

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

CARACTERIZACION DE SEIS CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ.

JULIO CESAR PÉREZ SIQUINAJAY
GUATEMALA, MAYO DE 2015

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

CARACTERIZACION DE SEIS CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ (CATBUL), SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ.

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

POR

JULIO CESAR PEREZ SIQUINAJAY

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Mayo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO EN FUNCIONES:	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. Cesar Linneo García Contreras
VOCAL III	Ing. Agr. MSc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL IV	P. Agr. Josué Benjamín Boche López
VOCAL V	Br. Sergio Alexander Soto Estrada
SECRETARIO	Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales

Guatemala, Mayo de 2015

Guatemala, Mayo de 2015

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

Honorables miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **CARACTERIZACION DE SEIS CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Julio Cesar Perez Siquinajay', is written over a light blue rectangular background.

JULIO CESAR PEREZ SIQUINAJAY

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** Porque nada se mueve sin la voluntad de Él. Creador de todo lo que existe
- MIS PADRES** Raymundo Pérez Morales (†), María Victoria Siquinajay de Pérez. Gracias por el ejemplo de vida que nos han brindado, en especial la humildad, la perseverancia, la paciencia y sobre todo el cariño ilimitado brindado a mis hijos y a mis hermanos.
- MIS HIJOS** Omar Isaac, Julio Cesar, Gerson Iván, que este triunfo sea parte de ellos y fuente de inspiración para su superación, adelante, los quiero.
- MIS HERMANOS** Ana, Irma, Mayra, Mirna, Victoria, Félix, Gustavo, gracias por su apoyo incondicional.
- MIS SOBRINOS** Daniela, Marcos, Josué, Luis, Jonathan, con cariño.
- MIS CUÑADOS** Teresa y Víctor
- MIS TIOS Y PRIMOS** Gracias por el cariño y solidaridad para conmigo y mi familia.
- MIS AMIGOS** Quienes han sido parte en cada etapa de mi vida, por lo que sería difícil mencionar a todos, gracias por el apoyo en todos los momentos compartidos.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS

MIS PADRES

MIS HIJOS

MI FAMILIA

GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

COLEGIO BELEN

INSTITUTO NORMAL PARA VARONES ANTONIO LARRAZABAL

CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYA (CATBUL).

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES:

Ing. Agr. Msc. JOSE LUIS ALVARADO ALVAREZ

Ing. Agr. FRANCISCO VASQUEZ VASQUEZ

Por su valioso tiempo, asesoría, aportes, empeño e insistencia para realizar el presente trabajo.

AL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL “BULBUXYA”

Pedazo de la Costa Sur, corazón actual del cacao en Guatemala. En especial a María Alonzo, Graciela Alonzo, Onofre Orozco, Flavio Jiménez, Mynor Vásquez. Por su apoyo incondicional, alegres momentos y compartir sus conocimientos y experiencias.

OBRAS SOCIALES DEL SANTO HERMANO PEDRO

En especial a su fundador Fray Guillermo Bonilla Carvajal, por su gran apoyo.

Ing. Agr. MAURICIO GUZMAN

Gracias compa, sos parte de este trabajo.

FAMILIA RAMOS PEREZ

De corazón, un gracias por todo el cariño, apoyo, e inolvidables momentos.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DEL CULTIVO DE CACAO, EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A	
1.1 PRESENTACIÓN.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 GENERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3 METODOLOGÍA.....	3
1.3.1 Reconocimiento del área.....	3
1.4 RESULTADOS.....	3
1.4.1 Historia.....	3
1.4.2 Descripción del área.....	4
1.4.2.1 Ubicación.....	4
1.4.2.2 Extensión.....	5
1.4.2.3 Vías de comunicación.....	5
1.4.2.4 Clima y zonas de vida.....	5
1.4.2.5 Hidrología.....	5
1.4.2.5.1 Manantiales.....	6
1.4.2.5.2 Ríos.....	6
1.4.2.6 Suelos.....	6
1.4.2.6.1 Serie Panán.....	6
1.4.2.6.2 Serie Cutzán.....	6
1.4.3 Cultivos establecidos en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.....	7
1.4.3.1 Otros cultivos y colecciones.....	7
1.4.4 Descripción de generalidades, estado actual y manejo agronómico del subsistema cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.	8
1.4.4.1 Datos de producción y comercialización.	9
1.4.4.2 Costos.....	10
1.4.4.3 Materiales genéticos establecidos.....	11
1.4.4.4 Jardines clonales de cacao.....	12
1.4.4.4.1 Jardín clonal de cacao (pionero).....	12
1.4.4.4.2 Jardín clonal CATIE.....	13
1.4.4.4.3 Jardín clonal multilocal.....	14
1.4.4.5 La variabilidad, incompatibilidad y compatibilidad del cacao.....	16
1.4.4.6 Propagación.....	16
1.4.4.7 Distanciamiento de siembra.....	16

1.4.4.8 Manejo del tejido.....	17
1.4.4.9 Fertilización.....	17
1.4.4.10 Control de malezas o arvenses.....	17
1.4.4.11 Enfermedades.....	19
1.4.4.12 Sombra del cacao.....	20
1.4.4.13 Cosecha de cacao.....	21
1.4.4.14 Beneficiado y secado.....	22
1.4.4.15 Recurso humano.....	24
1.4.4.16 Sistematización de la información.....	24
1.4.5 Análisis de los problemas encontrados en el subsistema cacao.....	24
1.4.6 Líneas de acción para solucionar los problemas encontrados en el cultivo de cacao.....	25
1.5 CONCLUSIONES.....	26
1.6 BIBLIOGRAFÍA.....	27

CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DE SEIS CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ

2.1 INTRODUCCIÓN.....	28
2.2 MARCO TEÓRICO.....	30
2.2.1 Generalidades sobre el cultivo de cacao.....	30
2.2.1.1 Historia del cacao.....	30
2.2.1.2 Origen del cacao.....	30
2.2.1.3 Biología y botánica del cultivo de cacao.....	30
2.2.1.4 Taxonomía y razas cultivadas.....	32
2.2.2 Requerimientos ambientales.....	33
2.2.2.1 Requerimientos del suelo.....	33
2.2.2.2 Latitud y altitud.....	34
2.2.3 Ciclo del cultivo y manejo agronómico.....	34
2.2.4 Principales enfermedades del cacao.....	37
2.2.4.1 Factores que favorecen las enfermedades del cacao.....	38
2.2.4.2 La mazorca negra o <i>Phytophthora</i>	38
2.2.4.2.1 Sintomatología.....	38
2.2.4.2.2 Control de la enfermedad.....	38
2.2.4.3 La Moniliasis.....	39
2.2.4.3.1 Sintomatología.....	39
2.2.4.3.2 Control de la enfermedad.....	39
2.2.4.3.3 Resistencia genética para el control de la moniliasis.....	40
2.2.4.4 Métodos de control de las enfermedades.....	40
2.2.4.4.1 Control cultural.....	40
2.2.4.4.2 Control químico.....	41
2.2.4.4.3 Control biológico.....	41

2.2.4.4.4 Control genético.....	41
2.2.5 Beneficiado del cacao.....	41
2.2.6 Estrategias de mejoramiento de cacao.....	42
2.2.7 Parámetros de rendimiento.....	42
2.2.7.1 Número de frutos por árbol.....	42
2.2.7.2 Peso del fruto.....	43
2.2.7.3 Índice de fruto.....	43
2.2.7.4 El número de semillas por fruto.....	43
2.2.7.5 El peso de las semillas.....	43
2.2.7.6 Producción.....	43
2.2.8 Descriptores para la caracterización agronómica.....	44
2.3 MARCO REFERENCIAL.....	45
2.3.1 Ubicación geográfica y características ecológicas.....	45
2.3.2 Zona de vida.....	45
2.3.3 Características climáticas.....	45
2.3.4 Hidrología.....	45
2.3.5 Suelos.....	46
2.3.6 Fisiografía y morfología.....	46
2.3.7 Descripción del área experimental.....	46
2.3.8 Antecedentes de los materiales a estudiar.....	47
2.3.9 Descripción de los materiales genéticos a caracterizar.....	47
2.4 OBJETIVOS.....	49
2.4.1 Objetivo general.....	49
2.4.2 Específicos.....	49
2.5 HIPÓTESIS.....	49
2.6 METODOLOGÍA.....	50
2.6.1 Manejo del experimento.....	50
2.6.2 Variables de respuesta evaluadas.....	50
2.6.2.1 Caracterización morfológica del fruto.....	50
2.6.2.2 Descriptor morfológico de la semilla.....	53
2.6.2.3 Fermentación de las muestras.....	55
2.6.3 Descriptores de producción: índice de semilla y de mazorca.....	57
2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58
2.7.1 Caracterización morfológica de los frutos.....	58
2.7.1.1 Variables Cuantitativas.....	58
2.7.2 Caracterización morfológica de las semillas.....	59
2.7.2.1 Número de semillas evaluadas, forma de la semilla, color del cotiledón fresco, forma corte transversal, longitud de la semilla, diámetro de la semilla, espesor de la semilla.....	59
2.7.3 Evaluación de los índices de producción.....	61
2.7.3.1 Índice de semilla.....	61
2.7.3.2 Índice de fruto.....	61
2.8 CONCLUSIONES.....	63
2.9 RECOMENDACIONES.....	64
2.10 BIBLIOGRAFÍA.....	65

Anexo 1. Descriptor morfológico del fruto según Arciniegas, 2005.....	70
Anexo 2. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon CATIE R-1....	71
Anexo 3. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon CATIE R-4...	73
Anexo 4. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon CATIE R-6...	75
Anexo 5. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon CC-137.....	77
Anexo 6. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon PMCT-58....	79
Anexo 7. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon ICS-95.....	81

CAPÍTULO III. SERVICIOS PRESTADOS EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ.

3.1 INTRODUCCIÓN.....	83
3.2 ÁREA DE INFLUENCIA	84
3.3 Objetivo General.....	84
3.4 Servicios Prestados.....	84
3.4.1 Establecimiento de un almácigo de cacao injertado para la renovación de una hectárea del cultivo utilizando los seis materiales promovidos por el CATIE.....	84
3.4.1.1 Introducción.....	84
3.4.1.2 Objetivo específico.....	85
3.4.1.3 Metodología.....	85
3.4.1.4 Resultados.....	89
3.4.1.5 Conclusiones:.....	90
3.4.2 Elaboración de un almacigo de hule para incrementar tres hectáreas del cultivo.	90
3.4.2.1 Introducción.....	90
3.4.2.2 Objetivo específico.....	91
3.4.2.3 Metodología.....	91
3.4.2.4 Resultados.....	96
3.4.2.5 Evaluación.....	96
3.4.3 Renovación del jardín clonal con veinticinco clones de cacao.....	96
3.4.3.1 Introducción.....	96
3.4.3.2 Objetivo específico.....	97
3.4.3.3 Metodología.....	97
3.4.3.4 Resultados.....	100
3.4.3.5 Conclusión.....	100
3.4.3.6 Recomendaciones.....	100
3.4.4. Poda de Rehabilitación de las aéreas del cultivo de cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.....	101
3.4.4.1 Introducción.....	101
3.4.4.2 Objetivo específico.....	101
3.4.4.3 Metodología.....	101
3.4.4.4 Resultados.....	105
3.4.4.5 Evaluación.....	105
3.4.4.6 Recomendación.....	105

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	Página
Cuadro 1 Principales cultivos establecidos y área ocupada en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.....	7
Cuadro 2 Distribución por áreas sembradas con el cultivo de cacao.....	8
Cuadro 3 Datos históricos de producción del cultivo de cacao.....	10
Cuadro 4 Costos jornales para el manejo del cultivo de cacao año 2012.....	11
Cuadro 5 Inventario de materiales Jardín Clonal de Cacao.....	12
Cuadro 6 Clones establecidos en el Jardín Clonal de CATIE.....	14
Cuadro 7 Clones establecidos en el ensayo Jardín Clonal Multilocal.....	15
Cuadro 8 Malezas más comunes en los cacaotales en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.....	18
Cuadro 9 Principales especies forestales establecidas como sombra del cultivo de cacao.....	21
Cuadro 10 Principales problemas y causas, identificados en el cultivo de cacao.....	25
Cuadro 11 Datos de Pasaporte de los materiales genéticos en estudio.....	48
Cuadro 12 Número de frutos caracterizados por cada material.....	50
Cuadro 13 Descriptores morfológicos para frutos de cacao.....	51
Cuadro 14 Descriptor morfológico utilizado para caracterizar las semillas de cacao...	54
Cuadro 15 Resumen, promedios de las variables cualitativas y cuantitativas de la descripción morfológica de frutos y semillas.....	60
Cuadro 16 Índice de semilla.....	61
Cuadro 17 Índice de fruto.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Página
Figura 1 Mapa de Colindancias del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.....	4
Figura 2 Mapa áreas sembradas con cacao en rojo en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.....	9
Figura 3 Descriptores morfológicos del fruto.....	52
Figura 4 Descriptores morfológicos del fruto.....	53
Figura 5 Caracterización e identificación de muestras de semillas de cacao.....	55
Figura 6 Proceso de fermentación e identificación de muestras.....	56
Figura 7 Llenado y ordenamiento de bolsas para almácigo de cacao.....	86
Figura 8 Etapas siembra almácigo de cacao.....	87
Figura 9 Cuidados almácigo cacao.....	87
Figura 10 Proceso de injertación de cacao.....	88
Figura 11 Almácigo de cacao en vivero.....	89
Figura 12 Almácigo patrones de hule en crecimiento.....	91
Figura 13 Almácigo de hule con buen estado sanitario.....	92
Figura 14 Procesos de injertación almácigo de hule.....	93
Figura 15 Almácigo de hule desvendado y despatronado.....	94
Figura 16 Etapas previas a la siembra de hule	94
Figura 17 Etapas previas para el establecimiento del cultivo de hule.....	95
Figura 18 Establecimiento cultivo de hule.	95
Figura 19 Establecimiento de plantillas de cacao en campo definitivo.....	98
Figura 20 Plantilla injertada y brotada en campo.....	99
Figura 21 Manejo plantilla de cacao en época de verano.....	99
Figura 22 Regulación de sombra en plantaciones establecidas de cacao.....	102
Figura 23 Procesos de podas en el cultivo de cacao.....	103
Figura 24 Práctica fitosanitaria para eliminación de monilia.....	104
Figura 25 Fertilizaciones plantillas de cacao.....	104

RESUMEN

En el presente documento se encuentran plasmadas las actividades desarrolladas durante el ejercicio profesional supervisado (EPS) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, durante los meses de agosto 2012 a mayo 2013.

Primero, se realizó un diagnóstico de la situación actual del cultivo de cacao, con la finalidad de identificar los bajos rendimientos que presenta el cultivo en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, para ello se llevó a cabo un reconocimiento del área total cultivada, en la que se observaron las condiciones, el manejo agronómico y los componentes de flora que se encuentran asociados con el cultivo. En el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, la principal causa de los bajos rendimientos es que el 85% del cultivo de cacao establecido proviene de semilla híbrida con los consiguientes inconvenientes: compatibilidad e incompatibilidad de las plantaciones, los materiales establecidos son susceptibles a las enfermedades, principalmente a monilia (*Monilia roleri*), la edad de la plantación, algunas establecidas en la década de los 80, y las bajas densidades de siembra.

En la segunda fase se realizó la investigación titulada: Caracterización de seis clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), bajo las condiciones del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez. El trabajo de investigación se realizó para describir las principales características de rendimiento de seis clones de cacao, utilizando trece descriptores de fruto y seis descriptores de semilla, así como determinar los índices de semilla y fruto de los seis clones de cacao. En este primer estudio se recomienda la propagación de los clones CATIE R-4, PMCT-58 e ICS-95 los que presentaron mejores valores de rendimiento.

La tercera etapa del EPS consistió en realizar cuatro servicios, que contribuyeron a resolver la problemática encontrada y priorizada en el diagnóstico. Con los mismos se quiere aportar e iniciar los procesos para el mejoramiento del cacao e ingresos en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. En el primer servicio se estableció un almácigo de cacao injertado y la renovación de una hectárea del cultivo utilizando los seis materiales promovidos por el CATIE siendo ellos: CATIE R-1, CATIE R-4, CATIE R-6, PMCT-58, CC-137, ICS-95. En el segundo servicio se elaboró un almácigo de hule, del

clon RIMM-600, para incrementar tres hectáreas del cultivo. En el tercer servicio se inició la renovación del jardín clonal (pionero) con veinticinco clones de cacao. Por último se coordinó la poda de rehabilitación de las aéreas del cultivo de cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DEL CULTIVO DE CACAO, EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

1.1 PRESENTACIÓN

El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), también llamado Finca Bulbuxya, pertenece a la Universidad de San Carlos de Guatemala y está ubicado en el municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez. La finca fue donada por el escritor guatemalteco Flavio Herrera. Actualmente es una unidad de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que es utilizada por los programas de investigación, docencia, transferencia y validación de nuevos métodos de producción.

Dentro de las líneas de investigación del Centro se encuentra el cacao (*Theobroma cacao* L.), siendo uno de los cultivos principales por el área sembrada, los ingresos percibidos, las investigaciones realizadas, la cantidad de germoplasma identificado que posee y las visitas recibidas para conocer el proceso agronómico. A nivel nacional y principalmente en el suroccidente el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá se ha tomado como referencia por el manejo y promoción de este cultivo.

En el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, con el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) se han realizado diferentes investigaciones, pero a la fecha no se cuenta con registros de los resultados obtenidos y de las características agronómicas de los materiales que están siendo cultivados.

Por la importancia que tiene el cultivo de cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, en conjunto con la administración del Centro, se tomó la decisión de realizar el Diagnóstico en el subsistema cacao y con el mismo identificar los problemas relacionados con el cultivo, conocer las causas y efecto que lo originan, para que sirva de base en la propuesta de alternativas y recomendaciones en los planes de manejo agronómico y en los programas de investigación que se elaboren.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 GENERAL

Conocer la situación actual del manejo del cultivo de cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Describir el manejo agronómico actual que se le da al cultivo de cacao
- b. Identificar los principales problemas y causas que afectan al cultivo de cacao.
- c. Plantear líneas de acción para establecer soluciones a los problemas encontrados en el cultivo de cacao

1.3 METODOLOGÍA

1.3.1 Reconocimiento del área

Se realizó un caminamiento por toda el área, observando el que hacer de todos los trabajadores cuando están involucrados en las labores del cultivo de cacao, esto permitió comprender con mejor detalle los problemas que se puedan presentar; se sostuvo conversaciones con el personal de campo y administrativo para conocer su criterio y experiencia, así como sus consideraciones hacia el cultivo.

Al mismo tiempo, la experiencia adquirida por el autor y las capacitaciones en las cuales se ha intervenido hacen un cumulo de experiencia para poder enriquecer aún más el presente diagnóstico.

Se contó con el apoyo del personal administrativo principalmente con la tesorería de finca para conocer la parte financiera.

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Historia

Finca Bulbuxyá, fue heredada por el Licenciado Flavio Herrera en el año 1969 a la Universidad de San Carlos de Guatemala. Durante 10 años la finca fue administrada por el Departamento Financiero de la Universidad. En 1978 según acuerdo del Consejo Universitario No. 196-78, finca Bulbuxyá fue transferida a la Facultad de Agronomía. En el año 1979 cuando se aprobó el plan de reestructura de la Facultad de Agronomía se creó el Instituto de Investigaciones Agronómicas para implementar la investigación y docencia, por lo que la Junta Directiva decidió entregar la dirección de la finca al mencionado instituto. En octubre de 1981 este Instituto de Investigaciones Agronómicas elaboró el proyecto del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez (García 1982).

1.4.2 Descripción del área

1.4.2.1 Ubicación

El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá se encuentra localizado en el municipio de San Miguel Panán, del Departamento de Suchitepéquez, en las coordenadas $14^{\circ} 30' 02.86''$ de Latitud Norte y $91^{\circ} 21' 43''$ de Longitud Oeste. (García 1981). La altitud media es 395 msnm, la Temperatura Media es de 26°C , con una Precipitación pluvial anual de 4,000 mm y Humedad Relativa de 80%. La Zona de Vida es Bosque Húmedo Subtropical Cálido. Los límites del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá son: al Norte, finca Guadiela; al sur, finca Versalles; al Este, finca Trinidad; al Oeste, río Nahualate y Cantón Barrios I y II (ver figura 1).

