo Agrícola.
9. Infoagro.com. 2007. El cultivo del cacao (en línea). España. Consultado 15 mar 2007. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao3.htm>
10. Somarriba, E. 2007. Producción de cacao en América (entrevista). Guatemala, CATIE, Líder de Grupo Temático del Cacao.
11. Tzalam, R. 2007. Producción y estadísticas del cultivo de cacao en Adipkawkaw (entrevista). Santa María Cahabón, Alta Verapaz, Guatemala, ADIPKAKAW (Asociación de Desarrollo Integral de Productores de Kakaw, GT), Junta Directiva y Asociados Productores de Cacao.
12. Unctad.org. 2008. Mercado del cacao (en línea). US. Consultado 20 set 2008. Disponible en: <http://www.unctad.org/infocomm/espagnol/cacao/mercado.htm>

4. APÉNDICE.

Fermentación y secado del grano de cacao.

SISTEMA	HORAS	VOLUMEN
Al sol	72-120	3 toneladas
Cilindros rotatorios	22-30	3 toneladas
Samoa-diesel	16-20	3 toneladas
Samoa-gas	18	5 toneladas

Eficiencia de los diversos sistemas de secado del cacao en Tabasco. Fuente: COLPOS
<http://www.colpos.mx/cofupro/index.html>

SELECCIÓN, CLASIFICACIÓN, ALMACENADO Y ENCOSTALADO

Los granos secos se deben seleccionar para eliminar la tierra, las partículas sueltas de la cáscara de la semilla y los granos quebrados, para ello se emplean una serie de mallas dispuestas en serie y los granos pasan a través de ellas, unas corrientes de aire caliente eliminan las impurezas.

Existen normas que se aplican a los granos de cacao o almendras para tipificarlos según su calidad, para esto se toma una muestra de cacao al azar y se cortan los granos longitudinalmente. Los factores que determinan la calidad del cacao pueden agruparse en factores de la herencia, del ambiente y del beneficio (fermentación y secado).

En el cacao fermentado y otro que no lo esté pueden establecerse las siguientes características:



<i>Almendra seca bien fermentada</i>	<i>Almendra seca sin fermentar o mal fermentada</i>
Hinchada o más gruesa	Más bien aplanada
La cáscara se separa fácilmente	Por lo general es difícil separar la cáscara
Color marrón o chocolate	Color violáceo en su interior o blanquecino
Naturaleza quebradiza	Naturaleza compacta
Sabor medianamente amargo	Sabor astringente
Aroma agradable	Aroma desagradable