

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



ANGELINA NOHEMÌ DEL CID GRAMAJO
CARNÉ: 200517675

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



**TRABAJO DE GRADUACIÓN:
REALIZADO EN LA MUNICIPALIDAD
DE EL ASINTAL, RETALHULEU**

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

ANGELINA NOHEMÍ DEL CID GRAMAJO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr.	Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr.	Ariel Abderramán Ortíz López
VOCAL II	Ing. Agr.MSc.	Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. MSc.	Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	P. Forestal	Sindy Benita Simón Mendoza
VOCAL V	Bachiller	Camilo José Wolford Ramirez
SECRETARIO	Ing. Agr.	Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, noviembre 2013

Guatemala, noviembre de 2013

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación realizado en Municipio El Asintal, Retalhuleu, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ANGELINA NOHEMÍ DEL CID GRAMAJO

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Por ser el creador del universo y por ser mi fuente de sabiduría y entendimiento, gracias por brindarme la vida y acompañarme siempre.

MIS PADRES:

JAVIER DE JESUS DEL CID GARRIDO (†) y Margarita Lucrecia Gramajo Ruminez por instruirme en el camino de la vida, gracias por sus esfuerzos y cariño incondicional.

MIS HERMANOS:

Carmen Ester y Miguel David por apoyarme y estar conmigo en todo momento.

MI ABUELITA:

Vicenta Ruminez por su cariño y apoyo.

MIS SOBRINOS:

Javier Ivan y Fiorellita por tomarme como ejemplo y darme tantas alegrías.

FAMILIA:

Fam. Serrano Hidalgo, gracias por hacerme parte de su familia, por su apoyo y cariño.

Fam. López Citalán, por su apoyo desde el inicio de mi carrera profesional.

Fam. De La Cruz Berganza, por sus buenos deseos y demostrarme su cariño.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS, por sobre todas las cosas.

GUATEMALA, país de la eterna primavera.

FLORES COSTA CUCA, QUETZALTENANGO, tierra natal.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, por permitirme estudiar en tan prestigioso centro.

FACULTAD DE AGRONOMÍA, unidad académica que me formo con la clara visión del estado de la agricultura en nuestro país.

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (E.N.C.A.), alma mater que me formo como agrónoma.

MI FAMILIA, por el apoyo y amor incondicional.

MIS AMIGOS, por ser parte de mi familia y compartir buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios:

Por bendecir e iluminar mi vida y por permitirme cumplir esta meta.

Ing. Agr.:

Dr. Edin Orozco Miranda, por ser ejemplo de superación y motivación personal.

Ing. Agr. Jorge Mario Corzo Rivera, por su confianza y permitir mi desenvolvimiento en la industria de palma aceitera de Guatemala y por su grandioso aporte técnico en mi vida profesional.

Mi Supervisor:

Ing. Agr. Marco Vinicio Fernández, por su asesoría y apoyo durante el EPS, así como en este documento.

Mi Asesor:

Dr. David Monterroso, por su asesoría en la planificación, ejecución y elaboración del trabajo de graduación.

Empresa:

Asociación de Productores de Cacao del Sur-Occidente y municipalidad de El Asintal Retalhuleu, gracias por darme la oportunidad y espacio para realizar el EPS. Con mucho cariño: Fam. Castillo Bellozo, Fam. Delgado Sosa, Don Walter Mendez Ralda, Don Héctor Leonel Miranda Flores, Don Hermelindo Castillo de León y Don Genaro Maldonado.

Amigos:

Rony Ardani Morales Juarez, Erick Solórzano, Reynaldo García, Rosita Palacios, Teresa Echeverría, José Antonio Palacios, Linda Mellina Juarez, Rony Dubón, César Racancoj, Douglas de la Cruz Berganza, Alba Galvez, Ruth Juracan, Marlon Hidalgo, Francisco Batén y Luis Eduardo Figueroa.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
RESUMEN	viii
1. CAPÍTULO I	1
1.1 INTRODUCCIÓN	2
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.4 METODOLOGÍA.....	5
1.4.1 Determinación de los socios del municipio El Asintal pertenecientes a APROCA del Sur Occidente de Guatemala.	5
1.4.2 Elaboración de boleta.....	5
1.4.3 Censo a los seis productores de cacao.....	5
1.4.4 Sistematización de datos obtenidos.....	5
1.4.5 Priorización de problemas encontrados	5
1.5 RESULTADOS	6
1.5.1 Generalidades de los socios y plantaciones	6
1.5.2 Descripción del proceso productivo del cultivo del cacao, desarrollado por los productores.....	8
1.5.3 PROBLEMAS, CAUSAS Y EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE CACAO.....	12

1.6	CONCLUSIONES	15
1.7	RECOMENDACIONES	16
1.8	ANEXOS	17
2.	CAPITULO II	19
2.1	PRESENTACIÓN	20
2.2	Definición del problema	22
2.3	Marco Teórico	24
2.3.1	Marco conceptual	24
2.3.2	Marco referencial	34
2.4	Objetivos	39
2.4.1	General	39
2.4.2	Específicos.....	39
2.4.3	Complementario.....	39
2.5	Hipótesis	40
2.6	Metodología	41
2.6.1	Generalidades del estudio.....	41
2.6.2	Recopilación de información primaria	41
2.6.3	Recopilación de información secundaria.....	42
2.6.4	Identificación de árboles considerados superiores.....	42
2.6.5	Toma de datos	43
2.6.6	Descripción de las variables agronómicas	43
2.6.7	Análisis de datos	49
2.7	Resultados y discusión	50
2.7.1	Georeferenciación de los árboles muestreados	51
2.7.2	Evaluación de parámetros morfológicos	51
2.7.3	Evaluación de los parámetros de producción.....	82
2.7.4	Correlación de variables cuantitativas.....	96

2.7.5	Regresión múltiple para variables agronómicas de interés.....	100
2.7.6	Análisis de conglomerados	102
2.7.7	Selección de árboles superiores	104
2.8	Conclusiones	108
2.9	Recomendaciones	109
2.10	BIBLIOGRAFÍA.....	110
3.	CAPITULO III	114
3.1	PRESENTACIÓN	115
3.2	ÁREA DE INFLUENCIA	117
3.3	OBJETIVO.....	117
3.3.1	OBJETIVO GENERAL	117
3.4	SERVICIO No. 1 DISEÑO DE UN CENTRO DE ACOPIO PARA MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO EL ASINTAL, RETALHULEU.....	117
3.4.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	117
3.4.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	118
3.4.3	METODOLOGÍA	118
3.4.4	Evaluación.....	119
3.4.5	Constancias	120
3.5	ESTABLECIMIENTO DE UN JARDÍN CLONAL DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.) PARA INVESTIGACIÓN EN LA FINCA MONTES ELÍSEOS EN EL ASINTAL, RETALHULEU.....	124
3.5.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	124
3.5.2	OBJETIVOS.....	124
3.5.3	METODOLOGÍA	125
3.5.4	Evaluación.....	130
3.5.5	Constancias	130

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Zonas cacaoteras de Guatemala, delimitadas por los municipios con presencia de cacao, iv censo agropecuario nacional 2002-2003.....	30
Figura 2. Ubicación geográfica de las parcelas de estudio.	35
Figura 3. Identificación de árbol de cacao con cinta de nylon azul.	42
Figura 4. Descriptores morfológicos del fruto evaluados: a. Largo del fruto (cm). B. Diámetro del fruto (cm). C. Grosor de las paredes del fruto (cm). D. Forma de los frutos (arciniegas 2005).	44
Figura 5. Etapas en el proceso de fermentación: a. Ruptura de frutos. B. Colocación de semillas en bolsas de tela. C. Colocación de muestras en el cajón de fermentación. D. Colocación de hojas de banano. E. Colocación de nylon. F. Muestras en proceso de fermentación.....	46
Figura 6. Secado de muestras en patio de secado.....	47
Figura 7. Comportamiento de la precipitación y durante el año 2010.	50
Figura 8. Ubicación de árboles de cacao considerados superiores	51
Figura 9. Distribución de frecuencias para el peso de frutos.	58
Figura 10. Distribución de frecuencias para la longitud de frutos.....	59
Figura 11. Distribución de frecuencias para el diámetro de frutos.	60
Figura 12. Distribución de frecuencias para el grosor de paredes de frutos.	61
Figura 13. Distribución de frecuencias para la relación longitud/diámetro.	62
Figura 14. Distribución de frecuencias para el peso de cáscara de frutos.....	63
Figura 15. Distribución de frecuencias para número de semillas por fruto.....	69
Figura 16. Distribución de frecuencias para el peso húmedo de las semillas	70
Figura 17. Distribución de frecuencias para el peso seco de las semillas	71
Figura 18. Distribución de frecuencias para la relación peso húmedo/seco de frutos.....	72
Figura 19. Distribución de frecuencias para longitud de semilla seca.....	73
Figura 20. Distribución de frecuencias para ancho de semilla seca	74

Figura 21. Distribución de frecuencias para el grosor de semilla seca	75
Figura 22. Distribución de frecuencias de frutos cosechados por árbol.....	88
Figura 23. Distribución de frecuencias para frutos sanos cosechados por árbol.	89
Figura 24. Distribución de frecuencias para el porcentaje de frutos sanos por árbol.....	90
Figura 25. Distribución de frecuencias para incidencia de frutos con mazorca negra.....	91
Figura 26. Distribución de frecuencias para porcentaje de daños ocasionados por ardilla.	92
Figura 27. Distribución de frecuencias para la productividad kg/ha.	93
Figura 28. Distribución de frecuencias para el índice de semilla en árboles de cacao considerados superiores.	94
Figura 29. Distribución de frecuencias para el índice de fruto en árboles de cacao considerados superiores.	95
Figura 30. Dendograma del agrupamiento de árboles de cacao denominados superiores con distancia euclídea 15.	102
Figura 31. Situación del basurero municipal de el asintal.	120
Figura 32. Capacitación es escuelas abiertas, el asintal.....	120
Figura 33. Capacitación en escuela oficial mixta el asintal.	121
Figura 34. Selección de los desechos según origen (orgánico e inorgánico)	121
Figura 35. Encalado de bordillos aledaños a la escuela oficial mixta, el asintal.	122
Figura 36. Cuantificación de la proporción de los desechos sólidos según origen.....	122
Figura 37. Rotulación de recipientes para depositar basura.	123
Figura 38. Entrega de recipientes de basura en escuelas.	123
Figura 39. Distribución espacial de clones en jardín clonal.....	125
Figura 40. Distribución espacial de árboles de sombra.....	127
Figura 41. Identificación de plantas después de la injertación.	130
Figura 42. Colocación de estacas por tratamiento.	131
Figura 43. Plantas de cacao establecidas en jardín clonal.	131
Figura 44. Posicionamiento espacial de árboles de sombra.	132

Figura 45. Hoja electrónica de excel® para evaluar producción. 132

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. Nombre de los productores y mapa de ubicación de las plantaciones de cacao.	7
Cuadro 2. Área sembrada con cacao y materiales genéticos existentes.	8
Cuadro 3. Requerimientos del cacao.	26
Cuadro 4. Localización de las parcelas de cacao.	41
Cuadro 5. Valores obtenidos para las variables cuantitativas del fruto de la plantación del caserío aurora castillo “a”.	53
Cuadro 6. Valores obtenidos para las variables cuantitativas del fruto de la plantación del caserío aurora castillo “b”.	54
Cuadro 7. Valores obtenidos para las variables cuantitativas del fruto de la plantación de la finca montes eliseo “d”.	55
Cuadro 8. Valores obtenidos para las variables cuantitativas del fruto de la plantación de la finca dolores hidalgo “e”.	56
Cuadro 9. Valores obtenidos para las variables cuantitativas del fruto de la plantación de cantón centro “f”.	57
Cuadro 10. Valores obtenidos de las variables cuantitativas de la semilla de la plantación “a”.	64
Cuadro 11. Valores obtenidos de las variables cuantitativas de la semilla de la plantación “b”.	65
Cuadro 12. Valores obtenidos de las variables cuantitativas de la semilla de la plantación “d”.	66
Cuadro 13. Valores obtenidos de las variables cuantitativas de la semilla de la plantación “e”.	67
Cuadro 14. Valores obtenidos de las variables cuantitativas de la semilla de la plantación “f”.	68

Cuadro 15. Valores obtenidos para las variables cualitativas del fruto de la plantación “a”	76
Cuadro 16. Valores obtenidos para las variables cualitativas del fruto de la plantación “b”	77
Cuadro 17. Valores obtenidos para las variables cualitativas del fruto de la plantación d.	78
Cuadro 18. Valores obtenidos para las variables cualitativas del fruto de la plantación e.	79
Cuadro 19. Valores obtenidos para las variables cualitativas del fruto de la plantación f.	80
Cuadro 20. Variables cualitativas del fruto y la semilla.	81
Cuadro 21. Valores obtenidos para las variables relacionadas con la producción de la plantación del caserío aurora castillo “a”	83
Cuadro 22. Valores obtenidos para las variables relacionadas con la producción de la plantación b.	84
Cuadro 23. Valores obtenidos para las variables relacionadas con la producción de la plantación d.	85
Cuadro 24. Valores obtenidos para las variables relacionadas con la producción de la plantación e.	86
Cuadro 25. Valores obtenidos para las variables relacionadas con la producción de la plantación f.	87
Cuadro 26. Matriz de correlación entre variables de fruto y semilla para árboles de cacao considerados superiores en el municipio el asintal, retalhuleu.	97
Cuadro 27. Criterios agronómicos para selección de clones de cacao	104
Cuadro 28. Distribución de los árboles de cacao de acuerdo a las mejores características agronómicas.	105
Cuadro 29. Representación de clones por color de cinta.	126
Cuadro 30. Descripción de actividades realizadas en el establecimiento del jardín clonal.	129

CARACTERIZACIÓN DE ÁRBOLES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CONSIDERADOS SUPERIORES, SELECCIONADOS A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DE SUS FRUTOS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA MUNICIPALIDAD DE EL ASINTAL, RETALHULEU, GUATEMALA C. A.

RESUMEN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), es de suma importancia económica por los diferentes usos en productos alimenticios, farmacéuticos y de belleza. Guatemala es centro de origen del cacao y forma parte del Bosque muy Húmedo, se cultiva en la región Norte y Suroccidental y también es importante porque favorece la biodiversidad de la flora y fauna.

El área sembrada en Guatemala no es suficiente para la demanda existente, por lo que se ha tenido que importar de países como República Dominicana. La caída de los precios del grano en los años 80's provocó el abandono de las plantaciones y actualmente se está luchando para recuperarlas.

En el municipio El Asintal, Retalhuleu se encuentra la Asociación de Productores de Cacao del Suroccidente (APROCA), por esta razón se realizó el diagnóstico específicamente con los cinco socios de este municipio. Se efectuó un censo para conocer los cacaotales, área sembrada, edad, proceso productivo desde el vivero hasta la venta del cacao así como la problemática que enfrenta cada productor. Se determinó que el rendimiento de los productores de El Asintal el cual es bajo (0.45 TM/ha), comparado con el rendimiento promedio mundial (1.5 TM/ha) se debe a la falta de capital para comprar material vegetativo de calidad y realizar renovaciones. Sin embargo dentro de las plantaciones existen árboles con buenas características de semilla y fruto que pueden ser utilizados para realizar renovaciones.

Durante el ejercicio profesional supervisado (EPS) se estudiaron cuatro variables cualitativas y dieciséis variables cuantitativas de los cinco mejores árboles (árboles superiores) de cada socio, incluyendo la incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora* B.).

Se realizaron visitas a las plantaciones cada 15 días por un periodo de ocho meses (Mayo-Diciembre) y se tomaron las características morfológicas del fruto, peso, longitud, diámetro, grosor de las paredes del fruto, color, peso de la cascara, rugosidad del mesocarpio, mientras que de la semilla se determinó el peso húmedo, número de semillas, color, peso seco de la semilla, longitud, ancho y grosor. También se determinaron variables asociadas a la producción como índice del fruto, índice de semilla, número de frutos por árbol, productividad e incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).

Las variables cuantitativas se evaluaron mediante estadística descriptiva (promedios, máximos, mínimos, desviación estándar y frecuencia), las variables agronómicas se evaluaron mediante correlación y regresión múltiple. Para conformar grupos según la similitud de las variables cuantitativas y sitios de colecta se realizó análisis de conglomerados.

Según la tabla de correlación r de Pearson sugiere que el peso del fruto se encuentra influenciado por el aumento en el peso de las semillas y por el peso de la cascara, mientras que el diámetro y longitud del fruto está relacionado directamente con la longitud, ancho y grosor de las semillas. El 90.48% de árboles presentaron cotiledones de coloración púrpura y el resto de coloración crema, este último considerado fino y de alta calidad.

Según el análisis de conglomerados se identificaron cuatro grupos. El grupo uno se caracterizó por tener el grosor de paredes del fruto y largo de semilla más alto de todos los árboles estudiados, mientras que el grupo dos es el grupo con las mejores características ya que presentó alto peso, longitud y diámetro del fruto, también el mayor número de semillas, peso seco, mayor longitud, ancho y grosor. El grupo tres presentó semillas largas y anchas, pero se caracterizó por tener un número alto de frutos por árbol. El grupo cuatro presentó los valores más bajos de todas las variables, pero así mismo son datos que se encuentran cerca del promedio general de cada variable estudiada.

Los grupos de mayor importancia son el uno y el dos ya que agrupan a los seis mejores árboles en cuanto a buenas características cuantitativas de peso de los frutos, semillas grandes y número de semillas por frutos.

De los seis árboles considerados “superiores”, tres pertenecen a la Finca Montes Elíseos (D1, D5 y D2) y tres a la plantación Caserío Aurora Castillo (B4, B2 y B1). El mejor árbol (D1) de la Finca Montes Elíseos es del tipo trinitario, frutos de color rojo con amarillo, forma de angoleta, peso por fruto de 884.4 g, con 40 semillas por fruto, índice de semilla de 1.7 e índice de fruto de 15, sin presencia de mazorca negra. El mejor árbol (B4) de la plantación del caserío Aurora Castillo es del tipo trinitario, frutos de color rojo con amarillo, peso de fruto de 855.2 g, con 38 semillas por fruto, índice de semilla de 2.1 e índice de fruto de 13, sin presencia de mazorca negra.

Los servicios prestados durante el Ejercicio Profesional Supervisado se llevaron a cabo en la Municipalidad de El Asintal y en la Asociación de Productores de Cacao del Suroccidente (APROCA), para apoyar a los habitantes mediante la realización de actividades agrícolas y sociales.

Se diseñó un proyecto a nivel de prefactibilidad de un centro de acopio para manejo integral de desechos sólidos en el municipio, capacitaciones de concientización a la población sobre la importancia del manejo de los desechos y donación de recipientes a escuelas para depositar la basura escolar.

Se estableció un jardín clonal de cacao en la Finca Montes Elíseos para estudiar la adaptabilidad y rendimiento de los cacaotales con la finalidad de que puedan ser aprovechados para renovar plantaciones en un futuro de acuerdo a los resultados.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CACAO (APROCA), PERTENECIENTES AL MUNICIPIO DEL ASINTAL, RETALHULEU.

1.1 INTRODUCCIÓN

El municipio El Asintal se ubica dentro del departamento de Retalhuleu. Esta localizado a 11 Kilómetros de la cabecera municipal de Retalhuleu, y a 194 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala. Su extensión territorial es de 112 kilómetros cuadrados y cuenta únicamente con dos aldeas llamadas El Xab y Sibaná. (2)

El municipio se encuentra a 398 metros sobre el nivel del mar, en su parte Central, Este y Oeste, mientras que la parte Norte posee elevaciones de hasta 1200 msnm, con pendientes máximas de 25 %. Su localización geográfica es de 14° 35' 48" en latitud y en longitud de 91° 43' 35". (2)

Se tienen temperaturas promedio de 23°C, precipitaciones promedio de 2,000 milímetros y 75% de humedad relativa. Según De La Cruz (1982) el municipio pertenece a la zona de vida Bosque muy húmedo sub-tropical cálido.

Dentro de las actividades que realizan los asintalenses se encuentra la producción de Cacao, razón por la cual existe la Asociación de Productores de Cacao del Sur Occidente en este municipio. Esta asociación se fundó en el año 2007 por iniciativa de los productores de cacao de este municipio. Además les proporciona apoyo técnico a los productores inscritos, por medio del financiamiento del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza de Costa Rica.

El conocimiento de la situación actual de los productores de cacao del municipio El Asintal en Retalhuleu permitió determinar los problemas existentes en el cultivo y su manejo. Para los socios de APROCA el cacao representa un ingreso económico que puede aumentar al mejorar los problemas existentes.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la Asociación de Productores de Cacao (APROCA), se buscan técnicas para aumentar la producción en los cacaotales abandonados ya que las áreas donde se encuentran son aptas para el desarrollo y producción del cacao.

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao*), es de importancia económica ya que se tienen cultivadas 2,692 hectareas en Guatemala lo cual proporciona ingresos a familias y además su explotación no contamina el medio ambiente y favorece el enriquecimiento de la flora y fauna.

La productividad de cacao es baja (0.45 TM/Ha) comparada con la productividad promedio mundial (1.5 TM/Ha) lo cual indica que existen factores que están disminuyendo la producción de cacao en esta región.

La información obtenida, permitirá conocer específicamente los factores que limitan la productividad de los cacaotales y encontrar soluciones para mejorar.

1.3. OBJETIVOS

General

Determinar la situación actual de los productores de cacao *Theobroma cacao* L. del municipio El Asintal, Retalhuleu.

Específicos

- Enumerar los socios del municipio El Asintal, que pertenecen a la Asociación de Productores de Cacao del Sur Occidente de Guatemala.
- Establecer el área sembrada de cacao (*T. cacao*) por los productores del municipio El Asintal.
- Conocer los materiales genéticos de cacao establecidos.
- Describir el proceso productivo y post-cosecha desarrollado por los productores de cacao.
- Conocer los principales problemas de los socios de APROCA.
- Priorizar los problemas existentes en los productores de cacao.

1.4 METODOLOGÍA

La Asociación de Productores de Cacao (APROCA), cuenta con 31 socios inscritos, los cuales tiene cacaotales que fueron abandonados en el año 1980 y cacaotales renovados desde el año 2007.

Para la realización de este estudio, se tomaron los socios que tienen sus plantaciones en el municipio El Asintal. A continuación se presentan las fases en las que se dividió la metodología para ejecutar el presente diagnóstico.

1.4.1 Determinación de los socios del municipio El Asintal pertenecientes a APROCA del Sur Occidente de Guatemala.

El marco lista de asociados se obtuvo directamente de los registros de APROCA. Los datos fueron solicitados al presidente de la institución y se realizó un marco lista con los nombres de los socios de APROCA situados en El Asintal, ubicando el lugar en el que se encuentran los cultivos de cacao.

1.4.2 Elaboración de boleta

Se realizó una guía de entrevista tomando en cuenta las actividades agronómicas que se realizan en el cacao para obtener la información sobre el manejo de vivero, establecimiento, cosecha y post-cosecha, área sembrada, materiales genéticos sembrados y problemas existentes.

1.4.3 Censo a los seis productores de cacao

Se realizó una entrevista con los productores de cacao y se recorrieron las plantaciones verificando si las respuestas de los productores coincidían con la realidad.

1.4.4 Sistematización de datos obtenidos

Los datos obtenidos fueron tabulados y se elaboró un árbol de problemas para identificar los problemas, causas y efectos.

1.4.5 Priorización de problemas encontrados

Se identificó un único problema por lo que no se realizó la priorización ya que este enmarca toda la problemática de las plantaciones de cacao.

1.5 RESULTADOS

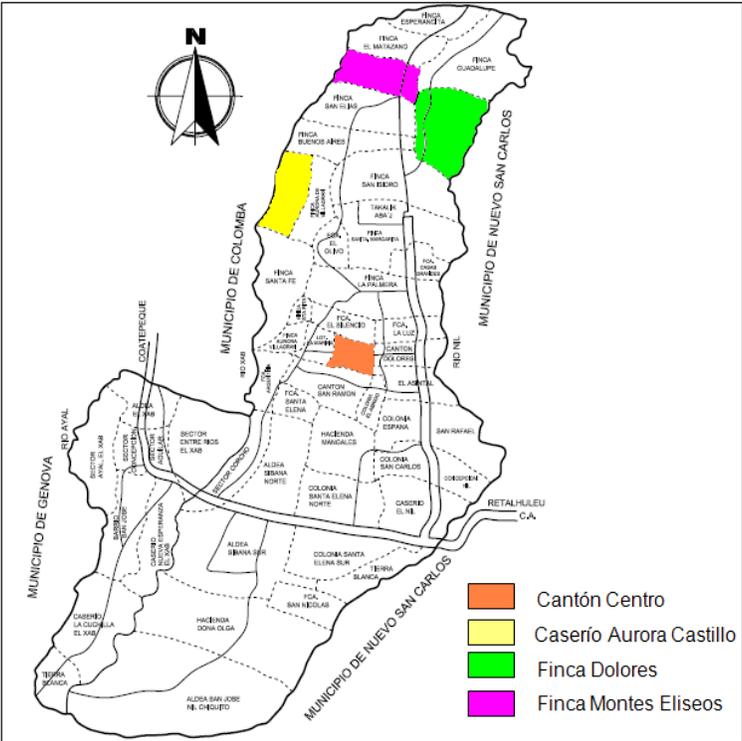
La Asociación de Productores de Cacao del Suroccidente se encuentra ubicada a 0.5 kilómetros de la carretera que conduce al centro Arqueológico AbajTakalik de la cabecera del municipio El Asintal, Retalhuleu.

Esta asociación se fundó en el año 2007 por iniciativa de los productores de cacao de este municipio. Proporcionándoles apoyo técnico a los productores inscritos del departamento de Retalhuleu, Suchitepéquez, Quetzaltenango y San Marcos, por medio del financiamiento del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza de Costa Rica (CATIE).

1.5.1 Generalidades de los socios y plantaciones

El estudio se realizó con seis productores de cacao, pertenecientes al municipio El Asintal. En el siguiente cuadro se pueden observar los nombres de los productores y localización de las plantaciones de cacao.

Cuadro 1. Nombre de los productores y mapa de ubicación de las plantaciones de cacao.

No.	Nombre	
1	LeyviLiseth Delgado Sosa	 <p data-bbox="672 1104 1484 1247">Fuente: Manual de actividades de la OMP (Oficina Municipal de Planificación), El Asintal, Retalhuleu, escala 1:250,000, 2007.</p>
2	Genaro Maldonado Mérida	
3	Ismael Castillo de León Nelly Mabel Bellozo	
4	Hermelindo Castillo de León	
5	Héctor Leonel Miranda	
6	Walter Méndez Ralda	

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de APROCA, 2010.

En el cuadro 2 se puede observar el área sembrada de cacao y los materiales genéticos con los que cuentan los seis productores.

Cuadro 2. Área sembrada con cacao y materiales genéticos existentes.

Área sembrada de cacao	Materiales genéticos	Producción media de cacao pergamino	
11.09 hectáreas	Forasteros Híbridos (UF 276, 273)	10 qq/ha	0.45 TM/ha
254 cuerdas (25 varas ²)	Otros	0.49 qq/cuerda	

Fuente: Datos de campo.