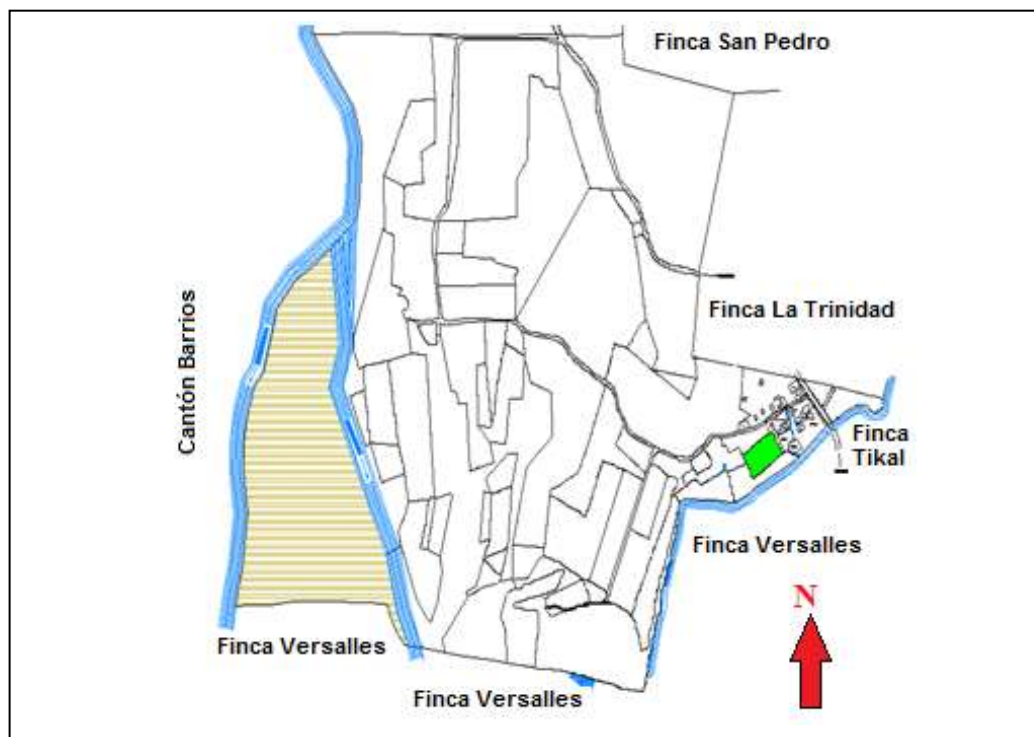


Figura 1. Mapa de Colindancias del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.

1.4.2.2 Extensión

El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, posee una extensión de 89.5252 hectáreas, equivalente a 1.99 caballerías.

1.4.2.3 Vías de comunicación

La principal vía de acceso al Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, es la carretera CA-2 que partiendo de la ciudad de Guatemala se extiende al sur hacia la frontera con México; en el kilómetro 136, aldea Nahualate se encuentra el desvío hacia Chicacao. Del entronque aldea Nahualate-finca Montecristo, hay una distancia de 5.8 Km. de carretera asfaltada; luego se desvía el camino, hacia la izquierda, que conduce hacia San Miguel Panán; del entronque finca Montecristo-Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá hay una distancia de 2.7 Km, de los cuales 1 Km se encuentra adoquinado y el resto es de terracería, transitable todo el año.

También se puede accederse por San Antonio Suchitepéquez, vía San Miguel Panán; partiendo de Mazatenango, la distancia es de 22 Km, de la vía que conduce a San Miguel Panán a 150 metros del puente Nahualate se encuentra el desvío hacia la derecha, que conduce al Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, con una distancia de 2 Km, únicamente 800 metros son de terracería, la carretera es transitable todo el año.

1.4.2.4 Clima y zonas de vida

El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, según el mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, basado en el sistema de clasificación de Thornthwaite, presenta un clima cálido con invierno benigno, muy húmedo sin estación seca bien definida y según el mapa de zonas de vida elaborado por De La Cruz (1982), basado en el sistema de clasificación de Holdridge, se encuentra dentro de la zona de vida denominada Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (BMH-sc).

1.4.2.5 Hidrología

El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá tiene problemas de abastecimiento de agua ya que los nacimientos no se encuentran dentro de los límites del Centro. El agua que surte al casco de finca, la casa de los mozos, la piscina y el riego de almácigos proviene de nacimientos que se encuentran en finca La Trinidad (Leiva y Aguilar 1981).

1.4.2.5.1 Manantiales

El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá cuenta en verano con 2 manantiales, de los cuales no se tienen registros. En invierno se agregan 4 manantiales (Leiva y Aguilar 1981).

1.4.2.5.2 Ríos

Dentro del El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá existen tres ríos principales siendo estos: Nahualate, Bujiyá y Caquero; siendo el río Nahualate el más caudaloso. Las principales fuentes de agua se encuentran recargadas hacia la parte suroccidente de la finca, siendo ésta área, en la que se puede aplicar sistemas de riego, principalmente del río caquero, que recibe parte de las aguas servidas de San Miguel Panán. El río Bujillá es el que su cauce pasa a un costado del casco de finca que recibe la descarga de aguas servidas de caseríos que se encuentran aguas arriba. (Leiva y Aguilar 1981).

1.4.2.6 Suelos:

Según Simmons, finca Bulbuxyá se encuentra comprendida entre la división geográfica que corresponde a los suelos de declive del pacífico, que se extiende desde el pie de montañas volcánicas, hasta la orilla del litoral; las series de suelo que se pueden encontrar son:

1.4.2.6.1 Serie Panán

Suelo poco profundos, desarrollados sobre material volcánico de color oscuro, tiene un relieve suavemente inclinado y un buen drenaje, color café oscuro, textura y constitución franco arenosa, pedregosa, suelta, se encuentra asociada con los suelos de Suchitepéquez y Moca.

1.4.2.6.2 Serie Cutzán

Suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas de color claro en clima cálido, húmedo. Ocupa un relieve muy ondulado e inclinado, drenaje bueno, color café oscuro textura franco arenosa consistencia suelta friable espesor aproximado de 10 a 20 cm, tiene una relación ligeramente tácita con un ph de 6.0 a 6.5 es sólo tienen color café, y con espesor aproximado de 20 a 50 cm. (Flores 1981).

1.4.3 Cultivos establecidos en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá

El centro cuenta con diferentes cultivos y colecciones de materiales promisorios que fueron fuente de investigación y que en la actualidad únicamente se le da un mínimo manejo agronómico, es de mencionar que no se cuenta con registros de las mismas y varias de ellas se han perdido. Dentro de los cultivos principales se encuentran (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Principales cultivos establecidos y área ocupada en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.

CULTIVO	EXTENSIÓN Ha.
Cacao	21.36
Hule	11.12
Limón Persa	5.11
Plátano	1.67
Carambola	0.96
Guayaba Thaiandesa	1.67
Bambú	1.18
Café	1.89
Especies Forestales	3.89
Coco	0.25

1.4.3.1 Otros cultivos y colecciones

En la actualidad se encuentran establecidos: orégano, zapote, jocote marañón, zunza, achiote, nance, guanaba, caimito, aguacate, mandarina, naranja, lima, manzana rosa, fruta de pan, heliconias, chico, mango, mamón.

1.4.4 Descripción de generalidades, estado actual y manejo agronómico del subsistema cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá

El cultivo de cacao desde el aspecto de docencia e investigación actualmente es el más importante en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, ocupa el 23.86 % del área total cultivada y es al que se le brinda mayor asistencia técnica y humana, actualmente se cultivan 21.36 Ha. como monocultivo de cacao, distribuidos en la siguiente forma (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución por áreas sembradas con el cultivo de cacao

Lote	Área (Ha)	Establecido en
Plantilla Ceiba	3.78	1990
Laguneta	5.27	1982
Fruta de Pan	3.37	1981
Amazonas	1.35	1987
Catorce Cuerdas	0.70	2007
Bujilla	1.67	1982
FHIA I	0.29	1988
Jardín Clonal	0.97	1982
FHIA II	0.33	1988
Jardín Multilocal	0.69	2012
Jardín CATIE	0.78	2010
Jalpatagua	2.16	1982

En la figura 2 se observa que las áreas con mayor extensión son las que más edad tienen, siendo necesario iniciar un proceso de renovación.

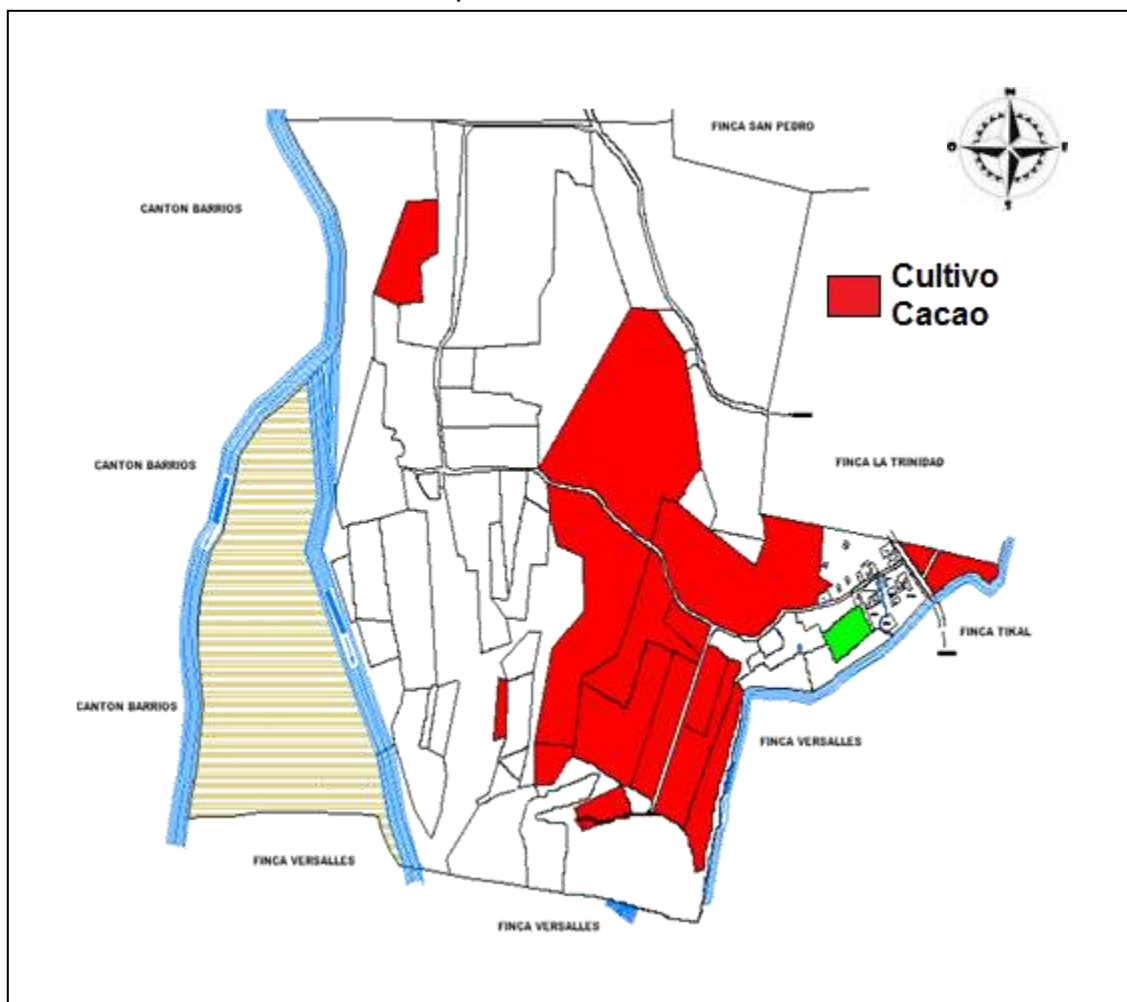


Figura 2. Mapa áreas sembradas con cacao en rojo, Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.

1.4.4.1 Datos de producción y comercialización

El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá únicamente vende la almendra seca por quintal, con una humedad de aproximadamente el 7%, la comercialización se realiza a través de intermediarios los cuales abastecen a las chocolaterías de Quetzaltenango y Mixco principalmente, la mayor demanda se concentra principalmente en los días previos a semana santa y navidad.

En el cuadro 3 se presentan los datos históricos del comportamiento del cacao, en el cual se observa que para el año 2012 la producción fue de 50.33 qq, lo que equivale a 2.36 qq/ha. Al hacer una comparación con el año 2005, en el cual se obtuvo 8.35 qq/ha se nota que la producción tiende a la baja.

Cuadro 3. Datos históricos de producción del cultivo de cacao

Año	Producción en qq.
2005	178.56
2006	157.11
2007	189.17
2008	146.89
2009	88.43
2010	89.02
2011	78.84
2012	50.33

1.4.4.2 Costos

Para el cultivo de cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá los costos de producción son muy altos principalmente en mano de obra, esto a raíz de los salarios percibidos por el personal versus la eficiencia en el trabajo. En el cuadro 4 se presentan el total de jornales utilizados y el costo para la atención de las 21.36 hectáreas cultivadas con cacao durante el año 2012, no se incluyen insumos.

Cuadro 4. Costos jornales para el manejo del cultivo de cacao año 2012.

Actividad	No de Jornales	Costo de Actividad
MANEJO DE TEJIDO	1377	127544.01
CONTROL DE MALEZAS	273	24172.53
COSECHA	226	20858.25
VIVERO	119	10710.47
CONTROL DE MONILIA	102	9246.26
RENOVACION DE PLANTACIONES	77	7233.27
MANEJO DE SOMBRA	37	3184.81
TRABAJOS VARIOS	36	3246.68
CONTROL DE CARCAVAS	22	2106.86
FERTILIZACIÓN	6	549.78
FUMIGACIONES	5	470.65
CONTROL DE PLAGAS	4	368.52
TOTAL	2284	209692.09

1.4.4.3 Materiales genéticos establecidos

El cultivo de cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, tiene como base fundamental la escuela del CATIE, por lo que el 85 % de los materiales que actualmente se encuentran en producción son híbridos, obtenidos por métodos sexuales a través de polinización controlada; el restante 15% de los materiales se han obtenido a través de la reproducción asexual siendo los materiales que actualmente se encuentran establecidos en los jardines clonales. Originalmente la mayor parte del cultivo ha sido utilizado para evaluar diferentes cruces, rendimientos, adaptación y distanciamientos, por ello la utilización de materiales híbridos; finalizada la evaluación los materiales establecidos se les toma como cacao comercial el que se utiliza únicamente para la producción.

1.4.4.4 Jardines clónales de cacao

1.4.4.4.1 Jardín clonal de cacao (pionero)

Es el referente del cultivo de cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá; se tiene el conocimiento que es el único que permanece identificado a nivel nacional, pudiendo existir otros en colecciones privadas y que no están a disposición del público. Los materiales que se encuentran establecidos fueron recibidos de la estación agrícola “Brillantes”. En este jardín clonal se realizaba la polinización controlada, en los últimos años este proceso se ha suspendido, en gran parte por el apareamiento de la monilia, como medida preventiva para no diseminar la enfermedad hacia otras áreas en donde no hay presencia de la misma. Ocupa el 5% del área cultivada de cacao, en él se encuentran establecidos 25 diferentes materiales, cada lote originalmente constaba de 24 árboles por material, con una población total de 600 plantas. Se considera que fue establecido en el año 1982, con un distanciamiento de 4 X 4 metros. De la población original solamente se encuentra el 59%, que equivale a 353 plantas vivas, las pérdidas se han dado a consecuencia principalmente de la edad de establecido el jardín clonal, siendo necesario iniciar trabajos de renovación para no perder este valioso recurso.

Cuadro 5. Inventario de materiales Jardín Clonal de Cacao.

Nombre	Vivos	Significado	Origen
POUND 12	13	Nombre del doctor Pound	Perú
CATONGO	13	Nombre de una finca en Brasil	Brasil
EET-48	17	Estación experimental tropical	Ecuador
UF-613	16	United Fruit. Co.	Costa Rica
IMC-67	10	Iquitos	Perú
UF-654	15	United Fruit. Co.	Costa Rica
UF-676	11	United Fruit. Co.	Costa Rica
UF-667	14	United Fruit. Co.	Costa Rica
POUND 7	14	Nombre del doctor Pound	Perú
ICS 6	15	Selección colegio imperial	Trinidad

Continuación cuadro 5.			
CC 18	11	Selección colegio imperial	Trinidad
UF 668	23	United Fruit. Co.	Costa Rica
UF 677	19	United Fruit. Co.	Costa Rica
UF 296	13	United Fruit. Co	Costa Rica
SCA 6	12	Scavina ,nombre de finca en Ecuador	Ecuador
UF 29	17	United Fruit. Co.	Costa Rica
SPA 9	17	Selección palmira	Colombia
EET 95	14	Estación experimental tropical	Ecuador
EET 62	9	Estación experimental tropical	Ecuador
UF 12	15	United Fruit. Co.	Costa Rica
EET 400	18	Estación experimental tropical	Ecuador
EET 162	2	Estación experimental tropical	Ecuador
EET 399	16	Estación experimental tropical	Ecuador
EET 96	13	Estación experimental tropical	Ecuador
SCA 12	16	Scavina ,nombre de finca en Ecuador	Ecuador
TOTAL	353		

1.4.4.4.2 Jardín clonal CATIE

Es parte del proyecto cacao Centroamérica PCC, en convenio entre CATIE y FAUSAC, tiene como objetivo principal el mejoramiento del cultivo de cacao a nivel de Centroamérica, a través de proveer vareta a los pequeños agricultores de la zona que deseen mejorar sus cacaotales. Los materiales (ver cuadro 6), fueron establecidos en el año 2010, en los lotes conocidos como Distanciamiento y Jalpatagua; cuentan con un distanciamiento de 3 X 3 metros en un diseño de bloques al azar. Estos materiales por ser nuevos para esta región y el país resulta imprescindible la toma de datos para llevar registros de producción y tolerancia a enfermedades así como su adaptación a esta zona. Los materiales fueron reproducidos a través del proceso de injertación. Se estableció un almácigo para la obtención de plantas propagadas por semillas obtenidas de cuatro clones identificados por su resistencia a enfermedades de la raíz las cuales fueron utilizadas como patrón, los clones utilizados fueron: UF-613, IMC-67, SCA-12, SPA-9; las yema para la injertación fueron recibidas del jardín clonal de cacao de la institución FHIA, que se encuentra ubicada en la Masica, departamento de Atlántida en Honduras.

Para el establecimiento del jardín se utilizó como sombra temporal el cacao que se encuentra en el lote, se ha sembrado banano en las posturas donde falta una planta; como sombra permanente se estableció volador (*Terminalia oblonga*) con la finalidad de convertirlo en un sistema agroforestal. A la plantación se le han realizado las siguientes labores agrícolas: poda de formación, fertilización granulada y foliar, riego, control de malezas, levantamiento de sombra temporal, control de enfermedades y plagas. Es de hacer notar que a los 18 meses de establecida la plantación esta inicio a ensayar.

Cuadro 6. Clones establecidos en el Jardín Clonal de CATIE

Nombre del clon	No. De Plantas
CATIE R-1	144 plantas
CATIE R-4	144 plantas
CATIE R-6	144 plantas
ICS-95	144 plantas
PMCT-58	144 plantas
CC-137	144 plantas

1.4.4.4.3 Jardín clonal multilocal

Como continuación del convenio CATIE- FAUSAC, durante el año 2012 se establecieron 29 materiales (ver cuadro 7), prominentes en su rendimiento y tolerancia a enfermedades, estos se encuentran en el lote conocido como Jalpatagua, con un distanciamiento de 3 X 3 metros. Los patrones obtenidos a través de semilla para la injertación son UF-613, SCA-12, SPA-9, IMC-67; las yemas para el proceso de injertación fueron recibidas de la institución FHIA de Honduras. La sombra temporal está constituida por el cacao ya establecido, plátano, gandul, como sombra permanente se estableció la especie tapalcuit (*Simira salvadorensis* S).

La finalidad de este ensayo es estudiar su comportamiento, resistencia a enfermedades, producción y adaptación a esta zona; las labores agrícolas realizadas son: fertilización

granulada y foliar, control de plagas y enfermedades, siembra y levantamiento de sombra, control de malezas.

Cuadro 7. Clones establecidos en el ensayo Jardín Clonal Multilocal

	NOMBRE DEL CLON	No. DE PLANTAS
1	CATIE R-9	24
2	CATIE R-10	24
3	CATIE R-12	24
4	CATIE R-20	24
5	CATIE R-22	24
6	CATIE R-26	24
7	CATIE R-27	24
8	CATIE R-29	24
9	CATIE R-31	24
10	CATIE R-32	24
11	CATIE R-38	24
12	CATIE R-47	24
13	CATIE R-48	24
14	CATIE R-49	24
15	CATIE R-66	24
16	CATIE R-72	24
17	CATIE R-81	24
18	CATIE R-82	24
19	CATIE R-85	24
20	CAUCASIA 37	24
21	FHIA 707	24
22	FHIA 708	24
23	FHIA 269	24
24	FHIA 330	24
25	FHIA-FCS A2	24
26	CCN 51 T1	24
27	CAUCASIA 39	24
28	CAUCASIA 43	24
29	CAUCASIA 47	24

1.4.4.5 La variabilidad, incompatibilidad y compatibilidad del cacao

La variabilidad de las plantas de cacao que se originan por semillas, aunque provengan de una misma mazorca, presentaran en el campo algunas características similares pero también mostrarán otras características diferentes (Dubón 2011).

La incompatibilidad en cacao es un factor genético donde el polen viable presenta rechazo o inhibición del crecimiento del tubo polínico. La incompatibilidad se manifiesta cuando el polen de una flor no consigue fecundar los óvulos de las flores de la misma planta o cuando el polen de las flores de una planta no consigue fecundar los óvulos de las flores de otras plantas (Dubón 2011).