En el cuadro anterior, se puede observar que la producción promedio anual de los productores del municipio El Asintal, es baja comparada con la producción media anual mundial, que según la FAO es de 1.5 TM/ha.

Existen plantaciones antiguas y las más jóvenes son de 4 años, sin embargo existen plantas que se han ido renovando mediante injertos en patrones ya existentes.

1.5.2 Descripción del proceso productivo del cultivo del cacao, desarrollado por los productores

1.5.2.1 Vivero

A) Selección de semilla

En la planta se escogen frutos de árboles superiores (alto rendimiento, fruto y semilla grande), que se encuentran en la parte media del tallo o ramas, así también se descarta la semilla que se ubica en los bordes del fruto.

B) Preparación del suelo o sustrato

El sustrato se prepara con una mezcla de arena, materia orgánica y arcilla (relación 1:1:1). Además se desinfecta ocho días antes de realizar la siembra con Banrot® (Etridiazole y Tiofanato metílico) para evitar hongos del suelo. A veces se elabora semillero, pero se requiere más cuidado al momento de transplantar, para no dañar la plántula. En este se utiliza aserrín o tierra como sustrato.

C) Llenado de bolsas

Se utilizan bolsas de 25" x 10" x 3mm. cuando se van a injertar las plantas y bolsas más pequeñas cuando no se injerta.

D) Siembra

Se coloca la semilla de forma vertical en el sustrato con la cicatriz de la placenta hacia abajo. A cinco centímetros aproximadamente de profundidad.

E) Fertilización

La primera fertilización se realiza a los 15 días de la siembra con la siguiente formulación 10-50-0 (30 g/plántula) y luego otras tres fertilizaciones a cada 15 días con triple veinte (20-20-20) ó triple quince (15-15-15), aplicando dosis de 50 gramos por planta.

F) Control de malezas, plagas y enfermedades

Se hacen aplicaciones de Cyflutrin cada mes siguiendo las instrucciones del producto, para control de larvas o insectos cortadores y minadores. También se hacen aplicaciones de Oxiclورو de Cobre y Propineb para enfermedades foliares. Se realizan desmalezados manuales cada tres meses en el vivero.

G) Selección de varetas

Se busca tejido vegetal que tenga el mismo diámetro que el patrón para que sea compatible en el injerto, además deben ser de plantas madres con características adecuadas para el productor.

H) Injerto

Se utiliza el injerto de parche y se debe realizar debajo de las cicatrices que dejan los cotiledones para evitar que emerjan yemas del patrón, la edad recomendada para el injertoconvencional es de 5-6 meses. El desvende de la planta se realiza 15 días después de injertada.

I) Transplante

Se realiza a los tres meses después de injertado y debe ser en época lluviosa. Además se aprovecha para agregar materia orgánica en los agujeros al momento del transplante. El distanciamiento de las plantas es irregular, siendo el más utilizado de 4m. x 4 m.

J) Riego

El riego en el vivero se realiza cada dos días, evitando provocarle estrés hídrico a la planta.

1.5.2.2 Campo definitivo

A) Podas de formación

Esta poda se realiza eliminando ramas que sean verticales y se busca proporcionar a la planta un balance.

B) Poda de mantenimiento

Se eliminan los brotes de los árboles llamados comúnmente chupones, ya que le quitan energía a los mismos.

C) Poda fitosanitaria

Se realiza irregularmente cuando se cosecha ya que se eliminan los frutos enfermos de la planta.

D) Poda de rehabilitación

Esta se realiza a 50 centímetros del suelo en el tallo y se debe realizar cuando la producción haya declinado, así mismo debe de existir otro tallo joven del mismo patrón para ser injertado.

E) Manejo de sombra

La poda de los árboles de sombra se realiza irregularmente y se deben hacer cuando inician las lluvias. Los arboles más utilizados para sombra son:

- Palo blanco (*CybastaxdonnellSmithii*)
- Cedro (*Cedrelaodorata*)
- Volador (*Terminalia oblonga*)
- Canoj (*Ocoteaguatemalensis*)
- Paterna (*Inga vera*)
- Chonte (*Dendropanaxarboreus*)
- Hormigo (*Platymisciumdimorphandrum*)

F) Fertilización

Solo se realiza al momento del transplante y si el crecimiento es bajo en la fase vegetativa del cultivo en el primer mes y luego cada tres meses. Se utiliza una dosis de 227 gramos por planta.

G) Control de malezas

Se realiza una chapia cuando inicia la época lluviosa y otro al finalizar.

H) Control de plagas

Existen problemas con ardillas y pájaros que se comen los frutos de cacao, pero no se realiza ningún control.

I) Control de enfermedades

La mazorca negra es la única que tiene control con la aplicación de Oxidocloruro de Cobre (5 MB/bomba de 16 litros) cada ocho días, dirigida a los frutos. La mayoría de productores no realiza control cultural.

1.5.2.3 Cosecha**A) Producción**

Se tiene producciones de 1.14 qq/ha hasta un máximo de 28.57 qq/ha. Siendo la producción promedio de 10 qq/ha.

B) Selección de mazorcas

Se seleccionan únicamente por el tamaño y es realizado solo por un productor.

C) Corte de mazorcas

Se realiza a 2 cm. de la base del pedúnculo y se realiza con navaja, cuchillo y machete.

1.5.2.4 Post-cosecha**A) Ruptura de mazorcas**

Se realiza con mazos de madera o bien con piedras.

B) Selección de semilla

Es una práctica que solo es realizada por un productor, sin embargo esta es importante para obtener un mejor precio de venta, ya que con semillas de mayor tamaño se logra un mejor tostado de las mismas.

C) Fermentación

Se utiliza cajones de madera con divisiones y canastos para la fermentación y se tapa con hojas de banano o plátano (*Musasp.*). La primera remoción se realiza a las 48 horas y luego tres remociones a cada 24 horas. Esto se realiza para mantener homogénea la temperatura.

D) Secado

Este se realiza en patios de cemento, dura aproximadamente cuatro días. La remoción se hace cada doce horas y se utilizan paletas de madera para moverlo.

E) Venta

La mayoría de productores vende la semilla de cacao a intermediarios de la cabecera departamental de Retalhuleu. Los precios oscilan entre Q.10.00 y Q.16.00/libra.

1.5.3 PROBLEMAS, CAUSAS Y EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE CACAO

El problema que se identificó con los productores de cacao es el siguiente:

Mal manejo de las plantaciones de cacao (*Teobroma cacao* L.)

1.5.3.1 Efectos**A) Pérdida de frutos por mazorca negra (*Phytophthora palmivora*)**

En las plantaciones de cacao se encuentran frutos de color negro con micelio de coloración blancuzca del hongo, esto provoca la pérdida de los frutos y la semilla, la cual es de importancia para la producción. Algunos productores pierden hasta 15 frutos por árbol debido a los daños producidos por la mazorca negra.

B) Daños mecánicos a la semilla por ardilla

La ardilla es un animal que vive en áreas con mucha vegetación y se alimenta de frutos y semillas de árboles presentes en la región. Se han perdido hasta 10 frutos de cacao por día, debido al daño mecánico que les ocasionan.

C) Daños mecánicos al fruto por pájaros

Las aves suelen alimentarse de los frutos de cacao y les ocasionan daños mecánicos a los frutos y semillas, lo cual se convierte en pérdidas para los productores de cacao.

D) Gran cantidad de frutos infestados por (*Phytophthora palmivora*)

Las personas no realizan las prácticas culturales recomendadas para evitar la reinfección del inoculo en las plantaciones. Se observan los frutos infestados en los árboles y en el suelo.

E) Baja productividad

La baja productividad se manifiesta al producirse en promedio 0.45 toneladas métricas de cacao pergamino por hectárea, mientras que el rendimiento promedio mundial es de 1.5 TM/ha, según la FAO.

F) Mala calidad del grano de cacao

La calidad del grano de cacao está fuertemente relacionada con el adecuado manejo post-cosecha del mismo. La mayor parte de productores no se interesa en esta fase, por lo que no se tiene homogeneidad en la calidad del grano.

G) Sombra no regulada en los árboles maderables

La sombra proporcionada por los árboles maderables para el cacao debe de ser del 50% para que exista una adecuada ventilación y entrada de rayos solares, esta es afectada cuando no se realizan las podas a los árboles de sombra. La mayoría de productores no les dan un manejo a estos árboles, por lo que en algunos casos es muy grande el área foliar lo cual desequilibra la producción y en otros casos el área foliar es muy poca ocasionando el mismo desequilibrio.

H) Poda de árboles de cacao

El dosel de los árboles de cacao se entrecruza lo cual disminuye la ventilación y la entrada de rayos solares. Esto proporciona las condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas.

1.5.3.2 Causas

A) El cacao no es la fuente principal de ingresos para el productor

Los productores tienen otras fuentes de ingresos como lo son: otros cultivos (café, banano, frutales) y actividades ajenas a la agricultura.

B) Falta de capital para invertir en el manejo del cacao

Existen personas que fueron heredados con las plantaciones y no cuentan con dinero para invertir en las prácticas agronómicas necesarias para el cultivo.

1.6 CONCLUSIONES

Existen seis productores de cacao en el municipio El Asintal, que pertenecen a la asociación de productores de cacao del sur occidente (APROCA). Estos reciben asistencia técnica por medio de escuelas de campo para mejorar sus plantaciones.

El área cultivada con cacao es aproximadamente 11 hectáreas, pero esto corresponde únicamente a los socios de APROCA en El Asintal. Dentro de los materiales genéticos que se manejan están los forasteros y los híbridos UF (UnitedFruit), siendo heterogénea la distribución.

Dentro de las actividades agronómicas realizadas por los productores esta la elaboración de semilleros, viveros, podas, control de enfermedades, cosecha del fruto, fermentación y secado de la semilla. Todos estos procesos son elaborados de forma irregular.

El principal problema identificado es la falta de manejo hacia las plantaciones de cacao, siendo algunas de las causas la falta de capital para proporcionar las prácticas agronómicas adecuadas a la plantación y los ingresos de los productores provienen de otras actividades. Los efectos de este mal manejo provoca baja productividad, mala calidad del grano que se vende y mayor incidencia de mazorca negra en la plantación (*Phytophthora palmivora*).

1.7 RECOMENDACIONES

Con el fin de mejorar la productividad y por ende los ingresos de las familias productoras de cacao según los resultados obtenidos, se hacen las siguientes recomendaciones:

Realizar monitoreos mensuales para determinar si la asistencia técnica proporcionada a los productores es de utilidad y como complemento al seguimiento de las actividades.

Definir los mejores materiales genéticos existentes para que se puedan multiplicar vegetativamente y utilizarlos en la renovación de plantaciones para mejorar directamente la productividad y aprovechar la adaptación de los materiales a un costo menor.

Establecer manuales de procedimientos específicos para cada área de producción y que puedan ser adoptados por todos los miembros de Aproca, para tener mejor control y adecuado desempeño de las actividades agronómicas.

1.8 ANEXOS

A continuación la guía de entrevista utilizada para realizar el diagnóstico:

GUÍA DE ENTREVISTA

1. Nombre del productor: _____ Fecha: _____
2. Lugar: _____
3. Área sembrada de cacao: _____
4. Que variedades y/o híbridos tiene sembrados? _____
5. Edad de la plantación: _____
6. Proceso productivo _____
- 6.1 Vivero

Actividad	Descripción	Materiales	Cuando lo realiza?
Selección de semilla			
Preparación del suelo o sustrato			
Llenado de bolsas			
Siembra			
Fertilización			
Control de malezas, plagas y enfermedades			
Selección de varetas			
Injertación			
Transplante			
Riego			

Observaciones: _____

6.2 Campo definitivo

Actividad	Descripción	Materiales	Cuando lo realiza?
Podas de formación			
Poda de mantenimiento			
Poda fitosanitaria			
Poda de rehabilitación			

Manejo de sombra			
Fertilización			
Control de malezas			
Control de plagas			
Control de enfermedades			

Observaciones: _____

6.3 Cosecha

Actividad	Descripción	Materiales	Cuando lo realiza?
Producción			
Selección de mazorcas			
Corte de mazorcas			

Observaciones: _____

6.4 Post-cosecha

Actividad	Descripción	Materiales	Cuando lo realiza?
Ruptura de mazorcas			
Selección de semilla			
Fermentación			
Secado			
Venta			

Observaciones: _____

7. Problemática que enfrenta: _____



CAPITULO II

**CARACTERIZACIÓN DE ÁRBOLES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)
CONSIDERADOS SUPERIORES, SELECCIONADOS A PARTIR DE LAS
CARACTERÍSTICAS DE SUS FRUTOS EN EL MUNICIPIO EL ASINTAL,
RETALHULEU, GUATEMALA C. A.**

2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es importante en Guatemala por ser centro de origen del mismo y formar parte de la biodiversidad de flora que se está perdiendo. La importancia a nivel mundial se fundamenta en los distintos usos que proporciona el cacao, como productos alimenticios, farmacéuticos y de belleza.

Dentro de los países con mayor producción de cacao en el mundo se encuentra Costa de Marfil, Ghana, Camerún y el mayor productor en América es Brasil. En estos países se está recuperando las plantaciones que fueron abandonadas por la caída de precios del grano en la década de 1980. (MAGA 2007).

La principal limitante a nivel mundial para su producción son las enfermedades fungosas como lo es la moniliasis (*Moniliophthoralarori*), (Astorga, 2008). Sin embargo en la costa Sur, la mazorca negra (*Phytophthorapalmivora*Butler) ha sido la principal causante de los problemas, por la inexistencia de moniliasis (Monterroso2010).

En el país se cuenta con la región Norte y Suroccidental como zona adecuadas para la producción de cacao, siendo los principales productores el departamento de Alta Verapaz, Suchitepéquez, San Marcos y Retalhuleu (MAGA 2007).

En el municipio El Asintal en Retalhuleu, se encuentra la Asociación de Productores de Cacao del Suroccidente (APROCA), la cual es una organización que se encarga de dar apoyo técnico a los productores de cacao.

Actualmente existen cinco productores inscritos pertenecientes a esta localidad a los cuales se realizó un censo para determinar la situación actual de los cacaotales comprobándose de esta manera su estado actual.

Los cacaotales se encontraron abandonados debido a la falta de capital para realizar las renovaciones de las plantaciones (Ver boleta A1), sin embargo dentro de los cacaotales se

pudo observar que existen árboles con buenas características productivas como alto número de frutos y semillas, así como tamaño de las mismas. Estos árboles productivos se utilizan actualmente para mejoramiento genético y son conocidos como “árboles superiores” en este documento, son de gran importancia, ya que pueden ser aprovechados dentro de las mismas plantaciones para disminuir costos de producción de cada productor.

El objetivo principal de esta investigación fue caracterizar frutos y semillas de árboles de cacao considerados árboles superiores por las familias productoras, por sus buenas características productivas y resistencia a enfermedades, para ser propagados y utilizados en la renovación de cacaotales poco productivos.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de cacao (*T. cacao* L.) forma parte de la vegetación del Bosque muy Húmedo de Guatemala y es importante, ya que se tienen cultivadas 2,692 hectáreas de cacao que generan ingresos económicos a las familias productoras (INE 2004).

Algunas regiones del país cuentan con las condiciones edáficas y climáticas necesarias para el cultivo, además de ser considerado un cultivo amigable con el ambiente por favorecer la biodiversidad de flora y fauna (Deheuvels, Avelino 2009). Por lo tanto en Guatemala existe un enorme potencial agronómico para la producción de este cultivo (MAGA 2007).

En el periodo de 2001 a 2006 Guatemala importó un promedio anual de 69.13 TM de cacao pergamino de República Dominicana, con una tasa de crecimiento del 45%, lo cual demuestra que el área sembrada de cacao no es suficiente para abastecer el consumo nacional, ya que son pocos los productores que se dedican a producir cacao en áreas con calidad (MAGA 2007).

Actualmente las plantaciones de cacao del municipio El Asintal están siendo recuperadas debido al abandono total o parcial en la década de 1980, debido a la caída de los precios del grano (MAGA 2007).

Según el diagnóstico realizado a los productores, las plantaciones tienen una productividad de 0.45 TM/Ha, la cual es baja ya que el rendimiento promedio mundial es de 1.5 TM/ha según la FAO. Este factor limitante se debe a la falta de capital para comprar material vegetativo y realizar las renovaciones de los cacaotales. Sin embargo dentro de las plantaciones existen árboles que tienen buenas características de semilla y fruto, pero no existe información específica de cada cacaotal que indique la producción y calidad.

El estudio de las características de árboles superiores de cacao podrá determinar cuáles son las mejores variables cuantitativas y cualitativas de los frutos y semillas de las plantaciones estudiadas, así como la incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora* B.). Por consiguiente podrán ser aprovechadas por los mismos productores en el futuro, sustituyendo los árboles poco productivos y disminuir costos de producción, con la certeza de que están adaptados al medio.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 Marco conceptual

2.3.1.1 Aspectos generales

El cacao o cacaotal es un árbol tropical conocido científicamente como (*Theobromacacao*) y el nombre procede del griego “Theos” que significa “Dios” y “broma” que significa “alimento”. Este nombre fue acuñado por el botánico Lineo en referencia a la importancia que esta planta tenía para los nativos americanos (Botanical 2010).

Además es la única especie del género (*Theobromasp.*) que se explota comercialmente en grandes extensiones, registrando en la actualidad una amplia distribución mundial, a través de programas de desarrollo directamente influenciados por factores vinculados al mercado y por los intereses de productores, comerciantes, industriales y consumidores (Botanical 2010).

La principal utilidad del fruto del cacao es la producción de polvo y grasa de cacao, ambos utilizados para la producción de chocolate. Las dos terceras partes de cacao producidas en el mundo se utilizan para confeccionar este producto. También existen otra serie de productos como el alcohol que se aprovecha de la pulpa y la cáscara que es utilizada para alimentar animales y creación de abono orgánico (Botanical 2010).

La producción principal de cacao se concentra en África del Oeste y representa cerca del 70% de la producción mundial. Los principales países productores son Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún. Aparte de África, otros grandes productores de cacao son Brasil, Ecuador, Malasia y República Dominicana (ICCO 2005).

2.3.1.2 Aspectos botánicos y culturales

A. Origen

El cacao es originario de la sección oriental del amazonas y se expandió naturalmente hasta el sur de México (Astorga 2008).

B. Clasificación taxonómica

Reino: Platae
Subreino: Tracheobionta
División Magnoliophyta

Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Sub clase	Dilleniidae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia:	Byttnerioideae
Tribu:	Theobromeae
Género	Theobroma
Especie	<i>T. cacao</i>

Es una especie perenne con 20 cromosomas (Arciniegas 2005).

C. Descripción de la especie *Theobroma cacao*

a) Árbol

Es un árbol mediano que puede alcanzar alturas hasta de 20 metros, cuando crece en sombra. Presenta un tronco recto que se puede desarrollar de formas muy variadas. Emite la primera ramificación entre los 0.80 a 1.20 metros, de 3 a 6 ramas (Astorga 2008).

b) Raíz

La raíz principal pivotante puede medir hasta tres metros y las raíces secundarias son abundantes encontrándose en los primeros 25 a 30 centímetros de profundidad (Astorga 2008).

c) Hojas

Tiene hojas simples, enteras y de color verde bastante variable. Las hojas jóvenes son pigmentadas que puede llegar a ser de color café claro, morado, rojizo y verde pálido (Astorga 2008).

d) Flores

Posee flores pequeñas, hermafroditas y pentámeras con cinco lóculos donde hay de 6 a 12 óvulos. Se producen en racimos pequeños, sobre el tejido maduro del tronco y de las ramas, llamados “cojines florales”. La polinización es entomófila, principalmente llevada a cabo por individuos del género *Forcipomyaspp*. Una planta puede producir de 100,000 a 150,000 flores por año, de las cuales sólo se fecundan entre el 0.1% y 0.3% por lo que las demás caen (Arciniegas 2005).

e) Fruto

El fruto es una baya y maduran entre 5 y 6 meses después de la polinización. Posee un mesocarpo de textura lisa o arrugada que se divide en cinco carpelos interiormente. Pueden ser de tamaño y forma variable, mientras que al madurar son de color amarillo, rojo, morado y café. Contiene entre 20 y 40 semillas que están cubiertas de una pulpa mucilaginosa de color blanco, cuyos cotiledones pueden ser de color blanco y/o violetas. Las semillas cuando están secas alcanzan pesos entre 0.8 y 1.5 gramos cada una (Arciniegas 2005).

2.3.1.3 Requerimientos climáticos y edáficos

En el siguiente cuadro, se pueden observar los requerimientos de los cacaotales:

Cuadro 3. Requerimientos del cacao

Precipitación	1,600 a 2,500mm.
Temperatura	23 – 25 °C
Velocidad del viento	1 – 2 m/s
Altitud	0 – 1,400 msnm
Luminosidad	50 %
Textura del suelo	Franco arcillosos (profundo)
pH del suelo	6 – 6.5

FUENTE: PROAMAZONIA (2004).

2.3.1.4 Prácticas culturales

A) Control de malezas

Se realiza con el fin de evitar la competencia por nutrientes, agua, espacio y luz. En esta labor se emplean distintas herramientas, que permitan realizar el corte de malezas al ras del suelo sin dañar las raíces de los cacaotales ya que estas se encuentran superficialmente. Cuando la sombra del cacaotal es bien manejada las malezas no son abundantes. Por lo que es recomendable establecer las especies que proporcionaran sombra, antes del transplante (PROAMAZONIA 2004).

B) Podas

La poda se realiza tomando en consideración criterios fisiológicos, económicos y fitosanitarios con la finalidad de lograr una alta productividad en el cultivo. Los factores por los cuales se debe podar una plantación son los siguientes:

- Formar un tallo principal único y recto.
- Estimular el desarrollo de las ramas principales.
- Permitir el ingreso de los rayos solares a la planta.
- Facilitar el corte de frutos y órganos atacados por enfermedades.

En los primeros estados de desarrollo del cultivo, debe procurarse un rápido crecimiento foliar para acelerar la formación de frutos y hojas (PROAMAZONIA 2004).

La productividad del cultivo depende del área foliar activa, la capacidad de captación de energía solar, el proceso de fotosíntesis realizado en las hojas y la distribución de los elementos transformados hacia los frutos y otros órganos de la planta (PROAMAZONIA 2004).

a) Poda de formación

Se realiza al año de haber establecido la plantación y consiste en lograr un rápido desarrollo del área foliar del árbol, para lo cual se eliminan o cortan las puntas de las ramas que van hacia abajo. Se debe proporcionar un crecimiento erecto de la planta. Esta poda tiene como objeto estructurar las plantas con ramas proporcionadas y bien orientadas, formadas a una altura conveniente (PROAMAZONIA 2004).

b) Poda de mantenimiento

Se realiza a partir de los dos años de edad manteniéndose durante la vida útil de la planta. El objeto de esta poda es mantener la arquitectura de los árboles, disponer de follaje de modo que facilite la llegada de luz solar a las hojas favoreciendo la fotosíntesis y controlar la altura de la plantación. Para lograr este tipo de poda se eliminan las ramas que se entrecruzan, las enfermas, chupones mal ubicados en el árbol, las que se desarrollan hacia arriba, los que tienen crecimiento hacia el suelo. Esto permite una mayor aireación y mejor manejo en la cosecha (PROAMAZONIA 2004).

c) Poda de árboles de sombra permanente

En los primeros años se le suprime las ramas bajas con el fin de que lleguen a buena altura y después se le hacen podas periódicas oportunas para que el tallo sea erecto y su copa con ramificación abierta (PROAMAZONIA 2004).

2.3.1.5 Enfermedad de importancia en Guatemala

En el suroccidente de Guatemala la enfermedad más común e importante es la mazorca negra (*Phytophthora palmivora* Butler.), la cual ha ocasionado pérdidas hasta del 80% en Centroamérica según Enríquez (2004).

El hongo puede atacar plántulas y diferentes partes del árbol de cacao, como cojines florales, chupones, brotes, hojas, ramas, tronco, raíces y el fruto. En el fruto la infección aparece bajo la forma de manchas pardas, oscuras circulares, que rápidamente se agrandan y extienden por toda la superficie a través del fruto. Las semillas que se infectan resultan inservibles y en un plazo de 10 a 15 días el fruto está totalmente podrido (Arciniegas 2005).

Es posible apreciar los signos del hongo los cuales son evidentes porque se ve un micelio blanco poco compacto y superficial, que aparece a las 2 o 3 semanas después de la primera mancha (Arciniegas 2005).

A) Control

El método de control más utilizado es el químico, mediante el uso de fungicidas, pero aunado a su alto costo de adquisición no es recomendable debido a que existen otras prácticas que disminuyen el impacto, tales como: un programa de podas tanto de formación así como de saneamiento, eliminación de mazorcas enfermas, reducción de la cantidad de sombra y la adopción de una planificación para cambiar los materiales sembrados por materiales resistentes. Estos métodos de control deben combinarse con prácticas culturales tales como: reducción de cantidad de sombra, recolección de mazorcas maduras cada 8 a 15 días, entierro de mazorcas negras, tratamiento de cáscaras con caldo bordelés, aspersión de fungicidas cúpricos orgánicos y uso de híbridos resistentes (Enríquez 2004).

2.3.1.6 Beneficio del cacao

El beneficio es muy importante ya que de este proceso depende la calidad del grano, y permite la correcta comercialización en el mercado.

Con el beneficiado adecuado se desarrolla en el grano los principios fundamentales del sabor, aroma y calidad. Las actividades que se realizan en el beneficio son las siguientes:

A) Recolección

Esta es una fase importante dentro del proceso y se debe hacer la identificación de frutos maduros, debido a que estas otorgan los sabores innatos del chocolate. Los frutos se cortan por lo regular con una cuchilla a 2 cm. de la base del pedúnculo, evitando arrancarlos ya que esto provoca el daño de los cojines florares (Arciniegas 2005).

B) Partida y desgrane de los frutos

La ruptura de frutos se realiza con objetos que estén disponibles en los cacaotales o bien con mazos de madera. Es de gran importancia evitar causar un daños mecánicos a las granos, pues quedarán predispuestos al ataque de hongos e insectos, y los que lleguen al final del proceso, presentarán un aspecto defectuoso que alterará la calidad del producto (Arciniegas 2005).