La compatibilidad, incompatibilidad y variabilidad en los material híbridos de cacao es un factor muy importante a tener en cuenta en el momento de planificar la siembra; en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, no se ha considerado al momento de establecer el cultivo siendo un factor muy importante en los bajos rendimientos.

1.4.4.6 Propagación

En el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, el cacao se ha reproducido principalmente en forma sexual, para ello se han realizados polinizaciones inter-clonal, manuales y controladas; normalmente las polinizaciones se han efectuado en los meses de mayo-junio con la finalidad de obtener mazorcas en los meses de noviembre-diciembre, y lograr realizar en esa época el almácigo con la finalidad de obtener la planta en los meses de mayo para poder establecerla a inicios del invierno.

Actualmente el cacao se está propagando en forma asexual (injertos), con la finalidad de reproducir fielmente las características de un árbol. Primeramente se hace un almácigo de cacao que ha de servir como patrones, los materiales utilizados para la producción de patrones son UF-613, SPA-9, SCA-12, IMC-67, EET-400, EET-399, POUND-12. Los patrones en crecimiento permanecen de 5 a 6 meses en el vivero antes de llevar a cabo la injertación.

1.4.4.7 Distanciamiento de siembra

El distanciamiento más utilizado es, 4 X 4 metros, aunque en algunos lotes se cuenta con distanciamiento de 3 X 3, 3.5 X 3.5 metros, siendo el arreglo principalmente al cuadro. Es necesario resaltar que al utilizar distancias amplias, lo que provoca es una baja densidad

de siembra por área, y si se incluyen las fallas que se tienen en el campo por siembra, árboles enfermos, dañados o con baja producción, la densidad se ve reducida aún más.

1.4.4.8 Manejo del tejido

Para realizar esta práctica se cuenta con cinco trabajadores (dos mujeres y tres hombres), siendo el horario de trabajo de 6:00 a 12:00 horas, dividiéndose en dos actividades principales: el deshije o deschuponado y la poda. El deshije o deschuponado consiste en la eliminación de frutos enfermos, eliminación de epífitas, despunte de ramas, levantado de ramas, eliminación de brotes, estas actividades se realizan durante todo el año; la otra actividad es propiamente la poda y consiste en reducir la altura del cacao, eliminar las ramas entrecruzadas, ramas bajas, ramas malformadas, eliminación de mazorcas enfermas, esta actividad se realiza por lo general una vez al año en cada lote. El manejo de tejido es una actividad que demanda gran cantidad de jornales y por el sistema de trabajo del Centro en el mayor de los casos no se puede realizar oportunamente; en cualquier época del año se observara chupones de gran tamaño o ya lignificados.

1.4.4.9 Fertilización

La fertilización se ha realiza en forma irregular, principalmente por el alto costo de los fertilizantes y la falta de presupuesto para la compra de los mismos; para conocer el estado de fertilidad del suelo y los requerimientos nutricionales de la planta se realizan muestreo de suelos y foliar en las áreas más significativas del cultivo. Fertilizaciones foliares se han aplicado sin tener como base el análisis foliar, para ello se ha utilizado fumigadoras de motor con los productos Bayfolan, Super boro, y Multee Feed, con la dosis recomendada por la casa comercial. La fertilización granulada principalmente se ha realizado en las plantillas de cacao.

1.4.4.10 Control de malezas o arvenses

Por las características donde se encuentra ubicado el Centro, las malezas constituyen un factor importante debido a su rápido desarrollo, el control de las mismas se realiza principalmente en forma manual, mecanizada y química. El control manual es el más utilizado con el inconveniente que su periodo de control es más corto y de mayor costo por la cantidad de jornales que intervienen en esta práctica, la tarea de los trabajadores permanentes para el control manual de las malezas es de 2 cuerdas de 25X25 varas (882

metros); En el control mecanizado se utilizan desbrozadoras, el rendimiento promedio es de 10 cuerdas/jornal día, la desventaja por este método es que el cultivo está establecido principalmente en área de ladera lo que dificulta su funcionamiento por lo que se tiene que combinar el control manual con el mecánico; El control químico no es muy utilizado, las ventajas que presenta es el mayor tiempo de control. Las malezas de hoja ancha son las más agresivas y predominantes en el cultivo.

El desarrollo de las malezas es más agresivo principalmente en áreas en donde la densidad de siembra no es la adecuada por daños o pérdida de los materiales, y no se cuenta con el autosombrío del propio cultivo o de la sombra permanente. El control de las malezas representa un alto costo e inciden significativamente en el costo de producción y otras actividades programadas.

Cuadro 8. Malezas más comunes en los cacaotales del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.

Nombre Común	Nombre Científico
Camarón o hierba de papagayo	<i>Blechnum pyramidatum Urban.</i>
Come mano	<i>Singolium podophyllum.</i>
Quilamul	<i>Ipomoea sp.</i>
Hierba de pollo	<i>Commelina difusa L.</i>
Hoja Bijagüe	<i>Canna sp.</i>
Quilete de sapo o Tomatillo	<i>Witheringia solanaceae L' Herit.</i>
Iresine sp.	<i>Amaranthaceae</i>
Quixtán	<i>Solanum Wendlandii Hook.</i>
Apacín	<i>Petiveria alliacea L.</i>
Flor amarilla,	<i>Melampodium divaricatum Pers.</i>
Hoja mariposa, hoja de la vida	<i>Passiflora sp.</i>
Ixcanal	<i>Acacia hindis Benth.</i>
Quilete, Macuy	<i>Solanum americanum Miller</i>
Gramma gallito	<i>Paspalum conjugatum</i>

Continuación cuadro 8.	
Lengua de pájaro	<i>Borreria laevis</i>
Helecho Alambrillo	<i>Lygodium sp.</i>
Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>
Inflorescencia celeste	<i>Ageratum sp.</i>
Hierba del cáncer	<i>Acalypha guatemalensis Pax. & Hoffm.</i>
Pega-pega	<i>Priva lappulacea L.</i>
Chichicaste	<i>Urtica sp.</i>
Cestrum sp.	<i>Cestrum sp.</i>
Zarza dormilona	<i>Mimosa pudica L.</i>
Malanguilla	<i>Colocasia esculenta</i>
Cyperus sp.	<i>Cyperus sp.</i>

1.4.4.11 Enfermedades.

Las enfermedades del cacao atacan varias partes de la planta, siendo uno de los factores que tienen mayor impacto en la producción de cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá; la fitóftora (*Phytophthora palmivora*) era la causante de la mayor pérdida en la producción. En la actualidad, con el apareamiento en el año 2011, de la monilia o moniliasis (*Moniliophthora roreri*), con un efecto más dañino que la anterior, la producción se ha visto mermada por los efectos de la enfermedad. La humedad, las sombras excesivas, el material genético, el aspecto nutritivo y la falta de ventilación, entre otros factores, favorecen el ataque de las enfermedades. Estas condiciones se presentan cuando: los árboles de cacao y de sombra no se podan, lo que provoca mucha autosombra, existen malezas muy altas, las cuales dificultan la circulación del aire y se genera mayor humedad, los frutos enfermos no se cortan oportunamente y los hongos completan su ciclo de vida, produciendo gran cantidad de esporas que infectan a las mazorcas sanas (Dubón 2011).

El control de enfermedades en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá se basa principalmente en el control cultural (podas, eliminación de malezas, deschuponado, manejo de drenajes, cosechas oportunas, eliminación de frutos enfermos); el control

químico se realiza únicamente en el área del Jardín Clonal de Cacao utilizando productos químicos a base de cobre; la eliminación de mazorcas enfermas o purga total de mazorcas es una práctica que no se realiza y no es considerada en el momento de la cosecha de cacao por parte del trabajador.

1.4.4.12 Sombra del cacao

El cultivo de cacao se comporta mejor bajo niveles de sombra adecuada; la sombra densa tiene diferentes efectos negativos sobre la producción principalmente en el desarrollo de enfermedades, al mismo tiempo la falta de sombra contribuye a un rápido agotamiento del cacao, mayor cantidad de jornales para el control de malezas, mayor cantidad de insumos (Dubón 2011).

El cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá ha venido a sustituir al cultivo de café que anteriormente constituía el cultivo principal siendo establecido bajo la sombra ya existente, principalmente con especies comúnmente utilizadas como son las del género *Inga*; la sombra actual no es homogénea o bien distribuida principalmente por poseer: áreas con sombra muy densa que no se han raleado, áreas faltantes de sombra principalmente por daños o muerte de los árboles, sombra no renovada, falta de manejo a los árboles de sombra, crecimiento natural de árboles. Cuando un árbol se daña el producto del mismo es aprovechada principalmente para leña por la especie utilizada en sombra (*Ingas*), mientras que los árboles maderables se aprovechan con la madera producida. Al momento de la siembra el asocio cacao-especies de sombra no se ha investigado, así mismo falta promover la utilización de especies nativas e introducidas, con un alto valor comercial y que proyecte una sombra adecuada en reemplazo de las sombras tradicionales para poder lograr un verdadero sistema agroforestal. El manejo silvícola es prácticamente nulo, aunque a partir del apareamiento de la monilia se ha iniciado un proceso de eliminación de árboles donde a criterio se tiene demasiada sombra, de la misma forma se ha iniciado la renovación de las especies arbóreas, utilizando material nativo de la zona.

Cuadro 9. Principales especies forestales establecidas como sombra del cultivo de cacao.

Nombre Común	Nombre Científico
Cushin	<i>Inga sp</i>
Volador	<i>Terminalia oblonga</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> L.
Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Palo blanco	<i>Cybistax donnell-smithii</i>
Madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i>
Mango	<i>Manguifera indica</i>
Mandarina	<i>Citrus deliciosa</i>
Cocotero	<i>Coccus nucifera</i>
Zapote	<i>Pauteria sapota</i>
Fruta de pan	<i>Arthocarpus comunis</i>
Zunza	<i>Lacania platipus</i>
Puntero	<i>Sickingia salvadorensis</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>

1.4.4.13 Cosecha de cacao

Para la cosecha se le asigna a cada trabajador un área específica para el corte de cacao, esto se realiza con la finalidad que el trabajador identifique plantas elites, las que posean las siguientes características: productoras, resistentes a enfermedades y que tengan un buen grado de compatibilidad. El corte de cacao se realiza cada ocho días en época de cosecha y cada quince días en época normal. La tarea por cada trabajador consiste en 350 mazorcas cortadas; las mazorcas son cortadas maduras, sacanas o dañadas por enfermedad y animales como la ardillas o pájaros, seguidamente se le extraen las

semillas y luego se traslada hacia el área de fermentación; la cáscara es depositada dentro de la plantación, esta cáscara no es aprovechada para la producción de abonos orgánicos, sustratos para almácigos y producción de energía, estas acciones ayudarían a bajar costos en la producción.

La cáscara es un problema principalmente cuando se cortan mazorcas enfermas, por ser hospedero de enfermedades debido a que los hongos en la mayor parte completan su ciclo de vida produciendo gran cantidad de esporas, las que conviven dentro del ambiente del cacaotal y contaminan las mazorcas sanas a través de los insectos y el viento.

La semilla de cacao antes de depositarlas en los cajones es pesada y anotada en una boleta para llevar el control de peso fresco y rendimiento de cada lote, se anota la fecha, el nombre del lote, el peso y la firma del cortador. En los últimos años se han incrementado los robos de mazorcas de cacao por lo que no se tiene un día específico para realizar el corte de cacao, únicamente la frecuencia descrita anteriormente, esto conlleva en cierta forma la disminución de los rendimientos.

1.4.4.14 Beneficiado y secado

El beneficiado es una etapa crucial para la obtención de un cacao de buena calidad, siendo la última etapa en el proceso de cosecha del cacao; consiste en depositar la semilla en cajones de fermentación ya establecidos en el que sufren procesos químicos aeróbicos y anaeróbicos para así obtener la almendra base en la producción de chocolate.

Existen diferentes procedimientos para la fermentación y el secado de la semilla de cacao; en la actualidad la finca cuenta con cajones horizontales en donde se depositan las semillas frescas por un período de 5 días, antes del tapado es necesario nivelar uniformemente la masa de cacao, se tapa con nylon, hojas de musáceas y por encima se colocan tablas; los cajones de fermentación poseen diferentes dimensiones con agujeros perforados en la parte basal de los mismos; a la masa de cacao se le realizan volteos cada 48 horas, si no es época de cosecha entonces se traslada de un cajón a otro, y en tiempo de cosecha se voltea en el mismo cajón para que la fermentación sea uniforme. La finca cuenta con 5 cajones para la fermentación que en algunas oportunidades han sido insuficientes para recibir la semilla de la cosecha, por lo que se ha tenido que suspender y

reiniciar a la semana siguiente. Con este método de fermentación se tiene el problema que en varias oportunidades no se realiza un volteo uniforme, se observa al momento del secado unas almendras de color más oscuro que otras, por lo que es necesario implementar otro sistema de fermentación.

Luego de 5 días de fermentación el cacao se encuentra listo para el secado, este proceso consiste en disminuir la humedad lentamente de la almendra, hasta reducirla a un 7 u 8 %. La rapidez del secado de cacao dependerá de que método se utilice, en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá se realiza en patios de concreto, la desventaja de este método es que primero se evapora la humedad del suelo y luego la de las almendras. El tiempo de secado normalmente es de 4 a 7 días, esto dependerá de las condiciones atmosféricas y época del año. En época de cosecha los patios no son suficientes para poder secar la cantidad de almendras obtenidas en la cosecha, siendo necesario agrandar el patio de secado. Al mismo tiempo los patios de secado se han deteriorado por lo que presentan grietas donde se filtra el agua lo que provoca que en época de invierno tarde más tiempo en perder humedad.

Para el proceso de secado se traslada en carretillas de mano, modificadas con tablas de madera, la almendra fermentada hacia el patio y luego se extiende procurando dejarla lo menos grueso posible; previamente el patio deberá estar limpio de impurezas como basura, tierra, piedras, excrementos de animales domésticos, y esperar un tiempo para que pierda la humedad o sea que el patio este caliente por lo que no se aprovecha el mayor tiempo posible de sol. La almendra en el patio de secado sufre un proceso de volteo con un rastrillo de preferencia que sea de madera; según las condiciones ambientales se recoge la almendra antes de que pueda recibir nuevamente humedad. Las almendras al recogerlas se colocan nuevamente en las carretillas de mano y se guardan en casilleros contruidos de block y lámina con puerta de madera.

Normalmente uno de los pico de producción coincide con la época de invierno, el cual dificulta el secado normal de las almendras, principalmente cuando existen temporales de lluvia y el cacao es afectado por diferentes patógenos que dañan la calidad del mismo.

1.4.4.15 Recurso humano

Es uno de los componentes principales en el cultivo de cacao. En cuanto al personal de campo existen miembros que ejercen un caciquismo en donde la consigna es única y exclusiva de ganar-ganar, que tratan de crear un conflicto entre las administraciones anteriores, actuales y futuras con los trabajadores por lo que se nota la falta de empatía, de trabajo en equipo y que se manifiesta en la resistencia al cambio y a las innovaciones.

1.4.4.16 Sistematización de la información

Actualmente no se cuenta con herramientas de registro para las actividades que se realizan dentro del cultivo de cacao como son: materiales sembrados, año de siembra, programas de podas (formación, mantenimiento, sanitarias, rehabilitación), compatibilidades, plantas elites (productoras, resistentes a enfermedades, compatibles), fertilización, control de malezas, manejo de sombra, control de enfermedades; en el caso de los rendimientos se utiliza un formato donde se anota el peso húmedo del cacao cosechado en el campo y recibido en los cajones de fermentación, así mismo se lleva un control del cacao vendido por medio de los recibos emitidos por la tesorería de la finca, de igual forma se lleva un formato donde se anotan los aspectos importantes de la venta con los cual se puede en cierta forma conocer el rendimiento anual del sistema cacao. Esta carencia de sistematización de la información sobre los aspectos más importantes del cultivo, es un factor importante que incide en el plan operativo anual limitando la asignación de los recursos y programación de las actividades en el tiempo oportuno que lo requiere el cultivo. Al mismo tiempo se tendría un parámetro para evaluar anualmente los éxitos y fracasos. Actualmente la planificación, coordinación y supervisión de las actividades diarias en el cultivo de cacao es realizada por el encargado de la finca.

1.4.5 Análisis de los problemas encontrados en el subsistema cacao

A continuación se presentan los principales problemas detectados en el sistema cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, siendo el manejo inadecuado del cultivo de cacao (material establecido, control de enfermedades, edad de la plantación) lo que está provocando la baja en la producción:

Cuadro 10. Principales problemas y causas, identificados en el cultivo de cacao.

Problema	Causa
Cacao híbrido	Variabilidad e incompatibilidad del cacao
Enfermedades	Perdida de frutos por monilia
Edad de la plantación	La mayoría de la plantación tiene más de 25 años de establecidos
Densidad de la plantación	Por la edad que tiene la plantación se ha perdido la densidad original
Falta de empatía de los trabajadores	No se identifican con el cultivo, atrasando su manejo
Falta de sistematización de la información	No se cuenta con datos de cada lote
Manejo de restos de cosecha	Los residuos quedan en los lotes y pueden ser fuentes de inóculo
Manejo tejido productivo	Exceso en la cantidad de jornales utilizados
Sombra permanente	Sombra mal distribuida

1.4.6 Líneas de acción para solucionar los problemas encontrados en el cultivo de cacao.

1. Iniciar un proceso de renovación del cultivo, con materiales prominentes en producción y tolerancia a enfermedades que provengan de propagación asexual.
2. Sistematizar la información, enfocada en la producción y tolerancia a las enfermedades con los materiales que actualmente se tienen establecidos y así formular proyectos de investigación.
3. La producción de materiales híbridos debe enfocarse principalmente para investigación en la obtención de materiales mejorados y que en algún momento pueda seleccionarse los mejores para su posible distribución.

4. Establecer como sombra permanente especies forestales nativas de la región o con un alto valor económico, para que se convierta en un sistema agroforestal.
5. Iniciar el proceso de mejoras al sistema de beneficiado y secado de la almendra en el cual se puedan utilizar cajones de fermentación tipo escalera y gavetas de secado corredizas
6. Considerar profundamente si el área actual establecida con el cultivo es conveniente manejarla o por el contrario establecer otro tipo de cultivo que no demande una gran cantidad de jornales para su manejo agronómico, y que conlleve una diversificación de los cultivos.
7. Establecer convenios con otras instituciones con la finalidad de obtener nuevas variedades y así contar con un mayor germoplasma.
8. Formular alternativas para utilizar los residuos de cosechas y podas para la obtención de abonos orgánicos que se puedan incorporar al cultivo u otros cultivos.

1.5 CONCLUSIONES

1. Se cuenta con la tecnología desde el almacigo hasta el beneficiado y el técnico especialista para realizar el manejo agronómico del cultivo de cacao en el Centro de Agricultura Tropical, pero la aplicación de la misma está en función del presupuesto asignado anualmente.
2. Los tres principales problemas identificados, que afectan el cultivo de cacao es el uso de materiales híbridos, por su origen presentan problemas de compatibilidad, producción, y enfermedades. La mayor parte de los materiales establecidos en el Centro son susceptibles a la moniliasis. Así como también la edad de las plantaciones que afectan la producción debido a que las plantas con los años presentan daños en los cojines florales, cantidad de epifitas en el fuste o han perdido su estructura original
3. La principal línea de acción para solucionar uno de los principales problemas identificados, es iniciar un proceso de renovación del cultivo, con materiales superiores en rendimiento y con tolerancia a enfermedades que provengan de propagación asexual.

1.6 BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. Dubón, A; Sánchez, J. 2011. Manual de producción de cacao. La Lima, Cortés, Honduras, FHIA. 208 p.
3. Flores Aucedá, CD. 1981. Estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, FAUSAC. 116 p.
4. García, S. 1982. Descripción de los ensayos agrícolas realizados y por realizar en la finca Bulbuxyá, estableciendo un modelo de registro de datos. Monografía EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 59 p.
5. García Castellanos, JC. 1981. Monografía de la finca Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez, Guatemala. Informe de EPS. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 31 p.
6. Leiva, R; Aguilar, M. 1981. Proyecto de creación del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez, Guatemala. Guatemala, USAC, FAUSAC, IIA. 32 p.
7. Monterroso, D. 2008. Estudio de la bioecología del cacao y selección de clones en función de sus características agronómicas y calidad del grano para incrementar la productividad del agrosistema. Guatemala, CONCYT, AGROCYT. 107 p.





CAPÍTULO II

CARACTERIZACIÓN DE SEIS CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), BAJO LAS CONDICIONES DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ.

2.1 INTRODUCCIÓN

El cacao (*Teobroma cacao* L), tiene su origen en los trópicos húmedos de América, se utilizaba en la preparación de bebidas y los mayas lo utilizaban como moneda y bebida sagrada. Según la tradición el árbol tenía origen divino y las semillas cayeron del cielo, (*Theos* significa dios en griego y *broma* alimento) (ANACAFE 2004).

En Guatemala así como en los países de Centroamérica, el área sembrada por este cultivo se ha venido reduciendo en las últimas décadas, motivada principalmente por los bajos precios del mercado, siendo sustituidos por otros cultivos que ofrecen mejores niveles de rentabilidad (SIECA 2002). Otro factor importante para la disminución, es la llegada de la enfermedad llamada moniliasis (*Molliophthora roreni*), que causa pérdidas de hasta un 90% o más en la producción (Dubón 2011).

Entre los factores limitantes de mayor gravitación en contra de la eficiencia del proceso productivo del cacao, figuran la existencia de materiales susceptibles a plagas y enfermedades, malas prácticas de manejo agronómico, de cosecha y post-cosecha que originan baja calidad de la almendra.

En la actualidad, la producción se mantiene significativamente reducida en manos de pequeños productores, esto debido a diferentes factores de tipo técnico y falta de una adecuada transferencia de tecnología (ANACAFE 2004).

La producción de cacao en Guatemala se proyecta como una oportunidad de desarrollo para el país y para los pequeños productores que a través de los años han confiado en el mantenimiento de esta especie tropical. En el país existen 88,886 hectáreas con potencial para el establecimiento del cultivo, concentradas principalmente en Santa Rosa, Petén y Escuintla (MAGA).

En el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá con el apoyo del CATIE a través del Proyecto Cacao Centroamérica (PCC), se estableció a partir del año 2010 un jardín clonal con seis clones, que fueron replicados en el resto de Centro América. Los clones presentan características que para Guatemala son prioritarias como: tolerancia a monilia y rendimiento, sin embargo no se contaba con la descripción de cada uno de los clones a nivel morfológico y agronómico, por lo que se hizo necesario realizar una caracterización de los clones bajo las condiciones del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.

Según los resultados obtenidos en el presente estudio y con base en los objetivos propuestos de la descripción morfológica y la descripción de los componentes de rendimiento, los materiales CATIE R-4, ICS-95 y PMCT-58 son los que presentan las mejores características en cuanto a las variables cuantitativas principalmente las relacionadas a fruto y semilla, aunque es muy prematuro descartar a los otros materiales, por lo que se hace necesario reevaluar los mismos en años siguientes. Es por ello que esta investigación pretende dar un primer paso para promover nuevamente el cultivo de cacao en Guatemala, dando énfasis en conocer los atributos que presentan los seis clones seleccionados por el CATIE, principalmente desde el aspecto morfológico, rendimiento y resistencia a enfermedades.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Generalidades sobre el cultivo de cacao

2.2.1.1 Historia del cacao

Fonéticamente existen diferentes interpretaciones de donde surge la palabra cacao, algunos autores expresan que: tanto el nombre del cacao, como el de su principal producto, el chocolate, se derivan de las lenguas mayas, aztecas y toltecas “Cacahuatl” que significa jugo amargo y “Xocoatl” bebida caliente (Dubón 2011).

Para Enríquez (1985) el origen de la palabra cacao proviene de las voces mayas “Kaj” que quiere decir amargo y “Kab” que quiere decir jugo. Estas dos palabras, al pasar fonéticamente al castellano, sufrieron una serie de transformaciones que terminaron en “cacaotal” y que luego pasó a cacao.

La palabra chocolate también proviene de las palabras maya “chacau” que quiere decir alguna cosa caliente y de la palabra “kaa”, bebida. También estas palabras se unieron y sufrieron una serie de transformaciones en castellanos, hasta llegar a “chocolate” (Enríquez 1985).

2.2.1.2 Origen del cacao

El cacao, se encontró originalmente creciendo espontáneamente en estado primitivo en Sur América, en la región del Alto Amazonas, en un triángulo comprendido entre Colombia, Perú, Brasil y se considera que este es su centro de origen. La hipótesis más aceptada actualmente es que de este centro de origen, se dispersó un grupo de materiales que llegaron hasta el sur de México, dando origen al tipo de cacao criollo, conocido como fino. Se considera que otro grupo de materiales se extendió por la cuenca del Río Orinoco, en Venezuela y Colombia, estos cacaos se denominan actualmente como forasteros (Dubón 2011).

2.2.1.3 Biología y botánica del cultivo de cacao

El cacao es una planta alógama, de ciclo vegetativo perenne y diploide ($2n=20$). El árbol de cacao alcanza alturas de 2 metros hasta 20 metros cuando tiene condiciones óptimas de crecimiento como son: sombra intensa, temperatura, viento, agua y suelos apropiados (Enríquez 1987).

La planta de cacao presenta dos tipos de raíces: una raíz principal, cuya función es dar anclaje y las raíces secundarias que se concentran en los primeros 30 centímetros de profundidad (Dubón 2011).

Las plantas que se originan por semilla poseen un tronco caulifloro, o sea que forman flores y frutos en el tronco maduro, además, presentan un marcado dimorfismo, es decir, primero el crecimiento es vertical hacia arriba, seguido de un crecimiento de ramas verticiladas en forma de abanico con crecimiento lateral o hacia los lados, que forman una estructura conocida como horqueta, molinillo y es conocida técnicamente como verticilo (Dubón 2011). Las plantas de origen clonal obtenidas mediante injerto o estacas presentan una conformación diferente sin el predominio de un eje principal (Enríquez 1987).

Las hojas de la planta son de forma alargada, medianas y de color verde, algunas plantas tienen las hojas tiernas de diferentes colores que pueden ser: café claro, verde pálido, morados o rojizos, según la variedad del cultivo. La hoja está unida a la rama por medio de un pecíolo corto donde se encuentra un abultamiento llamado yema que origina ramas que se usan para realizar injertos (PRODESOC 2006).

Las flores son pequeñas, hermafroditas, pentámeras, el ovario posee 5 celdas o lóbulos y contiene entre 25 y 75 óvulos, brotan en grupos de entre 14 y 48 flores. Los lugares donde brotan los grupos de flores se llaman cojines florales. Generalmente su polinización es entomófila, principalmente llevada a cabo por individuos del género *Forcipomya*, las cuales no vuelan grandes distancias sino que se mantienen dentro de un área de diez metros alrededor del lugar donde habitan, poseen un ciclo de vida de 28 días en total (Somarriba 2010).

El fruto se considera una baya conocida comúnmente como mazorca o bellota, sostenida por un pedúnculo fuerte que evita que se desprenda aun estando maduro. El tamaño, formas y colores de los frutos varían según los tipos regionales de cacao. Se destacan, las formas amelonadas y calabacillos en los tipos forasteros, los angoletas y cundeamor en los tipos acriollados. El tiempo que transcurre desde la fecundación del ovario en la flor hasta la madurez del fruto, varía entre 5 a 6 meses.

Una mazorca contienen de 25 a 45 semillas, las que constan de dos cotiledones de forma ovalada y aplanada que van desde el color crema al violeta oscuro. Las semillas se encuentran cubiertas por una pulpa blanca mucilaginosa. Las semillas una vez secas alcanzan pesos entre 0.8 y 1.5 gramos cada una (Dubón 2011).

2.2.1.4 Taxonomía y razas cultivadas

El nombre científico del cacao, *Theobroma cacao* L. provienen de las raíces griegas *Theo*=Dios, *broma*=alimento.

En el reino vegetal, el cacao se clasifica dentro de la Clase Dicotiledóneas, Orden Malvales, Familia Malvaceae, Genero *Theobroma* y especie *cacao*. Existen otras especies silvestres que normalmente no son cultivadas, ni comestibles (Dubón 2011).

Se identifican dos poblaciones básicas de cacao, que a la vez determinan dos calidades de granos: ellos son los tipos criollos y los forasteros. Estos dos grupos primitivos dieron origen a la población trinitaria. Se considera que los cacaos criollos y forasteros son la base genética de los híbridos modernos (Dubón 2011).

a. Criollos

Se cultiva en pequeña cantidad 5-10% de la producción mundial. El cacao cultivado originalmente por los Mayas y Aztecas es probablemente el criollo actual con las siguientes características: árboles generalmente débiles, de tamaño pequeño, hojas con brotes sin pigmentación, el color de las mazorcas pueden ser verde o rojas, almendras blancas, semillas de forma redondeada, la fermentación tarda 2-3 días, exquisito sabor, aroma perfumado y delicado, alta calidad de sus semillas, bajo amargor, poco astringente, sabor a frutas ácidas, susceptible a plagas y enfermedades, adaptación limitada. La superficie del fruto posee diez surcos longitudinales marcados, los lomos son prominentes, verrugosos e irregulares (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales 2010).

b. Forastero

Es la raza más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se ha caracterizado a los forasteros por tener mazorcas ovaladas o amelonadas, con 10 surcos superficiales o profundos, cáscaras lisas o ligeramente verrugosas, delgadas o gruesas. Las mazorcas son en general verdes y rojas. Semillas de color morado, aplanadas y pequeñas con un

mucílago de sabor ácido. Los árboles son vigorosos, follaje grande e intenso y más tolerante a enfermedades que los criollos. Es cultivada en la región baja del Amazonas en Brasil, Venezuela y Guayanas (ANACAFE 2004).

c. Trinitario

Consiste en plantaciones híbridas de cruzamiento espontáneo de criollos y forasteros y tienen características de mazorcas y semillas casi similares en la mayor parte intermedias a los dos grupos que le dieron origen. Es posible que se trate de una población segregante que se originó de una cruce casual entre el amelonado de Guayana y la población criollo de Venezuela (Enríquez 1985).

Estos cruces naturales dieron origen a un tipo de cacao con características intermedias entre criollos y forasteros, incluyendo por supuesto la calidad; de manera que heredo en parte la robustez del cacao forastero y a su vez el delicado sabor del cacao criollo (Dubón 2011).

2.2.2 Requerimientos ambientales

Los factores climáticos que más influyen sobre los procesos fisiológicos del árbol de cacao son la temperatura y la precipitación, por lo cual algunos autores los denominan como factores primarios, ya que el hombre no los puede modificar; les siguen en importancia el viento, luminosidad y humedad relativa.

Las condiciones más adecuadas son: temperatura media anual de 25°C. Temperaturas extremas muy altas y bajas pueden provocar alteraciones fisiológicas en el árbol. Los requerimientos en precipitación oscilan entre 1800 a 2500 mm. La radiación solar es un factor que interfiere en los mecanismos fisiológicos de la planta y que puede ser controlado por medio de la manipulación del sombrero. En cuanto la humedad ambiente para el cacao, es aquella que se mantiene entre 70% a 80%. Junto con las altas temperaturas y la radiación solar, el viento determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de las hojas de la planta (Dubón 2011).

2.2.2.1 Requerimientos del suelo

Según Echeverri (2011), un buen suelo para el cultivo de cacao es aquel que posee una profundidad mayor a 1.5 metros, bien drenados, muy ricos en materia orgánica, de textura

media, topografía regular, con un Ph óptimo de entre 6.5 y 6.8. En conclusión, un buen suelo es el que mantiene la humedad a una profundidad mayor a 1 metro.

2.2.2.2 Latitud y altitud

La zona tropical donde se dan condiciones para el cultivo de cacao se encuentra comprendida entre los 20° latitud norte y 20° latitud sur del Ecuador. En Centroamérica por estar a una mayor latitud, el clima propicio para el desarrollo del cacao se ubica hasta los 700 msnm, en zonas de vida bh-T (bosque húmedo tropical) o bh-ST (bosque húmedo subtropical). Fuera de estos rangos las plantas sufren alteraciones fisiológicas que afectan casi por completo su capacidad productiva y su capacidad de adaptación, lo que se ve reflejado en reducción del rendimiento y pobre desarrollo (Dubón 2011).

2.2.3 Ciclo del cultivo y manejo agronómico

Para Somarriba (2010), el cacao pasa por diferentes etapas durante su ciclo de vida siendo ellas:

A. Preparación del material de siembra (año anterior a la siembra)

Se refiere a la preparación del material de siembra, que puede ser híbrido, clones o ambos tipos; comprende actividades como: selección del material de siembra, selección y preparación del área, establecimiento de vivero.

Algunos aspectos importantes relacionados con el vivero son:

1. Preparación del sustrato.
2. Manejo y preparación de la semilla para formación de patrones o híbridos; una vez extraída de la mazorca la semilla, esta mantiene su capacidad de germinación por corto tiempo, la misma debe de frotarse con aserrín para quitarle el mucílago, lavar con abundante agua hasta quedar limpia, sumergiendo en una mezcla química para su desinfección.
3. La propagación del cacao se realiza por dos formas: sexualmente o por semillas y asexualmente o por propagación vegetativa.
4. Injertación: consiste en juntar órganos de crecimiento (yemas), provenientes de un árbol de alto rendimiento a otra planta denominada patrón, de tal manera que se unan y continúen creciendo como una sola planta. A la planta que recibe la yema se le denomina porta injerto o patrón y a la parte superior de la nueva planta se le denomina injerto.

Existen varios tipos de injerto en cacao, pero los más comunes son los injertos de parche y el de yema terminal o de púa (IDIAF 2010; Dubón 2011).

5. Es básico el establecimiento y cuidados del vivero, la planta de cacao se siembra para muchos años, por lo que todos los cuidados que se tomen es para llevar al campo una planta sana, vigorosa y con una buena raíz (Echeverri 2011).
6. En esta fase es muy importante la selección trazado, ahoyado, siembra de cultivos de ciclo corto y preparación del terreno, dando preferencia a aquellos con buen drenaje (Enríquez 1987).
7. El material genético a sembrar deberá cumplir con: ser de alto rendimiento adaptación a las condiciones del lugar, producción temprana y distribución de cosecha apropiada a las necesidades de la finca, semillas con peso mayor a 1.1 gramos de cacao seco, el número de mazorcas que se necesitan para producir un kilo de cacao seco no debe ser mayor de 20, tolerancia a las plagas y enfermedades del lugar, facilidad de manejo agronómico, manera de polinizarse, compatibilidad consigo mismo y con los árboles vecinos (Echeverri 2011).
8. Siembra de diferentes sombras: tradicionalmente el cacao se ha cultivado bajo sombra de especies leguminosas de rápido crecimiento y otras plantas, incluyendo palmeras y algunos frutales tropicales. El sistema de producción cacao con árboles de mayor potencial económico, se inicia con el establecimiento del sombrío temporal o provisional utilizando para ello cultivos como banano o plátano: el sombrío intermedio se planta con leguminosas de rápido crecimiento como el madre cacao *Gliricidia sepium* o pito, *Erythrina* sp, y será el que prevalezca cuando el plátano se elimine, hasta que la sombra definitiva sobrepase lo suficiente el dosel o copa del cacao (FHIA 2004).

B. Establecimiento en campo e inicio de formación de la planta (año 1 a 3)

Comprende actividades desde que el cultivo queda instalado hasta que inicia su producción. Estas prácticas de manejo incluyen:

- a) Trasplante del cacao
- b) El combate de malezas, la cual depende de la intensidad de luz que exista en el cacaotal, el cultivo anterior y sustrato.

- c) La fertilización varía de acuerdo a las condiciones del suelo y que a su vez depende de la etapa fenológica del cultivo.
- d) Otra práctica fundamental son las podas periódicas, las cuales permiten modificar la conformación del árbol y a su vez facilita el control de plagas y enfermedades. La práctica consiste en eliminar todos los chupones y ramas innecesarias, así como también las partes enfermas y muertas del árbol. Se considera una labor cultural de gran importancia por su efecto directo sobre el crecimiento y producción de las plantaciones (Arciniegas 2005; Pinzón y Rojas, 2008).
- e) Construcción de zanjas o canales de drenajes.
- f) Combate de insectos plagas.
- g) Resiembras: cacao, sombrío temporal, intermedio y permanente (Dubón 2011).

C. Desarrollo de las copas e inicio de producción (año 4 al 10)

Son actividades propias del sostenimiento y manejo del cultivo en producción. En esta se ejecutan labores de: manejo de tejido productivo, las cuales permiten modificar la conformación del árbol y a su vez facilita el control de plagas y enfermedades. La práctica consiste en eliminar todos los chupones y ramas innecesarias, así como también las partes enfermas y muertas del árbol. Se considera una labor cultural de gran importancia por su efecto directo sobre el crecimiento y producción de las plantaciones.

También se ejecutan las siguientes actividades: poda silvícola de maderables, regulación del sombrío semipermanente, control de plagas, enfermedades (eliminación de frutos con moniliasis), malezas, fertilización y finalmente la cosecha y beneficio del grano (Arciniegas 2005).

D. Producción plena (año 11 al 30)

En esta etapa, la forma y tamaño de la planta de cacao se maneja con las podas. La producción por año del cacao tendrá altibajos, unos años el cacao dará buenas cosechas, otros años las cosechas no serán tan buenas. Otra actividad importante es la fertilización, eliminación de frutos enfermos, resiembra de árboles muertos o dañados para la conservación de la densidad. El manejo de la sombra es otra actividad importante en esta etapa.

E. Decaimiento de la producción (año 31 al 60)

Dado que las plantaciones viejas de cacao (más de 30 años) declinan en su producción, requieren de una rehabilitación para reponer en forma total todas las plantas de cacao. Aunque el rendimiento de la plantación está influenciado por factores intrínsecos de la planta estos pueden ser modificados por el ambiente: por lo tanto el propósito es rejuvenecerlas e incrementar su productividad. Un programa de rehabilitación debe hacer énfasis en la corrección de todos los factores que afecten negativamente el rendimiento y es condición obligatoria bajarle altura a los árboles y disminuir su copa (Arciniegas 2005).

F. Vejez y muerte (61 a más de 100 años)

En esta etapa la producción de cacao ya no es importante, finaliza con la muerte del cacaotal y la preparación del terreno para un nuevo ciclo de cultivo, planificando si se continúa con la sombra o se renueva la misma (Somarriba 2012).

2.2.4 Principales enfermedades del cacao

Las enfermedades son el factor biótico de mayor impacto para la producción de cacao en Latinoamérica y el mundo. En Centroamérica, las bacterias, los virus y los nematodos no causan problemas significativos, pero los hongos y dos especies de *Phytophthora* son los responsables de graves pérdidas en la producción (Phillips 2009).

Bunddenhagen (1977), citado por Pérez (2009), clasifica las enfermedades del cacao de la siguiente manera:

- a. Enfermedades genuinas: aquellas que guardan una asociación con el sitio de origen del cacao, debido a que han co-evolucionado con el hospedero y por tanto tienen un alto nivel de especialización, ejemplo: la escoba de bruja (*Moniliophthora penicosa* Aime & Phillips Mora) y la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par).
- b. Enfermedades no necesariamente asociadas al cacao o a su sitio de origen: se presentan de manera esporádica y pueden atacar diferentes órganos de la planta tales como frutos (*Colletotrichum gloesporioides*), el sistema radicular o las ramas (*Fusarium roseum*).
- c. Enfermedades comunes: se presentan frecuentemente en la mayoría de los países productores de cacao. Son notorias a escala global causando pérdidas significativas a través de las infecciones de frutos; un ejemplo típico son las enfermedades causadas por

el género *Phytophthora*. Las dos enfermedades más importantes del cacao en Centroamérica son la mazorca negra y la moniliasis.

2.2.4.1 Factores que favorecen las enfermedades del cacao

La humedad, las sombras excesivas y la falta de ventilación favorecen el ataque de enfermedades. Estas condiciones se presentan cuando:

- a. Los árboles de cacao no se podan, lo que provoca mucha autosombra por el entrecruzamiento de ramas, poca entrada de luz y mayor humedad. Lo mismo ocurre cuando hay muchos árboles de sombra que están mal manejados.
- b. Hay malezas muy altas, las cuales dificultan la circulación de aire y se genera mayor humedad.
- c. Los frutos enfermos no se cortan oportunamente y los hongos completan su ciclo de vida, produciendo millones de esporas listas para contagiar a los frutos sanos (Phillips 2009).

2.2.4.2 La mazorca negra o *Phytophthora*

La mazorca negra del cacao es causada por hongos del complejo *Phytophthora*; siendo *Phytophthora palmivora* el más común en Centroamérica. Esta enfermedad es cosmopolita por estar presente en todas las áreas cacaoteras del mundo. El hongo puede atacar todos los tejidos de las plantas como cojines florales, chupones o brotes tiernos y plántulas en viveros; también es responsable del cáncer del tronco y raíces, pero el principal daño lo ocasiona en los frutos (Dubón 2011).

2.2.4.2.1 Sintomatología

Se caracteriza por presentar una mancha de color chocolate, de forma casi circular, que rápidamente se extiende por toda la superficie hasta cubrir la mazorca en 7 o 10 días, muy similar a la de *Monilia* pero con bordes bien definidos. Las mazorcas afectadas son blandas y menos pesadas que las mazorcas normales o las atacadas por *Monilia* y el daño son de apariencia acuosa. Las almendras que se infectan resultan inservibles y en un plazo de 10 a 15 días la mazorca está totalmente podrida (Echeverri 2011).

2.2.4.2.2 Control de la enfermedad

El control de la mazorca negra debe ser preventivo, existen medidas culturales las cuales buscan crear condiciones adversas para el patógeno y disminuir la fuente de inóculo, entre

ellas se tienen: hacer drenajes donde se requiera, mejorar las podas en los lotes más afectados, recoger las mazorcas enfermas y muertas en el campo cada 8 a 15 días, cortar las ramas secas que pudieron estar afectadas por la enfermedad, sembrar clones resistentes a la enfermedad, reducción de la cantidad de sombra (Somarriba 2010).