C) Fermentación

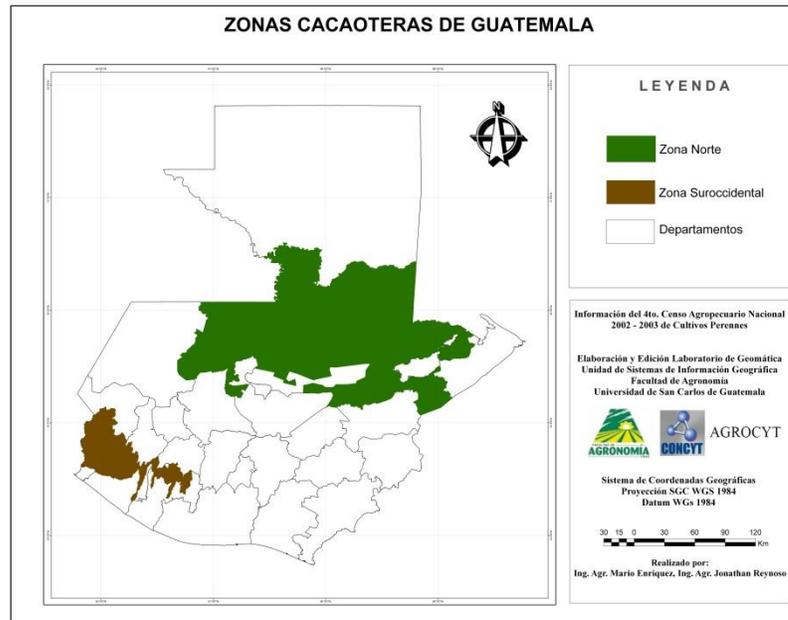
La fermentación es un proceso que comprende la eliminación de la baba o el mucílago del cacao y la formación, dentro del grano, de las sustancias precursoras del sabor y aroma del chocolate. Durante el proceso, la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad matan el embrión. La duración del sistema de fermentación depende de la variedad, y por ejemplo no debe ser mayor a tres días para los cacaos “criollos” y de ocho días para los cacaos “forasteros” (Arciniegas 2005).

D) Secado

El secado es un proceso durante el cual las almendras terminan de perder el exceso de humedad que contienen y están listas para ser comercializadas (Arciniegas 2005).

2.3.1.7 Distribución geográfica del cacao en Guatemala

En Guatemala las principales zonas cacaoteras son la región Norte y Suroccidente, siendo privilegiadas por contar con las condiciones necesarias para el desarrollo de los cacaotales. Además el suroccidente tiene la ventaja de estar libre de la enfermedad llamada moniliasis provocada por el patógeno (*Moniliophthoralaroreri*). Según el IV Censo Agropecuario Nacional de Guatemala (2003) la distribución geográfica del cacao *T. cacao* es la siguiente:



FUENTE: INE, 2004.

Figura1. Zonas cacaoteras de Guatemala, delimitadas por los municipios con presencia de cacao, IV Censo Agropecuario Nacional 2002-2003.

2.3.1.8 Definición de clon

Planta (s) obtenida por propagación vegetativa (injertos, estacas, acodos, *in vitro*), idéntica genéticamente a la planta que le dio origen (Astorga 2008).

2.3.1.9 Definición de cruce interclonal

Planta (s) obtenida por reproducción sexual (semilla) producto del cruce dirigido entre dos clones seleccionados (Astorga 2008).

2.3.1.10 Definición de híbrido

Se refiere a la primera generación de la descendencia de una cruce entre dos individuos que difieren genéticamente (Astorga 2008).

2.3.1.11 Definición de árbol superior de cacao

Son llamados también árboles elite o promisorios, estos sobresalen entre otros cacaotales por las siguientes características:

- Árbol vigoroso que no tiene signos de debilidad, ni enfermedades en el tronco y ramas.
- Produce mayor cantidad de mazorcas en la mayor parte del año.
- Las mazorcas producidas por el árbol son resistentes a enfermedades como mazorca negra y moniliasis.
- Presenta mayor cantidad de semillas en las mazorcas y estas son de tamaño mediano a grande, con buen peso (Ayestas 2009).

También es importante tomar en cuenta los siguientes criterios al momento de realizar la selección de árboles superiores:

- No encontrarse en la orilla de la parcela
- No debe estar cerca de un río
- No encontrarse cerca del hogar del productor
- No estar cercano al lugar de depósito de desechos orgánicos como cáscara de cacao, frutas, vegetales y/o estiércol de animales.
- Estar con exceso de sol, sombra, y competencia (Ayestas 2009).

2.3.1.12 Mejoramiento genético en cacao

En las plantaciones de cacao de América Latina la productividad es de 300 kg/ha/año, mientras que en África es de 400kg/ha/año. Esta baja productividad se debe al impacto que tiene el ataque de enfermedades y plagas, así como al poco manejo proporcionado a las plantaciones por la falta de conocimiento. Debido a esto los programas de mejoramiento genético de cacao están orientadas a proporcionar cultivares resistentes a enfermedades y buenos productores (ICCO 1991).

Las estrategias más frecuentes para el mejoramiento genético en cacao son:

A) Selección de clones

Consiste en propagar vegetativamente árboles superiores seleccionados a partir de una descendencia híbrida.

B) Selección de familias de origen sexual

Esta técnica consiste en la creación de descendientes F1 o híbridos de clones que son empleados como progenitores de semilla híbrida, con los cuales se espera una fuerte heterosis para el rendimiento, vigor y precocidad.

C) Selección y caracterización de árboles superiores

Consiste en la obtención de información de la morfología y productividad de los genotipos previamente seleccionados con el fin de obtener material local de calidad, para propagar y mejorar las plantaciones (Arciniegas 2005).

El mejoramiento genético por cualquiera de estos métodos tiene ventajas y desventajas, así el uso de clones permite aumentar la homogeneidad de las plantaciones y su rendimiento, pero tiene costo inicial alto, además de requerir un nivel tecnológico para el manejo de las plantaciones. Por otra parte también tiene el inconveniente de que el efecto de una enfermedad puede ser catastrófico.

En la selección de familias sexuales el ciclo de selección toma muchos años para elegir individuos que posean muchas características deseables y los descendientes son muy heterogéneos por el alto grado de heterogeneidad de sus padres (Arciniegas 2005).

2.3.1.13 Caracterización morfológica

Los caracteres morfológicos han sido muy usados en la identificación de especies, familias y géneros de plantas. Por lo que se ha constituido en una herramienta útil e indispensable para realizar numerosos estudios en genética de poblaciones y agricultura (Enríquez 1966).

La mayoría de las plantas cultivadas con importancia económica tienen sus propios patrones de identificación, caracterización y evaluación, que se han logrado establecer mediante diferentes estudios que permiten conocer la variabilidad de los caracteres dentro y entre plantas; de tal forma que se ha llegado a seleccionar todas aquellas características cualitativas y cuantitativas que son más útiles y fáciles de interpretar para la descripción de los individuos en una población. Empleando los caracteres morfológicos bien sean dominantes y/o recesivos se puede llegar a establecer diferentes niveles de variabilidad (Enríquez 1966).

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

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

2.3.1.14 Variables asociadas a la producción

La mayoría de programas de mejoramiento genético se enfocan en la investigación de la selección de los materiales en cuanto al rendimiento, número de frutos producidos por árbol, número de semillas y peso seco de las mismas por mazorca (Arciniegas 2005).

A) Número de frutos por árbol

Este parámetro 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 (Esquivel 1967).

B) Peso del fruto

Según estudios el peso de las mazorcas tiene correlación directa con el peso y número de semillas presentes en el mismo, así como también entre el peso seco del cacao y el número de semillas presentes en el fruto (Arciniegas 2005).

C) Índice de fruto

Se refiere al número de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de semilla seca (Esquivel 1967).

D) Índice de semilla

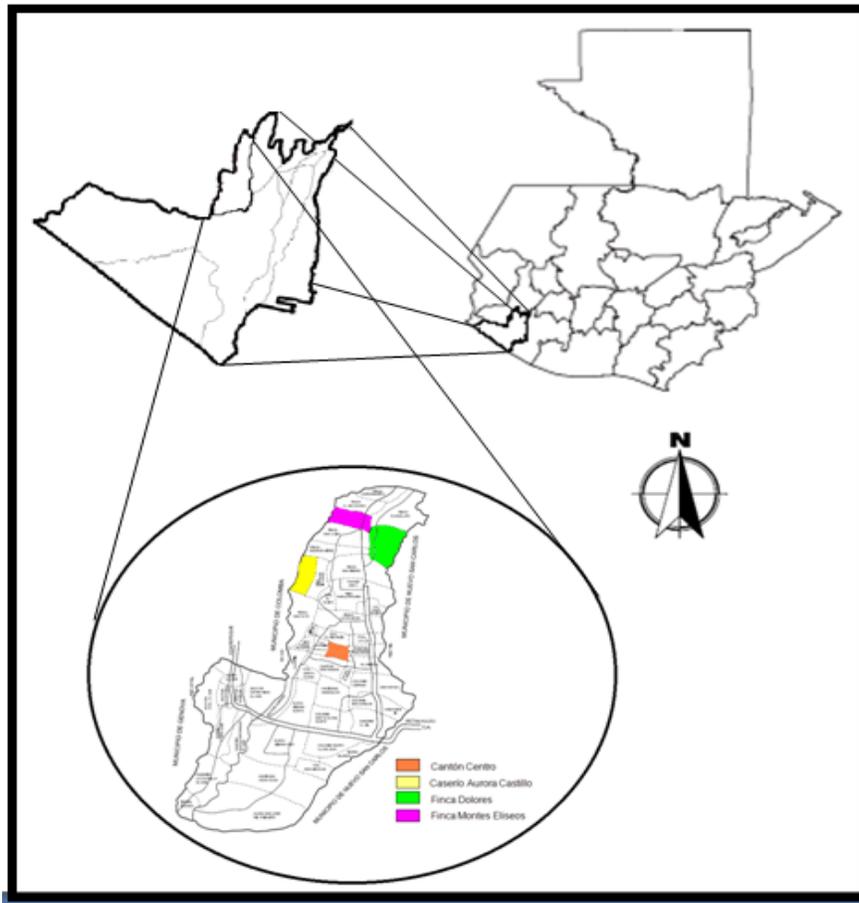
Está definido como el peso promedio de semilla seca, obtenido de una muestra de 100 semillas (Arciniegas 2005).

E) Productividad

Se refiere a los kilogramos de semilla seca por árbol y por área de una hectárea para un ciclo de producción (Monterroso 2010).

2.3.2 Marco referencial**2.3.2.1 Ubicación**

El municipio el Asintal se encuentra ubicado dentro del departamento de Retalhuleu. Esta localizado a 11 kilómetros de la cabecera municipal de Retalhuleu, y a 194 kilómetros de la ciudad Capital de Guatemala. La localización geográfica en coordenadas es de 14° 35´ 48" latitud y longitud de 91° 43´ 35" (Pérez 2009).



FUENTE:Manual de actividades de la OMP (Oficina Municipal de Planificación), El Asintal, Retalhuleu, escala 1:250,000, 2007.

Figura 2. Ubicación geográfica de las parcelas de estudio.

2.3.2.2 Generalidades del lugar

El municipio tiene una extensión territorial de 112 kilómetros cuadrados y se encuentra a 398 metros sobre el nivel del mar en su parte Central Este y Oeste, mientras que la parte Norte posee elevaciones de hasta 1200 msnm. Posee pendientes máximas de 25% con precipitaciones promedio de 2,000 milímetros anuales y humedad relativa del 75%. La temperatura promedio es de 23°C (Pérez 2009).

Según De La Cruz (1982) el municipio pertenece a la zona de vida Bosque muy húmedo sub-tropical cálido.

2.3.2.3 Suelos

Los suelos de esta zona pertenecen al orden Pudzoluvisolesdísticos (Pd). Estos se caracterizan por tener una saturación de bases (por NH_4OAc) menor del 50 por ciento, al menos en una parte del horizonte B argílico en los 125 cm superiores; carecen de propiedades hidromórficas en los 50 cm superiores (FAO 2000). Estos provienen de rocas ígneas y metamórficas (MAGA 2000).

2.3.2.4 Tipos genéticos de cacao de la región

Se sugiere que el origen del cacao tiene dos vertientes la originaria de Sudamérica y la mesoamericana donde se cree fue domesticado por los mayas para Centro América y México. Existen distintos tipos de cacao, criollo, forastero y trinitario. El que predomina actualmente es el de tipo trinitario, el cual fue introducido al país para mejorar la producción de las áreas cacaoteras.

A) Criollos

Se refiere a cacaotales nativos de Mesoamérica. También son conocidos como híbridos de cacao dulce. Se caracterizan por su aroma, la mazorca es de color roja o amarilla cuando madura, surcos profundos, muy rugosos, cáscara suave y semillas redondas medianas a grandes, los cotiledones frescos son de color blanco o violeta pálido. El árbol es de porte bajo, menos robustos que los otros genotipos y tiene bajo rendimiento. Este cacao se caracteriza por su alta susceptibilidad a las principales enfermedades (Soria 1966).

B) Forasteros

La mazorca es de color amarilla cuando está madura y con surcos y rugosidades poco conspicuas, lisas y de extremo redondeado o corto. Dentro de este grupo se destacan distintos grupos como cundeamor, amelonado, calabacillo y angoleta. Las semillas son aplanadas y los cotiledones frescos son de color violeta. Es la raza más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil (Urquhart 1963).

C) Trinitarios

Son el resultado de la hibridación entre los cacaos criollos y forasteros. Comprenden formas híbridas heterogéneas, siendo intermedias las características botánicas entre los criollos y forasteros. Son árboles de gran vigor, alta producción y resistencia a enfermedades. Las mazorcas y sus semillas presentan una amplia variedad de color y tamaño (Arguello, Mejía y Palencia 2000).

2.3.2.5 Edad de las plantaciones

Existen cacaotales que fueron plantados hace 90 años y que han sido renovados mediante injertos, en el presente las plantas más jóvenes son de cuatro años (Castillo 2010).

2.3.2.6 Investigaciones realizadas en la zona

En la actualidad no existen estudios desarrollados en este municipio, siendo únicamente el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica y la Facultad de Agronomía (FAUSAC) las que han realizado investigaciones sobre caracterización de árboles de cacao en bancos de germoplasma establecidos en Guatemala y Costa Rica. Las investigaciones han sido desarrolladas para determinar los mejores árboles dentro de un grupo de parcelas con distintos clones de cacao.

Además se ha estudiado el comportamiento de las variables cuantitativas y cualitativas de los cacaotales para determinar los aspectos morfológicos que influyen en la calidad.

Como se mencionó anteriormente los estudios están dirigidos hacia bancos de germoplasma, por lo cual las condiciones de las áreas son distintas a las que se tienen en la actualidad con las familias productoras del municipio El Asintal.

2.3.2.7 Conocimiento local

Según el diagnóstico realizado a los productores, los árboles de cacao presentes en las plantaciones del municipio El Asintal, provienen de la llamada Finca Brillantes actualmente.

En el año 1954 se creó como Estación de Fomento “**Los Brillantes**” la cual estaba a cargo de la Unidad Productiva de la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA),

esta fue establecida en el municipio de Santa Cruz Muluá, Retalhuleu e inicio la selección de cacaotales en el año 1958.

El proyecto dejó de funcionar por cambios en la institución y por la caída de los precios del cacao en el mercado, sin embargo estos mejoraron con el paso de los años y se volvió a retomar el desarrollo de cultivo.

En el año 2007 por iniciativa de productores de cacao del municipio El Asintal se fundó la Asociación de Productores de Cacao del Suroccidente (APROCA), quienes promueven el desarrollo del cultivo mediante la implementación de buenas prácticas agronómicas y utilización de tecnología. Actualmente existen inscritos cinco productores de El Asintal con 8.99 Ha sembradas con cacao de tipo forastero y trinitario. Según los productores existen plantaciones que fueron establecidas hace más de 90 años y se renovaron con materiales vegetales provenientes de **“Los Brillantes”** como se menciona anteriormente.

El diagnostico identifica el mal manejo de las plantaciones, lo cual es causado por la falta de capital para invertir y las personas se dedican a otras actividades agrícolas que proporcionan mejores ingresos. El efecto que tiene esta problemática es la baja productividad de las áreas cacaoteras (0.45 TM/Ha), alta incidencia de plagas, enfermedades y mala calidad del grano para la venta.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

Caracterizar por medio de descriptores morfológicos los frutos de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) considerados superiores por los productores del municipio El Asintal, Retalhuleu.

2.4.2 Específicos

- Evaluar las variables cuantitativas dependientes e independientes de los frutos de árboles de cacao considerados superiores.
- Evaluar las variables cualitativas de los frutos de árboles de cacao considerados superiores.
- Evaluar las variables cuantitativas dependientes e independientes de las semillas de árboles de cacao considerados superiores.
- Evaluar las variables cualitativas de las semillas de árboles de cacao considerados superiores.

2.4.3 Complementario

- Determinar la incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora* B.) en los árboles de cacao considerados superiores.

2.5 HIPÓTESIS

Existen árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) que se pueden considerar superiores dentro de las plantaciones de las familias productora ya que poseen buenas características en el fruto y semilla, que podrían contribuir a la mejora de la productividad en la comunidad.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Generalidades del estudio

Los árboles de cacao considerados superiores fueron identificados por las familias productoras del municipio El Asintal que se encuentran inscritas en la Asociación de Productores de Cacao. En el siguiente cuadro se puede observar el número de plantaciones, propietario, localidad, código de plantación y cantidad de área sembrada, según los datos recabados en el diagnóstico realizado a los productores.

Cuadro 4. Localización de las parcelas de cacao

#	Propietario	Localidad	Código	Área cultivada de cacao (ha)
1	Leyvi Liseth Delgado Sosa	Cantón Centro, El Asintal.	F	0.44
2	Hermelindo Castillo de León	Caserío Aurora Castillo, El Asintal.	B	0.86
3	Ismael Castillo de León	Caserío Aurora Castillo, El Asintal.	A	3.50
4	Héctor Leonel Miranda Flores	Finca Dolores Hidalgo, El Asintal.	E	3.93
5	Walter Méndez Ralda	Finca Montes Eliseos, El Asintal.	D	0.26

FUENTE: Datos de campo 2,010

2.6.2 Recopilación de información primaria

Se realizaron entrevistas a los productores y técnicos de cacao, para determinar las épocas de mayor cosecha en la región, ya que en los últimos años han cambiado por las variaciones en las condiciones climáticas.

Según el diagnóstico las épocas de mayor cosecha en años anteriores fueron en los meses de Junio, Julio, Agosto, Noviembre y Diciembre.

2.6.3 Recopilación de información secundaria

Se recopiló información disponible de estudios exploratorios, desarrollados por el Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE) y la Facultad de Agronomía (FAUSAC).

2.6.4 Identificación de árboles considerados superiores

Cada productor identificó los cinco mejores árboles de su plantación considerados superiores, de acuerdo a la productividad y buenas características presentadas en los últimos años, como los son tamaño grande de la semilla, fruto y resistencia a plagas. Los árboles se identificaron con cintas de nylon de color azul marcadas con el código de la plantación y número de árbol. La cinta fue colocada en el tallo, evitando lastimar los cojines florales. Los árboles marcados quedaron distribuidos en cinco parcelas, lo cual hizo un total de 25 árboles a evaluar.



Figura 3. Identificación de árbol de cacao con cinta de nylon azul.

2.6.5 Toma de datos

Se realizaron visitas a cada plantación con intervalos de quince días por un periodo de ocho meses (Mayo – Diciembre). Los picos de cosecha no se vieron marcados ya que la producción disminuyó por las condiciones climáticas presentes antes y durante este periodo, causando el aborto de flores y frutos. Los datos analizados fueron tomados durante los ocho meses en cada uno de los 25 árboles considerados superiores. Cabe mencionar que solo en 21 árboles se cosecharon frutos.

2.6.6 Descripción de las variables agronómicas

2.6.6.1 Caracterización morfológica del fruto

Se utilizó un descriptor que incluye las características del fruto y de la semilla. (Adaptado por Enríquez, G; Engels, J. M.; y Soria, J.). Así mismo se utilizó una balanza para determinar pesos y un vernier para determinar medidas. El descriptor se describe a continuación:

2.6.6.2 Descriptor del fruto de cacao

- Peso (g): peso del fruto del cacao después de cosechado (Enríquez 1966).
- Longitud (cm): medida de la base del pedúnculo al ápice del fruto (Enríquez 1966).
- Diámetro (cm): medida del diámetro en el centro del fruto (Enríquez 1966).
- Forma del fruto: determinado visualmente al momento del corte (angoleta, amelonado, cundeamor y calabacillo), (Enríquez 1966).
- Grosor de las paredes del fruto (cm), (Enríquez 1966).

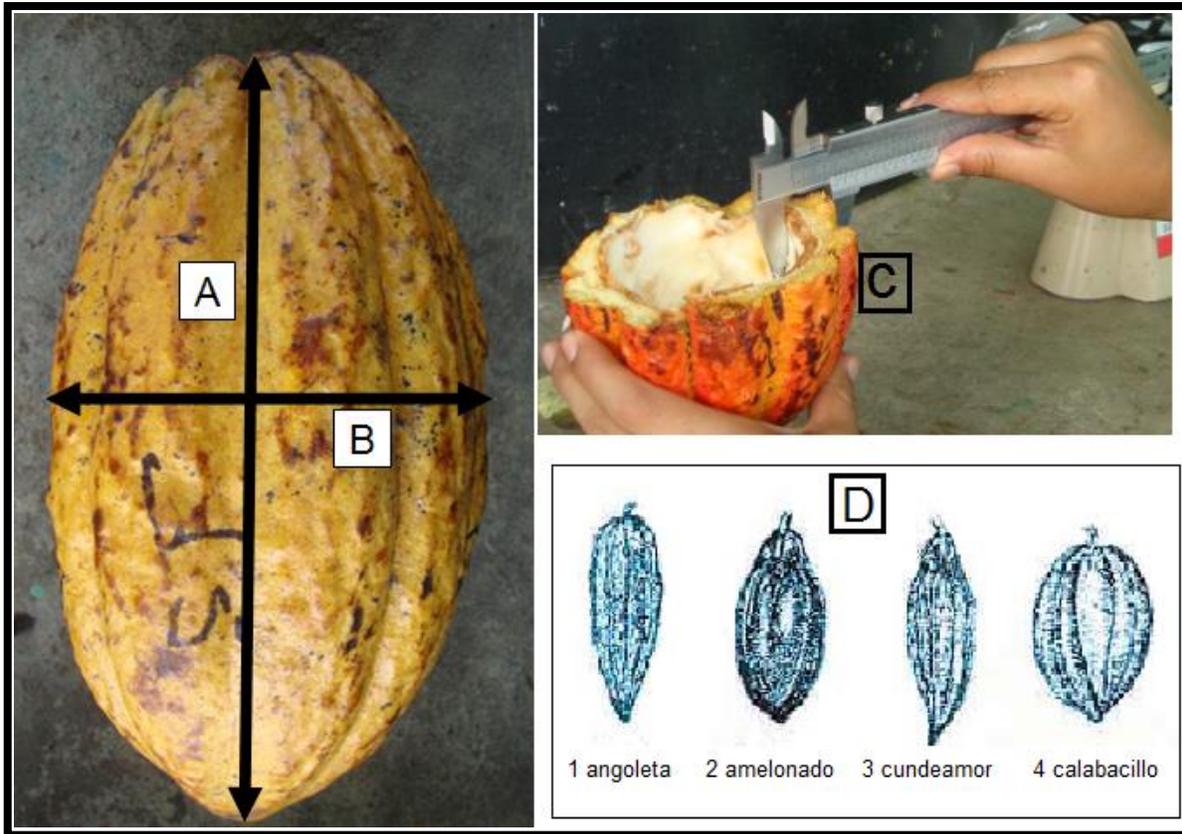


Figura 4. Descriptores morfológicos del fruto evaluados: A. Largo del fruto (cm). B. Diámetro del fruto (cm). C. Grosor de las paredes del fruto (cm). D. Forma de los frutos (Arciniegas 2005).

- Color del fruto: determinado visualmente en el momento del corte.
 - Amarillo
 - Rojo con amarillo (Monterroso 2010).
- Peso de cáscara (g): este se determinó sin la placenta (Enríquez 1966).
- Rugosidad del mesocarpo: se refiere a las protuberancias en la superficie del fruto y se determinó al tacto.

- Lisa
- Ligeramente rugoso
- Rugoso
- Muy rugoso (Monterroso 2010).

2.6.6.3 Descriptor de la semilla antes de la fermentación y secado.

- Peso húmedo (g): peso de la semilla con el mucílago, sin la placenta.
- Número de semillas: número de semillas presentes en el fruto.
- Color: color observado en el cotiledón fresco.
- Púrpura
- Crema
- Café (Arciniegas 2005).

La longitud, ancho y grosor de la semilla se tomaron luego del secado por lo que se describe posteriormente.

2.6.6.4 Proceso de fermentación

El proceso de fermentación varió de acuerdo a la fructificación que tuvieron los cacaotales. Los frutos cosechados se agruparon por árbol, así mismo se rompieron con un mazo de madera y se les extrajo de forma separada las semillas con su respectivo mucilago, evitando incluir la placenta y cualquier material extraño. Cada muestra individual se colocó en bolsas de manta de distintos tamaños según la fructificación, la cual se amarró con una cinta de cáñamo, para evitar que se las semillas se salieran. Cada muestra se rotuló por dentro con una porción de nylon con el código del árbol para evitar confusiones.

Para este proceso se utilizó un cajón rectangular de madera de 0.50 m de largo, 0.25 m de ancho, 0.25 m de altura y 3 cm de grosor de las paredes, con una división y una ranura de 0.3 cm en el fondo del cajón para que escurrieran los líquidos liberados en el proceso. En todos los casos el proceso de fermentación duró cinco días, iniciándose siempre en horas calurosas.

El proceso inició colocando las bolsas con las semillas en una sección del cajón, aglomerándolas verticalmente, seguidamente se taparon con hojas de banano (*Musa* sp.), luego se colocó una sección de sacos de polipropileno y por último una sección de nylon, esto para evitar que se libere el calor producido por la fermentación.

La primera remoción se realizó a las 48 horas y luego tres remociones más a cada 24 horas. Esto se realizó para mantener homogénea la temperatura. El proceso se ilustra en la siguiente figura.



Figura 5. Etapas en el proceso de fermentación: A. Ruptura de frutos. B. Colocación de semillas en bolsas de tela. C. Colocación de muestras en el cajón de fermentación. D. Colocación de hojas de banano. E. Colocación de nylon. F. Muestras en proceso de fermentación.

2.6.6.5 Proceso de secado

Concluida la fermentación, se extrajeron las muestras y se colocaron separadamente en un patio de cemento, este proceso duro aproximadamente cuatro días con ocho horas diarias de exposición solar, así mismo se realizaron remociones a cada tres horas.



Figura 6. Secado de muestras en patio de secado.

2.6.6.6 Descriptor de la semilla después de la fermentación y secado.

- Peso seco de semilla: peso de semilla posterior al secado de patio, entre 12% y 14% de humedad (Monterroso 2010).
- Longitud de semilla seca (cm): medida de la base al ápice de la semilla seca (Monterroso 2010).
- Ancho de semilla seca (cm): medida en el centro de la semilla seca (Monterroso 2010).
- Grosor de semilla seca (cm): medida en la parte central de la semilla seca (Monterroso 2010).

2.6.6.7 Variables asociadas a la producción

- Índice de fruto: se refiere al número de frutos que se requirieron para obtener un kilogramo de semilla seca (Enríquez 1966).

En los casos donde se obtuvo menos de un kilogramo de semilla, el índice se determinó mediante la proporcionalidad directa usando una regla de tres.

- Índice de semilla: se refiere al peso promedio de semilla seca, obtenido de una muestra de cien semillas (Enríquez 1966). En esta variable también se utilizó la proporcionalidad directa en los casos donde se obtuvo un número de semillas menor a cien.
- Número de frutos por árbol: frutos acumulados durante un periodo de ocho meses.
- Productividad: kilogramos de semilla seca por árbol y por área (1 ha) para un periodo de ocho meses (Monterroso 2010).

2.6.6.8 Incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*)

Para estimar el comportamiento de la enfermedad entre los árboles de cacao se cuantificó el número de frutos enfermos y sanos durante los meses de colecta. Posterior a cada lectura se eliminaron los frutos enfermos presentes en cada árbol. La incidencia se estimó según la siguiente ecuación (Monterroso, s.f.).

Ecuación 1.

$$I = \frac{E}{T} (100)$$

En donde: I = porcentaje de incidencia de la enfermedad

E = frutos enfermos promedio

T = total de frutos promedio (sanos y enfermos)

2.6.7 Análisis de datos

Los datos fueron ingresados en hojas de Excel® para las variables individuales de frutos y semilla, esta información permitió calcular estadísticas descriptivas (promedios, máximos, mínimos, desviación estándar y frecuencias para cada variable). Las variables agronómicas fueron evaluadas utilizando correlación para determinar la relación existente entre las variables de semilla y fruto, así como regresión múltiple generar modelos.

Por otra parte se realizó análisis de conglomerados para conformar grupos y estudiar las similitudes entre los cacaotales en base a las variables cuantitativas y sitios de colecta.

En la figura anterior se puede observar claramente el exceso de precipitación en los meses de Mayo y Septiembre lo cual fue posterior al inicio de la primera y segunda floración. Incidiendo en los datos a lo largo de ocho meses comprendidos de Mayo a Diciembre.

2.7.1 Georeferenciación de los árboles muestreados

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los árboles estudiados en el municipio el Asintal, Retalhuleu.

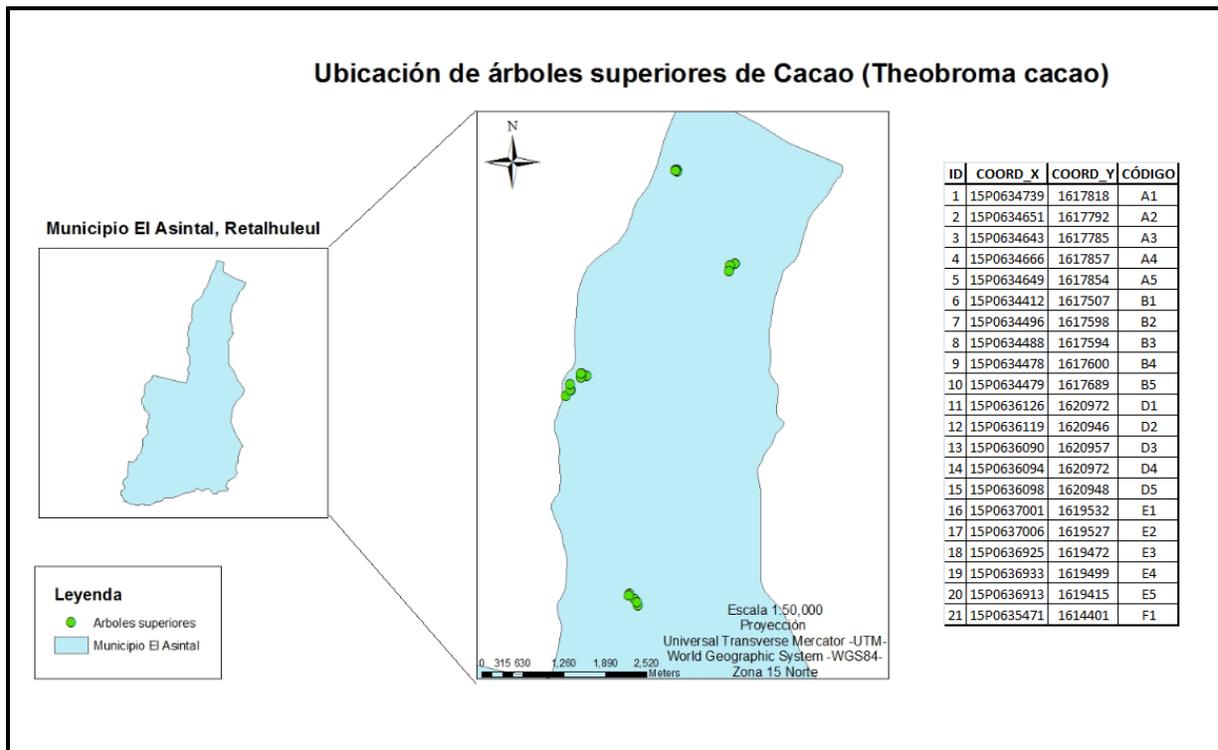


Figura 8. Ubicación de árboles de cacao considerados superiores

2.7.2 Evaluación de parámetros morfológicos

Antiguamente se realizaban estudios para la selección de árboles superiores tomándose en cuenta únicamente los índices de fruto y semilla (Pound, 1932), pero estos se han ampliado en el tiempo integrando otras variables las cuales ayudan a describir de mejor manera cada individuo. En esta investigación se tomaron en cuenta parámetros prácticos para caracterizar cada individuo.

Los árboles estudiados fueron caracterizados usando dieciséis variables cuantitativas y cuatro variables cualitativas, obteniéndose los resultados indicados a continuación. Para las evaluaciones se usaron todos los frutos disponibles durante la realización del estudio. Algunos árboles no contaron con la cantidad suficiente de frutos para la medición de los parámetros, por lo cual los resultados fueron considerados utilizando el método de proporcionalidad directa.

2.7.2.1 Evaluación de variables cuantitativas del fruto

Los resultados obtenidos para la evaluación de seis variables cuantitativas del fruto, fueron: número de frutos, peso de fruto, longitud, diámetro, grosor de paredes y peso de la cáscara.

El siguiente cuadro hace mención de las variables estudiadas de los cinco árboles "A" e incluye la media de medias, mínimo, máximo, así como la desviación estándar, el coeficiente de variación, intervalos de confianza y moda.

Cuadro 5. Valores obtenidos para las variables cuantitativas del fruto de la plantación del Caserío Aurora Castillo “A”.

Código	No. Frutos evaluados	Características de los frutos					
		Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Grosor de paredes (cm)	Relación largo/ancho (cm)	Peso cáscara (g)
A1	9	600.9	15.9	9.7	1.6	1.6	462.0
A2	5	537	15.5	9.5	1.7	1.6	411.8
A3	4	582.2	16.6	9.3	1.7	1.8	436.9
A4	13	348.1	14.2	7.8	1.5	1.8	240.7
A5	5	481.5	17.4	8.8	1.4	2	358.0
Media de medias		509.94	15.92	9.02	1.58	1.76	381.9
Mínimo		348.1	14.2	7.8	1.4	1.6	240.7
Máximo		600.9	17.4	9.7	1.7	2	462.0
Desviación estándar		101.52	1.2	0.76	0.13	0.17	87.8
Coeficiente de variación		19.91	7.56	8.42	8.25	9.51	23.0
Intervalo de confianza (95%)	Límite Inferior	383.88	14.43	8.08	1.42	1.55	272.9
	Límite Superior	636	17.41	9.96	1.74	1.97	490.9
Moda		-	-	-	1.7	1.6, 1.8	-

FUENTE: Datos de campo 2,010.

En el cuadro anterior se puede observar que las variables que presentan el mayor coeficiente de variación son el peso del fruto y peso de la cáscara. Mientras que las variables más uniformes son la longitud, diámetro y grosor de las paredes del fruto. El grosor de las paredes del fruto que se repite con mayor frecuencia es de 1.7 cm.

El siguiente cuadro muestra los parámetros de las variables cuantitativas de los frutos de cinco árboles "B".

Cuadro 6. Valores obtenidos para las variables cuantitativas del fruto de la plantación del Caserío Aurora Castillo "B".

Código	No. Frutos evaluados	Características de los frutos					
		Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Grosor de paredes (cm)	Relación largo/ancho (cm)	Peso cáscara (g)
B1	1	805.7	16.1	8.1	2.3	2	612.3
B2	2	662.4	19.5	9.9	1.8	2	450.6
B3	2	511.7	17.2	9.2	1.7	1.9	389.7
B4	1	855.2	19.4	10.5	1.9	1.8	669.2
B5	1	594.5	17.2	9.1	1.7	1.9	447.0
Media de medias		685.9	17.88	9.36	1.88	1.92	513.8
Mínimo		511.7	16.1	8.1	1.7	1.8	389.7
Máximo		855.2	19.2	10.5	2.3	2	669.2
Desviación estándar		143.41	1.5	0.9	0.25	0.08	120.1
Coeficiente de variación		20.91	8.4	9.66	13.24	4.36	23.4
Intervalo de confianza (95%)	Límite Inferior	507.83	16.01	8.24	1.57	1.82	364.6
	Límite Superior	863.97	19.75	10.48	2.19	2.02	662.9
Moda		-	-	-	1.7	1.9, 2	-

FUENTE: Datos de campo 2,010.

En el cuadro anterior se puede observar que la variable con menos heterogeneidad entre árboles es la relación entre el largo y ancho del fruto, sin embargo el peso de los frutos es heterogéneo con un 20.91% de coeficiente de variación.

El siguiente cuadro muestra las variables cuantitativas del fruto para cinco árboles “D”.

Cuadro 7. Valores obtenidos para las variables cuantitativas del fruto de la plantación de la Finca Montes Eliseo “D”.

Código	No. Frutos evaluados	Características de los frutos					
		Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Grosor de paredes (cm)	Relación largo/ancho (cm)	Peso cáscara (g)
D1	15	884.4	20	11.2	1.8	1.8	659.4
D2	9	725.8	18.4	10.8	1.6	1.7	508.6
D3	15	469.7	15.4	9.1	1.5	1.7	336.8
D4	23	653.8	15.4	10.1	1.8	1.5	474.2
D5	4	900.1	20.5	11.3	1.7	1.8	625.4
Media de medias		726.76	17.94	10.5	1.68	1.7	520.9
Mínimo		469.7	15.4	9.1	1.5	1.5	336.8
Máximo		900.1	20.5	11.3	1.8	1.8	659.4
Desviación estándar		177.69	2.44	0.91	0.13	0.12	128.8
Coeficiente de variación		24.45	13.63	8.7	7.76	7.2	24.7
Intervalo de confianza (95%)	Límite Inferior	506.12	14.9	9.37	1.52	1.55	361.0
	Límite Superior	947.4	20.98	11.63	1.84	1.85	680.8
Moda		-	15.4	-	-	1.7	-

FUENTE: Datos de campo 2,010.

En el cuadro anterior se puede observar que las variables que presentan baja variación entre árboles son el diámetro, grosor de paredes y relación entre largo y ancho del fruto.

En el siguiente cuadro se pueden observar siete variables del fruto, para cinco árboles “E” estudiados.

Cuadro 8. Valores obtenidos para las variables cuantitativas del fruto de la plantación de la Finca Dolores Hidalgo “E”.

Código	No. Frutos evaluados	Características de los frutos					
		Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Grosor de paredes (cm)	Relación largo/ancho (cm)	Peso cáscara (g)
E1	15	286.6	13.3	7.4	1.2	1.8	188.4
E2	3	404.4	15.8	8.1	1.4	2	285.7
E3	19	449.2	14.5	8.6	1.5	1.7	328.5
E4	14	426.5	14.3	8.5	1.5	1.7	298.9
E5	10	474.2	16.2	8.5	1.3	1.9	316.1
Media de medias		408.18	14.82	8.22	1.38	1.82	283.5
Mínimo		286.6	13.3	7.4	1.2	1.7	188.4
Máximo		474.2	16.2	8.6	1.5	2	328.5
Desviación estándar		72.75	1.18	0.5	0.13	0.13	55.6
Coeficiente de variación		17.82	7.95	6.05	9.45	7.16	19.6
Intervalo de confianza (95%)	Límite Inferior	317.84	13.36	7.6	1.22	1.66	214.5
	Límite Superior	498.52	16.28	8.84	1.54	1.98	352.6
Moda		-	-	8.5	1.5	1.7	-

FUENTE: Datos de campo 2,010.

En el cuadro anterior se puede observar que el diámetro de los frutos presenta menos heterogeneidad entre sí, mientras que el peso de la cáscara es el más heterogéneo entre los cinco árboles. Por otra parte el diámetro, grosor de paredes y relación entre el largo y ancho presentan datos repetitivos entre los cinco árboles estudiados.

En el siguiente cuadro se observan siete variables estudiadas para un árbol “F”.

Cuadro 9. Valores obtenidos para las variables cuantitativas del fruto de la plantación de Cantón Centro “F”.

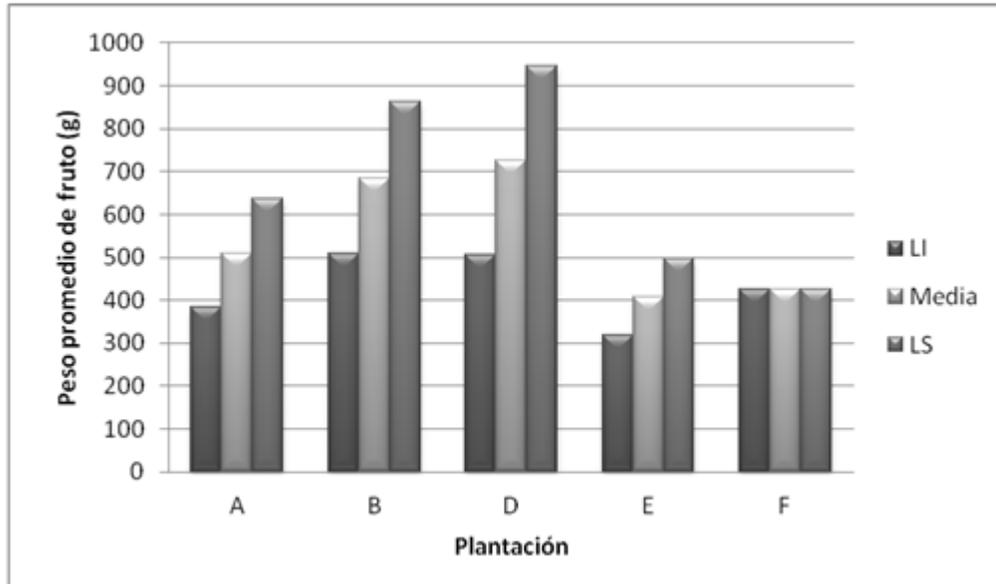
Código	No. Frutos evaluados	Características de los frutos					
		Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Grosor de paredes (cm)	Relación largo/ancho (cm)	Peso cáscara (g)
F4	2	425.5	13.9	8.7	1.4	1.6	292.5
Media de medias		425.5	13.9	8.7	1.4	1.6	292.5
Mínimo		425.5	13.9	8.7	1.4	1.6	292.5
Máximo		425.5	13.9	8.7	1.4	1.6	292.5
Desviación estándar		0	0	0	0	0	0
Coeficiente de variación		0	0	0	0	0	0
Intervalo de confianza (95%)	Límite Inferior	425.5	13.9	8.7	1.4	1.6	292.5
	Límite Superior	425.5	13.9	8.7	1.4	1.6	292.5
Moda		-	-	-	-	-	-

FUENTE: Datos de campo 2,010.

En el cuadro anterior se puede observar que los valores más altos en peso de fruto, longitud, grosor de paredes y peso de cáscara pertenece a los árboles de las plantaciones de la Finca Montes Eliseos, así como del Caserío Aurora Castillo.

A) Peso del fruto

El peso se determinó para cada fruto sano cosechado. Los pesos más altos se presentaron en los árboles de cacao denominados de tipo trinitario, lo cuales tienen un tamaño más grande y son de coloración rojo con amarillo.



FUENTE: Datos de campo 2,010.

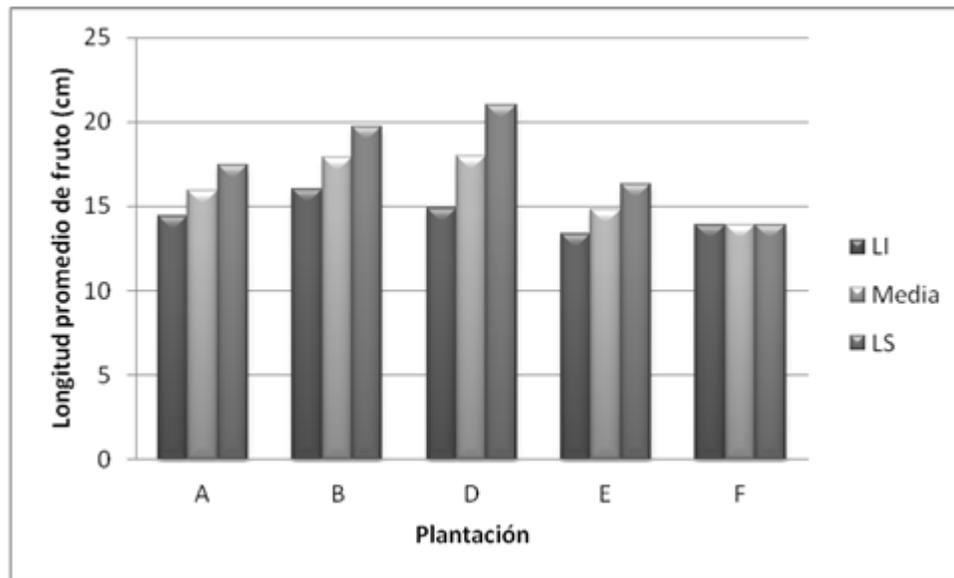
Figura 9. Distribución de frecuencias para el peso de frutos.

Algunos de los pesos más altos fueron obtenidos por árboles con código "D" que pertenecen a la plantación de la Finca Montes Eliseos y de árboles "B" del Caserío Aurora Castillo con pesos arriba de 800 gramos.

Los frutos con pesos inferiores a 400 gramos pertenecen a las plantaciones de la Finca Dolores Hidalgo "E" y del Cantón Centro "F".

B) Longitud del fruto

La longitud de cada fruto se midió con un vernier, así mismo los valores mas altos fueron para los frutos con mayor peso correspondiendo a los cacaotales del tipo trinitario.



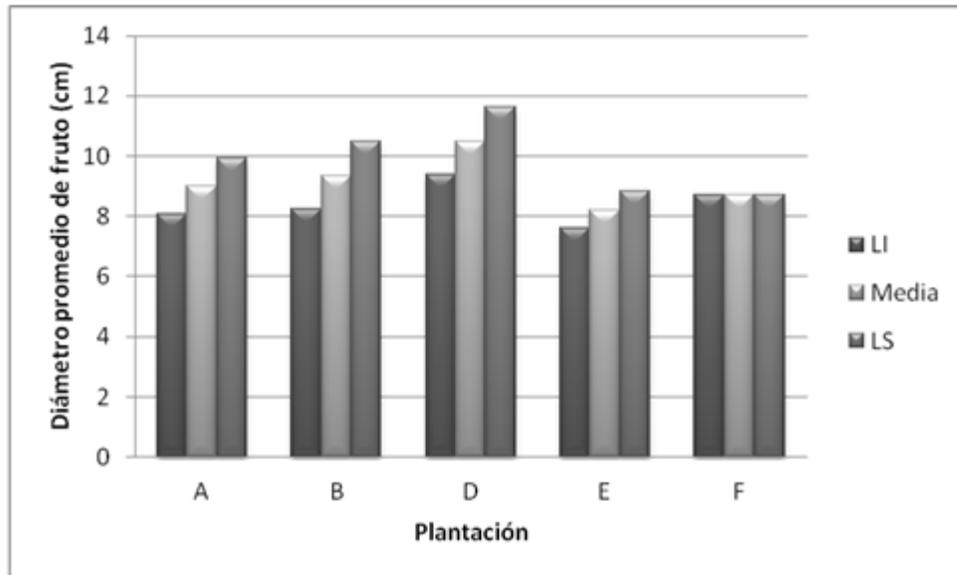
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 10. Distribución de frecuencias para la longitud de frutos.

Los árboles que presentaron frutos más largos son los pertenecientes a las plantaciones de la Finca Montes Eliseos "D", Caserío Aurora Castillo "B" y "A" con longitudes arriba de 15 centímetros.

C) Diámetro del fruto

El diámetro del fruto es importante ya que se relaciona directamente con el tamaño de semillas, por consiguiente a mayor diámetro de fruto se tienen semillas más largas y por consiguiente de mayor peso.



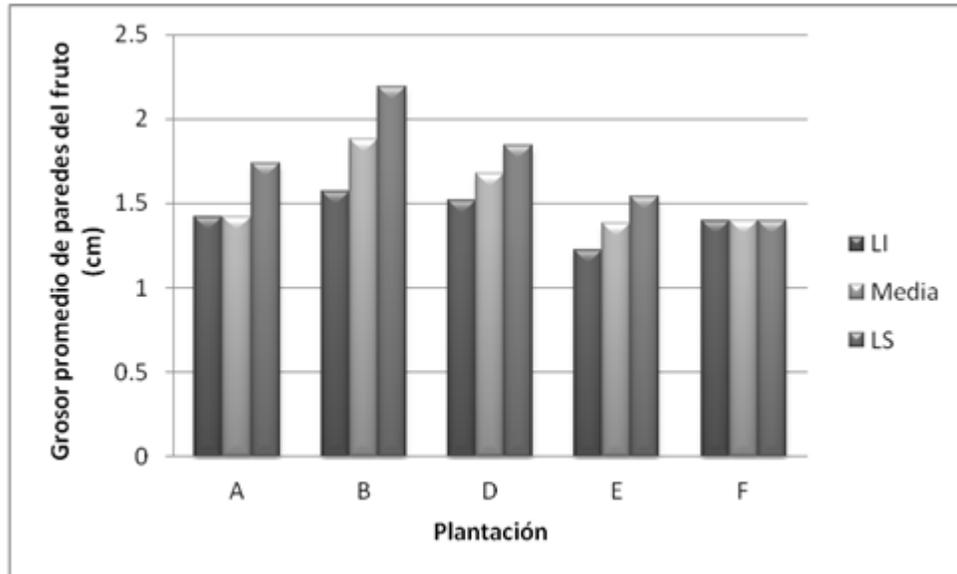
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 11. Distribución de frecuencias para el diámetro de frutos.

Los frutos que presentan mayor diámetro son los de la plantación de la Finca Montes Eliseos "D" la cual está arriba de 10 centímetros.

D) Grosor de paredes del fruto

El grosor de la cáscara es importante ya que presenta una relación directa con el peso del fruto, sin embargo no siempre representa un mayor peso de semillas. Los productores prefieren frutos grandes, sin embargo la mayoría de veces se debe al grosor de las paredes del fruto.



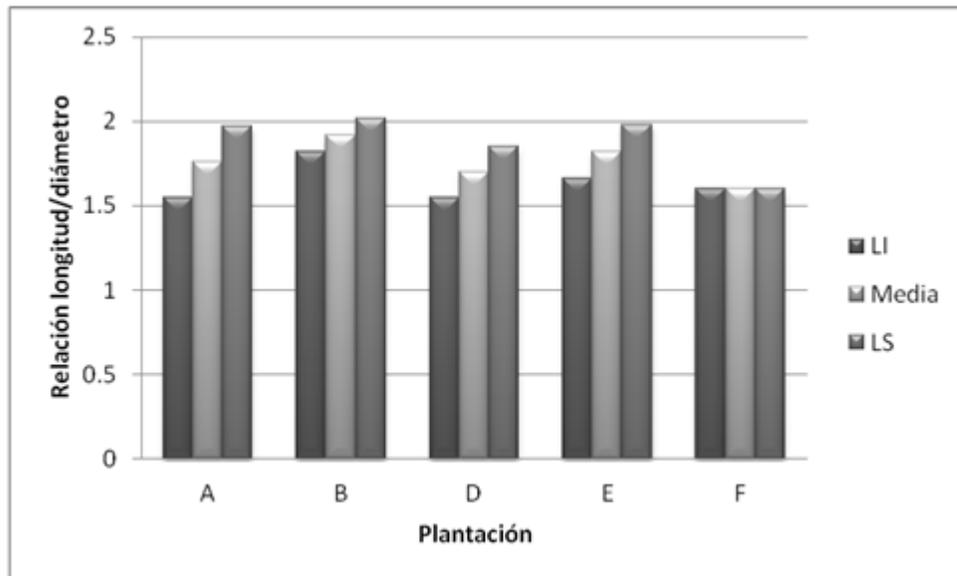
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 12. Distribución de frecuencias para el grosor de paredes de frutos.

Los mayores valores están representados generalmente por frutos pertenecientes a los árboles “B” del Caserío Aurora Castillo y árboles “D” de la Finca Montes Eliseos con grosor arriba de de 1.5 centímetros; mientras que los valores más bajos pertenecen a árboles “E” de la Finca Dolores Hidalgo y “F” del Canton Centro.

E) Relación Longitud/Diámetro del fruto

Esta relación se obtuvo dividiendo la longitud del fruto por el diámetro del fruto. Estos valores indican cuantas unidades aumenta la longitud del fruto por cada unidad que aumenta el diámetro del mismo.



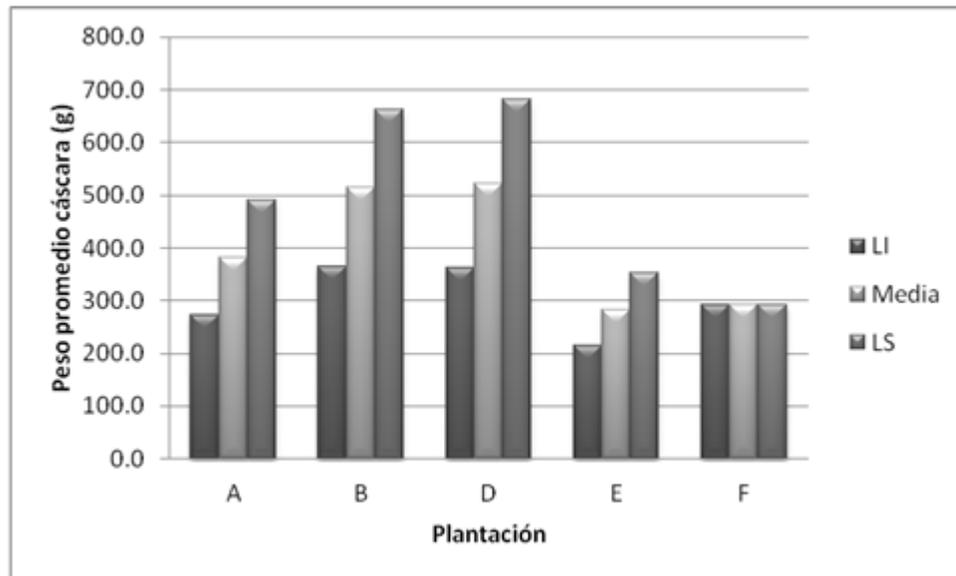
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 13. Distribución de frecuencias para la relación longitud/diámetro.