2.2.4.3 La Moniliasis

Causada por el hongo *Moniliophthora roreri* y limitada a todas las especies de los géneros *Theobroma* y *Herrania*, se encuentra distribuida en América Tropical, y se considera como el centro de origen la región de Quevedo en Ecuador. Es uno de los principales factores limitantes en esta región. Causa pérdidas altamente significativas, hasta de un 95% o más de la cosecha si no se controla adecuadamente (FHIA-APROCACAHO 2003).

2.2.4.3.1 Sintomatología

Una de las características del hongo *Moniliophthora sp*, es su largo período de incubación, este tiempo puede ser de 3 a 8 semanas. El tiempo varía según la edad del fruto, la severidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones del clima, principalmente presencia de lluvias.

En frutos jóvenes de menos de tres meses, se producen deformaciones, gibas o abultamientos seguidos por la aparición de manchas negras que cubren finalmente todo el fruto. En mazorcas de más de tres meses, se presentan los puntos de apariencia aceitosa (oscuros brillantes), en ocasiones con un halo amarillento que da la apariencia de una falsa madurez (madurez prematura). Estos síntomas se incrementan hasta aparecer la mancha de color chocolate que puede extenderse hasta cubrir todo el fruto y luego de ello, una semana más para la aparición de un polvillo (conidias) blanco que va tornándose gris (FHIA-APROCACAHO 2003).

2.2.4.3.2 Control de la enfermedad

El control de la moniliasis es relativamente fácil, pues se sabe que le benefician las condiciones húmedas de las plantaciones, la oscuridad del cacaotal, el exceso de entrecruzamiento de las ramas dentro del mismo árbol, entre árboles vecinos y entre árboles de cacao con los árboles que suministran sombra, también cuando no se cortan los frutos enfermos, la formación de charcos, y la incidencia de malezas.

Entre las prácticas de cultivo que conducen a una modificación del ambiente, tornándose inapropiado para el desarrollo de la enfermedad se destacan las siguientes: podas suaves y frecuentes, regulación del sombrero permanente, adecuado sistema de drenaje, deshierbas frecuentes y oportunas, remover los frutos infectados dos veces por semana en los meses de lluvia (FHIA-APROCACAHO 2003).

El control químico solo se recomienda en las plantaciones con alta productividad, mayor de 800 kilogramos de cacao seco al año y como complemento al control cultural. Hasta la fecha, no se ha encontrado que el control químico sea superior al control cultural en aquellas plantaciones con rendimientos bajos (Parra y Sánchez 2005).

2.2.4.3.3 Resistencia genética para el control de la moniliasis

Aún no se ha descubierto un material inmune a *Monilia rozeri*, por las pruebas realizadas en diferentes países se conoce que hay cultivares (clones o híbridos) que, consistentemente muestran menor número de mazorcas infectadas, ejemplo de estos materiales son: UF-273, EET-75, EET-233, UF-296, CC-210, ICS-95, SCC-61, IMC-67, CC-266, PA-169 (FHIA-APROCACAHO 2003).

Recientemente, bajo los auspicios del Proyecto Cacao Centroamérica (PCC), ejecutado bajo la coordinación del CATIE, se han liberado seis cultivares siendo ellos: CATIE R-1, CATIE R-4, CATIE R-6, CC-137, PMCT-58 y el ICS-95 los que presentan resistencia genética a la enfermedad y altos rendimientos (FHIA-APROCACAHO 2003).

Arciniegas (2005), citado por Pérez (2009), concluyó que los genotipos que muestran una menor incidencia a la enfermedad tienen como progenitores a los clones UF-273, UF-712, EET-75 y PA-169, mientras que genotipos que tienen algunos de los siguientes progenitores son más susceptibles Pound-7 y CCN-51.

2.2.4.4 Métodos de control de las enfermedades

Existen varios métodos o prácticas de control que buscan erradicar o reducir la cantidad de inóculo presente en un área, planta o parte de la planta (semilla o yemas vegetativas); estos métodos son:

2.2.4.4.1 Control cultural: este método depende de acciones como la erradicación del hospedero, la rotación de cultivos, la creación de condiciones desfavorables para los

patógenos (poda de mantenimiento, fertilización, remoción de frutos y tejido enfermo), riego, y formación de la hojarasca.

2.2.4.4.2 Control químico: este método depende del uso o empleo de sustancias químicas para reducir la población del patógeno. Puede ir dirigido al tratamiento del suelo, mediante la fumigación del suelo y de las semillas. También se pueden realizar aplicaciones foliares, tratamiento de frutos, tronco, ramas y dosel del árbol.

2.2.4.4.3 Control biológico: este método implica el uso de organismos vivos para reducir el inóculo del patógeno. Un ejemplo de este método es el empleo de plantas trampa y el uso de organismos antagonistas.

2.2.4.4.4 Control genético: este método implica la identificación y selección de materiales vegetales o plantas con cierto grado de resistencia a la enfermedad, ya sea que esta resistencia se haya adquirido por selección natural o mediante ingeniería genética.

Los métodos mencionados anteriormente constituyen las herramientas clásicas de manejo; sin embargo, el éxito y manejo adecuado de las enfermedades se logran con la implementación de un programa de manejo integrado de plagas (MIP). El MIP debe integrar todas las técnicas y métodos disponibles, de tal manera que sean compatibles y permitan mantener las poblaciones del patógeno en niveles que no causen daño económico (Suárez 2010).

2.2.5 Beneficiado del cacao

El beneficiado es la cura del cacao, el proceso por el cual las semillas, después de ser extraídas del fruto, son colocadas en depósitos especiales y en condiciones apropiadas para que las transformaciones físicas y químicas, mejoren su calidad, se facilite el secado y su conversión y se logre una mejor presentación del producto comercial.

Objetivos del beneficiado del cacao:

1. Descomposición y remoción del mucilago azucarado que cubre el grano fresco, para facilitar el secado y la conservación o almacenamiento.
2. Elevar la temperatura que mata el embrión, para facilitar el desarrollo del sabor a chocolate.
3. Mejorar el sabor y aroma de las almendras.
4. Facilitar la separación final del cotiledón final y la cutícula que lo cubren.

5. Dar una buena apariencia para el mercado (Enríquez 1985).

2.2.6 Estrategias de mejoramiento de cacao

Las estrategias para el mejoramiento genético del cacao son:

1. Se establecen ensayos de progenies (familias híbridas), obtenidas mediante el cruzamiento dirigido (polinizaciones artificiales), entre clones que poseen características ideales siendo las más importantes la buena producción y/o resistencia a enfermedades. A partir de los datos colectados durante 5-7 años, se seleccionan las mejores progenies.
2. A partir de ensayo de progenies se seleccionan árboles superiores que reúnen varias características deseables y/o que acumulan genes favorables para alguna característica en particular.
3. Se establecen ensayos clónales que incluyen los mejores clones pre-seleccionados, arboles superiores clonados y testigos nacionales e internacionales.
4. Se establecen ensayos de progenies a partir del cruzamiento entre parejas de clones pre-seleccionados con muy buen perfil general y que cumplen con las siguientes condiciones:
 - a) no son consanguíneos de tal forma que se favorece el vigor híbrido o heterosis en sus descendencias, y b) el cruzamiento entre ellos compensa los defectos de uno con las virtudes de otro en características deseables, los cuales representarán una proporción muy pequeña de la población (Phillips 2012).

2.2.7 Parámetros de rendimiento

Según Jacob y Atanda (1975), citados por Arciniegas (2005), los programas de mejoramiento genético usualmente enfocan su investigación hacia la selección de los materiales en cuanto a su rendimiento, número de frutos producidos por árbol, número de semillas y peso seco de las mismas por mazorca.

2.2.7.1 Número de frutos por árbol

Según Soria (1966) citado por Pérez (2009), el parámetro del número de frutos es una medida relativamente confiable para estimar la capacidad de producción de un material, porque existe una pequeña correlación entre el peso seco de la semilla y el número de mazorcas presentes en el árbol.

2.2.7.2 Peso del fruto

Según Ruinard (1961), citado por Arciniegas (2005), muchos estudios han determinado que el peso promedio de frutos depende del tamaño y forma de las mismas. Usualmente, el peso del fruto tiene una correlación directa con el peso y número de semillas presentes en el fruto.

2.2.7.3 Índice de fruto

Se define como el número de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de cacao seco y fermentado (IPGRI 2000). Este índice es una medida indirecta del tamaño de las mazorcas en función de su peso seco y es una variable de tipo cuantitativo (Esquivel y Soria 1967).

El índice de fruto puede estimarse con confianza en una muestra de 30 mazorcas tomadas en la época de mayor producción del año (Arciniegas 2005).

2.2.7.4 El número de semillas por fruto

Este carácter casi parece no ser afectado por el medio ambiente y es considerado como una característica confiable, mencionando un rango de 15 a 45 semillas por mazorca (IICA 1982).

2.2.7.5 El peso de las semillas

En base a una muestra de 30 frutos puede obtener una cifra que está dentro del 10% de la media verdadera, parece sin embargo, que ésta variabilidad es de naturaleza genética principalmente, ya que se ha demostrado que solo la época seca tiene efecto sobre el peso húmedo y seco de las semillas, y únicamente se ha encontrado pequeñas diferencias entre los mismos periodos de diferentes años (IICA 1982).

2.2.7.6 Producción

Los árboles de cacao o cacaoteros pueden producir rendimientos aceptables durante varias décadas. Pueden tardar de 8 a 10 años en alcanzar el rendimiento máximo, según la variedad; los nuevos híbridos alcanzan ese máximo más rápidamente (Arciniegas 2005).

En términos de rendimiento, existen efectivamente dos tipos de cacaoteros: los arbustos tradicionales que producen entre 300 y 500 Kg de cacao en grano por año en las circunstancias más normales, y los híbridos cuyos rendimientos alcanzan un máximo de

más de 1000 Kg/hectárea antes de empezar su decadencia. Las principales pérdidas de producción se deben a factores tales como las malas condiciones climatológicas, cuidados deficientes y enfermedades, que alcanzan entre el 20 y 30% de la producción mundial (Arciniegas 2005).

2.2.8 Descriptores para la caracterización agronómica

Según Abadie y Berretta (2003), citado por Arciniegas (2005), la caracterización se define como la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma y que permite diferenciar las accesiones de una especie, sea en términos de característica morfológica y fenológicas de alta heredabilidad o características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente.

Para la descripción morfológica de las plantas cultivadas generalmente se emplean órganos que están menos influenciados por el ambiente como son las flores y los frutos, le siguen en importancia otros como las hojas, troncos, ramas, raíces y los tejidos celulares que muchas veces son muy difíciles de caracterizar (Enríquez 1966).

La caracterización sirve para múltiples usos, tales como: proporcionar un mejor conocimiento del germoplasma, permitir identificar duplicados, permitir identificar genotipos faltantes en las colecciones que facilitan la planificación de nuevas colectas e introducciones, permitir el establecimiento de colecciones núcleos (Enríquez 1966).

Según Pound (1932), citado por Arciniegas (2005), aduce que los tamaños en las semillas varían mucho y se requiere de muestras muy grandes para la estimación, pero aporta que el peso seco de las almendras es de los parámetros más confiables para la descripción morfológica de las poblaciones.

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Ubicación geográfica y características ecológicas

El estudio sobre la caracterización de 6 clones de cacao se realizó en El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), propiedad de la Universidad de San Carlos de Guatemala, bajo la administración de la Facultad de Agronomía. Se encuentra ubicado en el municipio de San Miguel Panán, departamento de Suchitepéquez, localizado geográficamente entre las coordenadas 14°34'39" de latitud Norte y 91°22'00" de longitud Este; limita al Norte con Finca Guadiela, al Sur con finca Versailles, al Este con finca Trinidad, al Oeste con el río Nahualate y Cantón Barrios 1 y 2, posee una extensión de 89.5253 hectáreas (García 1981).

Posee un relieve variado, la parte más alta de la finca está a 340 msnm y la más baja a 240 msnm (Leiva y Aguilar 1981).

2.3.2 Zona de vida

Según el mapa elaborado por De la Cruz (1982), el área donde se ubica el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, está clasificado como parte del Bosque Muy Húmedo Sub-Tropical Cálido (bmh S).

2.3.3 Características climáticas

Con base a la estación meteorológica más cercana al CATBUL, que es de tipo C, localizada en Mazatenango, reporta los siguientes datos: precipitación pluvial de 4000 mm de lluvia anual, distribuidos en 140 días al año, ubicados entre los meses de mayo a octubre, con lluvias ocasionales en abril y noviembre, el pico máximo de precipitación se reporta entre septiembre y octubre. Una humedad relativa del 80%, temperatura media anual de 24°C, máxima de 36°C y mínima 18°C (Monterroso 2008).

De acuerdo con la información climática de Thornthwaite, se cataloga el clima como cálido con invierno benigno muy húmedo y sin estación seca bien definida (Monterroso 2008).

2.3.4 Hidrología

La zona no tiene problemas con el abastecimiento de agua, existiendo ríos y quebradas que bajan de las montañas, proporcionando el agua suficiente en época de verano, para el riego de los diferentes cultivos, así como para el abastecimiento de la población. El principal curso de agua superficial es el río Nahualate, con sus afluentes del río Bujiyá, y

algunas quebradas de menor importancia, ubicados al Oeste y Este de la unidad mencionada (Leiva y Aguilar 1981).

2.3.5 Suelos

Según Simmons, el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá se encuentra comprendido en la división fisiográfica que corresponde a los suelos de declive del Pacífico, que se extiende desde el pie de monte de las montañas volcánicas, hasta la orilla del litoral; la series de suelos que se puede encontrar en este lugar son Panán y Cutzán, agrológicamente clasificados bajo el sistema USDA como clases II, III y IV, con limitantes de erosión, pendientes, pedregosidad, nivel freático alto y baja fertilidad (Flores 1981).

2.3.6 Fisiografía y morfología

El área está comprendida en la provincia fisiográfica denominada Llanura costera del Pacífico, la cual está cubierta con el material aluvial cuaternario que está sobre los estratos de la Plataforma Continental. Los fluvios que corren del Altiplano Volcánico al cambiar su pendiente han depositado grandes cantidades de material, los cuales han formado esta planicie de poca ondulación, pero con mal drenaje, encontrándose áreas sujetas a inundaciones (García 1981).

2.3.7 Descripción del área experimental

Como parte del Proyecto Cacao Centroamérica (PCC), el material varietal para su injertación fue recibido de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), de Honduras, para que formaran parte de un ensayo denominado “Parcela Demostrativa de Cacao Injertado con Variedades Mejoradas Seleccionadas por el CATIE, Tolerantes a Monilia”.

El jardín clonal de cacao, fue establecido en campo definitivo en junio del año 2010, siendo ubicados en las áreas conocidas como Distanciamiento y Jalpatagua. Cada unidad clonal está compuesta de 24 plantas, con 6 repeticiones, lo que hace un total de 36 unidades experimentales. La densidad de siembra es de 864 árboles con un distanciamiento de 3 X 3 metros. El área total es de 1 ha aproximadamente. En los bordes se establecieron los clones UF-613, IMC-67, EET-400, SPA-9.

2.3.8 Antecedentes de los materiales a estudiar

En el año 2007, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica, selecciono un grupo de clones trinitarios por poseer las mejores producciones y tolerancia a la moniliasis, siendo ellos: CATIE R-1, CATIE R-4, CATIE R-6, CC-137, PMCT-58, ICS-95 T1. Ellos fueron incorporados dentro de la estrategia genética del Proyecto Cacao Centroamérica (PCC) y actualmente son parte de distintas iniciativas regionales para mejorar genéticamente las plantaciones centroamericanas. El clon ICS-95 T1, se incluyó dentro de la lista de clones, seleccionado por ser un material internacional de reconocida trayectoria en Latinoamérica, buena producción y tolerancia a moniliasis (Phillips 2012).

2.3.9 Descripción de los materiales genéticos a caracterizar

Todos los clones excepto el clon ICS-95 T1 fueron seleccionados en el CATIE, Costa Rica, dentro del grupo de seis clones, los más destacados son: el CATIE R-4, CATIE R-6, porque consistentemente han registrado los rendimientos más altos y la más baja incidencia a moniliasis.

El CATIE R-1, presenta una buena producción a pesar de tener árboles de porte muy bajo. Esta característica, junto con su condición autocompatible, lo convierte en un buen candidato para ser sembrado en plantaciones de alta densidad.

Se recomienda sembrar los árboles de los seis clones de forma aleatoria o en hileras alternas para evitar problemas fitosanitarios y de compatibilidad asociados con la uniformidad genética. En el campo, los seis clones se comportan como un POLICLON que se caracteriza por tener un buen comportamiento promedio en términos de producción, tolerancia a enfermedades, compatibilidad y calidad industrial (Phillips 2012).

Cuadro No.11. Datos de Pasaporte de los materiales genéticos en estudio.

Nombre del clon	Origen	Institución	Pedigrí	Apariencia del árbol
CATIE R-1	Costa Rica	CATIE	UF-273 T1 X CATIE 1000	Tamaño pequeño, con follaje moderado y ramas con crecimiento semi-erecto
CATIE R-4	Costa Rica	CATIE	UF-273 T1 X PA-169	Tamaño intermedio, follaje denso y coposo, ramas semi-erectas
CATIE R-6	Costa Rica	CATIE	UF-273 T1 X PA-169	Tamaño intermedio, follaje denso y coposo, ramas erectas
CC-137	Costa Rica	CATIE	Polinización abierta de UF-12	Tamaño grande, frondosos y robustos; ramas abiertas que tienden a unirse entre las hileras
PMCT-58	Costa Rica	CATIE	Híbrido Trinitario de padres desconocidos	Tamaño intermedio aunque existe mucha variación entre ellos, sus ramas son abiertas
ICS-95 T1	Trinidad y Tobago	Imperial College	Híbrido desconocido de Trinitario X Criollo	Tamaño grande, frondosos, robustos; ramas abiertas con mucho follaje

Fuente: Catalogo clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales (Phillips 2012).

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

Conocer los principales parámetros de rendimiento, de seis clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el CATIE, bajo las condiciones del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL).

2.4.2 Específicos

- a. Describir morfológicamente seis clones de cacao utilizando trece descriptores de fruto y seis descriptores de semilla.
- b. Determinar los índices de semilla y fruto de los seis clones en estudio.

2.5 HIPOTESIS

Los clones a caracterizar presentarán diferentes características morfológicas de fruto y semilla.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Manejo del experimento

El manejo agronómico de la plantación se realizó según el plan establecido para el cultivo de cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, consistiendo básicamente en: podas de formación y mantenimiento, manejo de sombra temporal y permanente, control de malezas, control de enfermedades, fertilizaciones, colocación cobertura de sombra.

2.6.2 Variables de respuesta evaluadas

Basados en el Catalogo de Clones de Cacao del CATIE, se evaluaron 19 caracteres morfológicos cuantitativos y cualitativos relacionados con el fruto y la semilla, seleccionados a partir de la lista original de descriptores morfológicos propuestos por Engels, poniendo mayor interés en aquellos que tienen importancia agronómica. Para lo cual se utilizaron 144 plantas de cacao por clon, de 2 años de haber sido establecidos. La investigación se realizó durante los meses de octubre 2012 a febrero 2013.

2.6.2.1 Caracterización morfológica del fruto

A partir del mes de octubre de 2012 se inició la colecta de los frutos cada 15 días; por la edad de establecidos los materiales en campo definitivo se aprovechó el corte de todos los frutos disponibles que se encontraban fisiológicamente maduros, el cuadro 12 presenta la cantidad de frutos caracterizados y el nombre del material, siendo en total 492 frutos.

Cuadro 12. Número de frutos caracterizados por cada material

Nombre del clon	Número de frutos caracterizados
CATIE R-1	45
CATIE R-4	127
CATIE R-6	163
CC-137	59
PMCT-58	68
ICS-95	30

Los frutos fueron agrupados según el material al que pertenecían y luego se rotularon utilizando para ello maskin-tape y marcador permanente; ya agrupados y rotulados fueron trasladados hacia el casco del centro para ser evaluados.

Para efectuar la toma de datos de los descriptores, se utilizó el siguiente equipo y materiales: regla graduada en centímetros, cinta métrica graduada en centímetros, navaja, vernier, balanza analítica monoplato, boletas conteniendo el total de variables a evaluar, hojas de papel bond, computadora personal, lupa, lápiz y lapicero. El cuadro 13 presenta los descriptores utilizados en la caracterización para frutos de cacao.

Cuadro 13. Descriptores morfológicos para frutos de cacao

Variables de fruto	Metodología
Peso de fruto (gr)	Se determinó el peso individual de cada fruto en gr utilizando una balanza monoplato (Figura No. 3)
Color del fruto maduro	Se determinó visualmente 1= amarillo, 2= rojo, 3=naranja
Forma del fruto	1=angoleta, 2=amelonado, 3=cundeamor, 4=calabacillo, 5=criollo, 6=pentágona. (Anexo 1)
Forma ápice	1=puntiagudo, 2=agudo, 3=obtuso, 4=redondeado, 5=atenuado, 6=caudado, 7=mamilado, 8=dentado. (Anexo 1)
Forma constricción basal	0=ausente, 3=suave, 5=intermedia, 7=fuerte. (Anexo 1)
Rugosidad de la cáscara	Se determinó al tacto con la siguiente escala: 0=ausente, 3=suave, 5=intermedia, 7=fuerte
Longitud del fruto (cm)	Se midió la distancia lineal entre los extremos del fruto en cm, utilizando una cinta métrica. (Figura 3)

Continuación cuadro 13	
Diámetro fruto (cm)	Se midió la parte intermedia del fruto en cm, utilizando una cinta métrica (Figura 3).
Profundidad del surco	Se midió en la parte más profunda de uno de sus lóbulos utilizando un Vernier (Figura 4).
Espesor del surco	Se midió en la parte más sobresaliente de uno de sus lóbulos utilizando un Vernier (Figura 4).
Peso fresco de las semillas	Se determinó el peso en gr del total de semillas contenidas en un fruto utilizando una balanza monoplato (Figura 4).
Número de semillas	Se contabilizó la cantidad de semillas frescas por cada fruto (Figura 4).

Fuente: Catálogo de clones de cacao CATIE (2012).

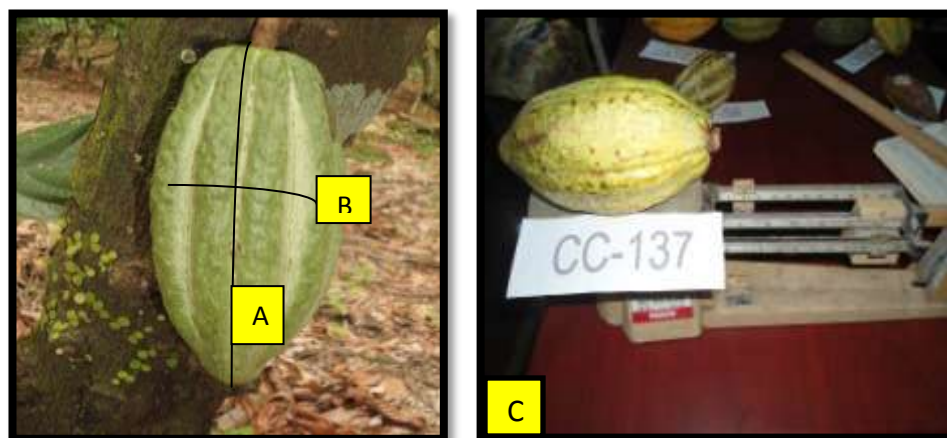


Figura 3. Descriptores morfológicos del fruto: **A:** Longitud del fruto (cm). **B:** Diámetro del fruto (cm). **C:** Peso del fruto.



Figura 4. Descriptores morfológicos del fruto: **D.** Espesor del caballete y profundidad del surco. **E.** Número de semillas. **F.** Peso fresco de las semillas.

2.6.2.2 Descriptor morfológico de la semilla

De cada uno del total de los frutos utilizados en la caracterización morfológica se les procedió a (ver cuadro 14): contar el número de semillas, incluyendo las vanas, y el peso en gramos del total de semillas por cada fruto incluyendo al mucílago. A continuación, del total de semillas por cada genotipo se tomaron 20 semillas al azar de 4 cortes, las que se les eliminó el mucilago utilizando para ello aserrín y agua con la finalidad de determinar los siguientes parámetros: forma de la semilla, longitud, diámetro, espesor, color del cotiledón, forma corte transversal.

Cuadro 14. Descriptor morfológico utilizado para caracterizar las semillas de cacao.

Variables de la semilla	Metodología
Forma de la semilla	Según la escala, se observó la forma de cada semilla lavada 1. Oblonga, 2. Elíptica, 3. Ovalada, 4. Irregular (Figura 5).
Longitud de la semilla	Se midió la distancia lineal entre los extremos de las semillas en mm, utilizando un vernier (Figura 5).
Diámetro de la semilla	Se midió la parte intermedia de la semilla en mm, utilizado un vernier (Figura 5).
Espesor de la semilla	Se midió la parte más ancha de la semilla en mm utilizando un vernier (Figura 5).
Color del cotiledón fresco	Cada semilla lavada se secciono transversalmente con una navaja y se procedió a observar la coloración, 1. Purpura, 2. Purpura intenso, 3. Purpura claro (Figura 5).
Forma corte transversal	Según la escala, se observó la forma del corte transversal: 1. Aplanada, 2. Intermedia, 3. Redondeada (Figura 5).

Fuente: Catalogo de clones de cacao CATIE (2012).



Figura 5. Caracterización e identificación de muestras de semillas de cacao. **A)** Forma de la semilla, **B)** Longitud de la semilla, **C)** Diámetro de las semillas, **D)** Color y forma cotiledón fresco.

2.6.2.3 Fermentación de las muestras

La fermentación se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (ver figura 6), utilizando para ello los fermentadores, tipo cajón, de madera con orificios en la parte lateral y al fondo del mismo, el proceso duro 5 días con volteos cada 24 horas. Al total de los frutos utilizados para la descripción morfológica se le extrajo las semillas las cuales se agruparon por material, las mismas fueron puestas a fermentar en bolsas de malla plásticas, identificando previamente cada material. La fermentación de las

muestras coincidió con la cosecha de los materiales comerciales que se encuentran en finca, por lo que al momento de la fermentación las muestras se colocaron en la parte intermedia del cajón, seguidamente se cubrió con otras capas de semillas comerciales, las semillas de cacao comerciales pertenecen a materiales desconocidos, a continuación se cubrió el cajón con hojas de plátano (*Musa sp*) y costales. El secado se realizó en los patios de cemento del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, hasta que las muestras estuvieron secas.



Figura 6. Proceso de fermentación e identificación de muestras. **A.** Corte de mazorca. **B.** Identificación de muestras. **C.** Preparación de las muestras. **D.** Colocación de las muestras en los cajones de fermento.

2.6.3 Descriptores de producción: índice de semilla y de mazorca

Para el índice de semilla se tomaron 100 semillas fermentadas y secas por cada clon. El índice de mazorca se define como la cantidad de frutos que se necesita para obtener un kilogramo de cacao fermentado y seco.

Para obtener el índice de semillas y mazorca se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de semilla} = \frac{PS\ 100\ sem}{100}$$

100

Dónde: Ps 100 sem= Peso seco de 100 semillas al 7% de humedad

100= Cantidad de semillas pesadas

$$\text{Índice de mazorca} = \frac{1000}{\text{indsem}/\text{semfrut}}$$

Dónde: 1000= 1000 gr que conforma un Kg

Indsem= Índice de semilla

Semfrut= Cantidad de semillas en cada mazorca

Fuente: Ayestas E. (2009).

2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.7.1 Caracterización morfológica de los frutos

2.7.1.1 Variables Cuantitativas: número de frutos evaluados, peso, longitud y diámetro de frutos, profundidad del surco, espesor del surco, número de semillas y peso fresco de semillas por fruto

Para la realización del presente estudio se colectaron todos los frutos fisiológicamente maduros que se encontraron disponibles durante el tiempo en que duro la evaluación, siendo CATIE R-6 el que mayor número de frutos se cosecharon, seguido de CATIE R-4, por el contrario el clon ICS-95 el que menor número de frutos se evaluaron. Al observar el peso promedio de los frutos el material CATIE R-6 presenta los valores más bajos, lo que indica que produce muchos frutos pero de tamaño pequeño.

Al evaluar el peso medio en gramos de mazorcas por material, el ICS-95 es el que presenta los mejores resultados, alcanzando los 300 gramos por mazorca, a continuación se encuentra el material PMCT-58 con más de 250 gramos por mazorca. El resto de materiales presenta una mazorca superior a los 200 gramos de peso. El material ICS-95 también presenta el espesor y profundidad de surco valores más altos que los otros, influyendo estos parámetros en el peso de la mazorca.

En la longitud de mazorca el material ICS-95 resulta superior al resto de materiales evaluados, superándolos por más de 2 centímetros. El PMCT-58, es el que presenta el menor valor promedio de longitud de mazorca, los materiales CATIE, mantienen una consistencia en la longitud de mazorca presentada en cada material.

En la variable diámetro, el material PMCT-58 es quien sobresale, alcanzando en promedio más de 7.2 centímetros de diámetro de fruto, muy por encima del resto de materiales evaluados que no sobrepasan los 6.8 centímetros de diámetro. CATIE R-6 es el material de menor diámetro en promedio.

Al evaluar el número de semillas promedio por mazorca, sobresalen los materiales PMCT-58, CATIE R-4, e ICS-95, con un promedio de más de 30 semillas por mazorca, esta variable influye directamente sobre el dato de producción, por lo cual estos tres materiales se perfilan como los que tendrán un mejor rendimiento de grano seco de cacao, aunque no llegan a las 35 semillas por fruto, que según Arciniegas (2005), sería un buen

rendimiento. Al comparar el peso de los frutos y la longitud, excluyendo el material PMCT-58, contra el número de semillas, los tres materiales obtuvieron los mayores resultados, por lo que se podría decir en el caso de este estudio que en frutos grandes se obtienen mayor número de semillas.

En cuanto al peso de semillas por mazorca, el material CATIE R-4 es el que brinda los mejores resultados, superando los 60 gramos por fruto, aun y cuando este material no presenta el mayor número de semillas por mazorca; el que mantenga el mejor promedio de peso de semilla es un indicador de una mayor productividad por unidad de área con este material en particular, aunque según Arciniegas (2005), la cantidad de agua de las semillas y el mucílago es variable entre genotipos. El material ICS-95 presenta también buenos resultados en cuanto a peso de semilla por mazorca. CC-137 presenta el menor peso promedio de semillas por mazorca.

2.7.2 Caracterización morfológica de las semillas

2.7.2.1 Número de semillas evaluadas, forma de la semilla, color del cotiledón fresco, forma corte transversal, longitud de la semilla, diámetro de la semilla, espesor de la semilla

Según los valores que se encuentran en el cuadro No. 15, el clon CATIE R-4 presenta la mayor longitud y diámetro de semilla; para la variable espesor el clon ICS-95 es el que presenta el valor más alto; mientras que los valores más bajos los presentan en longitud el clon CATIE R-1, en diámetro y espesor de semilla el clon PMCT-58.

En los seis clones predomina la forma ovalada de las semillas, mientras que la coloración oscila entre violeta claro y violeta oscuro lo que es un indicativo de la procedencia trinitaria de estos materiales (Ayestas 2009). En la forma del corte transversal predomina la forma intermedia, no así en el clon CATIE R-6, que presenta una forma aplanada y el clon PMCT-58 la forma es ovalado.

Cuadro No. 15. Resumen, promedios de las variables cualitativas y cuantitativas de la descripción morfológica de frutos y semillas.

Nombre del clon	Variables del fruto														Variables de la semilla						Variables de la flor			
	Número de frutos evaluados	Peso de fruto (gramos)	Longitud del fruto (centímetros)	Diámetro del fruto (centímetros)	Profundidad del surco (mm)	Espesor del surco (mm)	Número de semillas por fruto	Peso fresco de las semillas (gr)	Color del fruto maduro	Forma del fruto	Forma del ápice	Forma constricción basal	Rugosidad de la cáscara	Dureza del mesocarpo	Forma de la semilla	Color del cotiledón fresco	Forma del corte transversal	Longitud de la semilla	Diámetro de la semilla	Espesor de la semilla	Longitud de estambres	Ancho de estambres	Longitud de sépalos	Ancho de sépalos
CATIE R-1	45	235.2	13.6	6.7	0.7	1.0	23.2	43.7	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1.78	0.95	0.62	6	0.3	8.5	2.6
CATIE R-4	127	242.9	14.3	6.6	0.6	1.1	30.7	64.1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1.95	0.97	0.60	6	0.3	8.4	3.1
CATIE R-6	163	219.7	13.6	6.6	0.6	0.9	26.1	56.7	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1.89	0.90	0.60	5.8	0.4	7.0	3.0
CC-137	59	225.9	13.0	6.7	0.8	0.9	16.1	32.1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1.81	0.92	0.59	5.7	0.3	8.7	2.9
PMCT-58	68	280.3	12.2	7.3	0.7	1.0	31	46.4	2	3	2	1	1	1	2	3	3	1.83	0.87	0.51	6.7	0.5	9.7	2.6
ICS-95	30	302.5	16.1	6.8	1.0	1.1	30	61.6	2	4	3	1	2	2	1	1	1	1.9	0.97	0.67	8.3	0.3	8.2	3.2

Color del fruto: 1 amarillo, 2: anaranjado/amarillo

Forma del Fruto: 1: cundeamor; 2: angoleta; 3: amelonado; 4: criollo.

Forma del ápice: 1: atenuado; 2: obtuso; 3: agudo

Forma constricción basal: 1: suave; 2: intermedia

Rugosidad de la cáscara: 1: suave; 2: intermedia

Dureza del mesocarpo: 1: suave; 2: intermedia

Forma de la semilla: 1: ovalada;

Color del cotiledón fresco: 1: violeta claro; 2: violeta oscuro

Forma del corte transversal: 1: intermedia; 2: aplanada; 3: ovalada

2.7.3 Evaluación de los índices de producción

2.7.3.1 Índice de semilla

Según Guzmán (1997), citado por Ayestas (2009), dado que el peso de la almendra es un buen indicador de rendimiento, se hace necesario seleccionar clones con semillas medianas o grandes y uniformes, ya que semillas pequeñas pueden quemarse durante el tostado. A menor índice de semilla mayor cantidad de semillas necesarias para obtener un kilogramo de cacao seco. Los seis materiales presentan un índice mayor de 1 gramo, que es el mínimo requerido por la industria (Arciniegas 2005). El clon CATIE R-4 es el que mayor índice de semilla obtuvo, por lo que necesita menor número de semillas para hacer un kilogramo de cacao seco.

Los índices de semilla promedio fueron (ver cuadro 16).

Cuadro 16. Índice de semilla.

CLON	VALOR
CATIE R-1	1.2 g
CATIE R-4	1.5 g
CATIE R-6	1.3 g
CC-137	1.1 g
PMCT-58	1.2 g
ICS-95	1.3 g

2.7.3.2 Índice de fruto

Según Bekele y Butler (1998), citados por Arciniegas (2005), un índice de mazorca adecuado no debería superara las 25 mazorcas. En el presente estudio únicamente los clones CATIE R-4 e ICS-95 presentan un índice menor o igual a 25 frutos. Al igual que en el índice de semilla en el clon CATIE R-4 se necesitan menos mazorcas para hacer un

kilogramo de cacao seco, mientras que el material CC-137 es necesario obtener el doble de frutos del máximo permitido.

Los datos obtenidos en la presente investigación realizada dentro de las instalaciones del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá , administrada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, puede que no concuerden con los reportados en otros países de Centroamérica, los que pueden estar influidos en la edad de la plantación o como reporta Atanda y Jacob (1975), citados por Arciniegas (2005), quienes definen que el rendimiento del cacao es afectado también por las condiciones ambientales donde se encuentre la plantación.

Los índices de fruto promedio fueron (ver cuadro 17).

Cuadro 17. Índice de fruto

CLON	No MAZORCAS
CATIE R-1	34.6 mazorcas
CATIE R-4	21.7 mazorcas
CATIE R-6	29.1 mazorcas
CC-137	54.8 mazorcas
PMCT-58	26.9 mazorcas
ICS-95	25.1 mazorcas

2.8 CONCLUSIONES

- a. El clon ICS-95 presento en promedio los mayores valores en peso de fruto (302.5 gr), longitud de fruto (16.1 cm), profundidad de surco (1 cm) y espesor de surco (1.1 cm). El clon PMCT-58 posee el mayor diámetro de fruto (7.3 cm); los clones PMCT-58 y CATIE R-4 son los que presentan mayor número de semillas por fruto (31 semillas); el clon CATIE R-4 es el que presenta mejor peso de semilla fresca por fruto (64.1 gr). El clon CATIE R-4 es el que posee mayores valores en longitud de semilla (1.95 cm), mientras que el clon ICS-95 presenta mayores valores de diámetro de semilla (0.97 cm) y espesor de semilla (0.67 cm), la forma ovalada de la semilla predomina en los seis clones al igual que el color violeta. En las variables cualitativas de los frutos, los clones CATIE R-1, PMCT-58, ICS-95, presentan una coloración anaranjado-amarillo, mientras que los clones CATIE R-4, CATIE R-6 y CC-137 son de coloración amarilla; los clones CATIE R-1 y CATIE R-4 poseen una forma cundeamor, mientras que los clones CATIE R-6, CC-137 es angoleta, el clon PMCT-58 es amelonada y el clon ICS-95 criollo. La forma del ápice los clones CATIE R-1, CATIE R-4, CATIE R-6 y CC-137 es atenuada, PMCT-58 es obtuso y el clon ICS-95 agudo. La constricción basal los clones CATIE R-1, CATIE R-4 es intermedia y para los otros se manifiesta suave. La rugosidad para los clones CATIE R-6 y PMCT-58 es suave y los restantes intermedia. En la dureza del mesocarpio la mayoría se manifiesta suave únicamente ICS-95 se presenta intermedia. En la presente evaluación el material que más frutos por árbol produjo es CATIE R-6 (163 mazorcas), seguido del clon CATIE R-4 (127 mazorcas).
- b. De los seis materiales evaluados, el clon CATIE R-4 es el que en este primer estudio reporta los mejores valores de producción con un índice de semilla mayor de 1 gr y un índice de fruto con un valor de 21, seguidamente se encuentran los clones ICS-95 y PMCT-58. En la variable índice de mazorca, los clones CATIE R-1 (34 mazorcas), CATIE R-6 (29 mazorcas), CC-137 (54 mazorcas), PMCT-58 (27 mazorcas), están por encima de lo adecuado que son 25 mazorcas.

2.9 RECOMENDACIONES

- a. Promocionar y propagar los materiales CATIE R-4, ICS-95 y PMCT-58 para incentivar el cultivo del cacao en la zona de estudio.
- b. Realizar pruebas artificiales de resistencia a enfermedades en los clones CATIE R-4, ICS-95 y PMCT-58.

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPRONT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales, GT). 2000. Manual del cultivo del cacao. Guatemala. 82 p.
2. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2004. Cultivo de cacao. Guatemala, ANACAFE, Programa Diversificación de Ingresos en la Empresa Cafetalera. 23 p.
3. Aránzazu, F; Martínez, N; Rincón, D. 2008. Auto compatibilidad e intercompatibilidad sexual de materiales de cacao: modelos para el empleo de los materiales de cacao más usados en Colombia utilizando los mejores porcentajes de intercompatibilidad. Bucaramanga, Colombia, CORPOICA. 28 p.
4. Arciniegas Leal, AM. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao L.*) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE 126 p.
5. Ayestas E. 2009. Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de (*Theobroma cacao L.*) en Waslala, RAAN, Nicaragua, Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, UNA, Facultad de Agronomía. 68 p.
6. Batista, L. 2009. Guía técnica el cultivo de cacao. Santo Domingo, República Dominicana, Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF). 232 p.
7. Browlin, CN. 1988. Manual de productos básicos: cacao, guía del comerciante. España, Centro de Comercio Internacional. 190 p.
8. Contreras, JR. 1989. Trabajos de investigación de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez. In Informes de investigaciones 1988-1989. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. p. 24-37.
9. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. Dubón, A; Sánchez, J. 2011. Manual de producción de cacao. La Lima, Cortés, Honduras, FHIA. 208 p.
11. Echeverri R, JH. 2011. Tecnología moderna en la producción de cacao. Costa Rica, Comisión Nacional de Cacao Fino de Costa Rica. 200 p.
12. Engels, SM. 1981. Descriptores de cacao (*Theobroma cacao L.*). Turrialba, Costa Rica, IICA. 23 p.

13. Enríquez, G. 1966. Selección y estudio de los caracteres de la flor, la hoja y mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 97 p.
14. _____. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica. CATIE / Fundación W.K. Kellogg. 239 p.
15. _____. 1987. Manual del cacao para agricultores. San José, Costa Rica CATIE / ACRI / UNED. 115 p.
16. Enríquez, M. 1967. Catálogo de cultivares de cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA. s.p.
17. _____. 1985. Curso sobre cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 233 p.
18. Enríquez De León, MO. 1999. Determinación de la compatibilidad entre seis clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panán Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing.Agr. Guatemala, FAUSAC. 45 p.
19. _____. 2004. Cacao orgánico: guía para productores ecuatorianos. Quito, Ecuador, FAO. 360 p.
20. Esquivel, O; Soria, VJ. 1967. Algunos datos sobre la variabilidad de algunos componentes del rendimiento en poblaciones de híbridos interclónales de cacao. Cacao (Costa Rica) 12(4):1-8.
21. FEDECACAO, CO. 2005. El beneficio y características físico químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) Bogotá, Colombia. 32 p.
22. FHIA, HN. 2004. Guía técnica cultivo de cacao bajo sombra de maderables. La Lima, Córtes, Honduras, Unión Europea / USAID / MIRA. 23 p.
23. FHIA, HN; APROCACAO, HN; PROMOSTA, HN. 2003. Identificación y control de la moniliasis del cacao. La Lima, Cortés, Honduras. 19 p.
24. Flores Auceda, CD. 1981. Estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxya, San Miguel Panán, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, FAUSAC. 116 p.
25. García, L. 2010. Catálogo de cultivares de cacao del Perú. Lima, Perú, Ministerio de Agricultura / Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas. 112 p.
26. García Castellanos, JC. 1981. Monografía de la finca Bulbuxya, San Miguel Panan, Suchitepéquez, Guatemala. Informe de EPS. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 31 p.