El valor más alto de 1.92 centímetros está representado por la plantación del Caserio Aurara Castillo "B" y el valor más bajo de 1.6 centímetros.

F) Peso de cáscara del fruto

El peso de la cáscara se obtuvo después de sacar las semillas y de quitar la placenta. Este variable es importante ya que muchos frutos son de tamaño y peso alto, sin embargo se debe al peso de la cáscara.



FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 14. Distribución de frecuencias para el peso de cáscara de frutos.

La plantación del Caserío Aurara Castillo “B” y Finca Montes Eliseos “D” presentan el peso de la cáscara por encima de 500 gramos. Mientras que las plantaciones de la Finca Dolores Hidalgo “E” y Cantón Centro “F” tiene los valores por debajo de 300 gramos.

2.7.2.2 Evaluación de variables cuantitativas de la semilla

Los resultados obtenidos para la evaluación de siete variables cuantitativas de la semilla (número de semillas por fruto, peso húmedo y seco, relación peso húmedo/seco, longitud, ancho y grosor de semilla seca) se registran en los siguientes cuadros, donde también se incluye la media de medias, máximos, mínimos, desviación estándar, coeficiente de variación, intervalo de confianza (95%) y moda para cada variable.

El siguiente cuadro muestra los parámetros para el Caserío Aurora Castillo “A” con cinco árboles.

Cuadro 10. Valores obtenidos de las variables cuantitativas de la semilla de la plantación “A”.

Código	Características de las semillas							
	No. de semillas por fruto (g)	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Relación peso húmedo/seco (g)	Longitud semilla seca (cm)	Ancho semilla seca (cm)	Grosor semilla seca (cm)	
A1	40	122.1	46.9	2.6	2.2	1.3	0.8	
A2	39.6	110.7	40.6	2.7	2.2	1.3	0.8	
A3	40.3	124.1	48.2	2.6	2.2	1.3	0.8	
A4	24.2	71	25.3	2.8	2.1	1.3	0.9	
A5	34.8	90.5	30.9	2.9	1.9	1.3	0.9	
Media de medias	35.38	103.68	38.38	2.72	2.12	1.3	0.84	
Mínimo	24.2	71	25.3	2.6	1.9	1.3	0.8	
Máximo	40.3	124.1	48.2	2.9	2.2	1.3	0.9	
Desviación estándar	6.85	22.62	10.01	0.13	0.13	0	0.05	
Coefficiente de variación	19.15	21.82	26.09	4.79	6.15	0	6.52	
Intervalo de confianza (95%)	Límite inferior	27.27	75.59	25.95	2.56	1.96	1.3	0.77
	Límite superior	44.29	131.77	50.81	2.88	2.28	1.3	0.91
Moda	-	-	-	2.6	2.2	1.3	0.8, 0.9	

FUENTE: Datos de campo 2,010.

En el cuadro anterior se puede observar que la variable peso seco de la semilla presenta la mayor variación entre árboles con un 26.09%, mientras que la variable relación peso húmedo y peso seco es la que presenta más homogeneidad entre los cinco árboles estudiados con un 4.79%. La longitud, ancho y grosor de la semilla son las variables que presentan valores repetitivos continuos.

El siguiente cuadro muestra siete variables de las semillas para la plantación del Caserío Aurora Castillo “B”.

Cuadro 11. Valores obtenidos de las variables cuantitativas de la semilla de la plantación “B”.

Código	Características de las semillas							
	No. de semillas por fruto (g)	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Relación peso húmedo/seco (g)	Longitud semilla seca (cm)	Ancho semilla seca (cm)	Grosor semilla seca (cm)	
B1	35	179.5	63.1	2.8	2.9	1.4	0.9	
B2	40.5	186.1	75.4	2.5	2.5	1.5	1	
B3	32.5	100.9	41.6	2.4	2.3	1.3	1	
B4	38	165.5	81.1	2	2.7	1.5	1.1	
B5	26	132.5	39.1	3.4	2.6	1.5	0.9	
Media de medias	34.4	152.9	60.06	2.62	2.6	1.44	0.98	
Mínimo	26	100.9	39.1	2	2.3	1.3	0.9	
Máximo	40.5	186.1	81.1	3.4	2.9	1.5	1.1	
Desviación estándar	5.58	35.67	19.15	0.52	0.22	0.09	0.08	
Coefficiente de variación	16.23	23.33	31.89	19.91	8.6	6.21	8.54	
Intervalo de confianza (95%)	Límite inferior	27.47	108.61	36.28	1.97	2.32	1.33	0.88
	Límite superior	41.33	197.19	83.84	3.27	2.88	1.55	1.08
Moda	-	-	-	-	-	1.5	0.9, 1	

FUENTE: Datos de campo 2,010.

En el cuadro anterior se puede observar que el ancho de la semilla presenta menos variación entre los cinco árboles estudiados, mientras que el peso seco es el que presenta más variación. Las variables que presentaron datos repetitivos son el ancho y grosor de la semilla.

En el siguiente cuadro se observan siete variables con los respectivos parámetros de la plantación de la Finca Montes Eliseos “D”.

Cuadro 12. Valores obtenidos de las variables cuantitativas de la semilla de la plantación “D”.

Código	Características de las semillas							
	No. de semillas por fruto (g)	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Relación peso húmedo/seco (g)	Longitud semilla seca (cm)	Ancho semilla seca (cm)	Grosor semilla seca (cm)	
D1	40.6	200.4	67.6	3	2.3	1.5	1	
D2	45.7	185.6	60.8	3.1	2.6	1.4	0.8	
D3	28.8	110.2	41.4	2.7	2.2	1.3	0.9	
D4	37	150.4	53.8	2.8	2.6	1.4	0.9	
D5	40.5	230	76.8	3	2.8	1.4	1	
Media de medias	38.52	175.32	60.08	2.92	2.5	1.4	0.92	
Mínimo	28.8	110.2	41.4	2.7	2.2	1.3	0.8	
Máximo	45.7	230	76.8	3.1	2.8	1.5	1	
Desviación estándar	6.26	46.33	13.46	0.16	0.24	0.07	0.08	
Coefficiente de variación	16.24	26.43	22.41	5.63	9.8	5.05	9.09	
Intervalo de confianza (95%)	Límite inferior	30.75	117.79	43.36	2.72	2.2	1.31	0.82
	Límite superior	46.29	232.85	76.8	3.12	2.8	1.49	1.02
Moda	-	-	-	-	2.6	1.4	0.9	

FUENTE: Datos de campo 2,010.

La mayor variación se encuentra en el peso húmedo de las semillas por la cantidad de mucilago que presenta cada fruto, mientras que la menor corresponde al ancho de la semilla.

A continuación se observa el cuadro con siete parámetros, determinados para siete variables de la plantación de la Finca Dolores Hidalgo “E”.

Cuadro 13. Valores obtenidos de las variables cuantitativas de la semilla de la plantación “E”.

Código	Características de las semillas							
	No. de semillas por fruto (g)	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Relación peso húmedo/seco (g)	Longitud semilla seca (cm)	Ancho semilla seca (cm)	Grosor semilla seca (cm)	
E1	37.9	76.4	32.4	2.4	2	1.2	0.7	
E2	30.3	96.2	34.6	2.8	2.1	1.2	0.9	
E3	37.6	98	39	2.5	2.2	1.3	0.8	
E4	36.6	94.5	39.5	2.4	2.2	1.3	0.8	
E5	38	135.1	49	2.8	2.4	1.4	0.8	
Media de medias	36.08	100.04	38.9	2.58	2.18	1.28	0.8	
Mínimo	30.3	76.4	32.4	2.4	2	1.2	0.7	
Máximo	38	135.1	49	2.8	2.4	1.4	0.9	
Desviación estándar	3.28	21.43	6.39	0.2	0.15	0.08	0.07	
Coefficiente de variación	9.09	21.43	16.42	7.94	6.8	6.54	8.84	
Intervalo de confianza (95%)	Límite inferior	32.01	73.43	30.97	2.33	2	1.18	0.71
	Límite superior	40.15	126.65	46.83	2.83	2.36	1.38	0.89
Moda	-	-	-	2.4, 2.8	2.2	1.2, 1.3	0.8	

FUENTE: Datos de campo 2,010.

Se observa que los árboles presentan variación con respecto al peso seco de la semilla, sin embargo la variable más homogénea es el ancho de la semilla. Las variables grosor, ancho, longitud y relación peso húmedo y peso seco presentan datos repetitivos en los cinco árboles estudiados.

A continuación se pueden observar siete variables para un árbol del Cantón Centro “F”.

Cuadro 14. Valores obtenidos de las variables cuantitativas de la semilla de la plantación “F”.

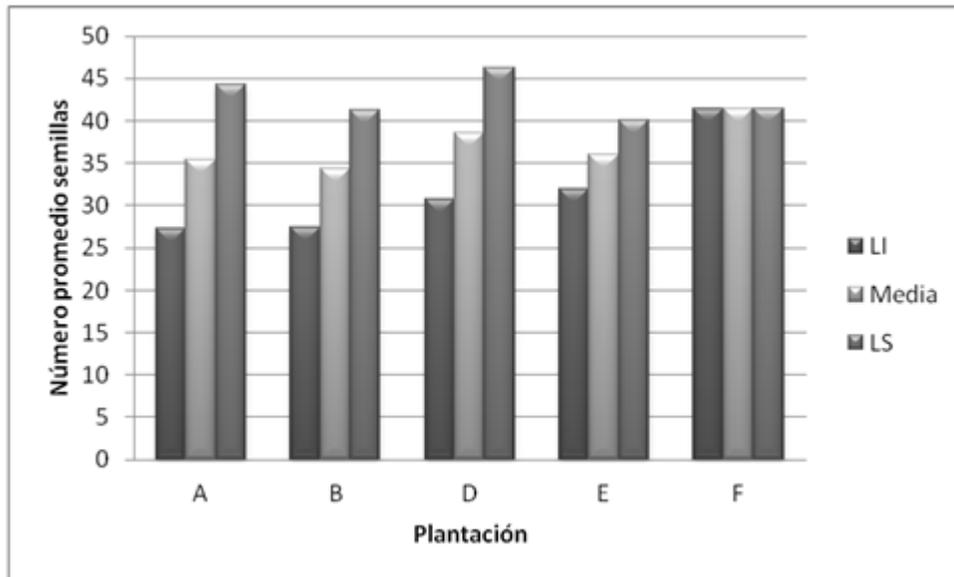
Código	Características de las semillas							
	No. de semillas por fruto (g)	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Relación peso húmedo/seco (g)	Longitud semilla seca (cm)	Ancho semilla seca (cm)	Grosor semilla seca (cm)	
F4	41.5	108.7	40.1	2.7	2.1	1.2	0.7	
Media de medias	41.5	108.7	40.1	2.7	2.1	1.2	0.7	
Mínimo	41.5	108.7	40.1	2.7	2.1	1.2	0.7	
Máximo	41.5	108.7	40.1	2.7	2.1	1.2	0.7	
Desviación estándar	0	0	0	0	0	0	0	
Coeficiente de variación	0	0	0	0	0	0	0	
Intervalo de confianza (95%)	Límite inferior	41.5	108.7	40.1	2.7	2.1	1.2	0.7
	Límite superior	41.5	108.7	40.1	2.7	2.1	1.2	0.7
Moda	-	-	-	-	-	-	-	

FUENTE: Datos de campo 2,010.

Los datos observados en el cuadro anterior muestran que el árbol F4 tiene valores que en su mayoría se asemejan a los árboles de la plantación de la Finca Montes Eliseos.

A) Número de semillas por fruto

Esta variable es importante porque debe ser un número alto de semillas por fruto, sin perder de vista que cada semilla debe tener un peso mayor a 1.71g para ser aceptada en un mercado de calidad.



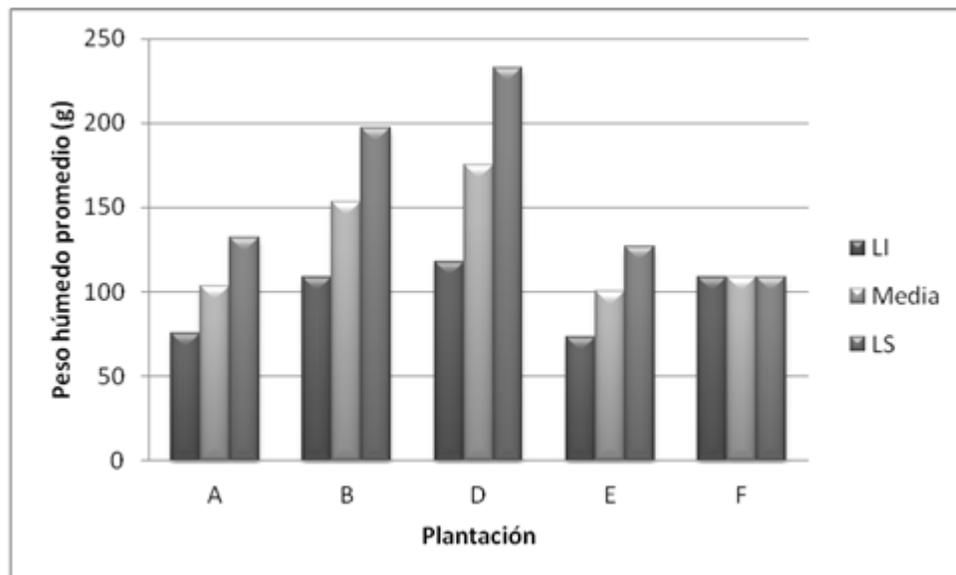
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 15. Distribución de frecuencias para número de semillas por fruto

Se observa que las plantaciones de Cantón Centro “F” y Finca Montes Eliseos “D” presentan alto número de semillas, sin embargo la mayoría supera un número mayor de 35 semillas por fruto.

B) Peso húmedo de semilla por fruto

Esta variable se calculó al momento de la ruptura de los frutos y consistió en pesar todas las semillas por fruto con el mucilago. Es importante este parámetro ya que de este dependerá el peso seco obtenido al final del proceso de fermentación y secado. En general esta variable puede ayudar a predecir la cantidad de peso seco de semillas que se obtendrá al final del proceso, sin embargo hay que tomar en cuenta que muchos frutos presentan mayor mucilago que otros, lo cual es bueno en la fermentación ya que aumenta la cantidad de azúcares, pero puede alterar las predicciones.



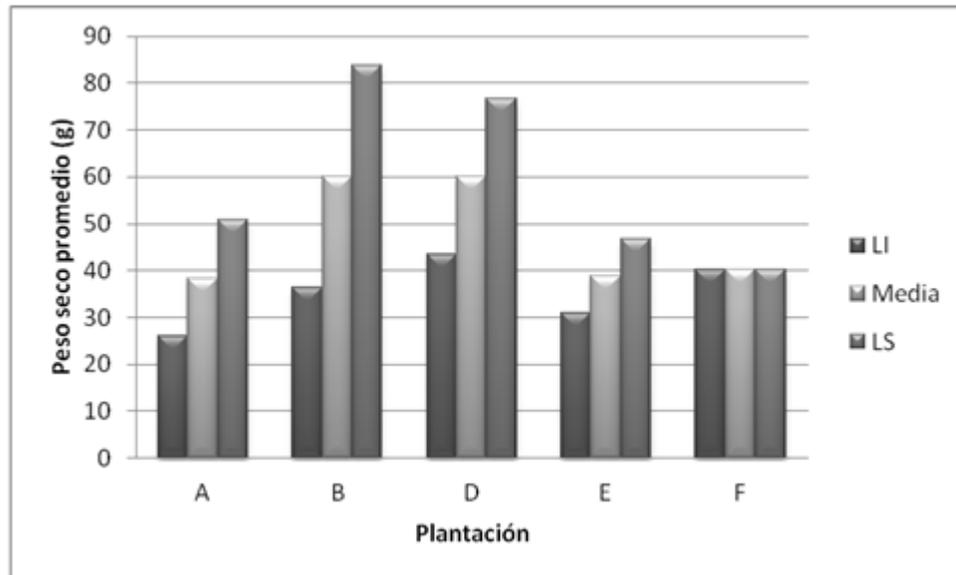
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 16. Distribución de frecuencias para el peso húmedo de las semillas

La variable de peso húmedo de semillas por fruto fue superado por 150 gramos por las plantaciones del Caserío Aurora Castillo "B" y Finca Montes Eliseos "D".

C) Peso seco de semilla por fruto

Esta variable es de suma importancia ya que el peso seco de semillas es el producto final de todo el proceso. Este se toma después del proceso de fermentación y secado por lo cual es bueno predecirlo para conocer el valor al momento de la ruptura de los frutos.



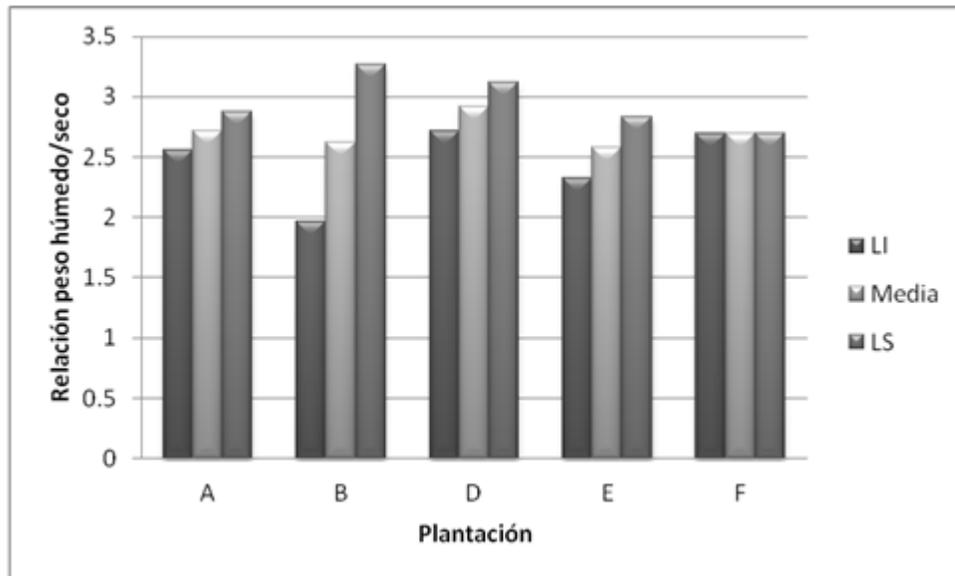
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 17. Distribución de frecuencias para el peso seco de las semillas

El peso seco de las semillas es de 60 gramos para las plantaciones del Caserío Aurora Castillo “B” y Finca Montes Eliseos “D”. Mientras que el resto de las plantaciones presentan pesos por debajo de los 40 gramos.

D) Relación peso húmedo/seco de semillas

Esta relación se obtuvo al dividir el peso húmedo de semillas por fruto dentro del peso seco de las semillas por fruto después de la fermentación y secado. Este valor es importante ya que indica las unidades de semilla húmeda que son necesarios fermentar y secar para obtener una unidad de semilla seca.



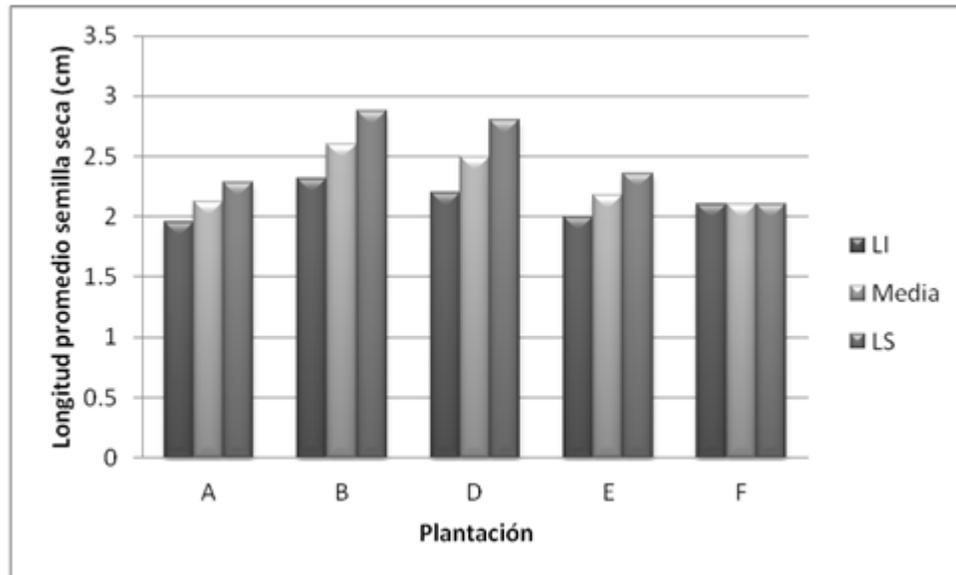
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 18. Distribución de frecuencias para la relación peso húmedo/seco de frutos.

Esta relación presentan valores similares por encima de 2.5 gramos de peso húmedo por gramo de peso seco.

E) Longitud de semilla seca

La longitud de cada semilla se midió posteriormente a la fermentación y secado ya que este valor es el que realmente interesa, sin embargo la longitud no se toma en semillas con mucilago ya que este dificulta la toma de datos.



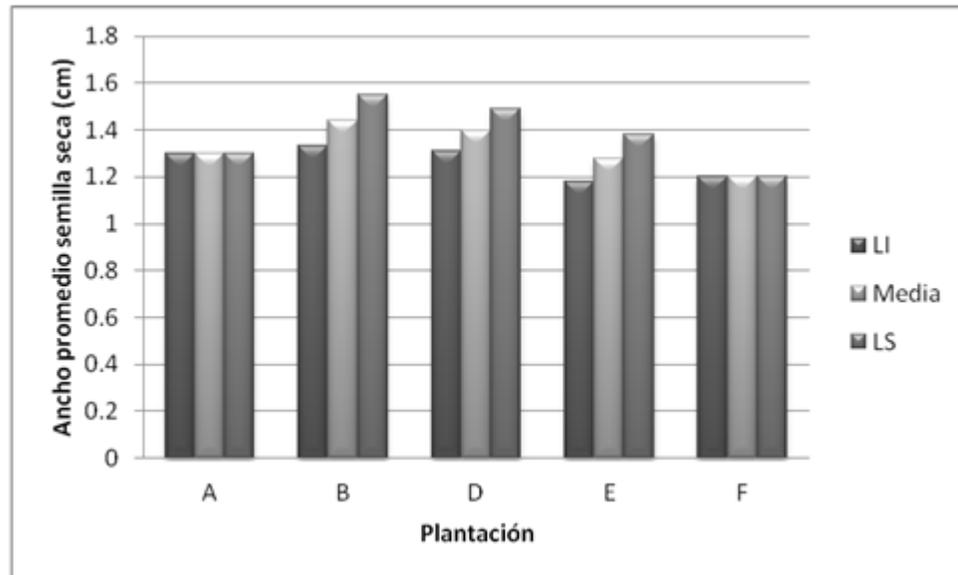
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 19. Distribución de frecuencias para longitud de semilla seca

La variable longitud de semilla presenta el máximo valor en la plantación del Caserío Aurora Castillo "B". El resto de plantaciones presentan dato similares.

F) Ancho de semilla seca

En ancho de la semilla al igual que la longitud se midió posterior a la fermentación y secado. Esta variable está fuertemente asociada a la longitud de la semilla seca.



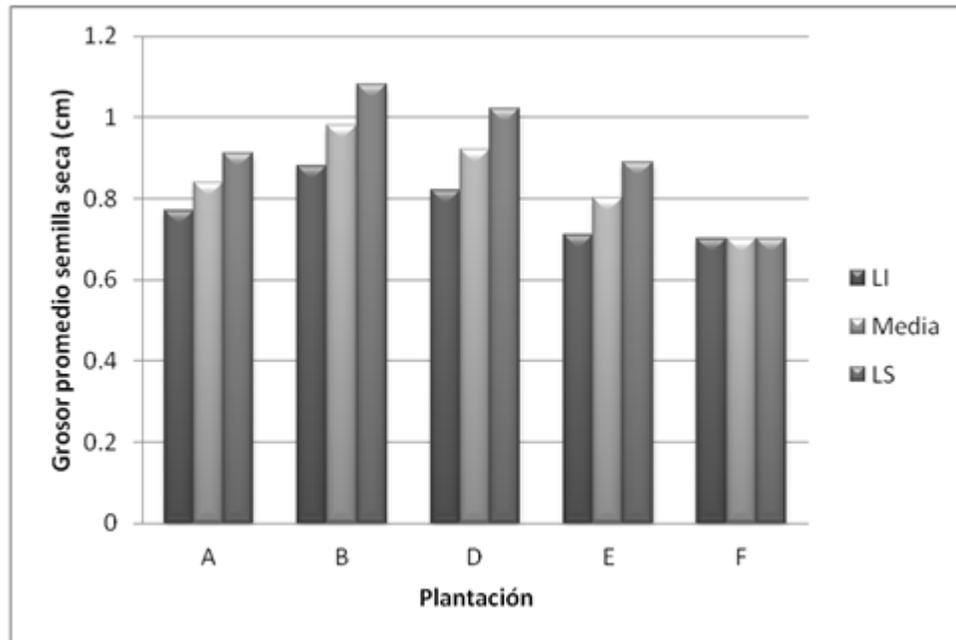
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 20. Distribución de frecuencias para ancho de semilla seca

Esta variable presentan valores iguales o arriba de 1.2 cm de ancho de la semilla. Siendo en su mayoría homogéneos.

G) Grosor de semilla seca

El grosor de las semillas también se midió después de la fermentación y secado. Esta variable está fuertemente asociada a la longitud y ancho de la semilla seca.



FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 21. Distribución de frecuencias para el grosor de semilla seca

El 60% de las plantaciones presentan grosor de la semilla seca por encima de 0.8 centímetros, siendo el valor más alto para la plantación del Caserío Aurora Castillo "B".

2.7.2.3 Evaluación de variables cualitativas del fruto

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de cuatro variables cualitativas del fruto y semilla, las cuales son: forma del fruto, color del fruto, rugosidad del mesocarpo y color de los cotiledones.

A continuación cuatro variables estudiadas para la plantación del Caserío Aurora Castillo “A”.

Cuadro 15. Valores obtenidos para las variables cualitativas del fruto de la plantación “A”.

Descriptor	Categoría	Porcentaje
Forma del fruto	Angoleta	40.00%
	Amelonada	40.00%
	Cundeamor	20.00%
	Calabacillo	0
Color del fruto	Amarillo	60.00%
	Rojo con amarillo	40.00%
Rugosidad del mesocarpo	Liso	0
	Ligeramente rugoso	80.00%
	Rugoso	20.00%
	Muy rugoso	0
Color de cotiledones	Púrpura	100.00%
	Crema	0
	Café	0

FUENTE: Datos de campo 2,010.

Se observa que la mayor cantidad de fruto tiene forma de angoleta y amelonada con coloración amarilla, ligeramente rugosos y con cotiledones púrpura en su totalidad.

El siguiente cuadro muestra las variables estudiadas para la plantación del Caserío Aurora Castillo "B".

Cuadro 16. Valores obtenidos para las variables cualitativas del fruto de la plantación "B".

Descriptor	Categoría	Porcentaje
Forma del fruto	Angoleta	80.00%
	Amelonada	20.00%
	Cundeamor	0
	Calabacillo	0
Color del fruto	Amarillo	20.00%
	Rojo con amarillo	80.00%
Rugosidad del mesocarpo	Liso	0
	Ligeramente rugoso	60.00%
	Rugoso	40.00%
	Muy rugoso	0
Color de cotiledones	Púrpura	100.00%
	Crema	0
	Café	0

FUENTE: Datos de campo 2,010.

A continuación las cuatro variables determinadas para la plantación de la Finca Montes Eliseos “D”.

Cuadro 17. Valores obtenidos para las variables cualitativas del fruto de la plantación D.

Descriptor	Categoría	Porcentaje
Forma del fruto	Angoleta	40.00%
	Amelonada	60.00%
	Cundeamor	0
	Calabacillo	0
Color del fruto	Amarillo	40.00%
	Rojo con amarillo	60.00%
Rugosidad del mesocarpo	Liso	0
	Ligeramente rugoso	60.00%
	Rugoso	40.00%
	Muy rugoso	0
Color de cotiledones	Púrpura	60.00%
	Crema	40.00%
	Café	0

FUENTE: Datos de campo 2,010.

El 60% presento frutos amelados con coloración rojo con amarillo y mesocarpo ligeramente rugoso, mientras que el color de los cotiledones vario con un 60% púrpuras y 40% cremas.

Se puede observar a continuación el cuadro con las variables estudiadas para la Finca Dolores Hidalgo “E”.

Cuadro 18. Valores obtenidos para las variables cualitativas del fruto de la plantación E.

Descriptor	Categoría	Porcentaje
Forma del fruto	Angoleta	40.00%
	Amelonada	60.00%
	Cundeamor	0
	Calabacillo	0
Color del fruto	Amarillo	100.00%
	Rojo con amarillo	0.00%
Rugosidad del mesocarpo	Liso	0
	Ligeramente rugoso	100.00%
	Rugoso	0
	Muy rugoso	0
Color de cotiledones	Púrpura	100.00%
	Crema	0
	Café	0

FUENTE: Datos de campo 2,010.

El 60% presenta frutos con forma amelonada y todos con una coloración amarilla y mesocarpo ligeramente rugoso. Los cotiledones presentaron en su totalidad color púrpura.

El siguiente cuadro muestra los valores en porcentaje de las variables cualitativas de la plantación del Cantón Centro “F”.

Cuadro 19. Valores obtenidos para las variables cualitativas del fruto de la plantación F.

Descriptor	Categoría	Porcentaje
Forma del fruto	Angoleta	0
	Amelonada	100.00%
	Cundeamor	0
	Calabacillo	0
Color del fruto	Amarillo	100.00%
	Rojo con amarillo	0
Rugosidad del mesocarpo	Liso	0
	Ligeramente rugoso	100.00%
	Rugoso	0
	Muy rugoso	0
Color de cotiledones	Púrpura	100.00%
	Crema	0
	Café	0

FUENTE: Datos de campo 2,010.

Se observa que el árbol estudiado presenta frutos con forma amelonada, colocación amarilla, ligeramente del mesocarpo y color púrpura de los cotiledones.

La mayoría de árboles con relación a la forma del fruto poseen forma amelonada y angoleta, siendo menos frecuente los frutos con forma de cundeamor. Son más frecuentes los frutos de color amarillo y mesocarpo Ligeramente Rugoso. El color de cotiledones fue en su mayoría de color Púrpura.

En el siguiente cuadro se muestra en detalle cada una de las variables cualitativas evaluadas para árboles considerados superiores por los productores.

Cuadro 20. Variables cualitativas del fruto y la semilla.

Tipo	Código	Características cualitativas de los frutos y semillas			
		Color ¹	Forma del fruto ²	Tipo rugosidad mesocarpio ³	Color de cotiledones ⁴
Forastero	A1	1	2	1	1
Forastero	A2	1	1	1	1
Forastero	A3	1	2	1	1
Trinitario	A4	2	1	2	1
Trinitario	A5	2	3	1	1
Trinitario	B1	2	1	2	1
Trinitario	B2	2	1	1	1
Forastero	B3	1	1	2	1
Trinitario	B4	2	2	1	1
Trinitario	B5	2	1	1	1
Trinitario	D1	2	1	2	1
Trinitario	D2	2	1	1	1
Forastero	D3	1	2	1	2
Forastero	D4	1	2	1	2
Trinitario	D5	2	2	2	1
Forastero	E1	1	2	1	1
Forastero	E2	1	1	1	1
Forastero	E3	1	2	1	1
Forastero	E4	1	2	1	1
Forastero	E5	1	1	1	1
Forastero	F4	1	2	1	1
¹ Color: 1 = amarillo y 2 = rojo con amarillo.					
² Forma del fruto: 1 = angoleta, 2 = amelonada, 3 = cundeamor y 4 = calabacillo.					
³ Rugosidad del mesocarpio: 0 = liso, 1 = ligeramente rugoso, 2 = rugoso y 3 = muy rugoso.					
⁴ Color de cotiledones: 1 = púrpura, 2 = crema y 3 = café.					

FUENTE: Datos de campo 2,010.

En el cuadro anterior se puede observar que en general los árboles del tipo forastero presentan frutos de coloración amarilla al momento del corte, mientras que los del tipo trinitario tiene frutos de coloración rojo con amarillo. Las variables de forma del fruto, rugosidad del mesocarpo y color de cotiledones no presentaron asociación específica para los tipos de cacaotales existentes.

En cuanto a la caracterización de variables cualitativas de los árboles superiores, se encontró variación. Casi la mitad de árboles mostró frutos de color rojo con amarillo (42.86%) y la otra parte frutos de color amarillo (37.14%), lo cual permite clasificarlos en dos grupos. Predominó la forma amelonada y angoleta del fruto, pero también se tuvo un árbol con frutos de forma de cundeamor.

2.7.3 Evaluación de los parámetros de producción

Los árboles evaluados para los parámetros de producción fueron estudiados por ocho meses y usando ocho variables cuantitativas, las cuales son: frutos por árbol, frutos sanos por árbol, % de frutos sanos por árbol, % de incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora* B.), % de daños causados por ardillas, kg de semilla seca obtenida por hectárea e índices de producción (semilla y fruto).

Estas variables se muestran en el siguiente cuadro, mostrando además la media de medias, máximos, mínimos, desviación estándar, coeficiente de variación, intervalo de confianza (95%) en la plantación del Caserío Aurora Castillo "A".

Cuadro 21. Valores obtenidos para las variables relacionadas con la producción de la plantación del Caserío Aurora Castillo “A”.

Código	Frutos cosechados					Productividad	Índice de producción		
	Frutos / árbol	Sanos / árbol	% sanos / árbol	% Incidencia Phythophthora	% daños por ardilla	Kg/ha	Semilla	Fruto	
A1	12	9	75	25	0	168.9	1.2	22	
A2	6	5	83.3	0	16.7	81.2	1	25	
A3	6	4	66.7	16.7	16.6	77.1	1.2	21	
A4	17	13	76.5	5.9	17.6	131.4	1	40	
A5	25	5	20	0	80	61.8	0.9	33	
Media de medias	13.2	7.2	64.3	15.87	32.73	104.08	1.06	28.2	
Mínimo	6	4	20	5.9	16.6	61.8	0.9	21	
Máximo	25	13	83.3	25	80	168.9	1.2	40	
Desviación estándar	8.04	3.77	25.46	9.58	31.52	44.69	0.13	8.11	
Coeficiente de variación	60.94	52.34	39.59	60.36	96.32	42.93	12.66	28.74	
Intervalo de confianza (95%)	Límite inferior	3.21	2.52	32.69	0	0	48.6	0.89	18.14
	Límite superior	23.19	11.88	95.91	39.66	82.88	159.56	1.23	38.26
Moda	6	5	-	0	-	-	1, 1.2	-	

^{1/2}Periodo de evaluación de ocho meses.

FUENTE: Datos de campo 2,010.

Se aprecia que en su mayoría las variables fueron heterogéneas para cada uno de los cinco árboles. El 32.73% de los frutos presentaron daños por ardillas y el 15.87% presenta incidencia de Mazorca Negra. Estos valores son altos y pueden ser mejorados al proporcionar manejo a las plantaciones.

El siguiente cuadro muestra las diferentes variables estudiadas para la plantación del Caserío Aurora Castillo “B”.

Cuadro 22. Valores obtenidos para las variables relacionadas con la producción de la plantación B.

Código	Frutos cosechados					Productividad	Índice de producción		
	Frutos / árbol	Sanos / árbol	% sanos / árbol	% Incidencia Phythophthora	% daños por ardilla	Kg/ha	Semilla	Fruto	
B1	4	1	25	75	0	25.2	1.8	16	
B2	12	2	16.7	25	58.3	60.3	1.9	14	
B3	17	2	11.8	11.8	76.4	33.2	1.3	24	
B4	3	1	33.3	0	66.7	32.4	2.1	13	
B5	17	1	5.9	11.8	82.3	15.6	1.5	26	
Media de medias	10.6	1.4	18.54	30.9	70.93	33.34	1.72	18.6	
Mínimo	3	1	5.9	11.8	58.3	15.6	1.3	13	
Máximo	17	2	33.3	75	82.3	60.3	2.1	26	
Desviación estándar	6.8	0.55	10.82	30.05	10.59	16.65	0.32	5.98	
Coeficiente de variación	64.19	39.12	58.35	97.25	14.93	49.94	18.57	32.17	
Intervalo de confianza (95%)	Límite inferior	2.15	0.72	5.11	0	54.07	12.67	1.32	11.17
	Límite superior	19.05	2.08	31.97	78.72	87.78	54.01	2.12	26.03
Moda	17	1, 2	-	11.8	-	-	-	-	

^{1/2}Periodo de evaluación de ocho meses.

FUENTE: Datos de campo 2,010.

El coeficiente de variación indica que el % de incidencia de Phythophthora presenta mayor heterogeneidad entre los cinco árboles estudiados con un valor de 97.25%. En esta plantación el 70.93% presenta daños por ardilla lo cual indica que existe poco manejo en los árboles de sombra de la plantación.

En el siguiente cuadro se presentan ocho variables para el estudio de cinco árboles de la plantación de la Finca Montes Eliseos “D”.

Cuadro 23. Valores obtenidos para las variables relacionadas con la producción de la plantación D.

Código	Frutos cosechados					Productividad	Índice de producción		
	Frutos / árbol	Sanos / árbol	% sanos / árbol	% Incidencia Phythophthora	% daños por ardilla	Kg/ha	Semilla	Fruto	
D1	16	15	93.8	0	6.2	405.8	1.7	15	
D2	10	9	90	10	0	218.8	1.3	17	
D3	15	15	100	0	0	248.2	1.4	25	
D4	32	23	71.9	0	28.1	494.6	1.5	19	
D5	4	4	100	0	0	122.9	1.9	13	
Media de medias	15.4	13.2	91.14	10	17.15	298.06	1.56	17.8	
Mínimo	4	4	71.9	10	6.2	122.9	1.3	13	
Máximo	32	23	100	10	28.1	494.6	1.9	25	
Desviación estándar	10.43	7.16	11.57	0	15.49	149.74	0.24	4.6	
Coficiente de variación	67.73	54.21	12.7	0	90.3	50.24	15.44	25.87	
Intervalo de confianza (95%)	Límite inferior	2.45	4.32	76.77	10	0	112.14	1.26	12.08
	Límite superior	28.35	22.08	105.51	10	156.28	483.98	1.86	23.52
Moda	-	15	100	0	0	-	-	-	

^{1/2}Periodo de evaluación de ocho meses.

FUENTE: Datos de campo 2,010.

El 91.14% de los frutos fueron sanos y únicamente el 17.15% de los frutos presentaron daños por ardilla. La mayor parte de las variables estudiadas presentan alto coeficiente de variación debido a la homogeneidad de los valores.

En el siguiente cuadro se pueden observar las variables estudiadas para cinco árboles de la Finca Montes Eliseos “E”.

Cuadro 24. Valores obtenidos para las variables relacionadas con la producción de la plantación E.

Código	Frutos cosechados					Productividad	Índice de producción		
	Frutos / árbol	Sanos / árbol	% sanos / árbol	% Incidencia Phythophthora	% daños por ardilla	Kg/ha	Semilla	Fruto	
E1	15	15	100	0	0	194.3	0.9	31	
E2	3	3	100	0	0	41.5	1.1	29	
E3	19	19	100	0	0	296.6	1	26	
E4	14	14	100	0	0	221.1	1.1	26	
E5	14	10	71.4	28.6	0	195.8	1.3	21	
Media de medias	13	12.2	94.28	28.6	0	189.86	1.08	26.6	
Mínimo	3	3	71.4	28.6	0	41.6	0.9	21	
Máximo	19	19	100	28.6	0	296.6	1.3	31	
Desviación estándar	5.96	6.06	12.79	0	0	92.78	0.15	3.78	
Coeficiente de variación	45.83	49.66	13.57	0	0	48.87	13.73	14.22	
Intervalo de confianza (95%)	Límite inferior	5.6	4.68	78.4	28.6	0	74.65	0.9	21.9
	Límite superior	20.4	19.72	110.16	28.6	0	305.07	1.26	31.3
Moda	14	-	100	0	0	-	1.1	26	

^{1/2}Periodo de evaluación de ocho meses.

FUENTE: Datos de campo 2,010.

El 94.28% de los frutos por árbol fueron sanos, no existen incidencia de Phythophthora debido a que es una plantación joven.

A continuación se presentan los datos analizados para la plantación del Cantón Centro “F”.

Cuadro 25. Valores obtenidos para las variables relacionadas con la producción de la plantación F.

Código	Frutos cosechados					Productividad	Índice de producción		
	Frutos / árbol	Sanos / árbol	% sanos / árbol	% Incidencia Phythopthora	% daños por ardilla	Kg/ha	Semilla	Fruto	
F4	12	2	16.7	33.3	50	32.1	0.9	25	
F1	16	0	0	62.5	37.5	0	0	0	
F2	20	0	0	80	20	0	0	0	
F3	10	0	0	0	100	0	0	0	
F5	2	0	0	100	0	0	0	0	
Media de medias	12	2	16.7	68.95	51.88	32.1	0.9	25	
Mínimo	2	2	16.7	33.3	20	32.1	0.9	25	
Máximo	20	2	16.7	100	100	32.1	0.9	25	
Desviación estándar	6.78	0	0	28.28	34.36	0	0	0	
Coeficiente de variación	56.52	0	0	41.01	66.24	0	0	0	
Intervalo de confianza (95%)	Límite inferior	3.58	2	16.7	23.96	-2.8	32.1	0.9	25
	Límite superior	20.42	2	16.7	113.94	106.55	32.1	0.9	25
Moda	-	0	0	-	-	0	0	0	

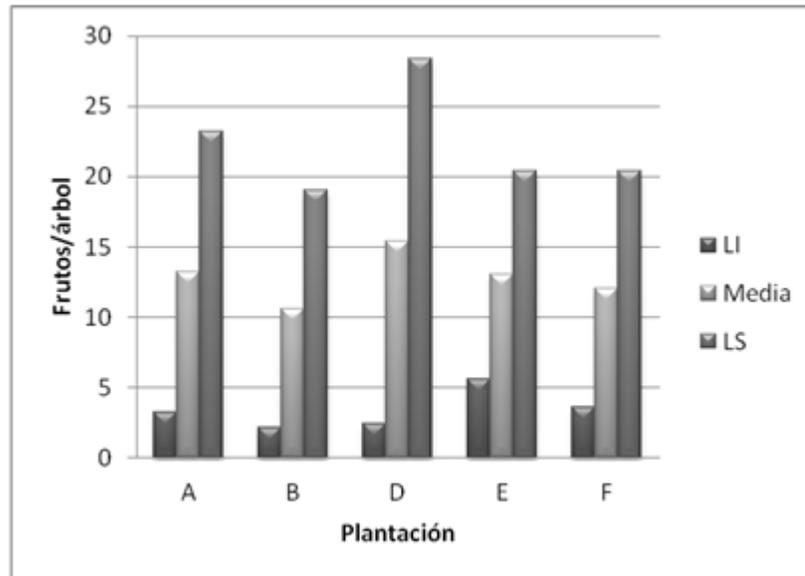
^{1/2}Periodo de evaluación de ocho meses.

FUENTE: Datos de campo 2,010.

Esta plantación está afectada fuertemente por la incidencia de Phythopthora y daños por ardilla. Esto se debe a la falta de podas de los cacaotales y árboles de sombra.

2.7.3.1 Frutos/árbol

Para este parámetro fueron tomados en cuenta todos los frutos maduros presentes en cada árbol, así como frutos con incidencia de mazorca negra *P. palmivora* B. y frutos dañados por ardilla (*Sciurus* sp.).



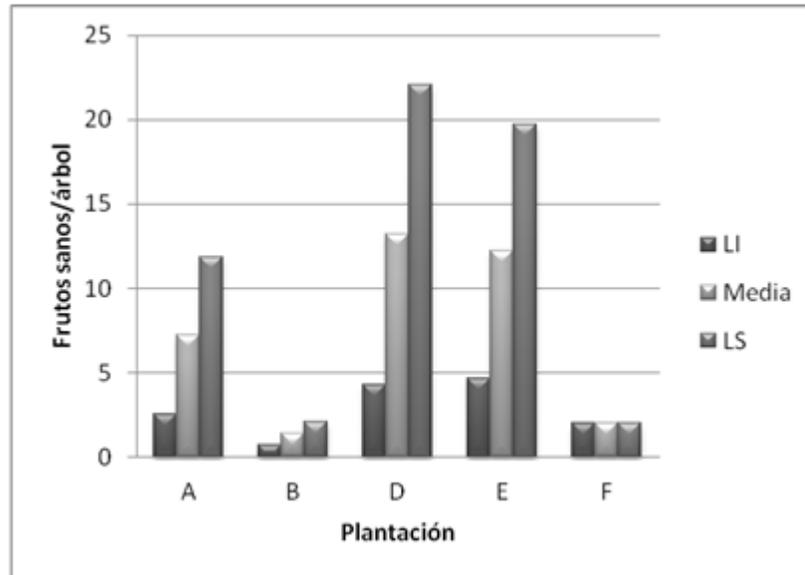
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 22. Distribución de frecuencias de frutos cosechados por árbol.

Para esta variable los valores mayores se obtienen para los árboles de la plantación de la Finca Montes Eliseos “D” y los más bajos para la plantación del Caserío Aurora Castillo “B”.

2.7.3.2 Frutos sanos/árbol

Este parámetro se refiere a los frutos que se cosecharon sin ningún tipo de daño y que estaban listos para el corte.



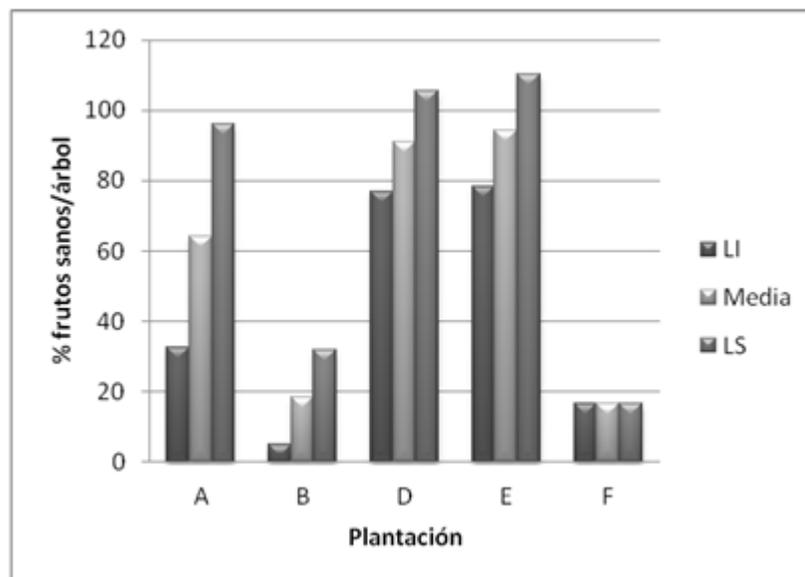
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 23. Distribución de frecuencias para frutos sanos cosechados por árbol.

La Finca Montes Eliseos “D” y Dolores Hidalgo “E” presentan los árboles con mayor número de frutos sanos cosechados. La plantación de Caserío Aurora Castillo “B” a pesar de mostrar frutos con buenas características cuantitativas presenta baja cantidad de frutos sanos cosechados por árbol.

2.7.3.3 Porcentaje de frutos sanos/árbol

Los árboles que presentaron un 100% de frutos sanos pueden tener resistencia a mazorca negra *P. palmivora* B., sin embargo esto solo puede ser verificado al realizar inoculación de este fitopatógeno a los frutos de los árboles. Algunas veces los árboles se encuentran en condiciones favorables (menor sombra, mayor abertura de la copa del árbol y mayor aireación) comparados con los demás árboles por lo cual no presentan incidencia de microorganismos fitopatógenos.



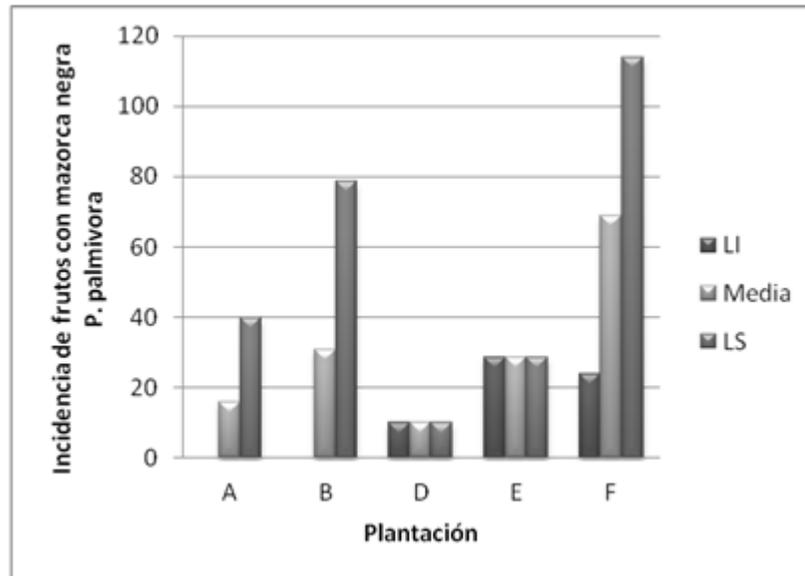
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 24. Distribución de frecuencias para el porcentaje de frutos sanos por árbol.

Se puede observar que la plantación de Caserío Aurora Castillo “B” y Cantón Centro “F” presenta valores de % de frutos sanos por árbol menores al 20%, lo cual es bastante bajo.

2.7.3.4 Porcentaje de incidencia de mazorca negra *P.palmivora* B.

El porcentaje de incidencia de mazorca negra se calculó dividiendo el total de frutos con daño de *P. palmivora* B. por árbol, dentro del total de frutos cosechados (sanos y enfermos) por árbol y luego se multiplicó por 100.



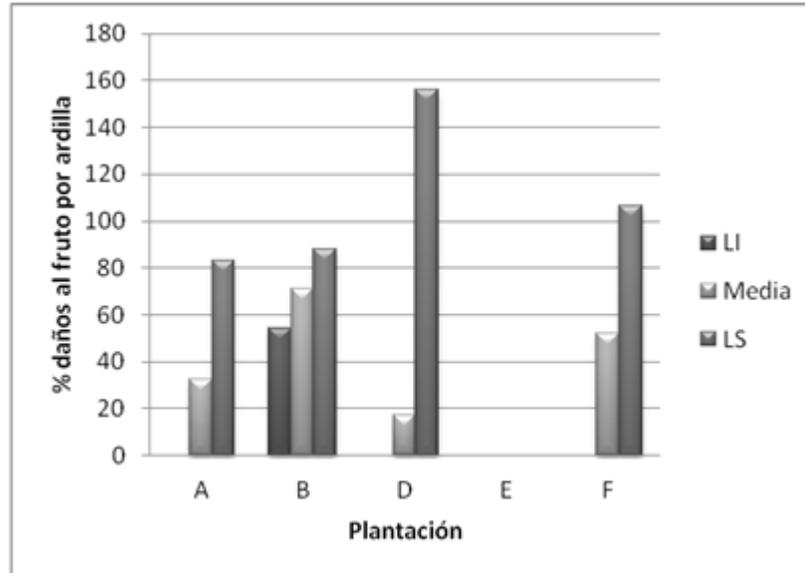
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 25. Distribución de frecuencias para incidencia de frutos con mazorca negra.

La plantación de Cantón Centro “F” es la que presenta mayor incidencia de Mazorca Negra, mientras que la Finca Dolores Hidalgo únicamente tiene un 10%.

2.7.3.5 Porcentaje de daño ocasionado por ardillas (*Sciurus*sp.)

Los daños se presentaron en plantaciones que tienen especies de árboles de sombra como corozo (*Orbignyacoahume*) y aguacate (*Persea americana*), así como árboles de sombra con copas entrecruzadas por falta de podas, lo cual facilitaba el traslado de los animales por toda la plantación.



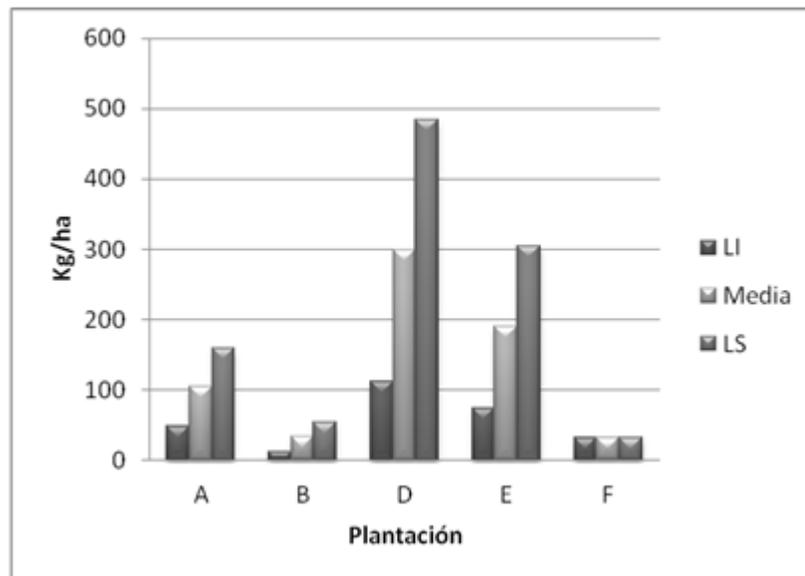
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 26. Distribución de frecuencias para porcentaje de daños ocasionados por ardilla.

La Finca Dolores Hidalgo no presento frutos con daño de ardilla, mientras que las plantaciones más afectadas son la de Caserío Aurora Castillo “B” y Cantón Centro “F”, con pérdidas de hasta 20 frutos por árbol.

2.7.3.6 Productividad por árbol (kg/ha)

Los árboles que presentaron la mayor productividad, fueron los que tenían mayor número de frutos, alto número de semilla por fruto y con pesos por semilla mayor a 1 gramo. Estos árboles son los pertenecientes a la Finca Montes Eliseos, además de que estos no presentaron alta incidencia de mazorca negra *P. palmivora* B. y daño de ardilla (*Sciurus* sp.).



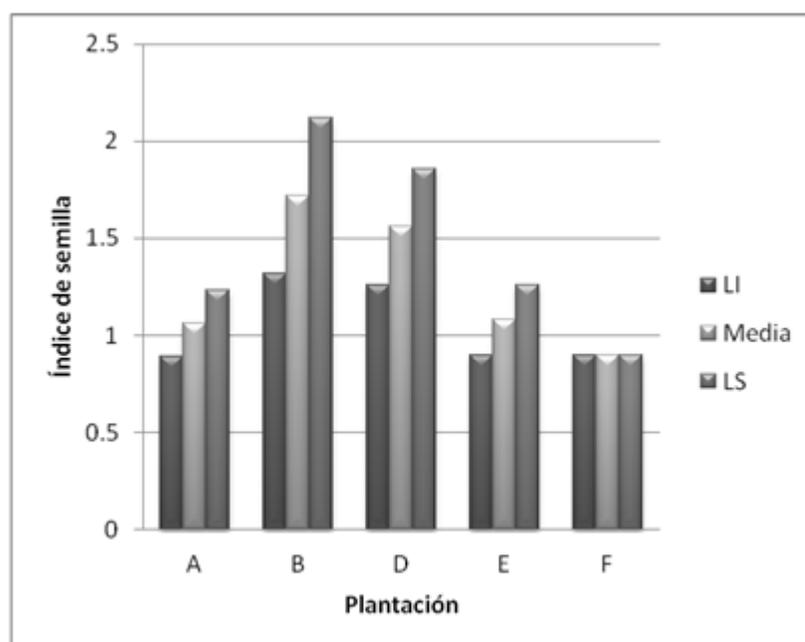
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 27. Distribución de frecuencias para la productividad kg/ha.

Se puede observar variación en la productividad, sin embargo sigue siendo bajo comparado con el esperado por algunos autores. Según Monterroso (2005), debe tener una productividad mayor a 1409 kg/ha, para ser considerado buen productor.

2.7.3.7 Índice de semilla

El índice de semilla se refiere al peso promedio de 100 semillas posteriormente de la fermentación y el secado. Este parámetro es importante ya que permite determinar el peso de las semillas en promedio pesando únicamente una porción del total de semillas obtenidas por ciclo de producción. Este valor indica el peso promedio por semilla y es de suma importancia ya que en el mercado se manejan pesos mayores de 1 gramo por semilla.



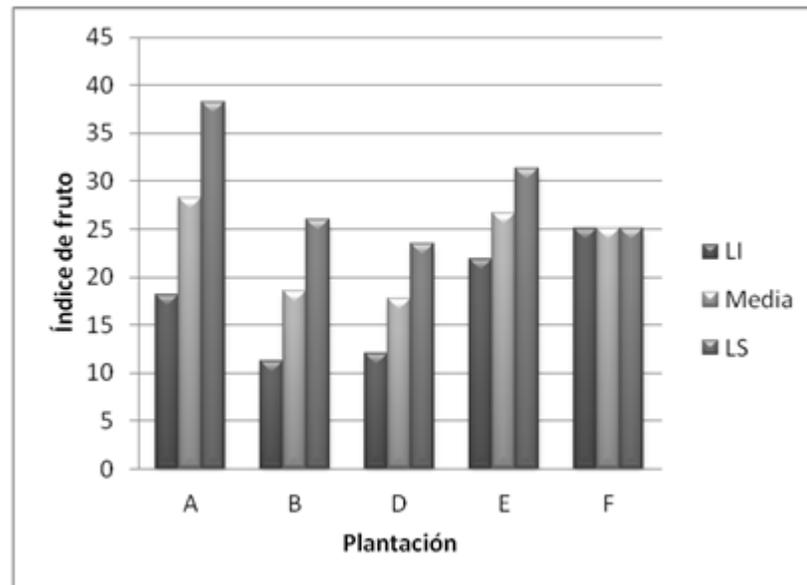
FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 28. Distribución de frecuencias para el índice de semilla en árboles de cacao considerados superiores.

La mayoría de árboles tuvieron índices de semilla inferior a 1.71 g lo cual es de suma importancia desde el punto de vista industrial. Las semillas pequeñas además de que presentan un tostado acelerado durante la industrialización, lo cual reduce la calidad del producto final, tiene menor rendimiento que las semillas grandes ya que la testa es proporcionalmente mayor.

2.7.3.8 Índice de fruto

El índice de fruto se refiere a los frutos necesarios para obtener un kilogramo de semilla seca. El parámetro es importante ya que mediante este se pueden integrar muchas variables de importancia en una sola, el cual es el peso seco de la semilla. A medida que el valor es más bajo es mejor ya que indica que se requiere un número menor de frutos para obtener un kilogramo de semilla seca.



FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 29. Distribución de frecuencias para el índice de fruto en árboles de cacao considerados superiores.

La plantación de Caserío Aurora Castillo “B” y de la Finca Montes Eliseos “D” presentan los mejores valores para índice de fruto.

Normalmente la productividad se expresa en kg de cacao seco/ha, sin embargo calcular este parámetro requiere la fermentación y secado del mismo por lo que es de difícil obtención. Debido a esto se utiliza el número de frutos producidos o peso húmedo de las semillas, pero este se ve afectado por el tamaño de los frutos y el contenido de mucilago de las semillas en cada árbol (Esquivel y Soria, 1967).

En este sentido la determinación del índice de fruto para cada árbol, permitió conocer la cantidad de frutos necesarios para producir un kilogramo de cacao fermentado y seco. El promedio para este índice fue de 23, pero se observó variación en este parámetro ya que algunos árboles requirieron de 13 frutos para completar el kilogramo, mientras que en otros fue necesario 40 frutos, lo cual es un número muy alto. Esto es muy importante ya que muchos productores le dan más importancia al número de frutos por árbol, que el tamaño de cada fruto. Según Monterroso (2005) un índice de fruto adecuado no debe sobrepasar los 16 frutos.

2.7.4 Correlación de variables cuantitativas

Se realizó un análisis de correlación mediante el uso del programa Infostat, utilizando las siguientes variables: número de frutos cosechados, peso, longitud, diámetro del fruto, grosor de las paredes del fruto, peso de cáscara, número de semillas por fruto, peso húmedo y seco de la semilla, así como la longitud, ancho y grosor de la semilla seca, productividad, índice de semilla y de fruto.

Cuadro 26. Matriz de correlación entre variables de fruto y semilla para árboles de cacao considerados superiores en el municipio El Asintal, Retalhuleu.

VARIABLE	No. Frutos cosechados	Peso de fruto (g)	Longitud de fruto (g)	Diámetro de fruto (cm)	Grosor de paredes de fruto(cm)	Peso cáscara (g)	No. de semillas por fruto	Peso húmedo de semilla por fruto (g)	Peso seco semilla por fruto(g)	Longitud semilla seca (cm)	Ancho semilla seca (cm)	Grosor semilla seca (cm)	Kg/ha	Índice de semilla	Índice de fruto
No. Frutos cosechados	1														
Peso de Fruto(g)	0,23	1													
Longitud de fruto (cm)	0,33	0,91	1												
Diámetro de fruto(cm)	0,42	0,90	0,98	1											
Grosor de paredes de fruto(cm)	0,33	0,91	0,95	0,94	1										
Peso cáscara (g)	0,20	1,00	0,89	0,89	0,90	1									
No. de semillas por fruto	0,42	0,83	0,93	0,95	0,89	0,81	1								
Peso húmedo de semilla por fruto (g)	0,23	0,97	0,89	0,88	0,86	0,95	0,83	1							
Peso seco semilla por fruto(g)	0,22	0,96	0,89	0,88	0,87	0,95	0,85	0,97	1						
Longitud semilla seca (cm)	0,37	0,90	0,96	0,96	0,97	0,88	0,92	0,89	0,88	1					
Ancho semilla seca (cm)	0,42	0,87	0,98	0,98	0,96	0,85	0,93	0,85	0,85	0,98	1				
Grosor semilla seca (cm)	0,36	0,87	0,98	0,96	0,96	0,86	0,88	0,83	0,85	0,96	0,98	1			
Productividad Kg/ha	0,94	0,38	0,38	0,48	0,37	0,36	0,46	0,40	0,36	0,40	0,44	0,38	1		
Índice de semilla	0,24	0,95	0,92	0,89	0,92	0,94	0,81	0,94	0,96	0,93	0,90	0,92	0,35	1	
Índice de fruto	0,47	0,33	0,64	0,65	0,62	0,31	0,63	0,28	0,27	0,64	0,72	0,70	0,28	0,39	1

FUENTE: Datos de campo 2,010.

Según la tabla de correlación r de Pearson, para el caso de 15 parejas existe significancia de un 95% a partir de un $r=0.45$. Por lo que en el cuadro anterior se puede interpretar que se tiene una correlación alta entre el peso del fruto ($r=0.83$) y el número de semillas, mientras que la correlación aumenta con el peso húmedo ($r=0.97$) y peso seco de la semilla ($r=0.96$), esto sugiere que el peso del fruto se encuentra más influenciado por el aumento en el peso de las semillas, que por el número de estas en el fruto. Esto es importante ya que muchos productores creen que un fruto con un número de semillas alto es mejor sin importar el tamaño de las mismas.

Por otra parte el peso de la cáscara ($r=1$) también se encuentra fuertemente asociado al peso del fruto. Sin embargo esta es una característica no deseable ya que se prefiere un fruto con un peso mayor de semillas y no de cáscara. Los productores por otra parte prefieren frutos de tamaño grande sin importar que el peso este asociado a la cáscara y no al peso de las semillas.

Las variables que muestran correlación directa con la longitud del fruto son el diámetro del fruto ($r=0.98$), longitud de la semilla seca ($r=0.96$), ancho de semilla seca ($r=0.98$) y grosor de semilla seca ($r=0.98$). Esto es lógico porque frutos de mayor longitud y diámetro presentan semillas de mayor tamaño y viceversa.

El peso de la cáscara está relacionado al peso húmedo de la semilla por fruto ($r=0.95$) y al peso seco de semilla del fruto ($r=0.95$). Estas relaciones se dan ya que en general el peso del fruto está compuesto del peso de la cascara y el peso de la semilla con mucilago y como se mencionó anteriormente el peso del fruto tiene una relación directa con el peso de la cáscara.

El peso húmedo de la semilla por fruto esta correlacionada con el peso seco de la semilla por fruto ($r=0.97$). Esta asociación es importante porque mediante el peso húmedo de la semilla se podría predecir el peso seco que se obtendría después de la fermentación y el secado.

La longitud de semilla también está relacionada con el ancho de la semilla ($r=0.98$). Mientras que el índice de semilla está asociado a la longitud ($r=0.93$) y grosor ($r=0.92$) de la semilla seca. La asociación de estas variables permite predecir el peso de una semilla seca, mediante la medida de la longitud y grosor de la misma.

El peso promedio de los frutos no presentó correlación con la productividad, debido a que este peso depende de la cáscara y el contenido de semillas que contenga el fruto (Arciniegas, 2005), por lo que no se debe considerar como un parámetro de selección.

El número de semillas promedio por fruto fue de 36 con un coeficiente de variación de 14.8, lo cual es un parámetro de rendimiento fundamental (Toxopeus y Jacob, 1970). Este presenta variación debido a la forma y peso del fruto, sin embargo es importante recordar que se debe tomar en cuenta el número de semillas pero así también el peso de cada una.

Las variables de largo, ancho y grosor de semilla tuvieron correlaciones directas significativas con el peso seco de semillas por fruto y con el índice de semilla. El color de los cotiledones se presentó en un 90.48% con coloración púrpura, sin embargo el resto presentó cotiledones de color crema, este tipo de cacao es considerado fino, de alta calidad y asociado a características sensoriales con respecto a la especialidad y especificidad de sabor (Arciniegas, 2005).

2.7.5 Regresión múltiple para variables agronómicas de interés.

Se realizó análisis de regresión para las variables de interés agronómico, siendo estas el peso seco de semilla por fruto y el índice de semilla. El peso seco de semillas por fruto es importante ya que de este dependerá la productividad de las plantaciones, mientras que el índice de semilla es importante en el proceso de industrialización del cacao para chocolate, ya que las semillas deben tener un peso mayor a 1 gramo debido a que semillas muy pequeñas se queman en el proceso de tostado.

2.7.5.1 Regresión de peso seco de semillas por fruto de cacao

El peso seco de las semillas por fruto está asociado directamente al peso húmedo de las semillas y al número de estas por cada fruto, por consiguiente se tomaron en cuenta para el modelo de regresión. El modelo de regresión que se presenta explica en un 99% ($r^2 = 0.99$) la relación lineal del peso seco obtenido con respecto al peso húmedo y al número de semillas por fruto.

$$f(x) = 0.28X_1 + 0.282X_2$$

En donde:

- f (x): Peso seco de semillas/fruto (g)
- X_1 : Peso húmedo de semillas/fruto (g)
- X_2 : Número de semillas/fruto

El modelo hace referencia a que cuando aumenta en un gramo el peso húmedo (manteniendo constante el número de semillas), el peso seco aumenta en promedio 0.28 g. Así mismo cuando se agrega una semilla (manteniendo constante el peso húmedo de las semillas), el peso seco aumenta en un promedio de 0.282 gramos.

Esta función es importante ya que se puede obtener el peso seco de las semillas, sin necesidad de realizar el proceso de fermentación y secado el cual dura aproximadamente 10 días.

2.7.5.2 Regresión de peso de semilla seca

El peso de la semilla esta asociado al largo y grosor de las mismas, razón por la cual se tomarón en cuenta para el modelo. El modelo explica en un 88% ($r^2 = 0.88$) la relación lineal existente entre el peso seco de semilla con respecto a la longitud y grosor de las mismas.

$$f(x) = -2.052 + 0.812X_1 + 1.696X_2$$

En donde:

f (x): Peso seco de semilla (g)

X₁: Longitud de semilla seca (cm)

X₂: Grosor de semilla seca (cm)

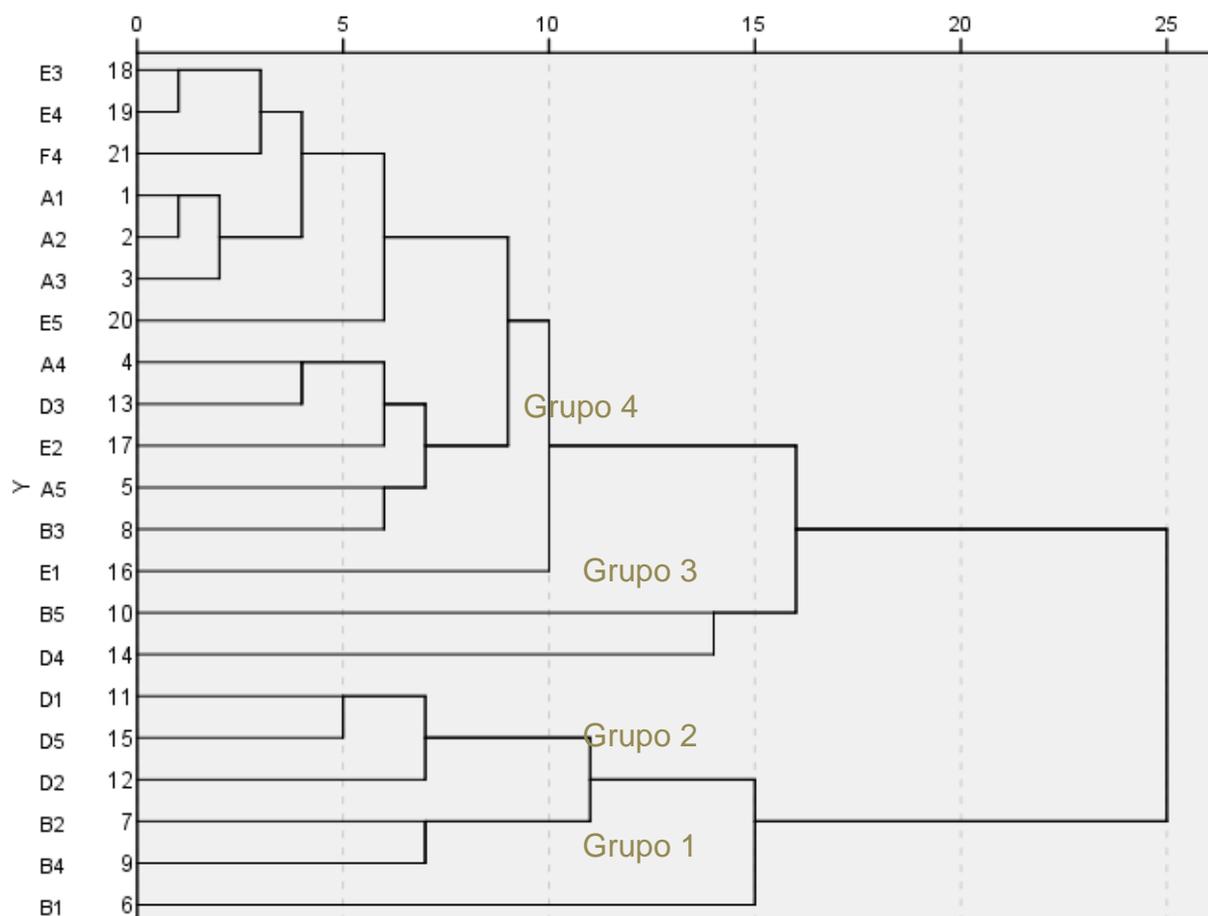
En el modelo se puede observar que ante un incremento unitario de longitud de la semilla (manteniéndose constante el grosor), el peso seco de la semilla aumenta en promedio 0.812 gramos. Mientras que al mantener constante la longitud de la semilla, se obtiene un aumento de 1.696 gramos en el peso de la semilla al aumentar una unidad en el grosor de la misma. Esta función permite conocer el peso seco de una semilla, midiendo únicamente el largo y grosor de la misma; tomando en cuenta que en el campo es difícil determinar pesos por el poco acceso a balanzas, mientras que medir longitudes es más sencillo.

En el análisis de regresión se determinaron dos ecuaciones las cuales son de suma importancia para los productores, siendo estas el peso seco de las semillas y peso de cada una, los cuales son obtenidos posteriormente al proceso de fermentación y secado.

El peso seco de semillas por fruto mostró dependencia del peso húmedo y del número de semillas por fruto. Mientras que el peso seco mostró dependencia de la longitud y grosor de la semilla seca. Estas ecuaciones permiten predecir valores de peso seco de semillas y peso seco de una semilla sin realizar el proceso largo de fermentación y secado, utilizando instrumentos sencillos de medición.

2.7.6 Análisis de conglomerados

El análisis se realizó usando el programa SPSS, se incluyeron todas las características cuantitativas de fruto y semilla. La estructura obtenida por el método de agrupamiento jerárquico inter-grupo y la distancia euclídea, se representa por medio del siguiente dendrograma.



FUENTE: Datos de campo 2,010.

Figura 30. Dendrograma del agrupamiento de árboles de cacao denominados superiores con distancia euclídea 15.

Se identificaron cuatro grupos a una distancia de 15. El grupo 1 agrupó a 1 árbol (B1), el grupo dos agrupó a cinco árboles (B4, B2, D2, D5 y D1), el grupo tres agrupó a dos árboles (D4 y B5) y el grupo cuatro agrupó a 13 árboles (E1, B3, A5, E2, D3, A4, E5, A3, A2, A1, F4, E4 y E3).

El grupo uno se caracterizó por tener el grosor de paredes del fruto y largo de semilla más alto de todos los árboles estudiados.

El grupo dos es el grupo con las mejores características ya que presentó alto peso, longitud y diámetro del fruto. Así mismo el mayor número de semillas y peso seco de las mismas y mayor longitud ancho y grosor de estas.

El grupo tres presentó también semillas largas y anchas, pero se caracterizó por tener un número alto de frutos por árbol.

El grupo cuatro presentó los valores más bajos de todas las variables, pero así mismo son datos que se encuentran cerca del promedio general de cada variable estudiada.

Los grupos de mayor importancia son el uno y el dos ya que agrupan a los seis mejores árboles en cuanto a buenas características cuantitativas de peso alto de frutos, semillas grandes y alto número de semillas por fruto.

El análisis de conglomerados permitió identificar el grado de similitud entre los árboles de esta localidad. Se identificaron cuatro grupos los cuales se diferenciaron de acuerdo a los valores de las variables cuantitativas, sin embargo estos a una distancia euclídea de 15 conformaron un único grupo, lo cual se puede explicar a que estos árboles provienen de un mismo banco de germoplasma. Por tal motivo es importante mencionar que en el año 1954 se estableció la Estación de Fomento “Los Brillantes” en el municipio Santa Cruz, Muluá en el departamento de Retalhuleu, este proveyó de clones de cacao a la mayoría de plantaciones actualmente establecidas en el municipio El Asintal, Retalhuleu.

2.7.7 Selección de árboles superiores

2.7.7.1 Bases de selección

Las bases para seleccionar los mejores árboles de cacao se realizaron tomando en cuenta las características de importancia en la productividad y en el proceso de industrialización del cacao, así como la resistencia a mazorca negra *P. palmivora* B. En el siguiente cuadro se muestran cada una de ellas.

Cuadro 27. Criterios agronómicos para selección de clones de cacao

Características agronómicas	Categoría		
	Bajo	Medio	Alto
a) El peso del fruto (g)	< 524	525 – 624	> 625
b) El índice de fruto	> 20	19 -17	< 16
c) El número de semillas por fruto	< 29	30 – 39	> 40
d) El índice de semilla (g)	< 1.29	1.30 - 1.70	> 1.71

FUENTE:Monterroso, D (2010).

2.7.7.2 Selección de árboles superiores

De los 21 árboles superiores que presentaron fructificación se seleccionaron los que presentaron las mejores características agronómicas. En el siguiente cuadro se muestran los árboles con las mejores características.

Cuadro 28. Distribución de los árboles de cacao de acuerdo a las mejores características agronómicas.

No.	Código	Peso/f ruto > 625 g	No. semillas/f ruto > 40	Índice de fruto < 16	Índice de semilla >1.71	Incidencia mazorca negra
1	A1		X			25
2	A2					0
3	A3		X			16.7
4	A4					5.9
5	A5					0
6	B1	X			X	75
7	B2	X	X	X	X	25
8	B3					11.8
9	B4	X		X	X	0
10	B5					11.8
11	D1	X	X	X	X	0
12	D2	X	X			10
13	D3					0
14	D4	X				0
15	D5	X	X	X	X	0
16	E1					0
17	E2					0
18	E3					0
19	E4					0
20	E5					28.6
21	F4					33.3

FUENTE: Datos de campo 2,010.

De acuerdo al cuadro anterior se seleccionaron seis árboles los cuales presentan las mejores características agronómicas. A continuación se describen cada uno de ellos:

A) Árbol superior B1

Este árbol pertenece a una plantación del Caserío Aurora Castillo y es del tipo trinitario, además presenta frutos de color rojo con amarillo con forma de angoleta. Tiene frutos con peso promedio de fruto de 805.7 g, 35 semillas por fruto, índice de semilla de 1.8 g y un índice de fruto de 16. Cabe mencionar que presentó incidencia de mazorca negra *P. palmivora* B. sin embargo es una plantación que no cuenta con manejo de esta enfermedad ya que está asociado a cultivo de café el cual es de prioridad para el productor.

B) Árbol superior B2

Árbol perteneciente a una plantación en el Caserío Aurora Castillo, es del tipo trinitario y presenta frutos de color rojo con amarillo y forma de angoleta. Tiene frutos con peso promedio de 662.4 g con 40 semillas, índice de semilla de 1.9 e índice de fruto de 14. Así mismo presentó incidencia de mazorca negra *P. palmivora* B. al igual que la plantación anterior carece de manejo.

C) Árbol superior B4

Este árbol pertenece a una plantación en el Caserío Aurora Castillo, es del tipo trinitario y presenta frutos de color rojo con amarillo.

Tiene peso promedio de fruto de 855.2 g y número de semillas por fruto de 38, por otra parte tiene un índice de semilla de 2.1 e índice de fruto de 13. Este árbol no presentó incidencia de mazorca negra *P. palmivora* B., lo cual es de esperarse ya que se encuentra ubicado en un área dentro de la plantación con pocos árboles de sombra de café.

D) Árbol superior D1

Este árbol pertenece a la plantación de la Finca Montes Eliseos, es del tipo trinitario y presenta frutos de color rojo con amarillo y forma de angoleta, el mesocarpo es rugoso y cotiledones de color púrpura. Presenta peso promedio de fruto de 884.4 g y 40 semillas por fruto. Así mismo índice de semilla de 1.7 e índice de fruto de 15. Este árbol no presentó incidencia de mazorca negra *P. palmivora* B.

E) Árbol superior D2

Este árbol pertenece a la plantación de la Finca Montes Eliseos y es del tipo trinitario, frutos de color rojo con amarillo y forma de angoleta. El peso promedio de fruto es de 725.8 g, con 45 semillas por fruto, así como un índice de semilla de 1.3 e índice de fruto de 17. Este presentó incidencia de mazorca negra *P. palmivora* B., de 10% sin embargo tiene buenas características cuantitativas.

F) Árbol superior D5

Este árbol pertenece a la plantación de la Finca Montes Eliseos, es del tipo trinitario con fruto de forma amelonada y color rojo con amarillo. Los frutos presentaron pesos promedio de 900.1 g y 40 semillas por fruto. Por otra parte tiene índice de semilla de 1.9 e índice de fruto de 13. Este árbol no presentó incidencia de mazorca negra *P. palmivora* B.

En general se puede decir que se acepta la hipótesis ya que existen seis árboles superiores en el municipio El Asintal los cuales presentaron buenas características en el fruto y semilla las cuales se relacionan positivamente en el aumento de la productividad de este cultivo en el área.

2.8 CONCLUSIONES

- Esta investigación permitió describir las características morfológicas cuantitativas y cualitativas del cacao del municipio El Asintal, Retalhuleu. Se determinó que de los 21 árboles superiores evaluados solo el 9% presentó una productividad de 398.9 kg/ha a 494.6 kg/ha y un 19% entre 207.2 kg/ha y 303 kg/ha, el resto tienen producciones bajas.
- El 29% de los árboles evaluados, presentó un índice de fruto de 13 a 18.4, el cual es un buen indicador para seleccionar árboles superiores de cacao. Mientras que para el índice de semilla el 14% presentó un peso mayor del 1.87 gramos. El 47.62% de árboles tiene forma de fruto en angoleta y otro 47.62% forma de fruto amelonada. El 57.14% son frutos de color amarillo y el resto de rojo con amarillo. El 76.19% presentó frutos con mesocarpo ligeramente rugoso y el 90.48% tuvo cotiledones de coloración púrpura.
- El 43% de los árboles estudiados presentaron incidencia de mazorca negra *P. palmivora* B., sin embargo cabe aclarar que no existe manejo de esta enfermedad en las plantaciones evaluadas.
- El peso seco de la semilla es explicado por el peso húmedo y por el número de semillas por fruto, presentando un coeficiente de determinación de 0.99. Mientras que el largo y grosor de las semillas explican el peso de la semilla con un coeficiente de determinación de 0.88.
- Se diferenciaron cuatro grupos de los árboles estudiados, de los cuales el grupo uno y dos conforman los seis mejores árboles (B1, B2, B4, D1, D2 y D5) por su peso mayor de fruto de 625 g, número de semillas por fruto mayor de 40, índice de fruto menor a 16 e índice de semilla mayor de 1,71 gramos.

2.9 RECOMENDACIONES

- Se debe continuar con el estudio de los seis árboles seleccionados para re-evaluar la información de cada uno, así como para tener mayor certeza de la productividad en condiciones normales de precipitación.
- Los seis árboles seleccionados deben ser multiplicados por propagación vegetativa, para asegurar la conservación genética que muestran estos individuos.
- Evaluar la reacción a Mazorca Negra *P. palmivora* B., mediante métodos de inoculación de esporas de este fitopatógeno a estos seis árboles, para corroborar la incidencia natural mostrada en el campo.
- Realizar un estudio molecular de estos árboles seleccionados ya que las buenas características productivas pueden sufrir modificaciones al ser reproducido por semilla. Esto es importante ya que actualmente se están distribuyendo estos materiales por reproducción sexual.
- Los resultados obtenidos en esta investigación no se pueden generalizar a otras plantaciones, por lo que se recomienda corroborar los mismos bajo condiciones ambientales diferentes.

2.10 BIBLIOGRAFIA

1. Abadie, TA; Berretta, SF. 2003. Caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos (en línea). Montevideo, Uruguay. Consultado 24 nov. 2010. Disponible en [http:// www.Fagro.edu.uy/dptos/bioveg/fitotecnia/Documentos/Caracterización y evaluación-derecursos-fitogenéticos.pdf](http://www.Fagro.edu.uy/dptos/bioveg/fitotecnia/Documentos/Caracterización_y_evaluación-derecursos-fitogenéticos.pdf)
2. 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. 127 p.
3. Arguello, O; Mejía, L; Palencia, C. 2000. Origen y descripción botánica. *In* Tecnología para el mejoramiento de sistemas de producción de cacao. Bucaramanga, Colombia, Corpoica. p. 10-12.
4. Astorga, C. 2008a. La genética del cacao en Guatemala (diapositivas). Guatemala, CATIE. 23 diapositivas, color.
5. Astorga, C. 2008b. Selección de árboles superiores de cacao (diapositivas). Guatemala, CATIE. 17 diapositivas, color.
6. AyestasVillega, ED. 2009. Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de *Theobroma cacao* L. en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 58 p.
7. BOTANICAL (El Mundo de las Plantas), ES. 2010. Producción de cacao en el mundo (en línea). España. Consultado 7 Jun. 2010. Disponible en: <http://www.zchocolat.com/z34/chocolate/chocolate/produccion-cacao.asp>
8. Castillo, I. 2010. Diagnóstico de plantaciones de cacao en el municipio El Asintal, Retalhuleu (entrevista). El Asintal, Retalhuleu, Guatemala, APROCA (Asociación de Productores de Cacao).
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. Enríquez, GA. 1966. Selección y estudio de las características de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 97 p.
11. Enríquez, GA. 2004. Cacao orgánico: guía para productores ecuatorianos. Quito, Ecuador, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 360 p.(Manual 54).

12. Esquivel, O; Soria, VJ. 1967. Algunos datos sobre la variabilidad de algunos componentes del rendimiento en poblaciones de híbridos interclonales de cacao. *Cacao (CR)* 12(4):1-8.
13. Falconer, DS. 1976. *Introducción a la genética cuantitativa*. Trad. por F Márquez Sánchez. México, CECSA. 430 p.
14. ICCO (Organización Internacional del Cacao, GB). 1991. Resumen estadístico. *Boletín del Cacao (GB)* 21.
15. ICCO (Organización Internacional del Cacao, GB). 2005. Resumen estadístico. *Boletín del Cacao (GB)* 45.
16. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2004. Censo nacional agropecuario 2003: número de fincas censales, superficie cultivada y producción obtenida ciclo 2002/2003 en cultivos perennes y semipermanentes. Guatemala. tomo 3.
17. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2010. Datos de precipitaciones mensuales del año 2010 en estación meteorológica Retalhuleu (en línea). Guatemala. Consultado 14 Mar. 2011. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorología/ESTACIONES/RETALHULEU/lluvia%20mm%20RETALHULEU.htm>
18. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la República de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.
19. _____. 2007. Programa de apoyo a los agronegocios (en línea). Guatemala. Consultado 12 Mar. 2010. Disponible en: http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_upie/documentos/cacao_agronegocios.pdf
20. Monterroso Salvatierra, D. s.f. Estudio de la bioecología y selección de clones élite en función de sus características agronómicas y calidad del grano para incrementar la productividad del agrosistema. Guatemala, Proyecto Agrocyt / Facultad de Agronomía, USAC 024-2005- CONCYT- Guatemala. 88 p.
21. Pérez Enríquez, MR. 2009. Monografía del municipio El Asintal, Retalhuleu, Guatemala. Lic. Trabajo Social. Guatemala, USAC. 114 p.
22. Pound, FJ. 1932. The genetic constitution of cacao crops 1. *In Annual Report of Cacao Research 1931-1945*. Trinidad, Trinidad y Tobago, Imperial College of Tropical, Agriculture. p. 9-26.

23. PROAMAZONIA (Programa para el Desarrollo de la Amazonia, PE). 2004. Manual del cultivo del cacao (en línea). Perú. Consultado 12 Mar. 2010. Disponible en:
http://webmail.radiomaranon.org.pe/radiomaranon.org.pe/redmaranon/archivos/cacao_manual_cultivo.pdf
24. Soria, VJ. 1966. Obtención de clones de cacao por el método de índices de selección. Turrialba, Costa Rica, CATIE. s.p.
25. Toxopeus, H; Jacob VJ, 1970. Studies on the number of beans per pod. *In* Annual Report 1968-1969. Nigera, Cocoa Research Institute of Nigeria Ibadan.105 p.
26. Urquhart, DH. 1963. Cacao. La Habana, Cuba, Instituto del Libro. 322 p. (Edición Revolucionaria).



CAPITULO III

SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO EL ASINTAL, RETALHULEU.

3.1 PRESENTACIÓN

El municipio El Asintal se encuentra ubicado en la costa Sur de Guatemala y pertenece al departamento de Retalhuleu. En este municipio, actualmente existe gran diversidad de cultivos y dentro de los más importantes están: cacao, hule, banano, plátano, mango, maíz, frijol, entre otros. La mayor parte de las personas se dedican al comercio de productos generados en la localidad y a la agricultura.

Gran parte del área del municipio es utilizada para la producción de cacao, por lo que se detectó la oportunidad de apoyar a las familias productoras que se encuentra inscritas en la Asociación de Productores de Cacao del Asintal.

La municipalidad de este municipio trabaja bajo la misión de brindar los recursos necesarios para el desarrollo de los habitantes, por lo cual se realizó un análisis de la situación actual del municipio para determinar las necesidades.

Según el diagnóstico del municipio se determinó la existencia de un botadero de basura a cielo abierto, el cual causa contaminación del suelo, flora y fauna, además de ser inóculo de organismos dañinos para las personas y animales. Por tal motivo se consideró un problema que podía ser resuelto a largo plazo, siempre y cuando existiera intervención de las autoridades y participación de la población a corto plazo.

Para esta problemática se formuló una alternativa integrada con el apoyo de dos profesionales en el área de arquitectura y trabajo social, por lo cual se pensó en la elaboración de un proyecto integrado, el cual consistió en formular un proyecto a nivel de prefactibilidad llamado “Diseño de un centro de acopio para manejo integrado de desechos sólidos en el municipio El Asintal, Retalhuleu”. Como parte del proyecto se realizaron capacitaciones para concientizar a personas claves del municipio para manejar adecuadamente los desechos sólidos.

Por otra parte el diagnóstico de los productores de cacao permitió determinar que existe la necesidad de renovar las plantaciones existentes con variedades de alta productividad y resistentes a enfermedades. La alternativa que se presentó para minimizar la problemática es el establecimiento de un banco de germoplasma con seis distintos clones de cacao los cuales fueron proporcionados por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza de Costa Rica; dicha plantación fue establecida para estudios posteriores de adaptabilidad y producción. Los clones que se establecieron son resistentes a mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) y moniliasis (*Moniliophthoralarori*) las cuales son importantes en nuestro medio ya que esta última enfermedad no existe todavía en esta región.

3.2 ÁREA DE INFLUENCIA

Las actividades a beneficio de la población se desarrollaron exclusivamente en el municipio El Asintal, teniendo en cuenta que existieron algunas actividades que requirieron el apoyo de instituciones que se encuentran fuera de esta localidad, pero el beneficio y desarrollo de las mismas fueron para el municipio, este cuenta con una población de 37,574 habitantes y una extensión territorial de 112 km².

3.3 OBJETIVO

3.3.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar a los habitantes del municipio El Asintal, mediante la realización de actividades agrícolas y sociales que permitan el desarrollo de los mismos.

3.4 SERVICIO NO. 1 DISEÑO DE UN CENTRO DE ACOPIO PARA MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO EL ASINTAL, RETALHULEU.

3.4.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El manejo de la basura es un proceso que necesita ser planificado, para evitar daños a la población, flora y fauna. Estos pueden tener diferente origen, peligrosidad y composición, lo cual es necesario conocer para darle un manejo adecuado. Los residuos orgánicos suelen ser biológicamente inestables por lo que es necesario realizar métodos para lograr la estabilidad de estos, por ejemplo: aboneras. En el municipio El Asintal no existía una planificación para el manejo de la basura, siendo un problema grave porque el basurero se encuentra ubicado cerca de las instalaciones del Instituto Técnico Industrial de esta localidad. Además era totalmente normal para los habitantes depositar la basura en lugares aledaños y basureros clandestinos, por tener poca conciencia lo cual provocaba un alto grado de contaminación ambiental.

3.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Formular un proyecto a nivel de prefactibilidad sobre el diseño de un centro de acopio para manejo de desechos sólidos en el municipio El Asintal, Retalhuleu.
- Concientizar a la población sobre la importancia del manejo de los desechos sólidos y la técnica del reciclaje en el municipio El Asintal, Retalhuleu.

3.4.3 METODOLOGÍA

3.4.1.1 Determinación del área de establecimiento del centro de acopio de basura.

Se tuvo una reunión con los miembros del consejo municipal en la cual se determinó un área factible para establecer el centro de acopio, la cual es la misma que se utiliza como botadero de basura.

3.4.1.2 Concientización del correcto manejo y uso de los desechos sólidos en el casco urbano.

La concientización se desarrolló por medio de capacitaciones dirigidas a personas claves de la población como profesores y alumnos de escuelas del casco urbano. En dichas capacitaciones se explicó la importancia de la basura en nuestro medio y un taller donde se enseñó a clasificar los desechos, por tipo de origen (orgánico e inorgánico). También se gestionó la donación de recipientes en el Programa Moscamed y la municipalidad de El Asintal, para los establecimientos educativos que no contaban con depósitos de basura, estos fueron rotulados con la siguiente inscripción: Orgánico ó Inorgánico, Usac, 2,010.

3.4.1.3 Elaboración del proyecto a nivel de prefactibilidad sobre manejo de desechos sólidos.

Se elaboró un proyecto a nivel de prefactibilidad para definir los recursos humanos y económicos necesarios para construir un centro de acopio para darle manejo a los desechos sólidos provenientes del municipio.

3.4.1.4 Entrega del proyecto a nivel de prefactibilidad al consejo municipal.

Se entregó una copia física y electrónica a los miembros del consejo municipal para ser analizado y avanzar en la ejecución de mismo.

3.4.4 Evaluación

Se formuló el proyecto “Diseño de un centro de acopio para manejo complementario de desechos sólidos” el cual cuenta con toda la metodología necesaria para ejecutar el proyecto por parte de la municipalidad de El Asintal.

Se elaboraron 10 capacitaciones de sensibilización a las siguientes escuelas del municipio:

- Escuela Oficial Mixta El Asintal.
- Escuelas Abiertas El Asintal.
- Escuela Oficial Mixta El Asintal, Jornada Vespertina.
- Escuela Rural Mixta El Centro, Cantón El Centro.
- Instituto Técnico Industrial, El Asintal.

También fueron donados por el Programa Moscamed, 4 recipientes para depositar basura a la Escuela Oficial Mixta El Asintal (jornada vespertina) y 4 recipientes donados por la municipalidad El Asintal a la Escuela Rural Mixta El Centro.

3.4.5 Constancias



Figura 31. Situación del basurero municipal de El Asintal.



Figura 32. Capacitación en Escuelas Abiertas, El Asintal.



Figura 33. Capacitación en Escuela Oficial Mixta El Asintal.



Figura 34. Selección de los desechos según origen (Orgánico e Inorgánico)



Figura 35. Encalado de bordillos aledaños a la Escuela Oficial Mixta, El Asintal.



Figura 36. Cuantificación de la proporción de los desechos sólidos según origen.



Figura 37. Rotulación de recipientes para depositar basura.



Figura 38. Entrega de recipientes de basura en escuelas.

3.5 ESTABLECIMIENTO DE UN JARDÍN CLONAL DE CACAO (*THEOBROMA CACAO* L.) PARA INVESTIGACIÓN EN LA FINCA MONTES ELÍSEOS EN EL ASINTAL, RETALHULEU.

3.5.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los habitantes de El Asintal dedican a diferentes actividades dentro de las cuales se encuentra la producción de cacao (*T. cacao* L.), razón por la cual existe la Asociación de Productores de Cacao del Sur Occidente en este municipio. Esta asociación se fundó en el año 2007 por iniciativa de los productores de cacao de este municipio. Las personas inscritas en esta asociación reciben ayuda técnica sobre el manejo de las plantaciones, pero no contaban con plantas de cacao destinadas específicamente para obtención de material vegetativo que fueran productivas y resistentes a plagas y enfermedades, para renovar sus plantaciones.

3.5.2 OBJETIVOS

- Realizar la distribución espacial de los seis clones de cacao, mediante el diseño experimental bloques completamente al azar.
- Identificar los distintos clones de cacao en la injertación.
- Georeferenciar la ubicación de los árboles de sombra presentes en el jardín clonal.
- Elaborar hoja de datos Excel®, para análisis de variables de producción y resistencia a enfermedades de clones de cacao.

3.5.3 METODOLOGÍA

3.5.3.1 Distribución espacial de las plantas en el jardín clonal.

Las plantas se distribuyeron en una hectarea de terreno siguiendo el diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. En cada repetición se establecieron seis tratamientos aleatoriamente conformados por los seis clones (CATIE R-1, CATIE R-4, CATIE R-6, CC-137, ICS-95 y PMCT-58). Cada tratamiento tuvo dos hileras paralelas de 17 plantas correspondiendo a un clon diferente. Las plantas se sembraron a una distancia de 3.0 X 3.0 m. Se elaboró un croquis con la distribución espacial de los clones. A continuación se puede observar el croquis de la distribución:

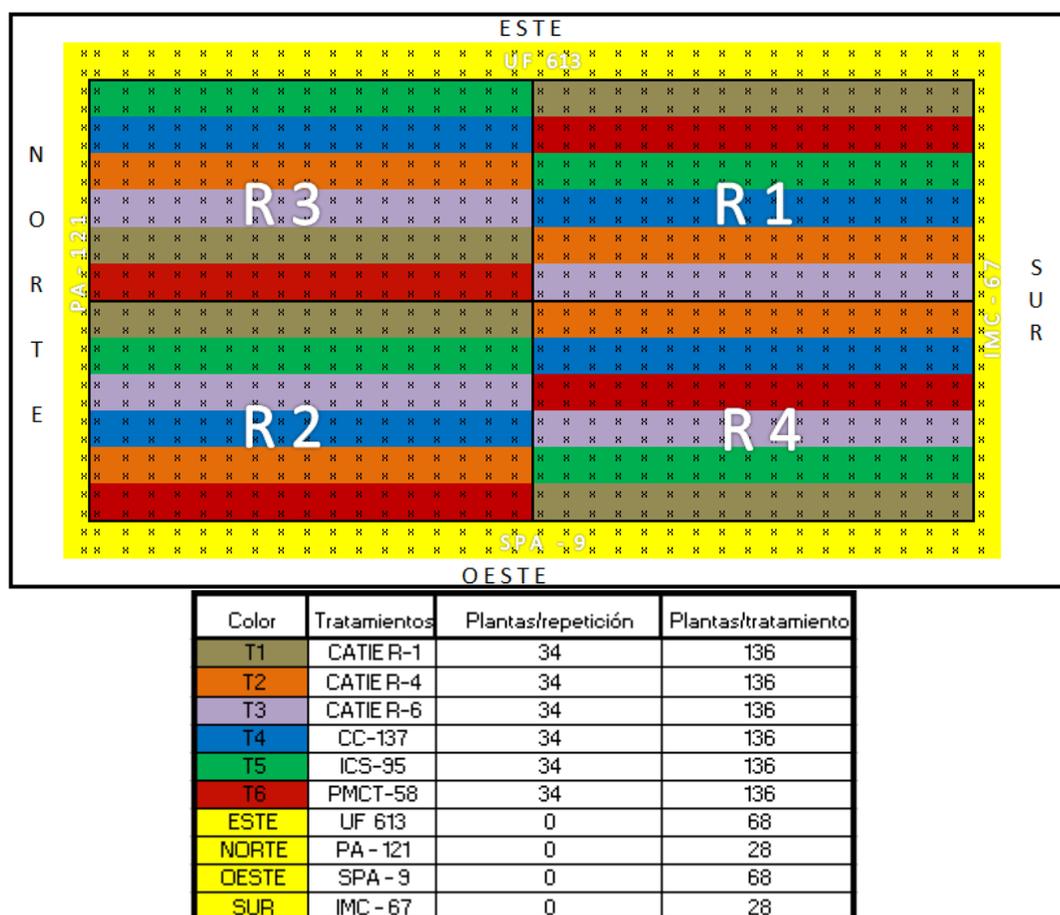


Figura 39. Distribución espacial de clones en jardín clonal.

3.5.1.2 Identificación de clones de cacao en la injertación.

Las plantas fueron injertadas con los seis diferentes clones de cacao, posteriormente se le colocó en el cuello de cada planta una cinta de nylon de color diferente para cada clon, en la cinta se escribió el nombre respectivo de cada injerto y la fecha de injertación. A continuación se presenta la forma en que se realizó la identificación:

Cuadro 29. Representación de clones por color de cinta.

Nombre del clon	Color cinta nylon
Catie R-1	Amarillo
Catie R-4	Café
Catie R-6	Rojo
CC-137	Azul
ICS-95	Verde
PMCT-58	Blanco

3.5.1.3 Identificación de la ubicación de los tratamientos en campo definitivo.

Se colocaron estacas con cintas de nylon de diferente coloración al inicio de cada surco en el campo, de acuerdo a la descripción anterior. Estas se utilizaron para indicar la ubicación de cada clon en el jardín clonal al momento del transplante.

3.5.1.4 Localización espacial de los árboles de sombra en el jardín clonal.

Se ubicaron espacialmente los distintos árboles de sombra presentes en el jardín clonal, por medio de un sistema de posicionamiento global (GPS) y mediciones con cinta métrica. También se realizó un conteo de árboles por especie presentes en el área. A continuación se puede observar la distribución de los árboles, así como la cantidad de especies presentes en el área:

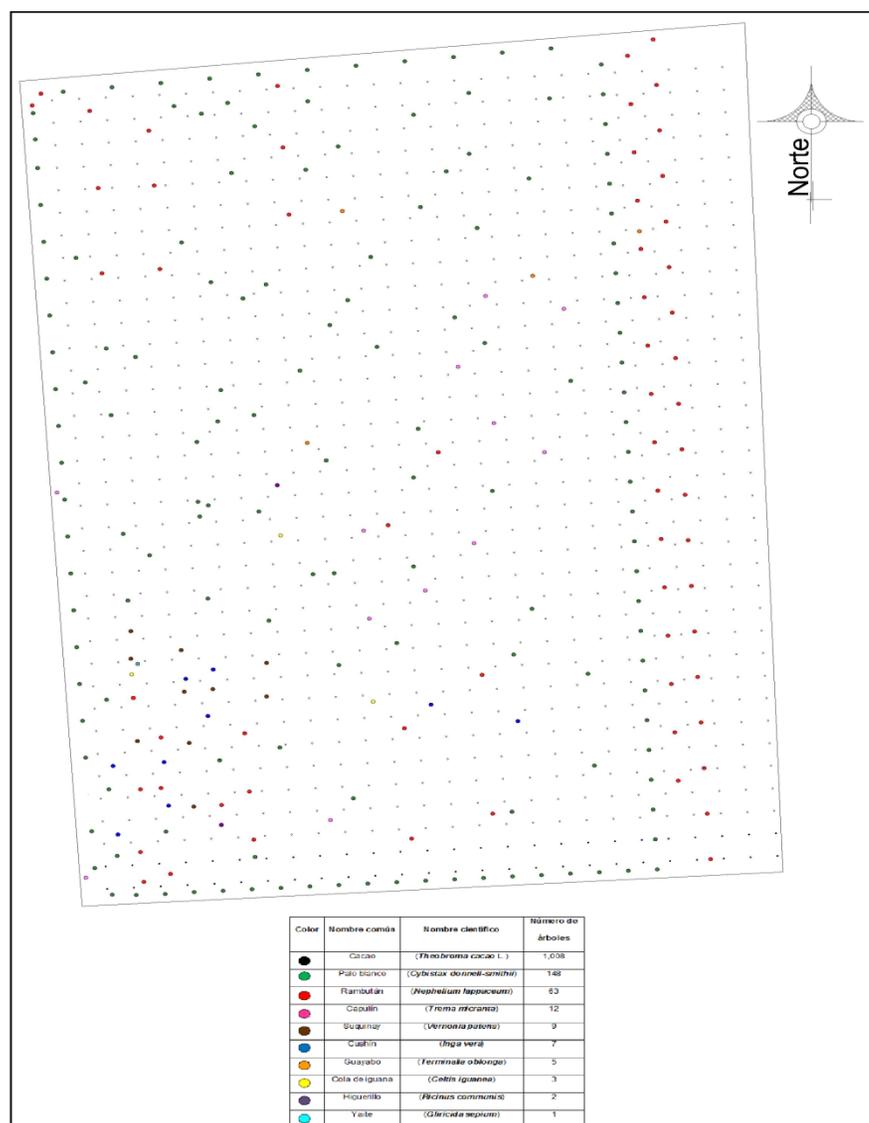


Figura 40. Distribución espacial de árboles de sombra.

3.5.1.5 Elaboración de hoja de datos Excel® para análisis de variables de producción y resistencia a enfermedades de clones de cacao.

Se realizó una hoja electrónica en Excel® que se utilizará posteriormente para ingresar los datos obtenidos en la cosecha de los 816 árboles de cacao. En dicha hoja se colocó un código a cada árbol y serán evaluados según el tipo de clon por medio del análisis de varianza y prueba múltiple de medias.

3.5.1.6 Apoyo en el mantenimiento del jardín clonal.

Se apoyaron distintas actividades realizadas en el área de establecimiento del jardín clonal, así como en el vivero. Dentro de estas actividades están:

Cuadro 30. Descripción de actividades realizadas en el establecimiento del jardín clonal.

No.	Actividad	Descripción
1	Control de malezas del jardín clonal.	Se realizaron 4 aplicaciones de herbicida Paraquat y 2,4-Diclorofenoxiacético. Así también se realizó control mecánico.
2	Ahoyado en el área de establecimiento del jardín clonal.	Se realizaron 1,008 agujeros de 40cm x 40cm x 40cm. para el transplante de los seis clones de cacao.
3	Verificación del transplante de clones de cacao en el jardín clonal.	Se transplantaron 28 plantas del clon CC-137, 50 plantas del clon Catie R-6, 55 plantas del clon PMCT-58, 77 plantas del clon Catie-R4, 132 plantas del clon Catie R-1 y 122 plantas del clon ICS-95. Haciendo un total de 464 plantas transplantadas.
4	Injertación de plantas de cacao en el vivero.	Se injertaron 1,050 plantas con el injerto de parche de los distintos seis clones de cacao, provenientes de Honduras. Del total de plantas injertadas pegaron 804 clones.

3.5.4 Evaluación

Se realizó el establecimiento de un total de 454 plantas de los distintos clones de cacao, haciendo falta un total de 362 lo cual corresponde a un 44%. Las plantas faltantes se encuentran en el vivero y listas para el trasplante. Las demás actividades fueron realizadas en su totalidad.

3.5.5 Constancias



Figura 41. Identificación de plantas después de la injertación.



Figura 42. Colocación de estacas por tratamiento.



Figura 43. Plantas de cacao establecidas en jardín clonal.



Figura 44. Posicionamiento espacial de árboles de sombra.

REGRESAR REGISTRO DE PRODUCCIÓN DEL JARDÍN CLONAL DE CACAO (Theobroma cacao L.)											
Datos generales											
Ubicación del diseño: Finca Montes Eliseos, El Asintal, Retalhuleu.						* (F#P#): F# indica el número de fila de Este a Oeste y P# indica el número de planta de Norte a Sur					
Institución beneficiada: Asociación de Productores de Cacao del Suroccidente (APRODCA)						** Largo en centímetros de un grano tomado de la parte media de					
Cultivo: Cacao (Theobroma cacao L.)											
Nombre de los clones: Catie R-1, Catie R-4, Catie R-6, CC-137, ICS-95, PMCT-58.											
Código* (F#P#)	Nombre del clon (Tratamiento)	Repetición o bloque	Fecha de injertación (día/mes/año)	Fecha de trasplante (día/mes/año)	Fecha de primera cosecha (día/mes/año)	Número de mazorcas cosechadas sanas	Número de mazorcas con mazorca negra	Número de mazorcas con monilla	Peso en baba (kg)	Tamaño de grano (cm)	Peso seco de semillas (kg)
F01P01	ICS-95	3		09/06/2010							
F01P02	ICS-95	3									
F01P03	ICS-95	3									
F01P04	ICS-95	3									
F01P05	ICS-95	3									
F01P06	ICS-95	3									
F01P07	ICS-95	3									
F01P08	ICS-95	3									
F01P09	ICS-95	3									
F01P10	ICS-95	3									
F01P11	ICS-95	3									
F01P12	ICS-95	3									
F01P13	ICS-95	3									
F01P14	ICS-95	3									
F01P15	ICS-95	3									
F01P16	ICS-95	3									
F01P17	ICS-95	3									
F01P18	Catie R-1	1									
F01P19	Catie R-1	1									
F01P20	Catie R-1	1									
F01P21	Catie R-1	1									
F01P22	Catie R-1	1									
F01P23	Catie R-1	1									
F01P24	Catie R-1	1									
F01P25	Catie R-1	1									

Figura 45. Hoja electrónica de Excel® para evaluar producción.