27. Gatica, M. 1994. Caracterización agromorfológica de 13 híbridos y 7 clones de cacao (*Theobroma cacao* L) en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, FAUSAC. 77 p.
28. IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, RD). 2010. Conozca el cacao criollo y trinitario. Santo Domingo, República Dominicana. 4 p.
29. _____.2010. Injertía en cacao. Santo Domingo, República Dominicana. 8 p.
30. IICA, NI.1982. El cacao. Managua, Nicaragua, Ministerio de Desarrollo Agrario. 61 p.
31. INTECAP (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, GT). 1981. Manual del cultivo nacional y beneficiado del cacao. Guatemala, INTECAP, División Agropecuaria. 8 p.
32. IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, IT). 2000. Working procedures for cocoa germoplasm evaluation and selection. *In* CFC / ICCO / IPGRI Project Worksop (1998, FR). Proceedings. Ed. Eskes, AB; Engels, JMM; Lass, RA. Montpellier, Francia. 176 p.
33. Leiva, R; Aguilar, M. 1981. Proyecto de creación del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxya, San Miguel Panán, Suchitepéquez, Guatemala. Guatemala, USAC, FAUSAC, IIA 32 p.
34. Monterroso, D. 2008. Estudio de la bioecología del cacao y selección de clones en función de sus características agronómicas y calidad del grano para incrementar la productividad del agrosistema. Guatemala, CONCYT, AGROCYT. 107 p.
35. Parra, D; Sánchez, L. 2005. El control de la moniliasis en el cacao. INIA – Divulga 6:23-26.
36. Pérez Zúñiga, JI. 2009. Evaluación y caracterización de selecciones clónales de cacao (*Theobroma cacao* L.) del programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 149 p.
37. Phillips, W; Cerda R. 2009. Catalogo: enfermedades del cacao en Centroamérica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 24 p. (Serie Técnica Manual Técnico no. 93).
38. _____.2012. Catalogo: clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p. (Serie Técnica Manual Técnico no. 105).

39. Phillips- Galindo, JJ. 1989. Métodos de inoculación y evaluación de la resistencia a *Phytophthora palmivora* Butler, en frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.). Turrialba 39(4):488-496.
40. PROAMAZONIA, PE. 2004. Manual del cultivo del cacao. Lima, Perú. 83 p.
41. PRODESOC, NI. 2006. Cultivo del cacao en sistemas agroforestales. Rio San Juan, Nicaragua. 67 p.
42. _____. 2007. Cacao de calidad beneficiado en centros de acopio, manual paso a paso. Rio San Juan, Nicaragua. 24 p.
43. Quiroz, J; Mestanza, S. 2012. Injertación de cacao. Quevedo, Ecuador, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Técnico no. 148,8 p.
44. Ramírez, S; López, O; Espinoza, S; Villareal, J. 2009. Guía práctica para la renovación de plantaciones improductivas de cacao. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, Universidad Autónoma de Chiapas. 20 p.
45. Rodríguez, N. 2006. Beneficio del cacao (*Theobroma cacao* L.). Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento e Instituto de Agronomía. 32 p.
46. Sánchez, J. 1988. Curso de cacao. San Pedro Sula, Honduras, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 159 p.
47. SIECA (Secretaría de Integración Económica Centroamericana, GT). 2002. Informe sobre el cultivo e Industrialización del cacao en Centroamérica. Guatemala. 47 p.
48. Somarriba, E. 2010. El cacaotal mejorado. Turrialba, Costa Rica. CATIE 20 p. (Serie Técnica Manual Técnico no. 3).
49. Somarriba, E; Cerda, R. 2010. Reproducción sexual del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 48 p. (Serie Técnica Manual Técnico no. 1).
50. _____. 2012. El ciclo de vida y el manejo del cacaotal. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47 p. (Serie Técnica Manual Técnico no. 9).
51. Soria, VJ. 1966. Obtención de clones de cacao por el método de índices de selección. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 124 p.
52. Suárez, Y; Aránzazu F. 2010. Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). Colombia. CORPOICA. 90 p.



ANEXOS

Anexo 1. Descriptor morfológico del fruto según Arciniegas, 2005

Forma de constitución basal



0= Ausente 1= Escasa 2= Intermedia 3= Bien Marcada 4= Muy ancho

Forma del fruto



1= Angoleta 2= Amelonada 3= Cundeamor 4= Calabacillo

Forma del ápice



1= Puntigudo 2= Agudo 3= Obtuso 4= Redondeado 5= Pezón 6= Dentado

Anexo 2. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon CATIE R-1.

Fruto

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Peso/mazorca (gr)	235.2	222.3	--	89.2	16	452	10114.9
Largo (Cms)	13.6	13.4	14.9	1.9	9.7	18	583.1
Diámetro (Cms)	6.7	6.8	7.2	0.9	4.9	8.8	290
Pro./surco (mm)	0.7	0.7	0.6	0.2	0.3	1.2	27.6
Espesor surco (mm)	1.0	1	1.1	0.3	0.3	1.5	41
No SEMILLAS	23.2	22	14	10.6	6	44	976
Peso semillas (gr)	43.7	42.4	16	22.2	9.1	95.6	1877.9

Color del fruto inmaduro	
Rojo	
Color del fruto maduro	
Anaranjado-amarillo	
Forma del fruto	
Cundeamor	100.0 %
Forma del ápice	
Atenuado	100.0 %
Forma de la constricción basal	
Intermedia	100.0 %
Rugosidad de la cascara	
Intermedia	100.0 %



Anexo 2. Continuación

Semilla

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Longitud (Cms)	1.78	1.8	1.8	0.208	1.3	2.2	106.8
Diámetro (Cms)	0.95	0.9	1	0.119	0.7	1.5	56.7
Espesor (Cms)	0.62	0.6	0.6	0.116	0.4	1	36.9

Color cotiledón	
Violeta oscuro	33.3 %
Violeta claro	66.7 %
Forma de semilla	
Ovalada	93.3 %
Irregular	6.7 %
Forma de corte transversal	
Aplanada	16.7 %
Intermedia	60.0 %
Redondeada	23.3 %



Anexo 3. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon CATIE R-4.

Fruto

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Peso/mazorca (gr)	242.9	233.2	--	97.7	23.3	600.9	29634.8
Largo (Cms)	14.3	14.3	15.2	2.2	4.3	19.8	1738.6
Diámetro (Cms)	6.6	6.6	6.9	1.1	4.5	15.5	782.6
Pro./surco (mm)	0.6	0.6	0.6	0.2	0.2	1	71.7
Espesor surco (mm)	1.1	0.9	1	1.2	0.3	9	130.6
No SEMILLAS	30.7	34.0	39	10.5	4.0	48	3684.1
Peso semillas (gr)	64.1	66.1	16.2	31.8	9.6	167.2	7752.9

Color del fruto inmaduro	
Verde / Rojo	
Color del fruto maduro	
Amarillo	
Forma del fruto	
Cundeamor	60.0 %
Angoleta	40.0 %
Forma del ápice	
Atenuado	100.0 %
Forma de la constricción basal	
Suave	4.0 %
Intermedia	96.0 %
Rugosidad de la cascara	
Intermedia	96.0 %
Suave	4.0 %



Anexo 3. Continuación

Semilla

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Longitud (Cms)	1.95	1.95	1.9	0.235	1.5	2.5	116.9
Diámetro (Cms)	0.97	1	1	0.109	0.8	1.2	57.9
Espesor (Cms)	0.60	0.6	0.6	0.120	0.4	0.9	36.1

Color cotiledón	
Violeta oscuro	46.7 %
Violeta claro	33.3 %
Purpura oscuro	20.0 %
Forma de semilla	
Ovalada	60.0 %
Elíptica	16.0 %
Irregular	24.0 %
Forma de corte	
Aplanada	40.0 %
Intermedia	56.7 %
Redondeada	3.3 %



Anexo 4. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon CATIE R-6.

Fruto

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Peso/mazorca (gr)	219.7	203.1	160.9	91.9	19.8	549.6	35815.3
Largo (Cms)	13.6	13.7	13.8	2.1	7.1	18.5	2221.0
Diámetro (Cms)	6.6	6.6	6.4	1.0	2.8	9.0	1078.4
Pro./surco (mm)	0.6	0.6	0.6	0.2	0.3	1.0	99.1
Espesor surco (mm)	0.9	0.9	0.9	0.2	0.4	1.5	146.1
No SEMILLAS	26.1	27.0	34.0	10.2	3.0	43.0	4247.0
Peso semillas (gr)	56.7	56.4	66.7	28.3	8.0	148.9	9239.7

Color del fruto inmaduro	
Verde / Rojo	
Color del fruto maduro	
Amarillo	
Forma del fruto	
Cundeamor	35.7 %
Angoleta	64.3 %
Forma del ápice	
Caudado	35.7 %
Atenuado	64.3 %
Forma de la constricción basal	
Suave	64.3 %
Intermedia	25.0 %
Fuerte	10.7 %
Rugosidad de la cascara	
Suave	100.0 %



Anexo 4. Continuación

Semilla

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Longitud (Cms)	1.89	1.9	2	0.20	1.4	2.3	113.2
Diámetro (Cms)	0.90	0.9	1	0.14	0.1	1.0	53.9
Espesor (Cms)	0.60	0.6	0.6	0.14	0.4	1.4	36.1

Color cotiledón	
Violeta oscuro	90.0 %
Violeta claro	3.3 %
Purpura claro	3.3 %
Purpura oscuro	3.3 %
Forma de semilla	
Ovalada	83.3 %
Elíptica	3.3 %
Irregular	13.3 %
Forma de corte transversal	
Aplanada	63.3 %
Intermedia	26.7 %
Redondeada	10.0 %



Anexo 5. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon CC-137.

Fruto

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Peso/mazorca (gr)	225.9	222.5	--	86.9	51.2	513	13326.3
Largo (Cms)	13.0	13	13	1.9	8	17.6	765.8
Diámetro (Cms)	6.7	6.7	6.4	0.8	4.4	8.2	393
Pro./surco (mm)	0.8	0.7	1	0.6	0.2	3	49.5
Espesor surco (mm)	0.9	0.9	1.1	0.3	0.3	1.4	51.3
No SEMILLAS	16.1	16	0.9	12.2	0.6	38	949.8
Peso semillas (gr)	32.1	30.8	15	18.5	8.6	96.1	1861.9

Color del fruto inmaduro	
Verde claro	
Color del fruto maduro	
Amarillo	
Forma del fruto	
Amelonado	17.6 %
Angoleta	82.4 %
Forma del ápice	
Atenuado	100.0 %
Forma de la constricción basal	
Suave	70.6 %
Intermedia	29.4 %
Rugosidad de la cascara	
Intermedia	100.0 %



Anexo 5. Continuación

Semilla

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Longitud (Cms)	1.81	1.8	1.8	0.158	1.4	2.1	1.81
Diámetro (Cms)	0.92	0.9	0.9	0.104	0.7	1.2	0.92
Espesor (Cms)	0.59	0.6	0.6	0.078	0.4	0.8	0.59

Color cotiledón	
Violeta oscuro	76.7 %
Violeta claro	13.3 %
Purpura claro	10.0 %
Forma de semilla	
Ovalada	86.7 %
Elíptica	6.7 %
Irregular	6.7 %
Forma de corte transversal	
Aplanada	20.0 %
Intermedia	63.3 %
Redondeada	16.7 %



Anexo 6. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon PMCT-58.

Fruto

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Peso/mazorca (gr)	280.3	267.1	225.2	94.6	114.8	520.4	19061.6
Largo (Cms)	12.2	12.1	13.1	1.6	9	17.6	827.9
Diámetro (Cms)	7.3	7.4	7.8	0.8	5.4	9.1	496.3
Pro./surco (mm)	0.7	0.7	1	0.2	0.3	1.2	48.6
Espesor surco (mm)	1.0	1	1.1	0.3	0.5	1.6	65.6
No SEMILLAS	31.0	31	24	11.0	10	49	1952.0
Peso semillas (gr)	46.4	47	13	28.7	6.3	109.6	3018.2

Color del fruto inmaduro	
Rojo	
Color del fruto maduro	
Anaranjado / Amarillo	
Forma del fruto	
Amelonado	100.0 %
Forma del ápice	
Obtuso	100.0 %
Forma de la constricción basal	
Suave	100.0 %
Rugosidad de la cascara	
Suave	100.0 %



Anexo 6. Continuación

Semilla

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Longitud (Cms)	1.83	1.8	1.7	0.216	1.4	2.2	73.1
Diámetro (Cms)	0.87	0.9	0.9	0.112	0.6	1.1	34.7
Espesor (Cms)	0.51	0.5	0.5	0.085	0.4	0.7	20.2

Color cotiledón	
Violeta oscuro	93.3 %
Purpura claro	6.7 %
Forma de semilla	
Ovalada	73.3 %
Elíptica	10.0 %
Irregular	16.7 %
Forma de corte transversal	
Aplanada	56.7 %
Intermedia	40.0 %
Redondeada	3.3 %



Anexo 7. Variables cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla del clon ICS-95.

Fruto

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Peso/mazorca (gr)	302.5	309.1	--	90.6	114.1	441	8470.5
Largo (Cms)	16.1	16.1	17.5	1.8	12.2	19.5	466.0
Diámetro (Cms)	6.8	6.6	6.6	0.8	5.3	8.3	195.9
Pro./surco (mm)	1.0	0.7	0.4	1.4	0.3	8	27.8
Espesor surco (mm)	1.1	1.1	1.1	0.3	0.5	1.9	30.8
No SEMILLAS	30.0	29.0	36	7.4	13	50	871.0
Peso semillas (gr)	61.6	57.9	20.5	34.5	15	200.1	1846.7

Color del fruto inmaduro	
Rojo	
Color del fruto maduro	
Anaranjado-amarillo	
Forma del fruto	
Criollo	100.0 %
Forma del ápice	
Agudo	100.0 %
Forma de la constricción basal	
Suave	100.0 %
Rugosidad de la cascara	
Intermedia	100.0 %



Anexo 7. Continuación

Semilla

	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Longitud (Cms)	1.90	1.95	2	0.226	1.3	2.3	75.9
Diámetro (Cms)	0.97	1	1	0.103	0.7	1.1	38.6
Espesor (Cms)	0.67	0.7	0.7	0.103	0.5	0.9	26.6

Color cotiledón	
Violeta oscuro	13.3 %
Purpura claro	46.7 %
Purpura oscuro	40.0 %
Forma de semilla	
Ovalada	96.7 %
Elíptica	3.3 %
Forma de corte transversal	
Aplanada	26.7 %
Intermedia	50.0 %
Redondeada	23.3 %





CAPÍTULO III

**SERVICIOS PRESTADOS EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL
BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA**

3. CAPÍTULO III

SERVICIOS PRESTADOS EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYÁ, SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ

3.1 INTRODUCCIÓN

Dentro del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Agronomía, se encuentra la planificación y ejecución de los Servicios que buscan resolver las problemáticas encontradas y priorizadas.

El cultivo de cacao representa para el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, un valioso recurso genético, docente, económico y de investigación. Así mismo existen otros cultivos que representan importancia en el Centro desde el punto de vista de docencia y económico como lo son: el hule, café, limón, especies forestales, colecciones frutales y bambú.

Los servicios planificados durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en el periodo de agosto 2012–mayo 2013 buscaron resolver problemáticas identificadas y priorizadas en el diagnóstico, así como otros problemas que ha criterio de la institución deberían de resolverse para mejorar la eficiencia y el manejo de los cultivos en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá . Se estableció un almácigo de cacao injertado para la renovación de una hectárea en el lote conocido como Bujilla, utilizando para ello los seis materiales promovidos por el CATIE; los cuales fueron: CATIE R-1, CATIE R-4, CATIE R-6, PMCT-58, CC-137, ICS-95.

También se elaboró un almacigo para incrementar tres hectáreas del cultivo de hule, para ello se utilizaron patrones porta injertos del clon IAN 873 y la injertación fue con el clon RIMM-600. Se inició la renovación del Jardín Clonal (pionero), con veinticinco clones de Cacao en el lote conocido como Jalpatagua. Por último se dio manejo agronómico y de rehabilitación al cultivo de cacao en los lotes conocidos como: Fruta de Pan, Amazonas, FHIA I, FHIA II, Jalpatagua, Distanciamiento, Jardín Clonal. El manejo consistió en podas, deshijes y eliminación de frutos enfermos.

3.2 ÁREA DE INFLUENCIA

Los Servicios se realizaron en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, que se encuentra localizada en el municipio de San Miguel Panán, del Departamento de Suchitepéquez, en las coordenadas 14° 30'02.86'' de Latitud Norte y 91°21'43'' de Longitud Oeste (García 1981). La altitud media es 395 msnm, la Temperatura Media es de 26 °C, con una Precipitación pluvial anual de 4,000 mm y Humedad Relativa de 80%. La Zona de Vida es Bosque Húmedo Subtropical Cálido. Los límites de la finca Bulbuxyá son: al Norte, finca Guadiela; al sur, finca Versailles; al Este, finca Trinidad; al Oeste, río Nahualate y Cantón Barrios I y II.

3.3 Objetivo General

Efectuar acciones a corto plazo que tiendan a mejorar la producción en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.

3.4 Servicios Prestados

3.4.1 Establecimiento de un almácigo de cacao injertado para la renovación de una hectárea del cultivo utilizando los seis materiales promovidos por el CATIE

3.4.1.1 Introducción

En la actualidad el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá cuenta con 21 hectáreas sembradas de cacao que representan el 23.46 % del área total; las plantaciones fueron establecidas en la década de 1980 y algunas antes de esa época, las mismas presentan deterioro en su tejido, plantas faltantes de las originales y disminución en la producción; el material principal de propagación es a través de la utilización de semilla mejorada (hibrido), el que presenta ciertas inconveniencias como es: la incompatibilidad genética entre materiales, material susceptible a enfermedades y bajas producciones.

Con el apareamiento de la enfermedad moniliasis a finales del año 2011, los rendimientos del cultivo se han visto reducidos en un 75 % o más, lo que ha ocasionado la merma en los ingresos obtenidos en relación al área sembrada, por lo que es de importancia iniciar

la renovación de las áreas a sembrar con materiales nuevos, que posean características deseables como son: Tolerancia a enfermedades, con buen rendimiento (productivas) y con características de fineza.

3.4.1.2 Objetivo específico

Establecer un almácigo de cacao injertado con la finalidad de iniciar la renovación de una hectárea del cultivo.

3.4.1.3 Metodología

Para la renovación del área de cacao se coordinaron las siguientes actividades:

Almácigo:

A. Preparación de sustrato y llenado de bolsas

Para la preparación del sustrato del almácigo, se trasladó al área establecida tierra negra, arena blanca y gallinaza, seguidamente se pasó por un cernidor y luego se mezcló en una relación 3:1:1. Se llenaron bolsas de almácigo de 7x12x3 con el sustrato preparado (figura 7). Se desinfecto el sustrato en cada bolsa con el fungicida de nombre comercial Mirage.



Figura 7. Llenado y ordenamiento de bolsas para almácigo de cacao.

B. Clones seleccionado para ser utilizados como patrones porta injertos:

Los clones seleccionados UF-613, IMC-67, SPA-9 y SCA-12, fueron recomendados por CATIE y CORPOICA para la producción de patrones.

C. Eliminación de mucilago:

Se procedió a extraer la semilla de cada mazorca, seguidamente se lavó con aserrín húmedo para eliminar el mucilago y se desinfecto con el fungicida Mirage.

D. Camas germinativas y siembra:

Las semillas lavadas fueron colocadas en canastas plásticas, en diferentes estratos con aserrín húmedo, por un tiempo de 4 días, tiempo en el cual se inició el proceso de germinación (figura 8.A). A partir del cuarto día se procedió a sembrar en las bolsas de almácigo, las semillas germinadas (figura 8.B).

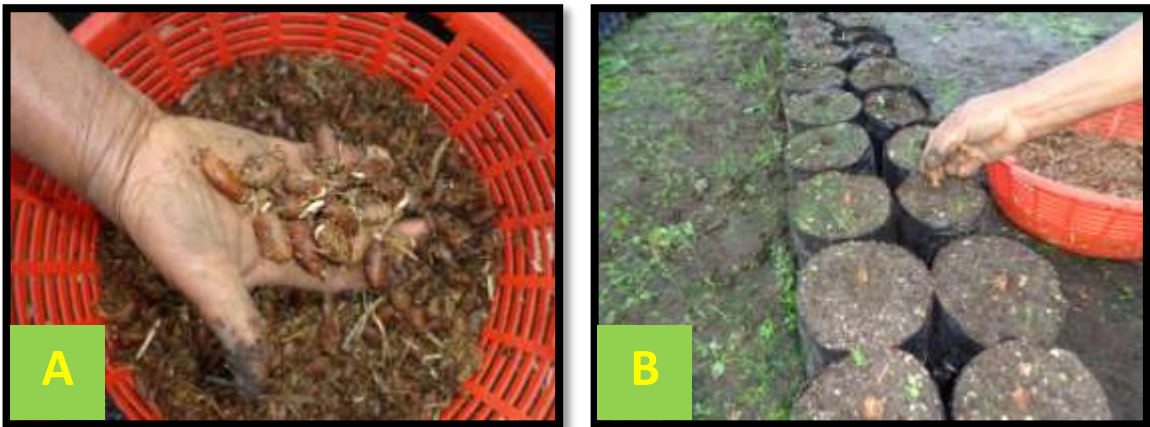


Figura 8. Etapas siembra almácigo de cacao. **A.** Germinación semilla cacao, **B.** Siembra de semilla para patrón de cacao.

E. Mantenimiento y cuidados del almácigo:

Los cuidados efectuados durante la fase de almácigo para el crecimiento de los patrones, consistieron en la aplicación de fungicidas preventivos y curativos, riego, fertilizaciones, deshierbo y control de plagas.



Figura 9. Cuidados almácigo de cacao. **A.** Control de arvenses en el vivero, **B.** fumigaciones del almácigo de cacao

F. Proceso de Injertación y cuidados posteriores:

Para la injertación se utilizó el método de injertación temprana, que se realiza a partir de 2 a 4 meses de edad del patrón, en este caso se injerto el patrón a una edad de 2.5 meses por medio de la técnica del parche. La vareta fue obtenida del jardín clonal del CATIE, establecido en el centro, los materiales se cortaron por la mañana del mismo día de injertación y antes de este proceso se procedió a realizar un riego profundo, luego de efectuada la injertación, siguieron los cuidados del patrón que consistieron en riegos y fumigaciones preventivas. El desvende de los materiales se realizó después de 15 días de efectuado el mismo; a los 10 días de desvendado se revisaron los injertos y los patrones que presentaban la yema verde se procedió a despatronarlos para estimular el crecimiento de la yema.



Figura 10. Proceso de injertación de cacao. **A.** Colocación de yema. **B.** Almácigo injertado de cacao.

G. Clones propagados

Los materiales propagados fueron: CATIE R-1, CATIE R-4, CATIE R-6, ICS-95, PMCT-58 y CC-137 que poseen tolerancia a moniliasis, buen rendimiento y características de fineza.

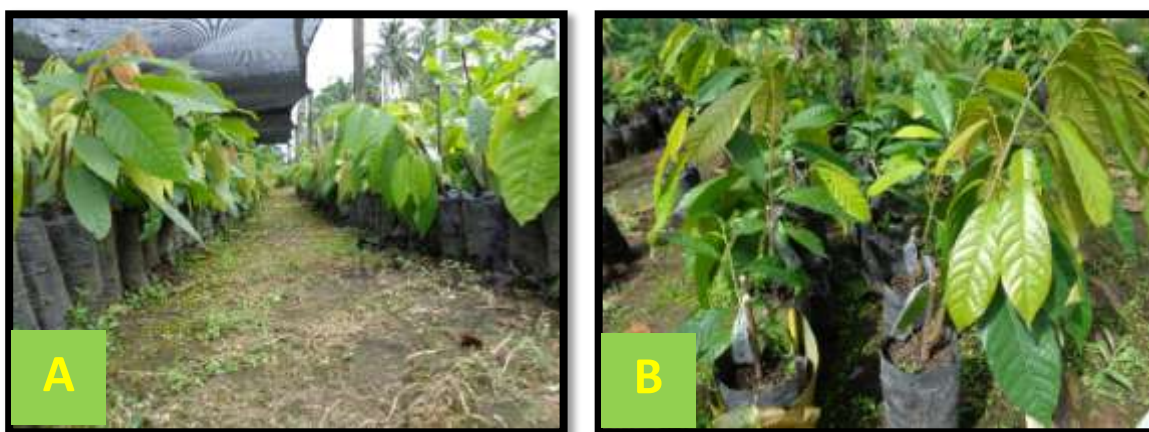


Figura 11. Almacigo de cacao en vivero. **A.** Almacigo injertado de cacao **B.** Injertos de cacao brotados y en crecimiento.

3.4.4.4 Resultados.

Anteriormente los procesos de injertación se realizaban con patrones de 6 meses de edad o más, en este servicio lo que se busca es reducir el tiempo de injertación y para lograrlo se realizaron varias capacitaciones y prácticas al personal. El proceso de injertación se hizo con patrones de edades de 2 a 3 meses y se utilizó la técnica de injertación temprana, que permite reducir el tiempo de la planta en el almacigo. Los materiales propagados fueron: CATIE R-1, CATIE R-4, CATIE R-6, ICS-95, PMCT-58 y CC-137 que poseen tolerancia a moniliasis, buen rendimiento y características de fineza. Se estableció un almacigo de cacao en el que se produjeron 282 plantas de CATIE R-1, 281 plantas

de CATIE R-4, 205 plantas CATIE R-6, 144 plantas de PMCT 58, 138 plantas de CC-137 y 203 plantas de ICS-6, para ser un total de 1253 plantas.

El área que se destinó para iniciar la renovación fue el lote conocido como Bujilla; el distanciamiento entre plantas utilizado fue de 3X3 metros, con este distanciamiento se necesitan para sembrar una hectárea 1111 plantas. Lo que representa en el centro 186 plantas de cada uno de los seis clones para completar la totalidad del lote.

3.4.1.5 Conclusiones:

- a. Se estableció un almácigo de cacao en el que se produjeron los siguientes clones: 282 plantas de CATIE R-1, 281 plantas de CATIE R-4, 205 plantas CATIE R-6, 144 plantas de PMCT 58, 138 plantas de CC-137 y 203 plantas de ICS-6.
- b. Se hizo la renovación de una hectárea de Cacao en el lote conocido como Bujilla.

3.4.2 Elaboración de un almacigo de hule para incrementar tres hectáreas del cultivo

3.4.2.1 Introducción

El cultivo de limón en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, tiene una extensión de 5.10 hectáreas y el área destinada al cultivo de plátano es de 1.67 hectáreas; los dos cultivos actualmente presentan diferentes problemas entre los cuales podemos mencionar: las enfermedades, bajo precio durante 8 meses del año en el caso del limón, robos, mal manejo agronómico, absorbe buena cantidad de jornales de trabajo para su mantenimiento, ausencia de un buen sistema de riego, bajos recursos para adquisición de fertilizantes, entre otros.

A raíz de los precios alcanzados en el mercado en los últimos años por el cultivo de hule, se inició en el centro el incremento del área sembrada de este cultivo en los lotes que ocupa el limón y plátano, debido a que este cultivo absorbe menos jornales de trabajo,

es económicamente más rentable y menos susceptible a los robos; con base en lo anterior se planteó la habilitación de tres hectáreas de hule con el clon RIMM-600.

3.4.2.2 Objetivo específico:

Realizar un almácigo de hule para incrementar tres hectáreas del cultivo.

3.4.2.3 Metodología:

- A. Se utilizó el clon IAN 873 como patrón porta injertos. Cuando se tomó este servicio las plántulas se encontraban sembradas en la bolsa del almácigo por lo que el proceso de recolección de semilla, germinación y trasplante a las bolsas no se incluyen en la metodología.



Figura 12. Almácigo patrones de hule en crecimiento.

- B. El manejo agronómico del almácigo consistió en: control de malezas, fertilización, fumigaciones preventivas y riegos, con la finalidad de que las plantas llegaran a un diámetro de injertación en el menor tiempo (figura 13.A). Es importante que las plantas tengan un follaje sano y bien desarrollado porque de lo contrario la corteza no despegara adecuadamente y el porcentaje de prendimiento será menor (figura 13.B).

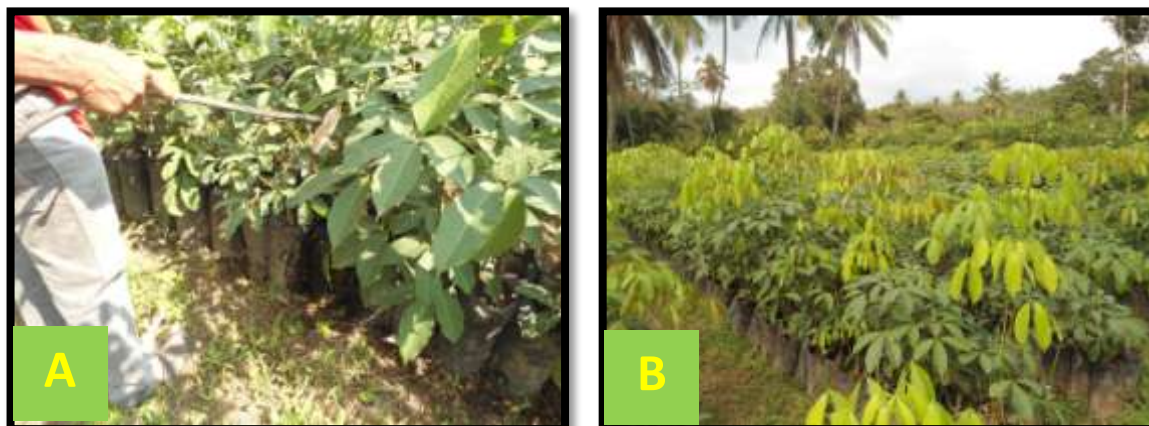


Figura 13. Almacigo de hule con buen estado sanitario. **A.** Fumigaciones, **B.** Crecimiento de nuevo tejido

C. Por no contar en el centro con un jardín varetero se realizaron los contactos en la finca los Ujuxtes, para adquirir varetas (figura 14.A) y realizar la injertación. El injerto empleado para la reproducción del hule fue el de parche que consiste en realizar incisiones en el patrón en forma de U, a continuación se extrae la yema de la vareta (figura 14.B) y se coloca en el patrón (figura 14.C), seguidamente se venda o sujeta la yema con el patrón utilizando cinta parafilm (figura 14.D). Se coordinó la selección, el corte, traslado de la vareta y el contacto con los injertadores.



Figura 14. Procesos de injertación almácigo de hule. **A.** Extracción de la yema, **B.** Colocación de la yema, **C.** Vendaje del injerto terminado.

- D.** Pasados 20 días después de injertada la planta, se cortó la cinta plástica, proceso que se conoce también como desvende y a los 10 días de efectuado el desvende se procedió a despatronar los injertos pegados y los que no pegaron se les continuo dando manejo para volver a ser re injertados.



Figura 15. Almacigo de hule desvendado y despatronado.

- E.** Usando tijeras de podar y machetes tipo cuta se realizó la poda de la raíz pivotante (figura 16.A). Tomando en cuenta el estado fisiológico de la planta: follaje sano, tejido maduro, de 2 coronas de crecimiento como mínimo se determinó el establecimiento de la planta en campo definitivo (figura 16.B).



Figura 16. Etapas previas a la siembra de hule. **A.** Poda de raíces. **B.** Almacigo de hule injertado apto para la siembra.

- F.** Se coordinó la limpieza, construcción de cunetas (figura 17.A), poda y eliminación de árboles, y estaquillado del área donde se estableció la nueva plantación (figura 17.B).



Figura 17. Etapas previas para el establecimiento del cultivo de hule. **A.** Apertura de cunetas para drenaje de aguas superficiales, **B.** Estaquillado para la siembra.

G. Se realizó el ahoyado (figura 18.A) y siembra del nuevo cultivo (figura 18.B).



Figura 18. Establecimiento cultivo de hule. **A.** Ahoyado para siembra de hule, **B.** Siembra pilones de hule injertado.

3.4.2.4 Resultados

Se realizó el almácigo de hule en el que se propagaron 1700 plantas del material RIIM 600 para incrementar tres hectáreas del cultivo.

3.4.2.5 Evaluación

Se propagaron 1700 plantas de hule, para el incremento de tres hectáreas del cultivo.

3.4.3 Renovación del jardín clonal con veinticinco clones de cacao

3.4.3.1 Introducción

El jardín clonal de cacao, es una colección de los mejores clones seleccionados en la finca o en otros lugares de la misma región, que sembrados en un mismo lugar sirve para confirmar sus características y a la vez proporcionar material de yemas para la injertación (Echeverri 2011).

El jardín clonal de cacao del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, fue establecido en el año 1982, cuenta con 25 clones provenientes de la estación experimental Brillantes y del CATIE de Costa Rica; el área sembrada es de 0.97 hectáreas, con un distanciamiento de siembra original de 4 x 4 metros. El 68 % de las plantas vivas representa la población original, el 14 % lo constituyen plantas muertas y el 17 % son plantas contaminantes que no representan al clon. Según la Fundación Hondureña de Investigación Agronómica (FHIA 2004), renovar una plantación de cacao implica cambiarla completamente, suprimiendo lo viejo o improductivo para remplazarlo por nuevo material.

En el año 2009 se inició un proceso de renovación con la finalidad de completar la población original pero no se logró completar el 100%. A raíz del apareamiento de la moniliasis y la presencia de clones susceptibles a la enfermedad se decidió iniciar

nuevamente con la renovación del jardín clonal en el área conocida como Jalpatagua, y para ello se utilizó un distanciamiento de 3 x 3 metros en surcos sencillos, la renovación busco contar con la población original, así como ordenar los jardines clónales al introducir nuevos y modernos clones que podrán ser establecidos en el área que actualmente ocupa el jardín clonal.

3.4.3.2 Objetivo específico:

Renovar el jardín clonal (pionero) con veinticinco clones de cacao.

3.4.3.3 Metodología:

A. Almacigo: para la realización de este servicio se contó con material en existencia de patrones no injertados que fueron excedente de la injertación del jardín multilocal, por ello el proceso de semillero y almacigo no se realizó.

B. Establecimiento en el campo: Los patrones fueron sembrados en campo definitivo en el mes de septiembre del 2012, en el lote Jalpatagua, al momento de la siembra se aplicaron 2 onzas de fertilizante de fórmula 20-20-0 colocada a la mitad del pilón y se realizaron aspersiones con fungicidas preventivos (figura 19).



Figura 19. Establecimiento de plantillas de cacao en campo definitivo

C. Injertación y desvende: La injertación se realizó con el patrón establecido en campo definitivo, para ello se cortó la vareta correspondiente a cada clon en las primeras horas de la mañana; a partir de transcurridos 15 días desde el momento de la injertación, se procedió a desvendar y transcurridos 10 días del desvende, se realizó el despatronado (figura 20). Se efectuó una segunda injertación en los patrones donde la yemas no pegaron.



Figura 20. Plantilla injertada y brotada en campo

D. Riego: por no contar con un sistema de riego adecuado, se aplicaron 5 galones de agua a cada planta, la aplicación de agua se efectuó cada 15 días (figura 21.A). Al mismo tiempo se colocaron trozos de tallo de banano alrededor de la planta de cacao, el tallo al podrirse va manteniendo húmedo el pie de la planta (figura 21.B).



Figura 21. Manejo plantilla en época de verano. **A.** Riego plantilla de cacao, **B.** colocación tallos de banano.

3.4.3.4 Resultados

Se injertaron 650 patrones de cacao, correspondientes a los 25 clones originales con un total de 26 patrones por cada clon. El 56 % correspondiente a 364 injertos pegados, mientras que el restante 44 % correspondiente a 286 injertos donde no pego la yema, debido principalmente a varios factores, principalmente a la falta de agua en la época de verano.

3.4.3.5 Conclusión

Se inició la renovación del jardín clonal de cacao con la injertación de un total de 650 patrones de cacao correspondientes a los 25 clones originales con un total de 26 patrones por cada clon.

3.4.3.6 Recomendaciones

- a. Para la obtención de plántulas injertadas se recomienda que el proceso se realice principalmente en los meses de noviembre, diciembre y enero, época que para la región inicia la temporada de verano y así no esté influenciada por la alta humedad que es propicia para el apareamiento de enfermedades. Las plántulas producidas en esa época estarán listas para ser sembradas en campo definitivo a partir del mes de mayo, cuando se establecen las lluvias para la región.
- b. Se recomienda producir las plántulas en un almácigo donde se puedan proporcionar un mejor manejo como: riegos controlados, fumigaciones preventivas, fertilizaciones, control de malezas, control de plagas y sombra apropiada.
- c. Si se va a realizar el proceso de injertación en campo definitivo, es necesario contar con sistema de riego para que la planta no sufra estrés hídrico y no se pierda la yema injertada.

3.4.4. Poda de Rehabilitación de las aéreas del cultivo de cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá

3.4.4.1 Introducción

La mayoría de productores de cacao tienen plantaciones viejas, heredadas de sus padres y otros las han abandonado por diferentes razones: bajos precios del cacao, poca producción y presencia de enfermedades, que hacen del cultivo una mala opción económica. Como consecuencia de esta situación, el productor tiene hoy en día árboles de más de 4 metros de altura, sembrados a distancias muy grandes en la parcela, con plantas improductivas y la mayoría de las mazorcas enfermas por la monilia o fitoptora, que da como resultado poca producción en general (Echeverri 2011).

La anterior descripción se adapta a las condiciones que presenta el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, en donde principalmente existen plantaciones viejas e improductivas, con base en lo anterior se planifico el servicio de Poda de rehabilitación de las plantaciones de cacao, con la que se busca alcanzar nuevamente buenas producciones.

3.4.4.2 Objetivo Específico.

Realizar la Poda de rehabilitación de las áreas del cultivo de cacao.

3.4.4.3 Metodología:

Para realizar la Poda de rehabilitación de las áreas de cacao se realizaron las siguientes actividades:

- a. Limpieza del área: el control de malezas se realizó con desbrozadoras y en las áreas donde el manejo de las mismas era complicado se utilizó machete.

- b. Regulación de sombra: se eliminó el exceso de sombra talando árboles o derramándolos (figura 22). La sombra actual no se encuentra técnicamente establecida por lo que existen áreas con exceso de sombra y otras áreas con déficit de las mismas, dependiendo de las especies algunas se aprovecharon para la extracción de madera y la mayoría se aprovechó para la generación de leña que fue vendida principalmente a los trabajadores del centro.



Figura 22. Regulación de sombra en plantaciones establecidas de cacao.

- c. Poda de la plantas de cacao: Cuando la planta lo requería se realizaron podas fuertes o débiles, en este caso se hizo uso de machetes tipo cutas, cuchillas para corte de mazorca y principalmente el uso de motopodadoras y motosierras. La poda consistió en eliminar ramas mal formadas, bajar la altura de las plantas con la finalidad de hacer más efectiva la cosecha y eliminar los frutos infectados con monilia, ramas entrecruzadas, eliminación de chupones, eliminar frutos enfermos, recepa cuando la planta se encuentra muy deteriorada. Los mejores chupones basales que se encuentran lo más cercano al suelo no se eliminaron, lo cual permitirá a futuro la eliminación de la planta madre y el crecimiento y desarrollo de los chupones que vendrán a sustituir a la planta madre cuando estos estén en producción.



Figura 23. Procesos de podas en el cultivo de cacao. **A.** Área sin manejo. **B.** Área intervenida. **C.** Uso de motosierra. **D.** Uso de podadora extensible.

- d. Prácticas fitosanitarias para control de enfermedades: Para el manejo de la monilia (figura 24.A) principalmente se procedió a eliminar semanalmente los frutos que presenten síntomas de la enfermedad, para esta práctica se contó con machete y cuchilla para corte de cacao, todas las mazorcas que presentaban la sintomatología se botaron y se cubrieron con hojarasca para que iniciaran su descomposición en el suelo (figura 24.B).



Figura 24. Práctica fitosanitaria para eliminación de monilia. **A.** Presencia de monilia en las plantaciones, **B.** eliminación de frutos enfermos en plantaciones establecidas.

- e. Construcción de canales de drenaje: Para evitar el exceso de humedad debido principalmente al encharcamiento del agua de lluvia, se construyeron canales para drenar el exceso de lluvia.
- f. Fertilización: La fertilización se efectuó principalmente de forma foliar, en el área del jardín clonal y FHIA I (figura 25.A), el lote de plantillas Jalpatagua se realizó en forma granulada (figura 25.B).



Figura 25. Fertilizaciones plantillas de cacao. **A.** Fertilización foliar, **B.** Fertilización al suelo en plantillas de cacao.

3.4.4.4 Resultados

Se inició el proceso de Poda de rehabilitación de las plantaciones de cacao y se les dio manejo agronómico a las siguientes áreas: Fruta de Pan, Amazonas, FHIA I, FHIA II, Jalpatagua, Distanciamiento, Jardín Clonal. Se dejó planificada la Poda de rehabilitación de las áreas de Plantilla la Ceiba, Laguneta y Bujilla.

3.4.4.5 Evaluación

Se realizó la Poda de rehabilitación a 7 lotes con plantaciones de cacao en los que se espera obtener nuevamente alta producción.

3.4.4.6 Recomendación:

Se recomienda continuar la Poda de rehabilitación en las áreas de Plantilla, la Ceiba, Laguneta y Bujilla, para así completar el área total de cultivo de cacao en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxya.