	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 158
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ			
Jefe División de Biblioteca	Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad			

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): JENIFER CAROLINA APELLIDOS: BAUTISTA ORTIZ

FACULTAD: CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA AGRONÓMICA

DIRECTOR:

NOMBRE (S): JESÚS ANTONIO APELLIDO (S): RAMIREZ SULVARAN

TÍTULO DEL TRABAJO DIRIGIDO: CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PLANTAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L) CON POTENCIAL FINO DE AROMA EN LA VEREDA EL ECUADOR (MUNICIPIO DE SARDINATA)

RESUMEN

Se realizó la caracterización morfológica de diez (10) plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el municipio de Sardinata Norte de Santander, ya que esta zona cuenta con cercanía a la cuenca del Lago Maracaibo donde según bibliografías existen plantas de cacao con potencial de fino de aroma, por lo que existe la probabilidad de la presencia de materiales promisorios en la región y se busca establecer una investigación y rescate de estos materiales para posibles programas de mejoramiento y dar un valor agregado a los granos producidos en la región, así como proyectar un rublo más competitivo con miras a mercado de exportación ya que estos granos son muy apetecidos en países europeos. De esta manera basándonos en el manual práctico para caracterización morfológica de cacao descrito por (Jiménez *et al.*, s.f) y adaptado de (Engels *et al.*, 1980). Se definieron los árboles a caracterizar por método observacional y comparación seguidamente se tomaron accesiones de ellos como hojas, frutos y semillas para la aplicación de diferentes descriptores cualitativos y cuantitativos proporcionando información morfológica, agronómica y productiva, siendo de interés la morfológica. De igual forma se realizó un análisis sensorial para saber el porcentaje de almendras criollas y el sabor y aroma de las mismas.

El 90% de los árboles mostraron arquitectura erecta y apariencia vigorosa, todas las hojas evaluadas se identificaron como cartáceas y el peso medio de los frutos estuvo entre 403,51 g y 43 semillas por fruto, la forma y color de los frutos predominante fue elíptica y amarillo respectivamente, así mismo la profundidad y grosor de surcos tanto primarios como secundarios estuvo en un promedio de 0,62mm y 1mm respectivamente, los frutos mostraron una rugosidad ligera e intensa, las semillas evaluadas mostraron una forma ovoide y algunas semillas elíptica, finalmente el color del cotiledón generalmente de un violeta claro, rescatando una planta con el color del cotiledón totalmente blanco.

Del mismo modo en los tres análisis sensoriales se mostró entre un 20% y 22% de almendras criollas, a su vez sabores de amargor y astringencia fueron encontrados en todas las muestras por el mal manejo de post cosecha, sabores y aromas de frutas, panela, malta y nuez fueron encontrados en baja proporción en los granos, pero de gran importancia, ya que son característica de los granos finos de aroma. Se sugiere realizar un estudio molecular y organoléptico tanto a las plantas seleccionadas como a sus frutos y granos, para una futura propagación.

Palabras clave: cacao fino de aroma, criollo, cotiledón, descriptores morfológicos, valor agregado.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS 156 PLANOS ILUSTRACIONES 78 CD-ROM

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PLANTAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)
CON POTENCIAL FINO DE AROMA EN LA VEREDA EL ECUADOR (MUNICIPIO DE
SARDINATA)

JENIFER CAROLINA BAUTISTA ORTIZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2019

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PLANTAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L)
CON POTENCIAL FINO DE AROMA EN LA VEREDA EL ECUADOR (MUNICIPIO DE
SARDINATA)

JENIFER CAROLINA BAUTISTA ORTIZ

Proyecto modalidad trabajo dirigido presentado como requisito para optar por el título de
Ingeniero Agrónomo

Director:

JESUS ARTURO RAMIREZ SULVARAN

Lic. Biología y Química M.Sc. en Agronomía Mención Producción Vegetal, Ph.D. en Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2019

**ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

FECHA: 13 de diciembre de 2019 .

HORA: 8:00 a.m.

LUGAR: Sala de Fotografía

PLAN DE ESTUDIOS: Ingeniería Agronómica

TITULO DEL TRABAJO DE GRADO: Modalidad DIRIGIDO Titulado
"CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE PLANTAS DE CACAO (*Theobroma
cacao L*" CON POTENCIAL FINO DE AROMA EN LA VEREDA EL ECUADOR
(MUNICIPIO DE SARDINATA).

JURADOS: EVARISTO ALBERTO CARVAJAL VALDERRAMA
GLORIA ISABEL DUARTE DELGADO
CAMILO ERNESTO GUERRERO ALVARADO


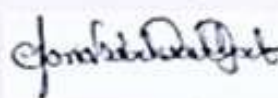
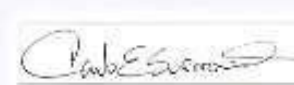
DIRECTOR: JESUS ARTURO RAMIREZ SULVARAN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACIÓN
JENIFER CAROLINA BAUTISTA ORTIZ	1620454	4.4

OBSERVACIONES:

APROBADO

FIRMA DE LOS JURADOS

Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular





**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA
LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Cúcuta,

Señores
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS
Ciudad

Cordial saludo:

Jenifer Carolina Bautista Ortiz, identificado(s) con la C.C. N° 1093772917, autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado Caracterización morfológica de plantas de cacao (*Theobroma cacao L*) con potencial fino de aroma en la vereda Ecuador municipio de Sardinata presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo; autorizo(amos) a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet etc.; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que “**los derechos morales del trabajo son propiedad de los autores**”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Jenifer Carolina Bautista Ortiz

FIRMA Y CEDULA

1093772917

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. El Problema	15
1.1 Título	15
1.2 Planteamiento del Problema	15
1.3 Formulación Del Problema	17
1.4 Justificación	17
1.5 Objetivos	18
1.5.1 Objetivo General	18
1.5.2 Objetivos Específicos	19
1.6 Alcances y Limitaciones	19
1.7 Delimitaciones	20
1.7.1 Espacial.	20
1.7.2 Temporal.	20
1.7.3 Conceptual.	20
2. Marco Referencial	22
2.1 Antecedentes	22
2.2 Marco Teórico	25
2.2.1 Origen	25
2.2.2 Taxonomía	25
2.2.3 Grupos Genéticos	26
2.2.4 Cacaos criollos de Colombia	27
2.2.5 Cacaos criollos de Venezuela	27
2.2.6 Cacao Forastero	28
2.2.7 Cacao Forasteros de Colombia	29
2.2.8 Forasteros de Venezuela	30
2.2.9 Cacao Trinitario	30
2.3 Marco Contextual	30
2.4 Marco Legal	31
3. Diseño Metodológico	33
3.1 Tipo de Investigación	33
3.2 Población y Muestra	33

3.2.1 Población	33
3.2.2 Muestra	33
3.3 Etapas del desarrollo del Proyecto	33
3.4 Instrumentos	36
3.4.1 Reconocimiento de los lotes en campo y materiales de estudio.	36
3.4.2 Definición de descriptores propuestos en el protocolo de caracterización morfológica.	36
3.5 Técnicas de Recolección de Datos	37
3.6 Técnicas de análisis	37
4. Materiales y métodos	38
4.1 Caracterización de la planta	38
4.1.1 Arquitectura de la planta	38
4.1.2 Formación de la ramificación	39
4.1.3 Altura desde el suelo hasta el primer verticilo o ramificación	40
4.1.4 Diámetro del tronco a 10 cm del suelo	41
4.1.5 Caracterización de las hojas	41
4.1.6 Largo de la hoja	42
4.1.7 Ancho máximo de la hoja	42
4.1.8 Relación largo ancho (l/a)	43
4.1.9 Largo desde la base de la hoja hasta el punto más ancho de la misma (LBA)	44
4.1.10 Relación largo-largo de la base a la parte más ancha de la hoja (L/LBA)	44
4.1.11 Ápice y base de la hoja	45
4.1.12 Base de la hoja	45
4.1.13 Ápice de la hoja	46
4.1.14 Textura de la hoja	47
4.1.15 Características del fruto	47
4.1.16 Partes del fruto	48
4.1.17 Color del fruto	49
4.1.18 Intensidad de antocianina en los lomos del fruto inmaduro	50
4.1.19 Intensidad de antocianina en los surcos primarios del fruto inmaduro	51
4.1.20 Forma del fruto	52
4.1.21 Constricción basal	54
4.1.22 Ápice del fruto	55
4.1.23 Rugosidad de la superficie de la mazorca	56
4.1.24 Peso del fruto	56

4.1.25 Largo ancho y grosor del fruto	57
4.1.26 Apariencia de pares de lomos	58
4.1.27 Profundidad de los surcos primarios y surcos secundarios	58
4.1.28 Grosor de la pared de la cascara (surcos primarios y secundarios)	59
4.1.30 Peso de la semilla	60
4.1.31 Cantidad de semillas por frutos	61
4.1.33 Forma de la semilla en sección longitudinal	62
4.1.34 Largo ancho y espesor de la semilla	63
4.1.35 Peso fresco de 5 semillas.	63
4.1.36 Peso seco de las semillas	64
4.1.37 Peso seco de la semilla sin testa	65
4.1.38 Peso seco de la testa	65
4.1.39 Color del cotiledón	65
4.2 Metodología para el análisis sensorial.	66
4.3 Análisis sensorial	67
5. Resultados	68
5.1 Características con descriptores cuantitativos	68
5.2 Características cuantitativas y cualitativas de las plantas	68
5.3 Análisis certificados de calidad	118
6. Discusión	126
7. Conclusiones	142
8. Referencias Bibliográficas	144
9. Anexos	154

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Especies de plantas perteneciente al género Theobroma.	26
Tabla 2. Descriptores morfológicos escogidos para la caracterización.	35
Tabla 3. Exposición de los resultados cuantitativos en un breve resumen.	117

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa político del municipio de Sardinata con sus veredas	21
Figura 2. A. Erecto o (<90). B. Intermedio (91-135). C. Decumbente (>135)	38
Figura 3. Simple: una sola rama.	39
Figura 4. Intermedia: dos ramas.	39
Figura 5. Verticilada: 3 o más ramas.	40
Figura 6. Altura de la planta desde el suelo hasta su primer vértice.	40
Figura 7. Diámetro del tronco.	41
Figura 8. Largo de la hoja.	42
Figura 9. Ancho de la hoja.	43
Figura 10. Relación largo ancho de la hoja.	43
Figura 11. LBA de la hoja.	44
Figura 12. Relación L (LBA) de la hoja. $3= L/LBA= <2$ ovoide; $5= L/LBA=2$ Elíptica; $7= L/LBA > 2$ Obovada	45
Figura 13. Base de la hoja. A: $1=<90^\circ$ aguda. B: $2=>90^\circ$ obtusa. C= $<180^\circ$ redondeada. D: $4=$ cordiforme.	46
Figura 14. Ápice de la hoja. A. $1=$ agudo B. $2=$ acuminado largo C. $3=$ acuminado corto.	46
Figura 15. Textura de la hoja. Textura de la hoja. A. Cartácea. B. Coriácea. C. Otros.	47
Figura 16. 1. Ápice del fruto. 2. Base del fruto. 3. Lomos del fruto. 4. Surcos del fruto. 5. Semillas.	49
Figura 17. Color del fruto.	50
Figura 18. Intensidad de antocianina en los lomos del fruto.	51
Figura 19. Intensidad de antocianina en los surcos del fruto.	52
Figura 20. Forma del fruto. A= Oblonga. B= Elíptica C= Obovada. D= Redondeada. E= Esferoide.	53
Figura 21. Forma del fruto. A= Oblonga. B= Elíptica C= Obovada. D= Redondeada. E= Esferoide.	53

Figura 22. Construcción basal del fruto. A= 0 ausente. B= 3 ligera. C= 5 intermedia. D= 7 pronunciada.	54
Figura 23. Construcción basal del fruto. A= 0 ausente. B= 3 ligera. C= 5 intermedia. D= 7 pronunciada.	55
Figura 24. Ápice del fruto. A= 1 atenuado. B= 2 agudo. C= 3 obtuso. D= 4 redondeado. E= 5 mamiforme. F= 6 atenuado en curva.	55
Figura 25. Rugosidad de la superficie de la mazorca del fruto. A= 0 ausente. B= 3 ligera. C= 5 intermedia. D= 7 intensa.	56
Figura 26. Peso del fruto.	57
Figura 27. Caracterización de la cascara del fruto.	57
Figura 28. Apariencia de pares de lomos del fruto. A= 0 fusionados. B= 3 ligeramente separados. C=5 intermedios. D= 7 bien separados. E= 9 equidistantes.	58
Figura 29. Profundidad de surcos primarios y secundarios en frutos.	59
Figura 30. Grosor de la pared de la cascara del fruto. A= surco primario. B= surco secundario.	60
Figura 31. Peso de la semilla.	61
Figura 32. Cantidad de semillas.	61
Figura 33. Peso fresco de la semilla.	62
Figura 34. Forma de la semilla. A= 1 oblonga. B= 3 elíptica. C= 5 ovoide.	62
Figura 35. Medición de largo ancho y espesor de semillas.	63
Figura 36. Peso fresco de 5 semillas.	64
Figura 37. Secado de semillas en estufa.	64
Figura 38. Descascarillado de semilla.	65
Figura 39. A. Observación de color de las semillas B. Comparación de color de la semilla con la tabla Munsell.	66
Figura 40. Planta CLMC 11.	69
Figura 41. Peso seco de semillas de la planta CLCM 11.	72

Figura 42. Fruto de la planta CLMC 11.	73
Figura 43. Color de la semilla de la planta CLMC 11.	74
Figura 44. Planta CLMC 12.	74
Figura 45. Peso seco de semillas.	77
Figura 46. Forma fruto planta CLMC 12.	78
Figura 47. Planta CLMC 13.	79
Figura 48. Forma, color y otras características del fruto y de semillas de la planta CLMC 13.	82
Figura 49. Apreciación color de la semilla del fruto de la planta CLMC 13.	83
Figura 50. Apreciación de color y forma de la semilla en fruto de la planta CLMC 13.	83
Figura 51. Planta CLMC 14.	84
Figura 52. Medición de surcos y grosor de la pared del fruto.	86
Figura 53. Muestra de diferentes frutos.	88
Figura 54. Color de cotiledón para fruto de la planta CLMC 14.	89
Figura 55. Planta CLMC 15.	90
Figura 56. Peso seco de semillas de la planta CLMC 15.	93
Figura 57. Fruto de la planta CLMC 15.	94
Figura 58. Color de la semilla de frutos de la planta CLMC 15.	95
Figura 59. Planta CLMC 16.	96
Figura 60. Fruto de la planta CLMC 16.	98
Figura 61. Planta CLMC 17.	99
Figura 62. Peso seco semillas de la planta CLMC 17.	102
Figura 63. Color del cotiledón para las semillas de la planta CLMC 17.	104
Figura 64. Planta CLMC 18.	104
Figura 65. Fruto de la planta CLMC 18.	108
Figura 66. Color del cotiledón para las semillas de la planta CLMC 18.	109
Figura 67. Planta CLMC 19.	109

Figura 68. Fruto de la planta CLMC 19.	112
Figura 69. Color del cotiledón de las semillas de la planta CLMC 19.	113
Figura 70. Planta CLMC 14.	114
Figura 71. Perfil sensorial del cacao. Observaciones: Color marrón chocolate, olor a esmalte, sabores simples.	120
Figura 72. Perfil sensorial del cacao. Observaciones: color marrón chocolate, olor a fermento y aceitunas, sabor lácteo.	121
Figura 73. Perfil sensorial del cacao. Observaciones: Color marrón claro, olor a frutas maceradas, sabor a tierra húmeda.	122
Figura 74. Charla en campo sobre caracterización morfológica de cacao en la vereda Ecuador municipio de Sardinata Norte de Santander.	123
Figura 75. Muestras de caracterización en granos de cacao.	123
Figura 76. Muestras de caracterización en granos de cacao.	124
Figura 77. Caracterización de planta, hojas y frutos de Theobroma cacao L. en la vereda Ecuador municipio Sardinata Norte de Santander.	124
Figura 78. Caracterización de frutos y granos de cacao.	125

Introducción

El Cacao *Theobroma cacao* L. es un árbol nativo de regiones húmedas tropicales del Norte del Sur de América clasificado mundialmente en tres grandes grupos morfo geográficos; forastero, criollo y trinitario debido a sus diversas variabilidades en cuanto a color, dimensiones y formas de las diferentes partes del árbol como flores, frutos y semillas. El cacao fue clasificado botánicamente por Carlos Linneo, como un árbol de 4-8 m de alto y que en forma silvestre puede crecer de 10 hasta 20 metros, perteneciente a la familia de las malváceas. (Bhattacharjee & Kumar, 2007).

Un importante segmento en el mercado cacaotero mundial es el cacao fino o de aroma, que representa entre 6% y 8% de la producción mundial de cacao y que se origina en un 80% en América Latina; Es por eso que se busca promover el uso de materiales promisorios de cacaos criollos en las Colombia y generar mayor valor agregado para impulsar la competitividad (Porter, 1985), y una mayor participación de Colombia en los mercados internacionales del cacao y sus derivados. Aumentar la producción de cacao fino de aroma en Colombia conllevaría a un impacto social positivo para los cultivadores y, en un escenario de postconflicto, este fruto sería uno de los más indicados para reemplazar los cultivos ilícitos, así como una buena fuente de ingreso para los cultivadores; esto debido al buen precio nacional e internacional que actualmente se registra. Barajas, *et al.*, (2018).

El objetivo de este trabajo es caracterizar plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona del Catatumbo municipio de Sardinata que tengan características de fino de aroma darlos a conocer a nuestros productores y así impulsar este cultivo a mercados internacionales generando sostenibilidad del cultivo y generando cambios positivos frente a problemáticas sociales.

1. El Problema

1.1 Título

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PLANTAS DE CACAO (*Theobroma cacao L*) CON POTENCIAL FINO DE AROMA EN LA VEREDA EL ECUADOR (MUNICIPIO DE SARDINATA).

1.2 Planteamiento del Problema

El mercado mundial reconoce dos categorías de grano de cacao: “fino o de aroma” y “corriente” o “común” se estima que el 95% de las producciones de cacao pertenecen al corriente donde sus mayores productores corresponden a países como África, Asia y Brasil. Mientras que el 5% restante corresponde a cacao fino o de aroma, los cuales presentan características específicas en el color y forma de la mazorca y de las semillas a lo que constituyen que se clasifiquen como fino de aroma y sean muy apetecidos por los grandes fabricantes de chocolate de alta calidad (Anecacao, 2009).

Según la Organización Internacional del Cacao ICCO (2018) los principales países productores de cacao en los últimos años a nivel mundial pertenecen continente africano, en el primer lugar con un total de 3063,1 mil toneladas en periodo de 2015/16, 3063,1 mil toneladas en periodo de 2015/16 siendo Costa de Marfil uno de sus mayores productores, seguido por Ghana, Nigeria y Camerún. En segundo lugar, se encuentra el continente americano con un total de 714 mil toneladas en el periodo 2015/2016 donde Ecuador es el mayor productor seguido por

Brasil, Perú, República Dominicana y Colombia en último lugar con producciones de 53 mil toneladas para los años 2015/16. El continente asiático y Oceanía son los menores productores con 337 mil toneladas en los años 2015/16. (ICCO, 2018).

En Colombia el departamento con mayor producción es Santander con un área de 53.200 hectáreas y una producción de 22.117 toneladas, y el de menor producción Cesar con un área: 4.700 hectáreas y una producción de 1.169 toneladas. En cuanto a nuestro departamento Norte de Santander se encuentra dentro de los últimos en la lista con un área: 13.500 hectáreas y una producción: 1.656 toneladas y finalmente (Granados & Muñoz, 2017).

El municipio de Sardinata cuenta con aproximadamente 2.800 hectáreas de cacao sembradas, con las condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo del cultivo. Los cultivadores les interesa obtener grandes producciones para obtener mayores ganancias. Sin embargo, los productores no tienen en cuenta la producción de un cacao de alta calidad porque en el comercio local no tiene demanda.

En la actualidad no hay evidencia clara de estudios de que en la vereda Ecuador Municipio de Sardinata Norte de Santander existan materiales de cacao fino de aroma provenientes del sur del lago los cuales poseen buenas características organolépticas, sin embargo con los programas del gobierno y Fedecacao de saneamiento de cultivos y aumento de producción de los mismos, antiguos materiales establecidos en la zona han sido reemplazados por clones más productivos como el CCN 51. No obstante en la actualidad existe la gran probabilidad de que algunos reductos de estos materiales de fino de aroma del sur del lago todavía se encuentren en la región,

por ello surge la necesidad de buscar estos materiales promisorios para futuros programas de mejoramiento o rescate para dar un valor agregado a los granos producidos en la región y así proyectarse como un rublo más competitivo en la región.

En este sentido, hasta el momento no se ha estudiado si existen materiales finos de aroma con características morfológicas de cacao del sur del Lago de Maracaibo en la vereda Ecuador del municipio de Sardinata. Por lo anterior surge la necesidad de resolver la siguiente pregunta de investigación.

1.3 Formulación Del Problema

¿Con características morfológicas semejantes a los materiales del sur del Lago de Maracaibo existirán plantas de cacao en el municipio de Sardinata en la vereda Ecuador del departamento Norte de Santander con potencial de sabor fino de aroma?

1.4 Justificación

En el estado Zulia y Táchira de Venezuela se han identificado materiales de origen criollo, exactamente en la cuenca del lago de Maracaibo. En Norte de Santander república de Colombia tiene una región que se ubica en esta misma cuenca del lago de Maracaibo, esta zona corresponde a la región del Catatumbo. Por lo que es de suma importancia realizar el estudio en las zonas debido a que los materiales podrían tener las características únicas de sabor y aroma las cuales son muy apetecidas por Estados Unidos y países europeos para la fabricación de chocolate de alta calidad.

Realizado el estudio y hallazgo de dichos cultivares con las características específicas de fino de aroma es de gran importancia realizar una multiplicación masiva de dichos materiales, para que estos sean comercializados internacionalmente y de esta manera posicionarnos como uno de los países exportadores de cacao de alta calidad, además del aumento del precio que trae para los productores y el efecto positivo que se genera para promover la siembra de cultivos de cacao de fino de aroma en Colombia y la sostenibilidad del sistema de producción.

Es importante identificar los cacaos finos de aroma en el municipio de Sardinata, departamento Norte de Santander por dos razones, la primera porque los productores podrán ofrecer un cacao más competitivo en el mercado internacional de cacao fino y aroma. Ya que este producto es muy apetecido por los mercados europeos y el mercado de cacao de Estados Unidos. Y la otra razón para rescatar ese material autóctono que podría encontrarse en la zona debido no solo a la cualidad de calidad sino a la resistencia contra plagas y enfermedades que estos materiales tengan y luego realizar la selección y propagación de estos materiales para restablecer cultivos de cacao de fino de aroma.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Identificar características morfológicas de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L) con potencial fino de aroma en la vereda Ecuador del municipio de Sardinata, Norte de Santander.

1.5.2 Objetivos Específicos

Identificar las propiedades cualitativas y cuantitativas de los órganos de las plantas de cacao (*Theobroma cacao* L) con potencial fino de aroma proveniente de fincas de la vereda Ecuador Municipio de Sardinata, Norte de Santander.

Determinar el porcentaje de cacaos criollos en las muestras de grano seco producidos en la vereda el Ecuador del municipio de Sardinata.

Comparar las características de las plantas encontradas en el municipio de Sardinata con plantas del sur de Maracaibo por medio de descriptores morfológicos establecidos en referencias bibliográficas.

Socializar el proyecto a productores con aras de fomentar la propagación y restablecimiento de materiales de cacao con características de fino de aroma que se encuentren en la región.

1.6 Alcances y Limitaciones

El proyecto se llevó a cabo en la vereda Ecuador perteneciente al municipio de Sardinata. En esta zona existen plantaciones de clones y plantaciones procedentes de materiales desconocidos, siendo estos últimos el objetivo del trabajo, debido a que podían tener características de plantas con potencial fino de aroma.

La caracterización morfoagronómica se realizó a 10 plantas de cacao con los atributos deseados, se realizaron las debidas mediciones en campo y la toma datos correspondientes y seguidamente el transporte del material vegetal hacia la ciudad de Cúcuta en donde se efectuó el estudio de los descriptores que se deben medir en laboratorio, el cual fue otorgado por la Universidad Francisco de Paula Santander sede Campos Elíseos (municipio de Los Patios). El trabajo pretendió caracterizar plantas de cacao con potencial fino de aroma importantes para la zona y el departamento.

Las principales limitaciones fueron el difícil acceso a la zona por problemas de orden público y alto presupuesto para el traslado hacia los lugares de investigación.

1.7 Delimitaciones

1.7.1 Espacial. Este estudio se llevó a cabo en la región del Catatumbo específicamente en la vereda de Ecuador municipio de Sardinata, el Municipio tiene una altitud de 300 msnm, y una temperatura promedio de 29°C.

1.7.2 Temporal. El proyecto de investigación tomó un tiempo de 3 meses para su completa ejecución y desarrollo.

1.7.3 Conceptual. En el proyecto de investigación se determinaron los conceptos de Identificación de plantas de cacao con características fino de aroma; Descriptores para planta, hojas, brotes y frutos e Índices de grano y de mazorca.

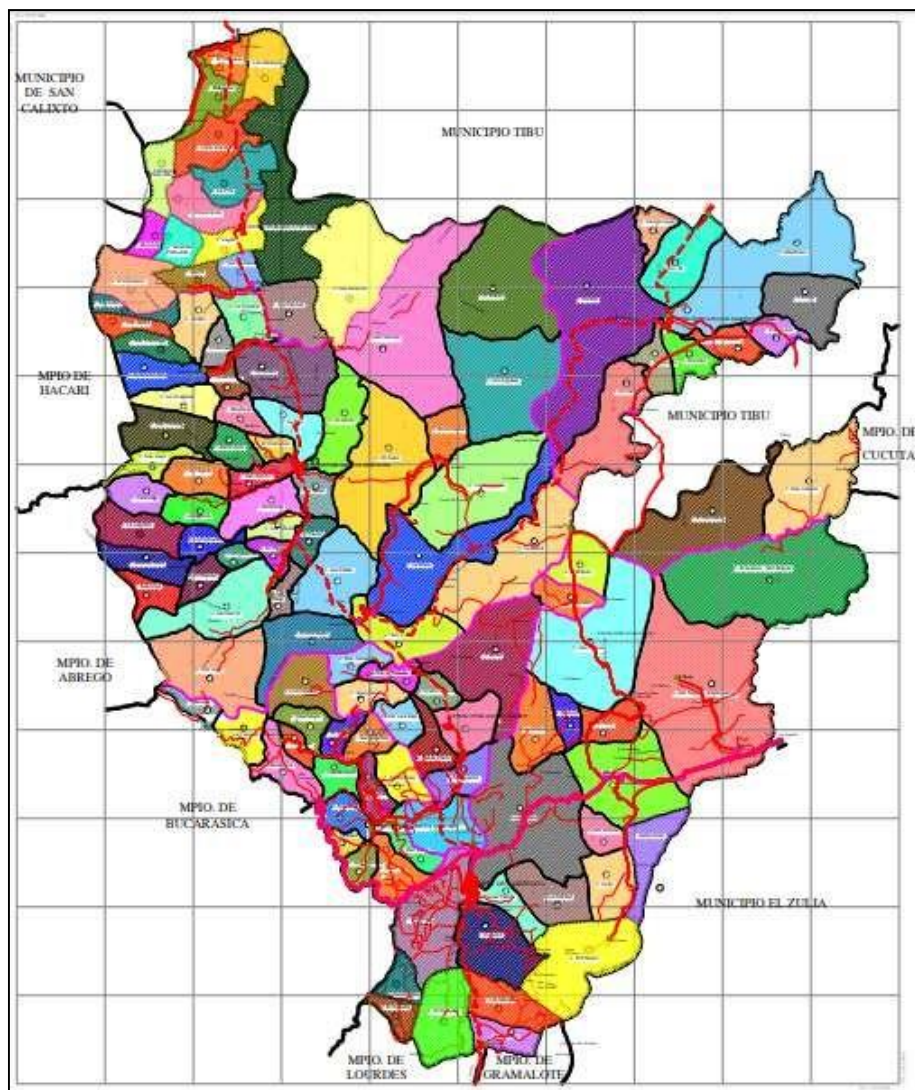


Figura 1. Mapa político del municipio de Sardinata con sus veredas.

Fuente: Extraído de: <https://studylib.es/doc/7223611/sardinata-sardinata>.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

De acuerdo a revisiones de antecedentes bibliográficos realizados teniendo en cuenta el tema del anteproyecto realizado presentamos una lista breve y descriptiva de algunos proyectos y documentos más importantes.

(De Ramírez *et al.*, 2011) En su estudio de descripción morfológica de frutos y semillas del Cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao*. l) en el sur del lago Maracaibo evaluaron la morfología de los frutos clasificados por color: blancos, verdes, rojos en plantas ubicadas en colección de trabajo CESID-Cacao CORPOZULIA, siguiendo la metodología descriptores morfológicos para el cacao. Se obtuvo en los frutos que la profundidad del surco primario y secundario no superaron los 2 mm, constricción basal ausente, ápice atenuado curvado en frutos blanco y atenuado para rojos y verdes, el número de semillas promedio fue 24,40, oblongas y cotiledones blancos, el mayor valor de índice de almendra fue 1,38 para el fruto verde e índice de mazorca 32,34 para frutos blancos, permitiendo establecer estándares del Criollo Porcelana.

A proporción de Reinaldo A Mora, (2000) CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE CACAOS (*Theobroma cacao* L.) TIPO CRIOLLO EN EL ESTADO TACHIRA.

La metodología se basó en los descriptores morfológicos de cacao, sus clases y sus modus operandi, para los caracteres de frutos y almendras. En la interpretación de los resultados se utilizó estadística simple y análisis multivariante que incluye análisis de Spearman, conglomerados y estimación curvilínea, donde se obtuvieron tres grupos, los cuales fueron

presentados en un dendograma. El grupo (I) formado en su mayoría por criollo de Macanillo, el grupo (II) Novillero y el grupo (III) formador por Trinitarios y que se encuentran en la fría.

(Deras & López, 2017). En su tesis doctoral de caracterización morfoagronómica *in situ* de Cacao criollo (*Theobroma cacao l.*) en lugares de prevalencia natural y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio en el salvador que llevó a cabo en diferentes municipios del El Salvador en un periodo de seis meses (julio a diciembre de 2016) donde se caracterizaron alrededor de 47 árboles de cacaos productivos, se utilizaron descriptores morfoagronómicos propuestos por Cocoa Research Unit-University of West Indians (Trinidad y Tobago), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP), y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela (INIA). Se encontraron 10 árboles de cacao con características de “criollo fino de aroma” con el 100% de semillas de color blanco.

(García *et al.*, 2015). En su estudio de caracterización *in situ* de la variabilidad morfológica del cacao (*Theobroma cacao l.*) de la provincia de Pastaza selecciono plantas con un comportamiento notable en cuanto a producción y resistencia a enfermedades. Fueron valorados 48 individuos entre los cuales destacaban testigos como CCN-51 y el ICS-95, caracterizados por su alta producción y calidad industrial, así como resistencia a moniliasis. Se evaluaron 32 variables, tanto cualitativas como cuantitativas del fruto, semillas, hojas y flores con el objetivo de caracterizar los individuos, lo que fue analizado estadísticamente mediante análisis multivariado. Las características de las flores fueron los descriptores que permitieron separar individuos con mayor exactitud, los que se agruparon hacia los clones utilizados como testigos, así como por sectores, lo que demostró regionalización de los materiales analizados

respondiendo el sector Triunfo hacia el cacao Nacional, Canelos hacia el ICS95 y el sector Arajuno que no mostró afinidad con los clones testigos. Se seleccionaron 25 árboles destacados.

(Ballesteros *et al.*, 2015). En su evaluación de caracterización morfológica de los árboles de Cacao de élite (*Theobroma cacao l.*) en Tumaco, Nariño, Colombia. Con el objetivo de estudiar y caracterizar los árboles de cacao en Tumaco, Nariño (Colombia) y establecer su variabilidad morfoagronómica. La caracterización se realizó utilizando un análisis de componentes principales (PCA), múltiples Análisis de correspondencia (ACM) y análisis de conglomerados. En el PCA, los primeros cinco componentes explicaron el 70,2% de la variación. Los tres primeros componentes se caracterizaron por la productividad, mientras que los dos últimos mostraron un bajo índice

De vainas y granos. En el MCA, los tres primeros factores expresaron el 39.5% de la variación. Los tres primeros correspondieron al cundeamor cacao, vértice agudo de la vaina, ausencia de antocianinas en frutos maduros, sin pulvinus notables, estaminodos sin antocianinas y moderadamente susceptibles a *Moniliophthora perniciosa*. Los dos últimos componentes reportaron tolerancia a *M. roreri* y *Crinnipellis perniciosa*, pigmentación intensa de antocianina en los botones florales y fruta en forma de Angoleta.

(Bermúdez *et al.*, 2015). En su estudio de caracterización morfológica de cinco clones de (*Theobroma cacao l.*) en el Municipio de Cartagena del Chairá, Caquetá Tuvo como objetivo la caracterización morfológica de los clones de *Theobroma cacao L.* RMC-1, RMC-2, RMC-3, RMC-4 y RMC-5, bajo condiciones de sistema en monocultivo. La caracterización morfológica

se llevó a cabo en las variables de árbol donde se aplicaron ocho descriptores, hoja se utilizó siete descriptores, flor con 21 descriptores, los frutos con 19 descriptores y la semilla con siete descriptores cuantitativos y cualitativos. Se realizaron análisis de varianza, análisis multivariado y descriptivo de acuerdo a las variables.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Origen

Según antecedentes el cacao tiene su origen en la antigua América central donde mayas y aztecas lo cultivaban antes del contacto español, estas culturas realizaban una mezcla de cacao con maíz, vainilla, chili y otras especies derivando una bebida a la que llamaron chocolatl (Riger, 2006). Por otro lado, Schultes (1984) formuló que una vez el cacao se había esparcido a través del valle del Amazonas y podría haberse esparcido por dos rutas: una al norte y la otra al oeste de esta manera, la domesticación del cacao ocurrió en Sudamérica y los indios lo llevaron a Centroamérica y el sur de México. Estudios recientes basados en el polimorfismo de longitud en los fragmentos de restricción (RFLP) y análisis de Microsatélites sugieren totalmente que el cacao se originó en el alto amazonas en Sudamérica y luego fue introducido por humanos en América central (Motamayor et al., 2002).

2.2.2 Taxonomía

El cacao (*Theobroma cacao* L.) clasificado por Carlos Linneo en la familia de las malváceas con un número cromosómico $2n=20$ (Bhattacharjee & Kumar, 2007) se han descrito 22 especies en seis secciones (Cuatrecasas, 1964) (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de plantas perteneciente al género Theobroma.

SECCIÓN	ESPECIE
Andropetalum	<i>T. mammosum</i>
Rhytidocarpus	<i>T. bicolor</i>
Theobroma	<i>T. cacao</i>
Glossopetalum	<i>T. angustifolium</i>
	<i>T. canumanense</i>
	<i>T. chocoense</i>
	<i>T. cirmolinae</i>
	<i>T. grandiflorum</i>
	<i>T. hylaeum</i>
	<i>T. nemorale</i>
	<i>T. obovatum</i>
	<i>T. simiarum</i>
	<i>T. sinuosum</i>
Oreanthes	<i>T. stipulatum</i>
	<i>T. subincanum</i>
	<i>T. bernouillii</i>
	<i>T. glaucum</i>
	<i>T. speciosum</i>
Telmatocarpus	<i>T. sylvestre</i>
	<i>T. velutinum</i>
	<i>T. gileri</i>
	<i>T. microcarpum</i>

2.2.3 Grupos Genéticos

La clasificación de las poblaciones de cacao en dos grupos fue propuesta en primera instancia por Morris (1982) y las llamó criollo y forastero. El primero de ellos, crece en Venezuela, Colombia, Ecuador, norte de Centroamérica y México y esta forma es considerada como el tipo más antiguamente cultivado. El cacao tipo criollo es subdividido en dos grupos geográficos: criollos de América central y criollos sudamericanos. Los principales tipos criollos incluyen cacao pentágono, cacao real y cacao porcelana.

2.2.4 Cacaos criollos de Colombia

Esta variedad ha sido cultivada en ciertas aéreas pequeñas y localidades de los valles altos (600-1200 msnm) del valle del cauca, caldas, Antioquia y Huila. Poseen mazorcas predominantemente verdes, punta con cinco ángulos recurvada o recta, semillas gruesas, claras o blancas. Según Patiño citado por Soria (1966) en Colombia no existía cacao silvestre antes de la llegada de los españoles, quienes lo introdujeron de México y Centro América. Actualmente quedan muy pocas plantaciones de criollo, ya que han sido reemplazadas por otras de mayor producción o a causa de enfermedades.

2.2.5 Cacaos criollos de Venezuela

Venezuela posee dos tipos de criollos "Criollo de concha decolorada" y "Criollo de concha morada". El "Criollo de Concha decolorada", denominado también de concha "blanca" o "verde", tiene una distribución aproximadamente igual a la del "Criollo de cáscara morada" o "roja" (colorada). Pero los porcentajes de ambos tipos varían de una calidad a otra y, a menudo, entre los mismos cacaotales de una localidad. El primero, antes de su madurez, pero cuando ya las mazorcas están completamente desarrolladas, tiene la cáscara de un color que varía desde verde muy pálido, casi "blanco" hasta el verde intenso; sin embargo, este último color se presenta muy poco; las mazorcas maduras son de color amarillo. El "Criollo de cáscara morada", tiene antes de la madurez un característico color violeta-rojo o morado muy oscuro, algo opacado por una como capa cerosa distribuida en la superficie del fruto; en la época de la madurez el color queda igual o se hace un poco más rojizo. Pero el color puede variar hasta el rojo pardo (sangre de

toro); cuando es carmesí, violado-carmesí o bermellón, puede decirse que es producto de una hibridación, en cuyo caso, las mazorcas maduras presentan un color intermedio entre rojo y anaranjado o anaranjado puro.

En fenotipos más definidos de ambos Criollos puede observarse también una diferencia en el relieve de la cáscara de la mazorca. Ambas son muy verrugosas o arrugadas. El "Criollo de concha colorada" tiene incisiones superficiales más pequeñas y más profundas y la parte verrugosa más densa y erizada, desde los filos hasta la profundidad de los surcos; en este sentido, dicho cacao se acerca al "cacao caimán" (el "alligator cacao" que algunos autores consideran con poca razón como una especie distinta del cacao común: *Theobroma pentagona*). Los surcos son muy profundos y parten desde una amplia extremidad basal hasta el ápice, que por lo regular es puntiagudo y curvado. El "Criollo de concha morada" tiene incisiones superficiales más grandes y menos densas, amplias y achatadas, las cuales no llegan normalmente hasta la profundidad de los surcos. Los surcos son iguales o menos profundos que los del "Criollo de concha decolorada" y mejor desarrollados a lo largo de la mazorca; por lo regular, la extremidad basal es más amplia y plana y la apical igual o menos larga pero menos puntiaguda y encorvada y más gruesa. Luego se verán otras características. Ciferri (1949).

2.2.6 Cacao Forastero

Se ha caracterizado a los forasteros por tener mazorcas ovoides, amelonadas, con diez surcos superficiales o profundos, cáscaras lisas o ligeramente verrugosas, delgadas o gruesas con una capa lignificada en el centro del pericarpio, y los dos extremos redondos y a veces con un

pequeño cuello de botella en la base. Los árboles son más vigorosos, follaje más grande e intenso y más tolerantes a enfermedades que los criollos (Soria, 1966). Los cacaos forasteros, conocidos también como cacaos amazónicos y/o amargos son originarios de América del Sur. Su centro de origen es la parte alta de la cuenca de las Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Esta población es la más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil y proporcionan más del 80% de la producción mundial (Motamayor *et al.*, 2002). El cacao forastero es muy variable y se encuentra en forma silvestre en la parte alta (Perú, Ecuador y Colombia) y baja Amazonia (Brasil, Guayanas y a lo largo del río Orinoco en Venezuela), a este grupo pertenecen todos los cacaos comerciales del Brasil, oeste africano y este de Asia, así como el cacao nacional del Ecuador, y líneas del bajo Amazonas de tipo amelonado que incluye Iquitos, Nanay, Parinari, y Scavina. (Arguello *et al.*, 2000). Estos tipos de cacao son originarios del alto Amazonas y dispersados naturalmente, por dicha cuenca (Braudeau, 1970).

2.2.7 Cacao Forasteros de Colombia

En los departamentos de Antioquia, Caldas, Santander y Huila se cultiva en mayor extensión que los criollos una variedad forastera denominada “pajarito”. Las mazorcas son amelonadas o casi calabacilla, pequeñas de cáscara verde, delgada y lisa con surcos superficiales, semillas moradas y pequeñas. Esta población junto con las trinitarias son las de mayor cultivo en Colombia (Soria, 1966). En el departamento del Vichada en la llanura oriental amazónica, se cultiva en pequeña escala un tipo de cacao forastero, de posible origen local, llamado “amanavén”.

2.2.8 Forasteros de Venezuela

Aunque siempre superior al Forastero Trinitario dimos anteriormente una reducida descripción. Esto se debe a que el Forastero Venezolano típico, el Forastero Venezolano es siempre un poco inferior a los cruces con evidente sangre de Criollo, de los cuales disminuye el porcentaje de sangre de los Criollos y aumenta el de los tipos inferiores de cacao (Ciferri, 1949).

2.2.9 Cacao Trinitario

Constituyen las poblaciones híbridas de cruzamientos espontáneos de criollos y forasteros y tienen características de mazorcas y semillas casi similares o en la mayor parte intermedias a los dos grupos que le dieron origen. Tiene las características del criollo con una mayor frecuencia de mazorcas verdes (Soria, 1966). Se cultiva en México, Centroamérica, norte de Sudamérica, Trinidad, Colombia, Venezuela y oeste de África y suroeste de Asia (Sánchez, 1983). Este grupo se usa como material de injerto para multiplicarlo sin perder sus características, los mejores cruces combinan el sabor del cacao criollo con la rusticidad del forastero, produciendo cacao de mucha demanda por su aplicación en los chocolates de alto grado de “sabor” (Davies, 1986).

2.3 Marco Contextual

El municipio de Sardinata se encuentra ubicado en el valle del río Catatumbo y sus afluentes, en la parte Nororiental del departamento de Norte de Santander. Con unas coordenadas geográficas: Longitud al oeste de Greenwich 73° 21', Latitud Norte 8° 28' el municipio tiene una

altitud de 300 msnm, una extensión de 1431 kms², temperatura de 29°C. El último censo realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, (DANE 2017) Muestra que la población de Sardinata cuenta con 22.733 habitantes

2.4 Marco Legal

RESOLUCIÓN No. 003434 (28 NOV 2005) Por la cual se establecen normas para la producción, distribución y comercialización de material de propagación de cacao.

ARTÍCULO 1.- Establecer normas para la producción, distribución y comercialización de materiales de propagación de cacao y plántulas reproducidas vegetativamente.

Decisión 193 de 1983 Norma Subregional para la Certificación y Control de Calidad para la Comercialización de Semillas. Expedida por la Comunidad Andina.

ARTÍCULO 1.- El objetivo general de la Norma Subregional para la Certificación y Control de Calidad para la Comercialización de Semillas es la adopción de una metodología técnica común para el proceso de certificación y control de calidad, que permita garantizar, a nivel subregional, la producción de semillas de alta calidad y facilitar el intercambio y el comercio de este insumo entre los Países Miembros, con miras a lograr su abastecimiento.

RESOLUCIÓN 3168 DE 2015 Por medio de la cual se reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones.

ARTICULO 1. Reglamentar y controlar la producción importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el

registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento.

Ley 811 de 2003 y sus decretos reglamentarios, en tal forma el 17 de Noviembre de 2009, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural mediante la Resolución 00039 de 2009, “Reconoce la Organización de la Cadena de Cacao y su Agroindustria”, así como al Consejo Nacional Cacaotero y a sus integrantes: productores (Fondo Nacional del Cacao – Fedecacao – y Asociaciones de Productores), sectores académicos y de Investigación, Gobierno Nacional, comercializadores e industriales como el “ cuerpo consultivo del Gobierno Nacional en materia de política para el subsector del cacao” (Artículo 2 de Resolución 000329/09).

Según BIOVERSITY INTERNACIONAL (NORMAS EN LINEA). Normas regidas por Bioversity internacional. Estándares de manejo de los bancos de germoplasma, los cuales se detallan a continuación:

- Estándares para el almacenamiento de semillas para contenedor de almacenamiento.
- Condiciones de almacenamiento para colecciones bases
- Condiciones de almacenamiento para colecciones activas
- Monitoreo de variabilidad de las semillas
- Regeneración
- Estándares para intercambio y distribución de semillas activas
- Personal de bancos de germoplasma y entretenimiento
- Seguridad y protección

Marco estratégico del plan NACIONAL DE DESARROLLO CACAOTERO 2013 – 2023
OBJETIVO CONVERTIR A COLOMBIA EN UN JUGADOR DE CLASE MUNDIAL EN EL
MERCADO DE CACAO FINO Y DE AROMA.

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

El presente proyecto se desarrolló como modalidad trabajo dirigido, en el que se efectuó la caracterización de árboles, hojas y frutos de cacao. Se empleó el método de observación, procedimiento que se aplicó en la toma de datos en campo que se realizó en el municipio de Sardinata en la vereda Ecuador del departamento Norte de Santander.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población. El trabajo se desarrolló en fincas pertenecientes al municipio de Sardinata en la vereda Ecuador perteneciente al departamento Norte de Santander.

3.2.2 Muestra. Las muestras fueron de tipo no probabilístico puesto que se buscaron 10 plantas con características de cacao fino de aroma a las cuales les fue aplicado los criterios de clasificación taxonómicos escogidos.

3.3 Etapas del desarrollo del Proyecto

Para llevar a cabo la ejecución del proyecto se cumplió con las siguientes etapas

ETAPA 1: Se realizaron visitas a las diferentes fincas ubicadas en el municipio de Sardinata Norte de Santander para identificar las plantas con características morfológicas de cacao fino de aroma y su posterior marcación para estudio detallado.

ETAPA 2: Se colectaron los órganos de las plantas previamente identificadas y se transportaron con sumo cuidado y se realizó la rápida evaluación para que dichos órganos no perdieran las propiedades, este estudio se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad Francisco de Paula Santander municipio de Los Patios sede Campo Elíseos.

ETAPA 3: En la etapa de caracterización de semillas se realizó su debido proceso de investigación en el laboratorio, y al finalizar las muestras fueron enviadas para determinar el porcentaje de cacao criollo fino de aroma.

ETAPA 4: basándome en bibliografías, investigaciones y estudios sobre cacao criollo fino de aroma provenientes del Lago de Maracaibo se llevó a cabo una investigación con los materiales encontrados y estudiados en Sardinata Norte de Santander ya que esta zona del Catatumbo conecta con el Lago de Maracaibo.

La metodología se desarrolló de acuerdo al manual práctico para la caracterización morfológica de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Venezuela, basado en Engels *et al.*, (1980).

De acuerdo a la revisión de literatura realizada se seleccionaron descriptores de tipo cualitativo y cuantitativo los cuales se propusieron como posibles descriptores, con el fin de realizar la caracterización de las plantas de cacao, en las que se estudiaron las variables de tallo, hojas, fruto y semillas, conformado por los siguientes descriptores a los cuales se les tomaran los datos para los análisis.

Tabla 2. Descriptores morfológicos escogidos para la caracterización.

VARIABLE	SIGLA
Longitud de la lámina de la hoja(cm)	LH
Ancho máximo de la hoja (cm)	AH
Relación largo-ancho de la hoja	L/A
Largo de la base de la hoja hasta el punto más ancho (cm)	LBA
Longitud del fruto desde la base (cm)	LF
Ancho del fruto en la parte media (cm)	AM
Relación largo/ancho del fruto	LF/AM
Peso del fruto (g)	PF
Profundidad del surco primario (mm)	PS
Profundidad del surco secundario (mm)	PSE
Grosor del lomo (mm)	GL
Grosor surco primario (mm)	GS
Grosor surco secundario (mm)	GSE
Peso húmedo de las semillas por mazorca (g)	PHM
Peso húmedo sin mucilago (g)	PH
Numero de semillas por fruto	NS
Numero de semillas vanas	Vanas
Longitud de la semilla (mm)	LG
Ancho de las semillas (mm)	AG
Grosor de la semilla (mm)	GG
Índice de la mazorca	IM
Índice del grano	IG

Fuente: Seleccionado por el autor a partir de la teoría.

3.4 Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron en campo fueron: plantilla, cinta métrica, tijera, bolsas y costales para la recolección de material, y cámara fotográfica. Los instrumentos que se necesitaron para desarrollar el estudio en laboratorio fueron: regla, balanza analítica, bisturí, aserrín, bandejas, tabla Munsell, un vernier y horno o estufa, también fue necesario la utilización de papelería para la recolección de datos.

3.4.1 Reconocimiento de los lotes en campo y materiales de estudio. Se realizó un recorrido por los lotes de cacao en la vereda ya mencionada, luego se procedió a demarcar los árboles que presentaran características de cacao criollo fino de aroma como lo son: arquitectura de planta, largo y ancho de la hoja, relación largo-ancho de la hoja, forma del ápice de la hoja, base de la hoja, textura de la hoja, color de mazorcas, forma de la mazorca, numero de granos en la mazorca, color de grano, peso de la semilla con y sin mucilago, cantidad de semillas, peso de la semilla seco, largo ancho y grosor de la semilla, índice de grano y luego se llevaron al laboratorio los órganos como: hojas, brotes y frutos de plantas seleccionadas para su caracterización.

3.4.2 Definición de descriptores propuestos en el protocolo de caracterización morfológica.

En este estudio se evaluaron descriptores morfo agronómicos para el árbol, tales como:

- Arquitectura de la planta, vigor de la planta.
- Descriptores de hojas: longitudes y anchor de las hojas, así como descripción de ápice, peciolo, textura color y pubescencia de las mismas.

- Descriptores de brotes: pubescencia y presencia de antocianinas.
- Descriptores de frutos: largo y ancho de los frutos, peso del mismo, profundidad y grosor de surcos primarios y secundarios, forma y contricción basal del fruto, forma del ápice del fruto, apariencia entre lomos, rugosidad de la mazorca, intensidad de antocianina en surcos primarios y secundarios y también en lomos primarios y secundarios, color del fruto tanto en maduro como inmaduro.
- Descriptores de semillas: (labor realizada en laboratorio) peso húmedo de la semilla, peso húmedo sin mucilago, número de semillas por frutos, número de semillas vanas, longitud, ancho y grosor de las semillas. Nota: (Todos estos descriptores expuestos en la realización de la metodología).

3.5 Técnicas de Recolección de Datos

La técnica que se utilizó fue estrictamente observacional, y su posterior toma de datos de las características de interés de la investigación.

3.6 Técnicas de análisis

En esta fase se realizó un ordenamiento y sistematización de los datos obtenidos de la caracterización morfo agronómica y se realizó un análisis mediante la aplicación de estadística descriptiva, se elaboró una matriz de datos cuantitativos realizando un análisis estadístico descriptivo que comprendió: media, máxima, mínima y rango. Para los datos cualitativos se realizó un análisis de frecuencia para poder determinar las categorías más frecuentes dentro de un grupo de accesiones estudiadas.

4. Materiales y métodos

Se emplearon diferentes técnicas para realizar la caracterización cualitativa y cuantitativa de partes de árboles de cacao como; hojas y frutos, además la caracterización morfológica en campo del árbol.

4.1 Caracterización de la planta

Estas características se observaron y se midieron en plantas provenientes de semillas, se tuvo en cuenta observar unas plantas aleatorias para encontrar las características deseadas de la investigación.

4.1.1 Arquitectura de la planta

Esta característica se llevó a cabo en campo y se observó el ángulo interno que se forma entre las dos ramas principales de la primera ramificación según lo expuesto por (Jiménez *et al.*, s/f.) adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 9)

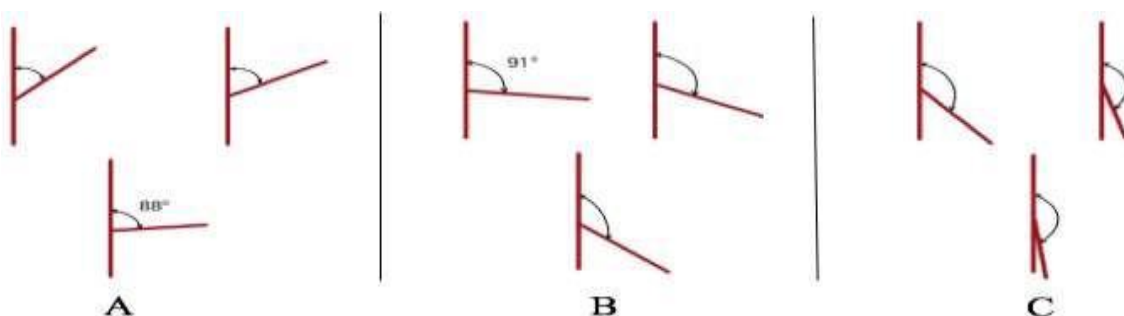


Figura 2. A. Erecto o (<90). B. Intermedio (91-135). C. Decumbente (>135).

Fuente: Extraído de Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.2 Formación de la ramificación

Se observó el tronco principal, se fijó en la primera ramificación y se detalló si existe una, dos o más ramas y se clasificó según lo expuesto por (Jiménez *et al.*, S.f.) En el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 9) (Figura 3).



Figura 3. Simple: una sola rama.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.



Figura 4. Intermedia: dos ramas.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.



Figura 5. Verticilada: 3 o más ramas.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.3 Altura desde el suelo hasta el primer verticilo o ramificación

Se utilizó una cinta métrica, se midió la altura desde el suelo hasta el primer verticilo, en aquellos árboles en que el mismo ha sido eliminado se ubicó en la cicatriz dejada por el corte y se midió desde el suelo hasta dicha cicatriz, siguiendo lo expuesto por (Jiménez *et al.*, s.f.) En el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 10) tal como lo muestra la imagen.



Figura 6. Altura de la planta desde el suelo hasta su primer vértice.

Fuente: Extraído de: manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.4 Diámetro del tronco a 10 cm del suelo

Con una cinta métrica se midió 10 (diez) cm a partir del suelo en el tronco de la planta, luego en dicho punto, se midió el grosor del tronco tal como lo describe (Jiménez *et al.*, s.f.) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 10.)



Figura 7. Diámetro del tronco.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.5 Caracterización de las hojas

Se debió coleccionar hojas maduras del estrato intermedio de la planta, no se coleccionaron brotes ni hojas muy viejas, se procuró que las hojas coleccionadas conservaran todas sus partes, es decir que no tuvieran perforaciones. Se tomó un total de 15 hojas por planta, seguidamente se plasmó o

dibujó la hoja del árbol en una hoja de papel puesto que de esta forma se facilitaron la toma de medidas, o en otros casos se trabajó sobre la misma hoja.

4.1.6 Largo de la hoja

Se tomó una regla y medimos el largo de la hoja desde el punto de inserción del pecíolo hasta el ápice descrito por (Jiménez *et al.*, s.f.) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 12) (Figura 8.)



Figura 8. Largo de la hoja.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.7 Ancho máximo de la hoja

Con una regla se midió el punto más ancho de la hoja de extremo a extremo y se trazó una línea marcando el punto dónde se cruza la nervadura central de la hoja según lo expuesto por (Jiménez *et al.*, s.f.) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 12) (Figura 9).



Figura 9. Ancho de la hoja.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.8 Relación largo ancho (l/a)

Se procedió a dividir el valor obtenido del largo, entre el valor obtenido del ancho según lo expuesto en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao por (Jiménez *et al.*, s.f.) adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 12), (figura 12).

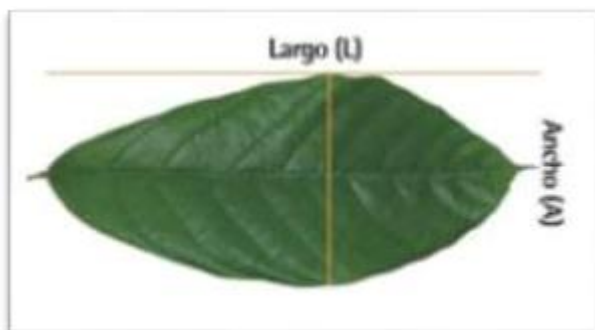


Figura 10. Relación largo ancho de la hoja.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.9 Largo desde la base de la hoja hasta el punto más ancho de la misma (LBA)

Con una regla (Figura 13) se midió desde el punto de inserción del pecíolo hasta el punto más ancho de la hoja (el cual se marcó previamente) descrito por (Jiménez *et al.*, s.f.) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 13)



Figura 11. LBA de la hoja.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.10 Relación largo-largo de la base a la parte más ancha de la hoja (L/LBA)

Se dividió el valor de largo entre el valor de LBA, se calculó la media y se clasifico dichos valores tal como lo expuso (Jiménez *et al.*, s.f.) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 13) y como se muestra:

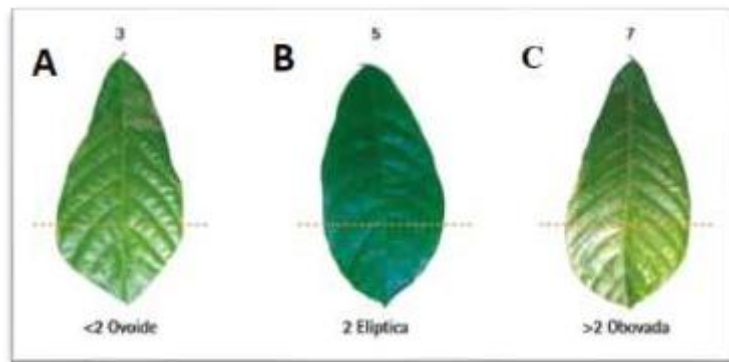


Figura 12. Relación L (LBA) de la hoja. $3 = L/LBA < 2$ ovoide; $5 = L/LBA = 2$ Elíptica; $7 = L/LBA > 2$ Obovada

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.11 Ápice y base de la hoja

Las características de la base y el ápice de la hoja no suelen ser de importancia, ya que dentro de un mismo individuo puede existir una alta variabilidad; sin embargo, dado que tradicionalmente se ha utilizado esta medición, se incluyó en los procedimientos para llevar a cabo dicho trabajo.

4.1.12 Base de la hoja

Se clasificó por el ángulo interno que conforma el margen de la hoja con la nervadura central según lo expuesto por (Jiménez *et al.*, s.f.) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 14) seguidamente trazamos líneas, tal como se muestra en la figura 13 y se procedió a clasificar según los ángulos.

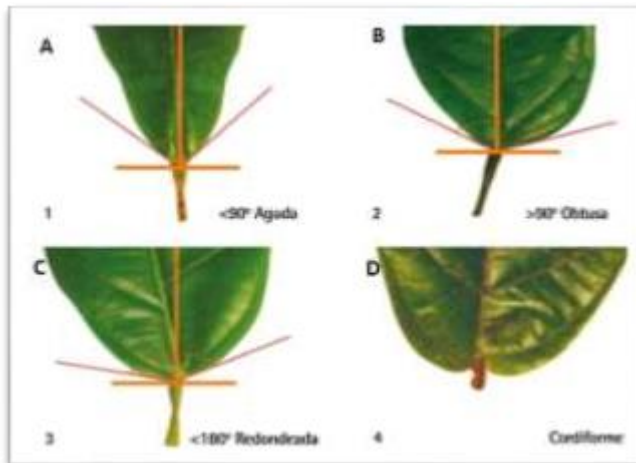


Figura 13. Base de la hoja. A: 1= $<90^\circ$ aguda. B: 2= $>90^\circ$ obtusa. C= $<180^\circ$ redondeada. D: 4=cordiforme.

Fuente: Adaptado de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.13 Ápice de la hoja

Se observó la hoja y se comparó con lo descrito por (Jiménez *et al.*, s.f.) adaptado de (Engels *et al.*, 1980) en el manual práctico para caracterización morfológica de cacao de cacao. (Pag.15) de esta manera se pudo relacionar según fue su similitud.

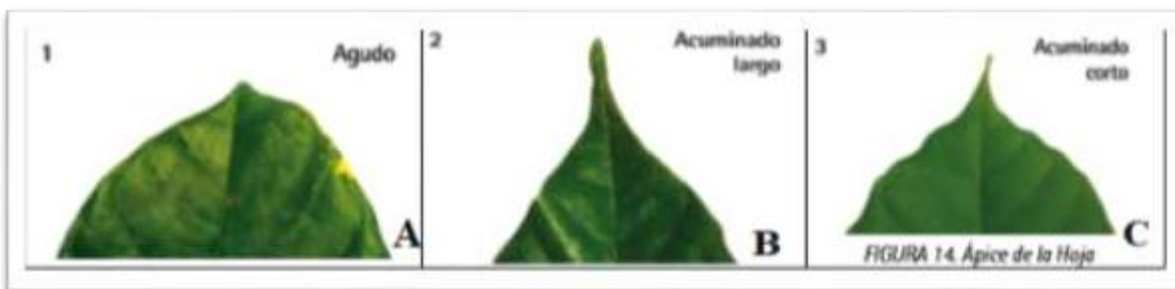


Figura 14. Ápice de la hoja. A. 1=agudo B. 2=acuminado largo C. 3= acuminado corto.

Fuente: Adaptado del manual práctico para caracterización morfológica de cacao.

4.1.14 Textura de la hoja

Se tomó una hoja bien desarrollada y madura, con la ayuda del tacto se analizó si la hoja era suave y lisa de esta manera se determinó como “cartácea” está a la misma vez al arrugarla volvería a su estado normal, si por el contrario su textura era rugosa y algo áspera se determinaba como “coriácea” está al arrugarla no volvería a su estado normal y se quebrantaba según lo descrito por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 15), (figura 17).

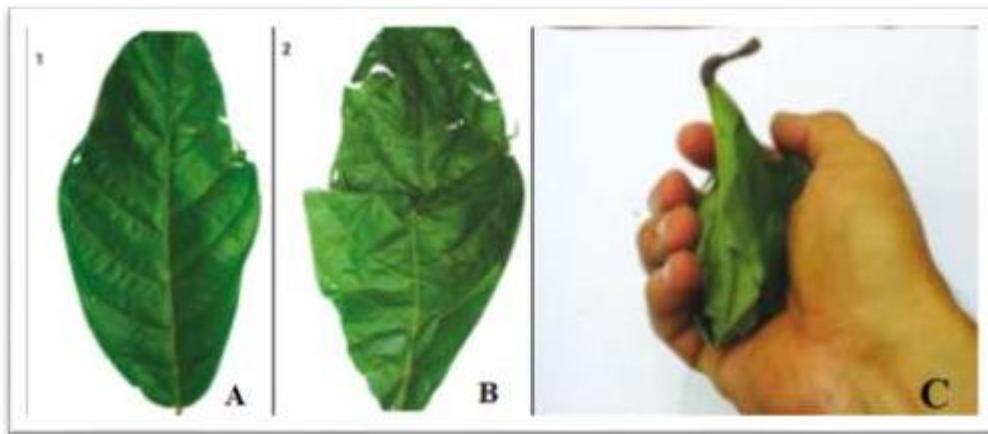


Figura 15. Textura de la hoja. Textura de la hoja. A. Cartácea. B. Coriácea. C. Otros.

Fuente: Adaptado de manual práctico para caracterización morfológica de cacao.

4.1.15 Características del fruto

Se tomaron 10 frutos por cada clon o accesión, preferiblemente provenientes del tronco principal. Tal como lo señala (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 27)

4.1.16 Partes del fruto

El fruto del cacao botánicamente está clasificado como una baya, aunque a nivel de campo se hace referencia al mismo como “mazorca”. Para poder caracterizarlo de forma eficiente es muy importante que se familiarice con cada una de sus partes:

- **Ápice:** Extremo más alejado del pedicelo (1)
- **Base:** Extremo del fruto que está unido al árbol por el pedicelo (2)
- **Lomos:** Observe el fruto y verá que posee unas protuberancias uniformes, las cuales asemejan a un “lomo” o joroba, a todo lo largo del mismo, en la mayoría de los casos dichas protuberancias vienen en pares y se habla de “pares de lomos”. (3)
- **Surcos:** En el fruto, Observe las hendiduras que atraviesan el fruto a lo largo, dichas hendiduras separan los “pares de lomos” y se conocen como surcos. Se considera surco primario a aquel que separa un par de lomos de otro, por lo general suelen ser más profundos que los secundarios, estos últimos, son los que dividen el par de lomos. (4)
- **Semillas:** Estructura producida a partir de un óvulo luego de la fecundación. Consiste en el embrión acompañado o no de mucílago y protegido por la episperma. (5)

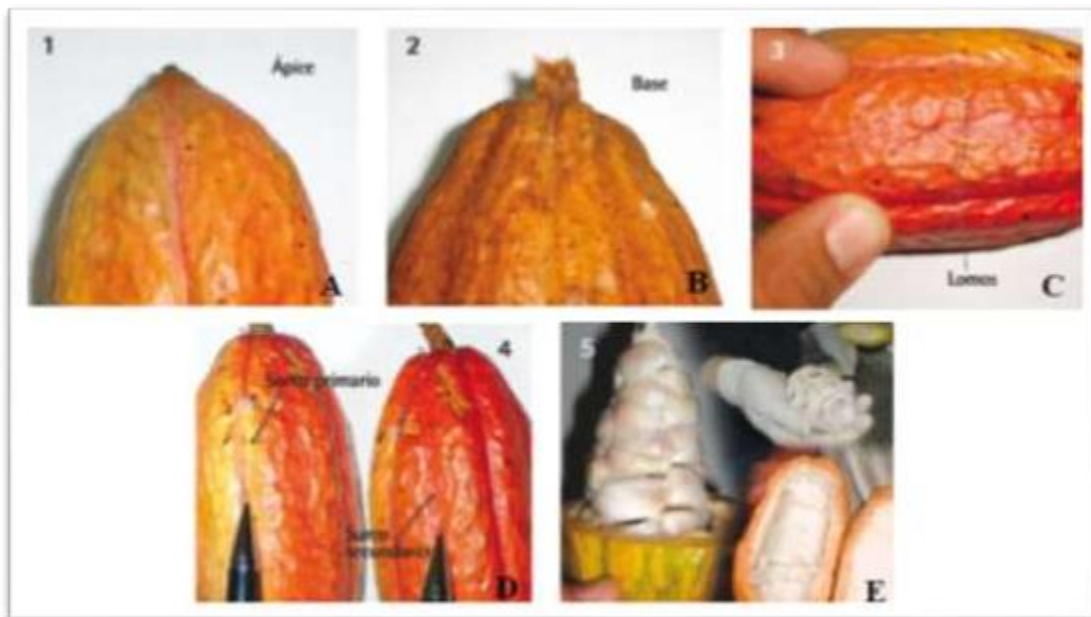


Figura 16. 1. Ápice del fruto. 2. Base del fruto. 3. Lomos del fruto. 4. Surcos del fruto. 5. Semillas.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.17 Color del fruto

Para poder caracterizar el color de fruto se debió usar una tabla Munsell. Utilizamos preferiblemente frutos en punto de madurez de cosecha, el cual por regla general se da entre los 4 a 5 meses de edad del fruto, y se evidenció por el inicio del cambio de color comparándola con lo descrito por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 28) (Figura 17).



Figura 17. Color del fruto.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.18 Intensidad de antocianina en los lomos del fruto inmaduro

Se observó los lomos del fruto inmaduro en el campo o en su colección según el caso. Y clasificamos usando la tabla Munsell: 0=ausente. 3=ligera. En el código Munsell 2.5 R hasta 8/4 5=intermedia. En el código Munsell 2.5 R desde 7/4, hasta 6/10 7=intensa. En el código Munsell 2.5 R desde 5/4 hasta 4/10 según lo expuesto por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 28)

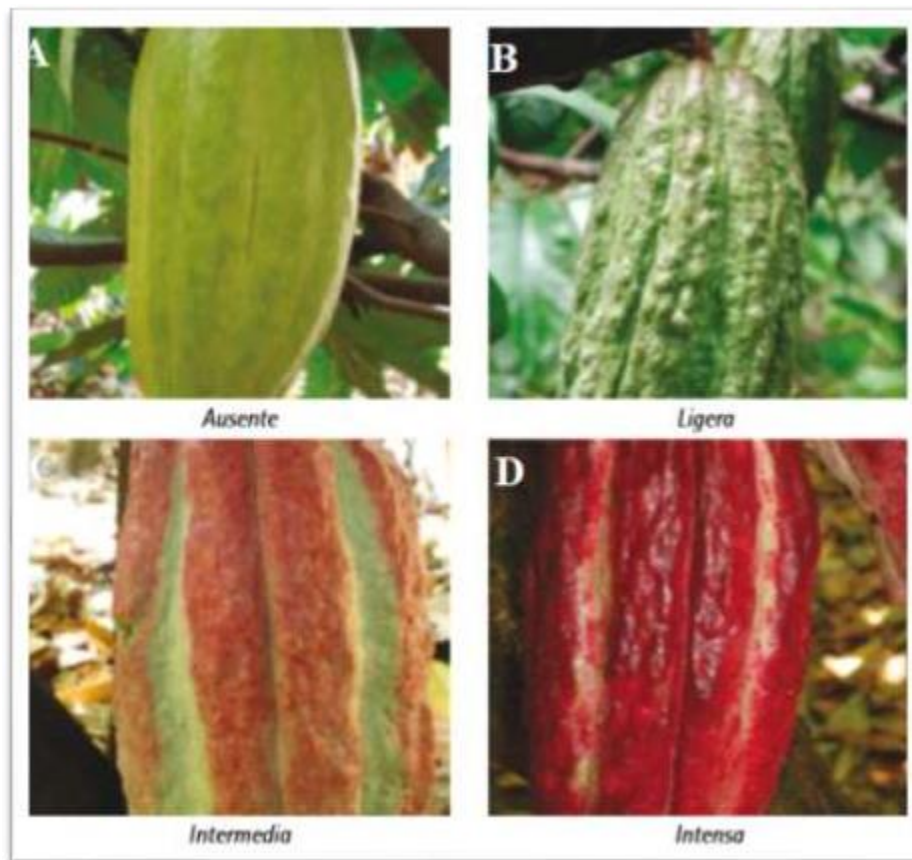


Figura 18. Intensidad de antocianina en los lomos del fruto.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.19 Intensidad de antocianina en los surcos primarios del fruto inmaduro

Observamos el surco primario del fruto en el campo o en su colección según el caso, se reconoció porque suele estar bien definido, separando un par de lomos de otro, además de ser el más profundo a simple vista. Apóyese en la figura 21 y clasifique según lo expuesto en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao por (Jiménez et al., s.f) adaptado de (Engels et al., 1980) (pág. 28)

0=ausente.

3=ligera. En el código Munsell 2.5 R hasta 8/4

5=intermedia. En el código Munsell 2.5 R desde 7/4, hasta 6/10

7=intensa. En el código Munsell 2.5 R desde 5/4 hasta 4/10.

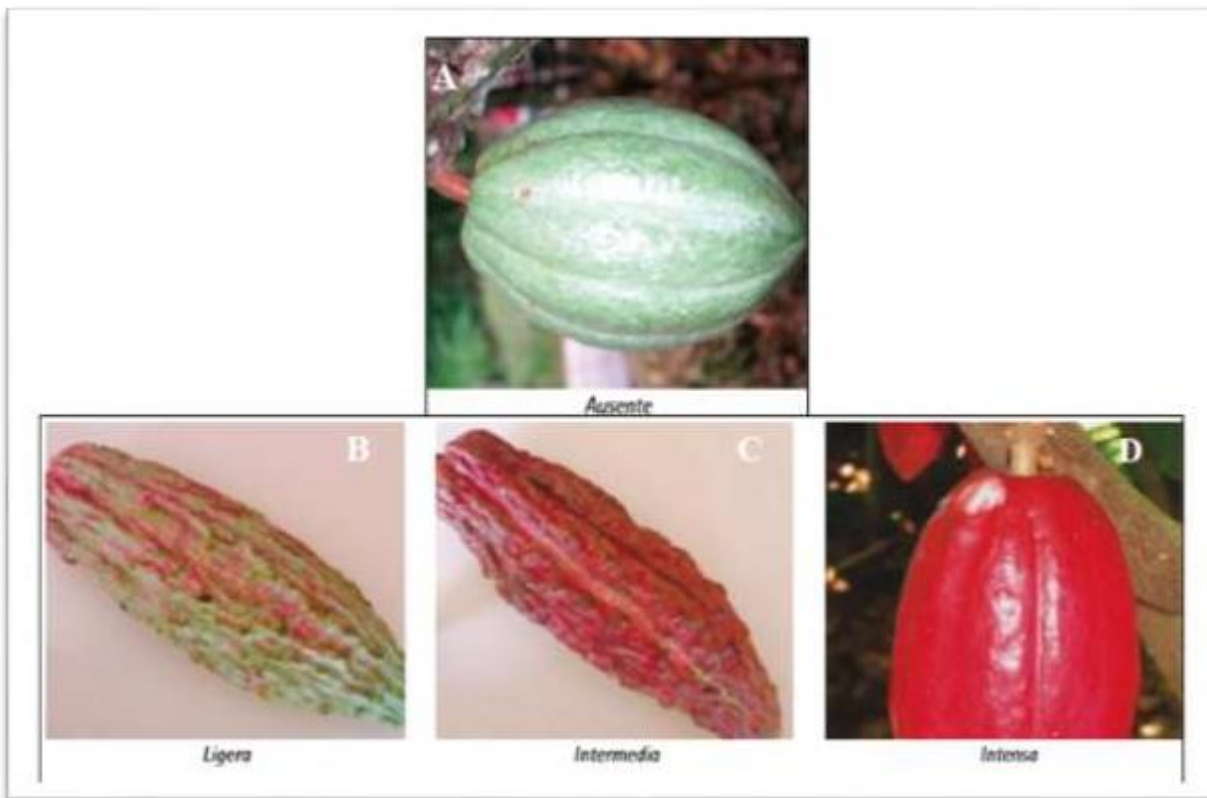


Figura 19. Intensidad de antocianina en los surcos del fruto.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.20 Forma del fruto

Observamos la forma del fruto, comparamos según el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao descrito por (Jiménez *et al.*, s/f) y adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 30) con la figura 20 y 21 y clasificamos según:

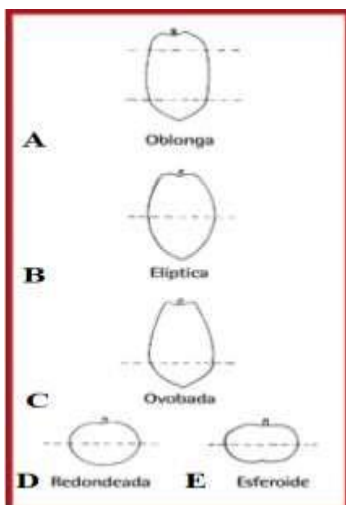


Figura 20. Forma del fruto. A= Oblonga. B= Elíptica C= Obovada. D= Redondeada. E= Esferoide.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

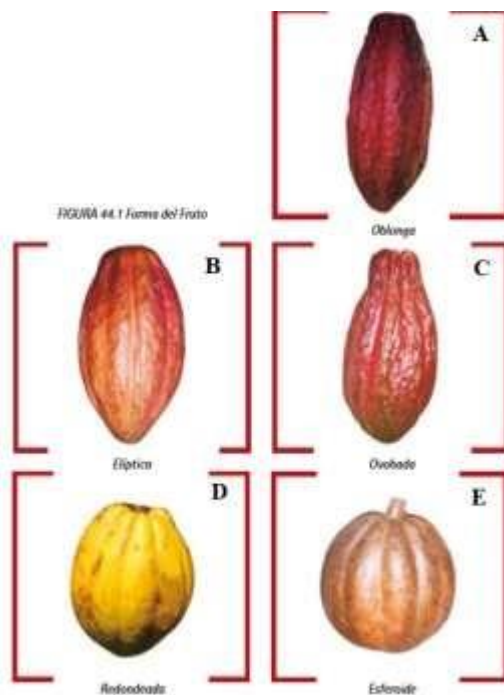


Figura 21. Forma del fruto. A= Oblonga. B= Elíptica C= Obovada. D= Redondeada. E= Esferoide.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.21 Constricción basal

Se observó la base del fruto y se comparó con la figura 22 y 23, debemos recordar que las mismas son tan solo una guía y que no tienen por qué representar con exactitud la que se caracterizó, seguido lo descrito por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 31), 0=ausente; 3=ligera; 5=intermedia; 7=pronunciada; 9=otra

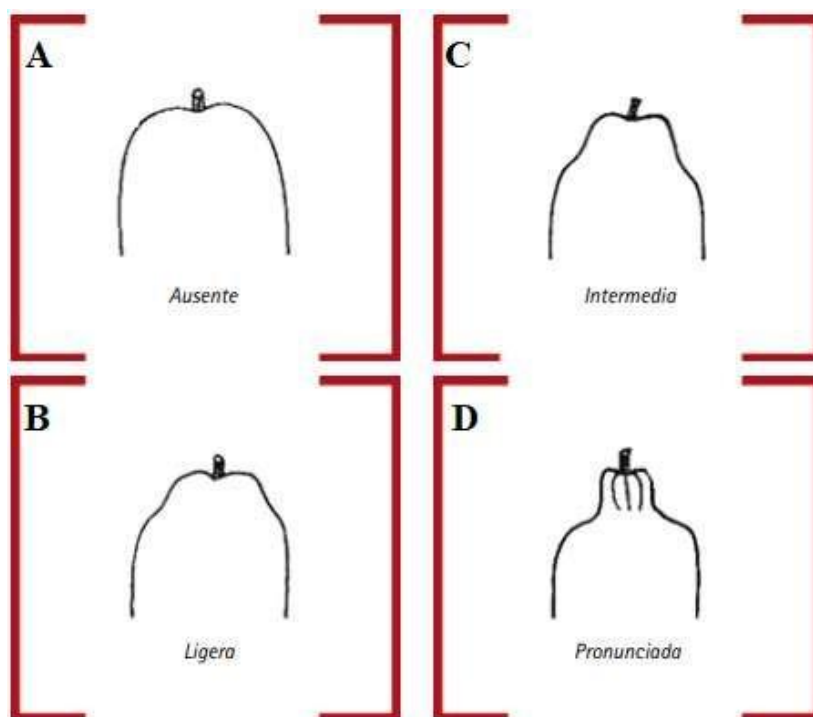


Figura 22. Construcción basal del fruto. A= 0 ausente. B= 3 ligera. C= 5 intermedia. D= 7 pronunciada.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

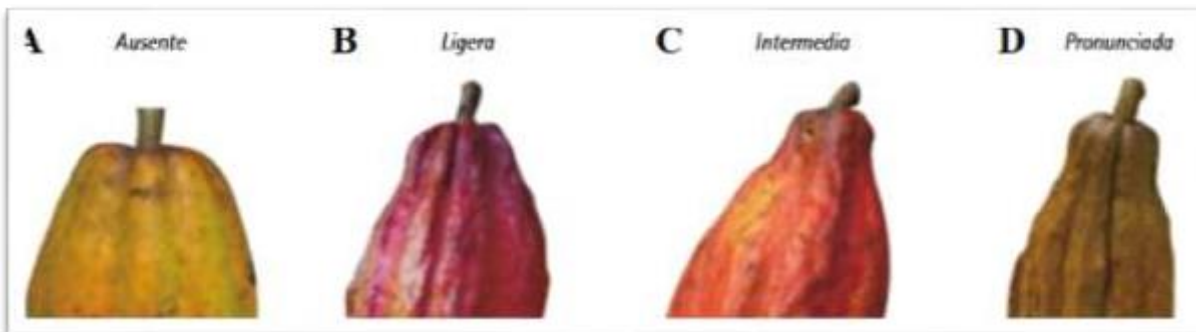


Figura 23. Construcción basal del fruto. A= 0 ausente. B= 3 ligera. C= 5 intermedia. D= 7 pronunciada.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.22 Ápice del fruto

Se Observó la parte apical del fruto comparándola con la figura 24, las imágenes presentadas son una guía por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) en la (pág. 32) no significa que debe ser exactamente igual a la que se caracterizó.

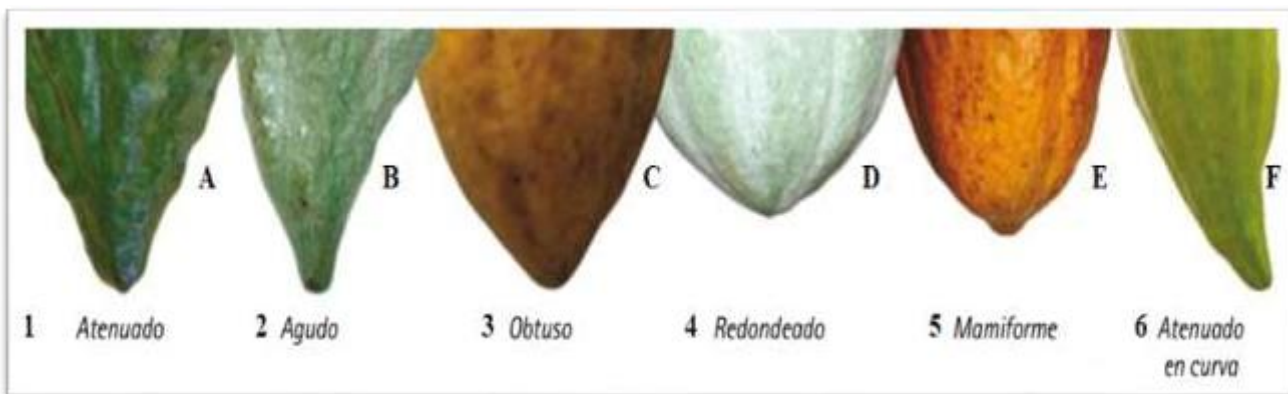


Figura 24. Ápice del fruto. A= 1 atenuado. B= 2 agudo. C= 3 obtuso. D= 4 redondeado. E= 5 mamiforme. F= 6 atenuado en curva.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.23 Rugosidad de la superficie de la mazorca

Se observó la rugosidad de la superficie del fruto y se clasificó según (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 33) como: 0 = ausente, 3 = ligera, 5 = intermedia, 7 = intensa.

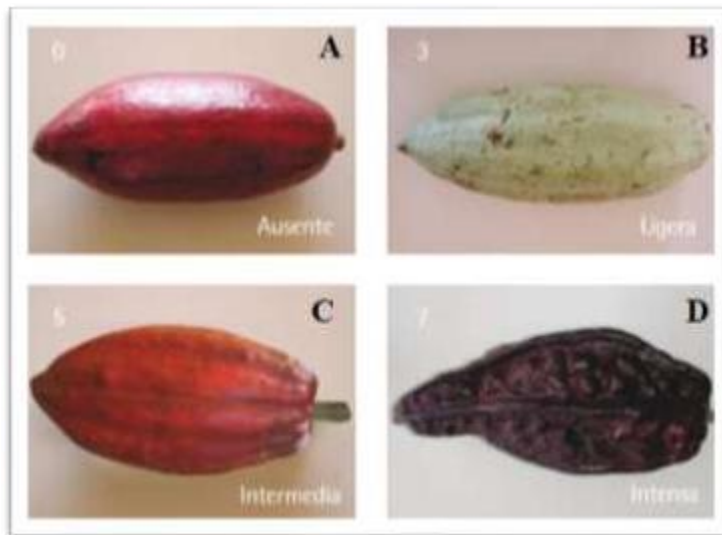


Figura 25. Rugosidad de la superficie de la mazorca del fruto. A= 0 ausente. B= 3 ligera. C= 5 intermedia. D= 7 intensa.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.24 Peso del fruto

Este procedimiento se realizó en laboratorio utilizando una balanza analítica para obtener el peso de cada mazorca, tal como lo muestra (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 34) la figura 26.



Figura 26. Peso del fruto.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.25 Largo ancho y grosor del fruto

Se tomó una mazorca y se hizo un corte longitudinal a la cascara teniendo cuidado de no dañar la semilla tal como lo indica (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 34, 35, 36 y 37) seguidamente se dibujó la cascara en una hoja de papel y se procedió a tomar datos de LARGO, y ANCHO de la cascara buscando así los puntos más anchos de esta, por último, se realizó un corte transversal de la cascara y se delineo en la hoja de esa manera se obtuvo la circunferencia de la cascara (figura 29).

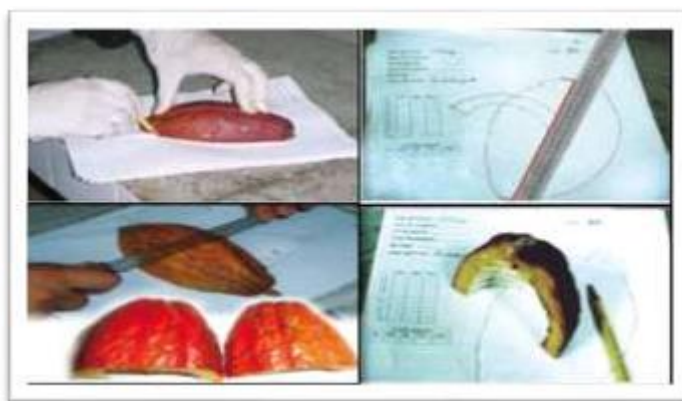


Figura 27. Caracterización de la cascara del fruto.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.26 Apariencia de pares de lomos

Se observó el fruto (cascara) y las protuberancias en él, denominados “lomos” y se clasificó según (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 37). 0 = fusionados, 3 = ligeramente separados, 5 = intermedios, 7 = bien separados, 9 = equidistantes

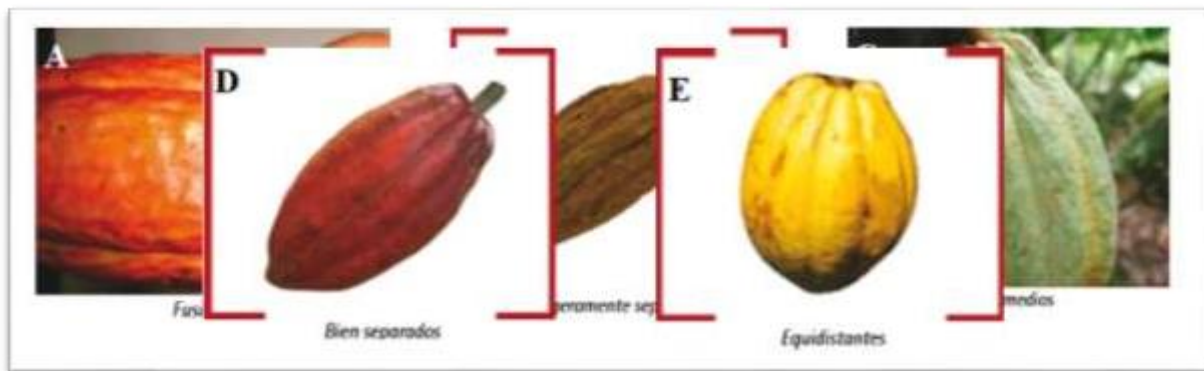


Figura 28. Apariencia de pares de lomos del fruto. A= 0 fusionados. B= 3 ligeramente separados. C=5 intermedios. D= 7 bien separados. E= 9 equidistantes.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.27 Profundidad de los surcos primarios y surcos secundarios

Se observó la profundidad de los surcos tanto en los cortes transversales realizados como en el dibujo trazado (figura 29), seguidamente se trazó líneas rectas empleando una regla entre los pares de lomos sobre los surcos primarios y secundarios según sea el caso finalmente se midió la profundidad de cada uno de los surcos y se obtuvieron promedios según lo propuesto por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 38)

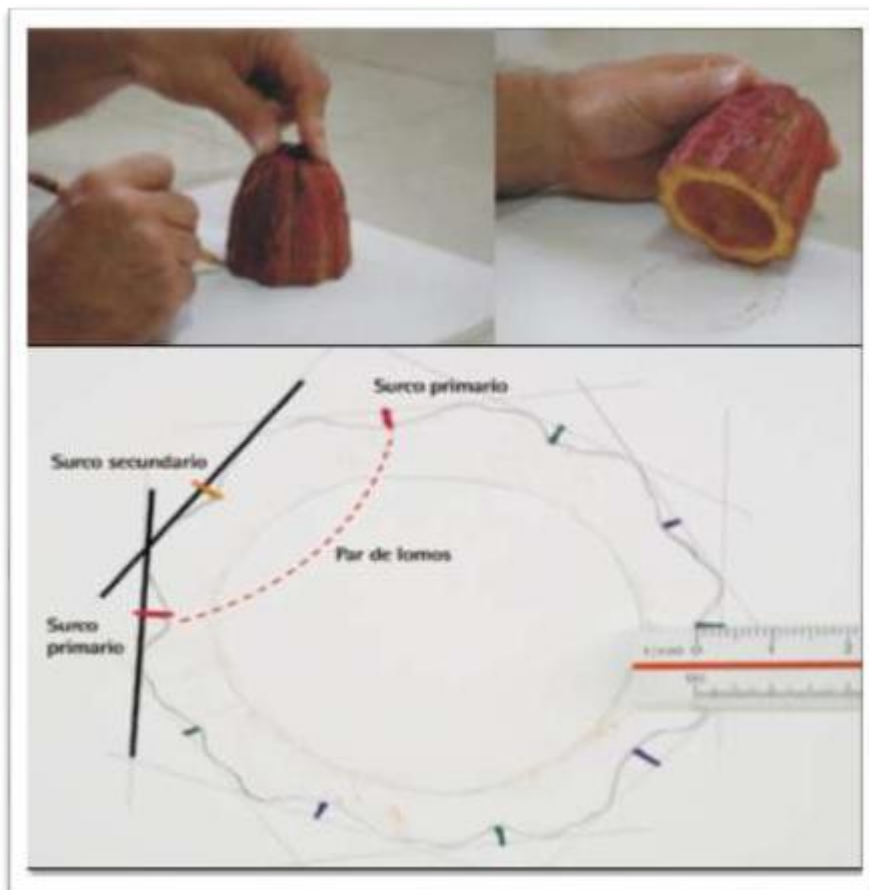


Figura 29. Profundidad de surcos primarios y secundarios en frutos.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.28 Grosor de la pared de la cascara (surcos primarios y secundarios)

El grosor de la pared de la cascara se midió con un vernier (figura 30) la cascara debió estar completamente limpia de la placenta y se ubicó el vernier en cada surco para tomar medidas en milímetros. Tal como lo indica por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 39)

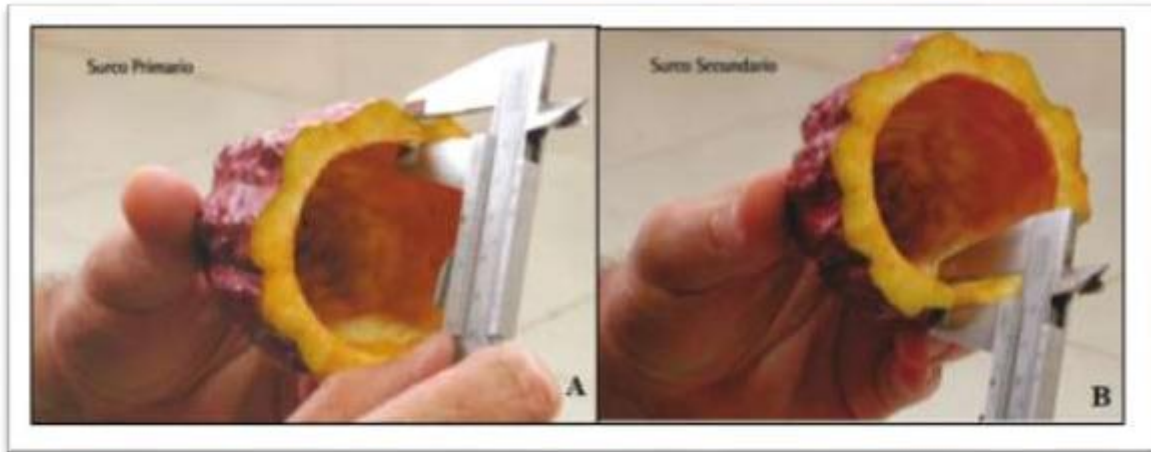


Figura 30. Grosor de la pared de la cascara del fruto. A= surco primario. B= surco secundario.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.29 Caracterización de las semillas

Se extrajeron todas las semillas de la mazorca y se procedió a hacer todos sus estudios utilizando guantes quirúrgicos.

4.1.30 Peso de la semilla

Inicialmente se pesaron todas las semillas por mazorca en una balanza analítica recién extraídas de la cascara es decir con mucilago (figura 31). Siguiendo lo propuesto por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 41)



Figura 31. Peso de la semilla.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.31 Cantidad de semillas por frutos

Después de haber retirado las semillas de la cascara y haberlas separado se contó el total de semillas cada fruto, también se registró datos de semillas vanas las cuales se reconocen por ser mucho más planas blandas y huecas tan solo con tocarlas. Según lo expuesto por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 42)



Figura 32. Cantidad de semillas.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.32 Peso fresco de la semilla

Se tomó el total de semillas del fruto y se eliminó el mucilago frotando las semillas con aserrín (figura 33), se limpiaron para quitar los restos de aserrín para finalmente obtener el peso seco. Según lo propuesto por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 41)



Figura 33. Peso fresco de la semilla.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.33 Forma de la semilla en sección longitudinal

Teniendo ya las semillas sin mucilago se agruparon según su forma y se registró información de la forma según el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao descrito por (Jiménez *et al.*, s.f) adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 42) (figura 34).

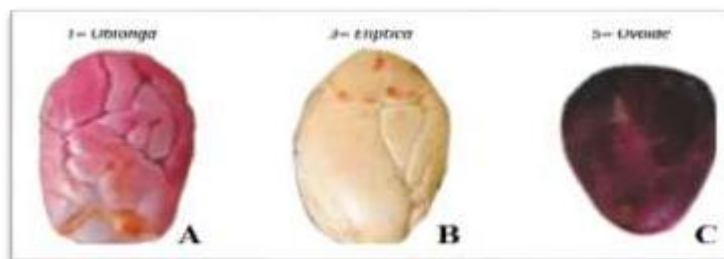


Figura 34. Forma de la semilla. A= 1 oblonga. B= 3 elíptica. C= 5 ovoide.

Fuente: Extraído de: Manual práctico caracterización morfológica de cacao.

4.1.34 Largo ancho y espesor de la semilla

Se tomaron 5 semillas de cada fruto al azar y se tomaron medidas del largo ancho y espesor con un vernier (figura 35) finalmente se registraron datos. Como lo describo (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 42)



Figura 35. Medición de largo ancho y espesor de semillas.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.35 Peso fresco de 5 semillas.

Se tomaron las 5 semillas y se registró su peso (figura 36). Como lo describió (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 42)



Figura 36. Peso fresco de 5 semillas.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.36 Peso seco de las semillas

Seguidamente se tomaron las 5 semillas por fruto a las cuales se le realizaron medidas y se llevaron a secar a una estufa (figura 37) a 110°C por 24 horas y se volvieron a pesar y tomar su valor según lo expuesto por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 42)



Figura 37. Secado de semillas en estufa.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.37 Peso seco de la semilla sin testa

Luego de secada y pesada la semilla se eliminó la testa cuidadosamente y se tomaron pesos nuevamente según lo expuesto por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 43) (figura 38).



Figura 38. Descascarillado de semilla.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao.

4.1.38 Peso seco de la testa

Estos datos se obtuvieron por la diferencia existente entre el peso seco de la semilla y el peso seco sin testa.

4.1.39 Color del cotiledón

Finalmente se tomaron las semillas restantes por fruto, y se tomaron unas cuantas semillas a estas se les realizo un corte transversal y se observó cuidadosamente el color comparándolas con una tabla Munsell, según lo descrito por (Jiménez *et al.*, s.f) en el manual práctico para la caracterización morfológica de cacao adaptado de (Engels *et al.*, 1980) (pág. 43) (figura 39) para clasificar su color.

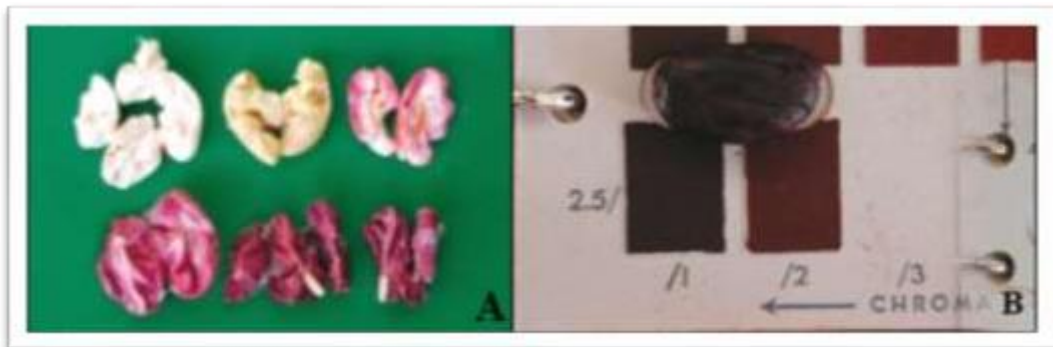


Figura 39. A. Observación de color de las semillas B. Comparación de color de la semilla con la tabla Munsell.

Fuente: Extraído de: Manual práctico para la caracterización morfológico de cacao.

4.2 Metodología para el análisis sensorial.

Elaboración de licor.

A. Se Seleccionó los granos de cacao

B. Se Pre calentó el horno a 125°C durante 5 minutos para asegurar que la temperatura interna fuera uniforme.

C. Se Tomó los granos seleccionados para el análisis sensorial y se dispusieron equitativamente sobre una bandeja con agujeros.

D. Se Introdujo la bandeja al horno y se dejó tostar durante 25 minutos a una temperatura de 125°C. Se Verifico que estuviera bien ajustada la temperatura y el tiempo.

E. Una vez tostados los granos se sacaron del horno y se dejaron enfriar durante 10 minutos para estabilizar la temperatura interna de los mismos.

F. Se procedió al descascarillado.

G. Se Pre molieron los nibs de cacao en el molino de café intermitentemente durante 1 minuto o hasta que se consiguió que tuviera una textura entre arenosa y pastosa.

H. Se procedió a moler y refinar, aproximadamente entre 20 a 30 min, el licor estuvo listo, para ello se debió verificar su fluidez y textura, de manera que no se le sintieran grumos.

I. Se vertió el licor de cacao en el envase y se cerró bien.

J. Se esperó que el licor se atempera por 10 minutos y luego se llevó a refrigeración.

4.3 Análisis sensorial

A. Se sacó de refrigeración el licor a analizar y se dejó que tomara temperatura durante 30 minutos.

B. Se conectó el baño maría agregando aproximadamente 2 centímetros de altura de agua y se dejó calentar durante 10 minutos.

C. Se preparó la mesa de catación con servilletas, cucharas, paletas, galletas de soda y agua.

D. Se dejó la muestra de licor durante 10 minutos en baño maría hasta que el cacao se fundió completamente.

E. Todos los catadores debieron limpiarse el paladar con galleta de soda y posteriormente tomar agua para poder empezar la catación.

5. Resultados

Se evaluaron 10 materiales en la vereda Ecuador perteneciente al municipio de Sardinata, departamento de Norte de Santander, dónde se escogieron plantas de cacao *Theobroma cacao L* que llevaran mucho tiempo en la zona y posteriormente se realizó una descripción de las características cuantitativas y cualitativas de la planta, hojas, frutos y semillas colectados, además se obtienen figuras que fueron tomados por el autor durante el desarrollo del proyecto.

5.1 Características con descriptores cuantitativos

Se registraron diferentes datos en el estudio realizado, en este caso descriptores cuantitativos de los cuales se obtuvo; promedio, desviación estándar, valores mínimos y máximos y coeficiente de variación. Todas las plantas estudiadas se les identifico como CLMC (Cuenca del Lago Maracaibo-Catatumbo) y el número según corresponda en orden de estudio.

5.2 Características cuantitativas y cualitativas de las plantas

Planta CLMC #11 (figura 40): De acuerdo a los estudios realizados y siguiendo el manual de caracterización morfológica de cacao para todas las variables cuantitativas se obtuvieron los siguientes resultados; para la altura de la planta, el resultado obtenido fue de 1,95cm siendo la planta con mayor altura encontrada y el diámetro del tronco fue de 90cm.



Figura 40. Planta CLMC 11.

Para la variable longitud de las hojas se estimó un promedio general de 15 hojas estudiadas en esta planta fue de 28,23 cm donde el dato de mayor largor fue de 34 cm y el menor dato registrado fue de 23 cm. El porcentaje de C.V para las hojas de esta planta fue de 10,7%. Para la caracterización del ancho de la hoja el promedio obtenido en esta planta fue de 8,6 cm el máximo ancho identificado en una hoja fue de 10,2 cm y el mínimo de 6,3 cm. El porcentaje de coeficiente de variación presentado en el ancho de las hojas de esta planta fue de 12,5%. Se identificó un promedio de relación largo-ancho de las hojas de 3,2cm, donde el valor máximo encontrado fue de 3,8cm y el mínimo de 2,7cm. Se presentó un porcentaje de C.V de 9,4% en la

relación largo ancho de todas las hojas evaluadas en esta planta. Según las medidas tomadas a las hojas se obtuvo un promedio de LBA de 14,8 cm, el máximo LBA fue de 18 cm y el mínimo de 11 cm. 13,5% fue el coeficiente de variación obtenido entre las hojas estudiadas. En la caracterización de las 15 hojas de esta planta se detalló la relación: largo por el largo de la base hasta el punto más ancho de la hoja y se determinó un promedio general de 1,9 cm, donde el valor que mayor medida representó fue 2,2 cm y el menor 1,7 cm. El coeficiente de variación se expresó con un 7,1%.

En esta planta no se pudo caracterizar muchos frutos para los resultados de la variable, debido a que no se presentó mucho material en la planta para evaluar, por lo que no se obtuvo un valor de porcentaje de variación confiable, sin embargo se pudo obtener tan solo el promedio general del peso de algunos frutos el cual fue de 726 g. Teniendo en cuenta la falta de material de frutos para estudiar de esta planta se tuvo en cuenta un promedio estimado para el largo del fruto el cual fue de 19,1 cm. No se obtuvo un porcentaje de coeficiente de variación confiable. Se consideró un promedio general del ancho del fruto para esta planta de 8,8 cm, el porcentaje de coeficiente de variación no fue confiable. Para esta planta se obtuvo un promedio aproximado de 0,5 mm de profundidad del surco primario en los frutos.

El porcentaje de C.V no son datos confiables en la caracterización de esta variable. Se estimó un valor aproximado de profundidad del surco secundario para el poco material que se pudo estudiar el cual fue de 0,2 mm. Los datos de C.V no fueron datos confiables. Para la variable de grosor de la pared del surco primario con el poco material estudiado se pudo establecer un valor de promedio de 6 mm. El porcentaje de variación no se estableció confiablemente. En la última

variable a estudiar para la caracterización del fruto se obtuvo un valor aproximado para el grosor de la pared del surco secundario el cual fue de 11mm. En cuanto el valor de porcentaje de variación no fue confiable para esta variable.

Un peso aproximado para las semillas de los frutos a evaluar en esta planta fue de 200 g al igual que en las variables anteriormente mencionadas algunos datos no fueron confiables. El peso fresco de las semillas para los frutos de esta planta se pudo establecer con un peso de 147 g. El porcentaje de C.V no fueron datos confiables. El número de semillas identificado para esta variable fue de 59 semillas, no se pudo establecer un porcentaje de variación confiable. Un promedio establecido para las semillas vanas en las mazorcas de esta planta fue de 3 semillas por mazorca. El porcentaje de coeficiente de variación no fue un dato confiable para el estudio.

Por cada fruto estudiado se tomaron 5 semillas para identificar un promedio de largo el cual fue de 2,4cm para esta planta, el porcentaje de variación no fue confiable. Las cinco semillas estudiadas mostraron un promedio de ancho de 1,2cm para esta planta, el porcentaje de variación no fue confiable. En cuanto al espesor de las cinco semillas se estableció un promedio con el material apto para estudio el cual fue de 0,8mm. El porcentaje de variación no fue un dato confiable para tener en cuenta. Para el peso fresco de las cinco semillas se estableció un promedio con el material apto para estudio el cual fue de 15 g El porcentaje de variación no fue un dato confiable para tener en cuenta. El peso seco (figura 41) de las 5 semillas obtuvo un promedio de 5,01 g.



Figura 41. Peso seco de semillas de la planta CLCM 11.

El porcentaje de coeficiente de variación no se tuvo en cuenta para esta variable. Para el peso seco sin testa de 5 semillas de los frutos se obtuvo un promedio de 4,34 g el porcentaje de coeficiente de variación no se tuvo en cuenta para esta variable. Para el peso de la testa de las 5 semillas de los frutos se obtuvo un promedio de 0,67 g el porcentaje de coeficiente de variación no se tuvo en cuenta para esta variable.

En cuanto a los resultados de las variables cualitativas se registró; para la planta CLMC #11 la arquitectura como erecta y la forma de la ramificación intermedia. Según los datos colectados la base de la hoja fue denominada como aguda. En cuanto la determinación del ápice de las hojas de esta planta se estableció 4 de ellas como acuminado corto las demás hojas mostraron ápice acuminado largo. La textura de las hojas de esta planta se determinó con textura cactácea. El color que se determinó para la cascara de los frutos de esta planta fue 2,5R 8/12 el cual se mostró como un color amarillo, (figura 42).



Figura 42. Fruto de la planta CLMC 11.

Según las observaciones realizadas a los frutos de esta planta (figura 42), la forma determinada para estos según el manual de caracterización es elíptica. La construcción basal que se determinó para los frutos colectados en esta planta fue intermedia. Para los frutos evaluados en esta planta se determinó la caracterización del ápice del fruto como agudo. Siguiendo el manual de caracterización morfológica de cacao la rugosidad para los frutos de esta planta se identificó como intensa.

Según los estudios realizados a los frutos de esta planta para la identificación de la apariencia de pares de lomos se identificó como ligeramente separados. Según la determinación de forma de las semillas que se detallaron para esta planta se obtuvo que son ovoides. Finalmente, para la caracterización cualitativa de la variable color del cotiledón para las semillas de esta planta (figura 43) según la tabla Munsell se identificó con el código 5RP 5/4, donde las semillas al abrirlas mostraron un color violeta claro.



Figura 43. Color de la semilla de la planta CLMC 11.

Planta CLMC #12 (figura 44): Siguiendo el manual de caracterización morfológica de cacao, para esta planta la altura registrada fue de 1,60cm y el diámetro del tronco de 95cm el cual fue identificado como el mayor diámetro estudiado entre las 10 plantas.

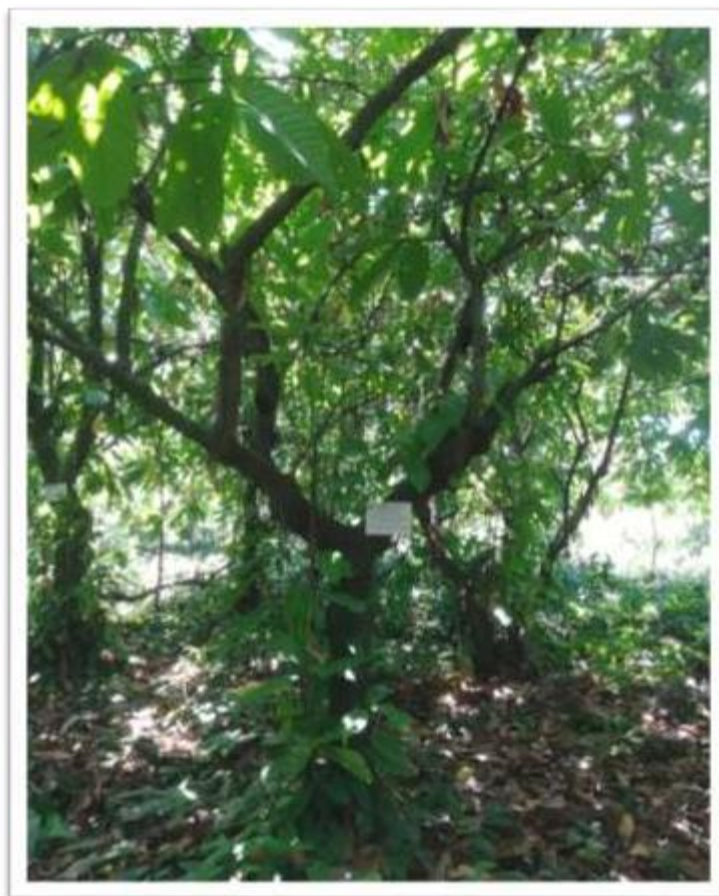


Figura 44. Planta CLMC 12.

El promedio de estudio para el largo de las hojas de esta planta fue de 34,14cm y en esta planta se registró el mayor largor de todas las hojas analizadas en todas las plantas, el cual fue de 43,5cm para el menor valor de largo registrado en esta planta fue de 22,5cm. El porcentaje de C.V para la longitud entre hojas de esta planta identificado fue de 18,3%. En cuanto al promedio de ancho de las hojas de esta planta fue de 10,42cm, identificando el máximo ancho de hoja con 12,6cm y el mínimo ancho con 7cm. La variación de ancho de las hojas fue de un 16,8%. Se identificó un promedio general para la caracterización de relación largo-ancho para estas hojas siendo 3,2cm, el máximo de relación de largo-ancho de la hoja fue de 3,8cm y el mínimo de 2,3cm.

El porcentaje de variación de las hojas evaluadas para esta planta fue de 11,1%. Para la evaluación de la variable LBA se identificó un promedio general de 18,7 cm el máximo obtenido fue de 23,5cm y el mínimo de 13,4cm. El porcentaje de coeficiente de variación fue de 17%. El promedio general para la relación largo desde la base de la hoja hasta el punto más ancho de la misma para esta planta fue de 1,8cm, siendo el valor de mayor medida en una hoja identificado de 2cm y el menor valor de 1,5cm. En cuanto al porcentaje de C.V se registró un 6,4%.

Para la siguiente variable cuantitativa peso de los frutos, las mazorcas caracterizadas en esta planta registraron un promedio general de 651g donde el fruto de mayor peso fue de 960 g y el fruto de menor peso fue de 342 g Se presentó una gran variación entre los frutos de un 67,1%. Según las mazorcas medidas para la caracterización largo de los frutos, el promedio general que se obtuvo fue de 18,1 cm, donde la mayor medida encontrada en una de las mazorcas fue de 22,3cm y la menor mediad 14cm. La variación que se encontró en la medida de largo del fruto

para las mazorcas fue de 32,3%. En cuanto al promedio expresado para la caracterización ancho del fruto fue de 8cm, la mazorca que mayor ancho presento fue de 10,1cm y la de menor medida 6cm.

El porcentaje de C.V que obtuvo fue de un 36%. La caracterización realizada a la cascara de los frutos tuvo un promedio de 0,35cm de profundidad del surco primario, la mayor medida de la cascara del fruto identificada fue de 0,5cm y la menor medida 0,2cm. El porcentaje de variación observado fue de 32%. La cascara de estos frutos mostraron medidas muy variadas el promedio en total de la profundidad del surco secundario fue de 0,65cm, la medida de mayor valor reflejada en una mazorca fue de 1,1cm y la menor de 0,2cm. Por lo que la variación que se presento fue alta con un 42,8%. El promedio identificado para la variable grosor de la pared del surco primario en los frutos de esta planta fue de 9,5 mm, la mayor medida fue de 14mm y la menor de 5mm. Se presentó una variación del 38% para la variable estudiada. Según el grosor de la pared del surco secundario para las mazorcas de esta planta el promedio general que se obtuvo fue de 11mm, donde la mayor medida fue de 15mm y la menor de 8mm. La variación que presentaron la cascara de las mazorcas evaluadas fue de 43%.

A la hora de estudiar las semillas de los frutos colectados de esta planta se presentaron inconvenientes con estas por lo que no fueron aptos para su estudio se estableció un peso estándar para las semillas de los frutos de esta planta la cual fue de 210 g. Los valores de promedio y porcentaje de C.V no fueron confiables. En cuanto al peso fresco de las semillas para esta planta se estableció con unos 150 g. No se obtuvo un promedio ni un porcentaje de variación confiable. Para la variable número de semillas se estableció un aproximado de promedio estándar

de 40 semillas por fruto. El porcentaje de coeficiente de variación no fue confiable. Se estableció un promedio para el número de semillas vanas en los frutos de esta planta donde por mazorca se encontraron 2 semillas vanas. Se estableció un promedio de largo de la semilla de 3cm para las mazorcas de esta planta. El porcentaje de C.V no fue confiable. Se estableció un promedio de ancho de la semilla de 1,7cm para las mazorcas de esta planta. El porcentaje de C.V no fue confiable.

Para las semillas estudiadas se estableció un promedio el cual fue 0,96mm de espesor. El porcentaje de variación no se fue un dato confiable para el estudio de la variable. Conforme a las semillas estudiadas se estableció un promedio para el peso fresco de 5 semillas el cual fue 49 g. El porcentaje de variación no se fue un dato confiable para el estudio de la variable. Según las semillas estudiadas se estableció un promedio para el peso seco de 5 semillas el cual fue 9,31 g (figura 45).



Figura 45. Peso seco de semillas.

El porcentaje de variación no se fue un dato confiable para el estudio de la variable. Teniendo en cuenta los datos obtenidos el promedio para este variable peso seco sin testa 5 semillas fue de

8,72 g por falta de material para la determinación de esta variable no se tuvo en cuenta el porcentaje de coeficiente de variación. Los datos obtenidos en el poco material estudiado se pudieron establecer un promedio del peso de la testa de 0,6 g el porcentaje de variación no fue confiable.

Para los resultados de las características cualitativas se determinó la arquitectura de esta planta como erecta y la forma de la ramificación se denominó como intermedia. Para los datos de base de la hoja de esta planta fueron denominados como aguda. Las hojas de esta planta mostraron gran variedad de ápice 6 de las hojas estudiadas mostraron ápice acuminado corto, 8 hojas de ápice acuminado largo y una sola hoja mostro ápice agudo. La determinación de la textura de las hojas para esta planta fue cartácea. Según lo observado en las cascara de las mazorcas de esta planta (figura 46) y compararlas con la tabla Munsell el color determinado fue 2,5 Y 8/2. Dadas las observaciones realizadas a los frutos de esta planta (figura 46) se determinó que la forma de este fue oblonga.



Figura 46. Forma fruto planta CLMC 12.

Los frutos en esta planta mostraron característica de construcción basal tanto intermedia como ausente. Según el manual de caracterización morfológica de cacao el ápice identificado para los frutos de esta planta fue agudo. La rugosidad del fruto que mostraron las mazorcas de esta planta fue intensa e intermedia. Los frutos de esta planta mostraron apariencia de pares de lomos ligeramente separados. Las semillas caracterizadas de los frutos de esta planta se identificaron con una forma ovoide. Según la tabla Munsell el código de color para las semillas de esta planta fue de 5RP 6/2, a las semillas se le detallo un color violeta claro.

Planta CLMC #13 (figura 47): Teniendo en cuenta el manual de caracterización morfológica de cacao los resultados para los descriptores cuantitativos fueron los siguientes; para la altura de esta planta se registró 1,20 cm de alto y un diámetro del tronco de 65cm.



Figura 47. Planta CLMC 13.

En cuanto al estudio de estas hojas el promedio general fue de 25,57cm, siendo el mayor valor de largor encontrado 31,2cm y el menor valor de largor para todas las hojas lo registramos en esta planta el cual fue de 19cm. El porcentaje de variación para estas hojas fue de 18,5%. En esta planta se obtuvo un promedio de ancho de las hojas de 10,05cm, siendo el máximo y mínimo de ancho de las hojas encontradas de 13 cm y 7 cm respectivamente.

Las hojas mostraron una variación de 18,5%. Para la planta CLMC #13 el promedio de la relación largo-ancho de las hojas se registró con 2,5cm, el máximo de relación largo ancho se determinó con 2,9cm y el mínimo con 2,2cm. El coeficiente de variación fue de 7,6%. Se registró un promedio de 13,3cm de LBA para la planta CLMC #13, el mayor valor encontrado en una hoja estudiada fue de 16cm y el mínimo de 11cm. En cuanto a la variación obtenida fue de 13,7%. Teniendo en cuenta las medidas realizadas para la relación largo por el largo desde la base hasta la parte más ancha de las hojas de esta planta el promedio general fue de 1,9cm, la hoja que obtuvo la medida de relación más alta fue de 2cm y la de menor medida 1,7cm. La variación que presentaron las hojas evaluadas fue de un 5,9%.

Al igual que la planta CLMC #11 no se pudo identificar algunas variables, pero en esta planta por falta de mazorcas, el promedio general de peso para las mazorcas de esta planta fue de 411 g. No se obtuvo un porcentaje de C.V por baja confiabilidad de los datos. Sin embargo, se identificó el largo del fruto de 12,5cm. El ancho del fruto para esta planta se determinó con un 7,5cm, teniendo en cuenta que los frutos no estaban aptos para el estudio no pudo determinarse un promedio ni un porcentaje de C.V confiable para ninguna de las dos variables. Un valor aproximado para la profundidad del surco primario en las mazorcas de este árbol fue de 0,3cm.

El promedio y porcentaje de C.V no son datos confiables para la caracterización de la variable en esta planta. Una medida aproximada para la profundidad del surco secundario en los frutos de esta planta fue de 0,2cm. No se determinó promedio ni porcentaje de C.V por falta de material apto para el estudio. Se estableció un valor aproximado para el grosor de la pared de las mazorcas de esta planta el cual fue de 1mm. No se tuvo en cuenta datos de porcentaje de coeficiente de variación.

Se determinó un valor de grosor de la pared para el surco secundario a las mazorcas de esta planta el cual fue de 11mm. El valor de porcentaje de C.V no se tuvo en cuenta para la evaluación de la variable. Debido a que las semillas no se encontraban aptas para la caracterización no se realizó dicha evaluación, la plata CLMC #13 presento frutos, pero sus semillas no fueron aptas para el estudio por lo que la planta no presento respuestas para ninguna de las variables cuantitativas de semillas tan solo se pudo evidenciar respuesta de semillas para descriptores cualitativos.

Dada la observación realizada en campo para la planta CLMC #13 la arquitectura de esta fue erecta y la forma de ramificación intermedia. En cuanto al estudio de la base de la hoja para esta planta se observó variación, donde 6 hojas fueron denominadas como obtusas y las otras 9 hojas agudas. Según la determinación de ápice para las hojas de esta planta se estableció como ápice acuminado corto. Según lo observado la textura de las hojas de esta planta se denominó cactácea. Color del fruto 2.5R 7/9. Para los frutos de esta planta se identificó que su forma fue redondeada (figura 48).



Figura 48. Forma, color y otras características del fruto y de semillas de la planta CLMC 13.

De acuerdo a la observación de los frutos de esta planta (figura 48) la caracterización de la construcción basal de los frutos se determinó para esta planta como ligera, así como la caracterización de ápice del fruto redondeado. Los frutos analizados en esta planta presentaron una rugosidad ligera. Teniendo en cuenta el manual de caracterización morfológica para la variable cualitativa de apariencia de los pares de lomos para los frutos de esta planta fueron equidistantes. Para esta planta muchos frutos no se encontraron con semillas aptas para el estudio sin embargo, con poco material observado directamente en campo y teniendo en cuenta el manual de caracterización morfológico de cacao se estableció la forma de la semilla como elíptica y para la variable de color del cotiledón al abrir los frutos se detalló que las semillas mostraban un color completamente blanco no se pudieron retirar del fruto por encontrarse estos enfermos pero si se pudo detallar tanto su forma de semilla como su color (figura 49) (figura 50).



Figura 49. Apreciación color de la semilla del furto de la planta CLMC 13.



Figura 50. Apreciación de color y forma de la semilla en fruto de la planta CLMC 13.

Planta CLMC #14 (figura 51): Para el estudio de las variables cuantitativas en esta planta se determinó que; en la primera descripción morfológica de altura de la planta se registró con 1,24cm de alto desde el suelo hasta su primer vértice y un diámetro del tronco de 55cm.



Figura 51. Planta CLMC 14.

Se obtuvo un promedio general de medición de largo de las hojas el cual fue de 30,2cm, y se identificó el mayor largor el cual fue de 38,2cm y el menor largor identificado en la planta fue de 24cm. En esta planta se encontró una variación en las hojas del 17,9%. Según los datos obtenidos el promedio de ancho de las hojas fue de 10,12cm, el máximo de ancho identificado fue de 13,5cm y el mínimo de 7cm. El porcentaje de variación de ancho de las hojas fue de 17,9%, Se

registró un promedio de 3,0cm para la relación largo ancho de las hojas de esta planta, el máximo hallado fue de 3,4cm y un mínimo de 2,5cm. El coeficiente de variación fue de 8,5%. El valor del promedio general de LBA para esta planta fue de 16,8cm, según el estudio realizado el mayor valor de LBA en una de las hojas estudiadas fue de 21,9cm y el mínimo de 13cm. Para la variación entre hojas de la planta se estimó un 15,9%. De acuerdo a los datos registrados y la sumatoria de todas las medidas el promedio general de la relación L/LBA de esta planta fue de 1,8cm, la hoja que mayor medida represento fue de 2,1cm y la de menor medida 1,5cm. Se expresó un 8,6% de variación entre las hojas que se estudiaron.

De acuerdo a la caracterización de todos los frutos el promedio general de peso fue de 460,1 g donde la mazorca que mayor peso obtuvo fue de 575 g y el menor peso de 320 g Se presentó un porcentaje de variación de peso entre frutos de un 21,4%. El promedio general para la caracterización de largo de las mazorcas fue de 16,6cm, el máximo largor encontrado en un fruto fue de 18,8cm y la menor medida de 15,4cm. La variación encontrada para esta variable fue de 6,7%. Según la suma de datos colectados para el estudio el promedio de ancho para los frutos registrado fue de 7,9cm, donde la mayor medida de ancho fue de 9,3cm y la menor medida de 6,9cm. La variación que se presentó para esta variable fue de 8,6%. El promedio identificado en la caracterización de profundidad del surco primario fue de 0,25cm, la mayor medida de profundidad fue de 0,4cm y la menor de 0,1cm. Se presentó una variación del 32%. El promedio de profundidad del surco secundario para los frutos en esta planta fue de 0,8cm, la variación entre máxima y mínima medida de profundidad fue alta siendo 2cm la mayor medida detallada y 0,1cm la menor medida encontrada en una cascara de un fruto. Por lo tanto, la variación para el estudio de la variable es alta siendo 87,3% (figura 52).



Figura 52. Medición de surcos y grosor de la pared del fruto.

Los resultados de promedio para la variable grosor de la pared del surco primario en los frutos de esta planta fue de 10mm, la mayor medida se expresó con 13mm y la menor medida con 8mm. La variación encontrada para esta variable fue del 14,7%. El promedio general para el siguiente descriptor de grosor de la pared del surco secundario fue de 12mm, se identificaron mediadas máxima y mínima las cuales fueron de 14mm y 9mm respectivamente.

La variación que se presentó en el estudio de la variable fue de 14,9% (figura 52). En esta planta se obtuvo buenos resultados para todas las características de las semillas, el promedio de peso fue de 84,12 g donde el máximo valor de peso que de 130 g y el menor de 65 g El coeficiente de variación entre el peso de semillas fue de 25,3%. El promedio total de peso fresco para las semillas de los frutos de esta planta fue de 66,6 g se presentó un valor de media máxima para la variable de 110 g un valor mínimo de 49 g. La variación que se presentó para esta variable fue de 28,6%. El promedio total para la variable de número de semillas fue de 29,2 semillas, el máximo de número de semillas en una mazorca fue de 46 semillas y 18 semillas la menor cantidad presentada. Un porcentaje de C.V entre las semillas fue de 32,1%.

Para la evaluación de las semillas vanas se obtuvo un promedio de 1,25 semillas vanas por mazorca, la mazorca que mayor semilla vana tuvo fue de 2 semillas y la de menor cantidad 0 semillas. Por lo que el porcentaje de variación fue elevado debido a la diferencia entre semillas siendo el 71%. Teniendo en cuenta las medidas realizadas el promedio de largo de 5 semillas estudiadas a varios frutos de esta planta fue de 1,9cm, donde el mayor largor lo presento una semilla con 2,58cm y la menor medida con 1,08cm. El porcentaje de coeficiente de variación fue de 31,6%. Para el promedio general de ancho de las semillas de esta planta fue de 1,33cm, la máxima medida de ancho de una semilla fue de 1,48cm y la mínima medida de 1,2cm. Se presentó una variación del 7%. El espesor de las semillas en esta planta tuvo un promedio de 1mm, el máximo de espesor encontrado en una semilla fue de 1,1mm y el mínimo de 0,8mm. La variación establecida para la variable fue de 7,2%.

El peso fresco de las semillas estudiadas en esta planta se registró con un promedio de 14,5 g las 5 semillas que mayor peso tuvieron fue de 18 g y el mínimo peso de 10 g. El % de C.V que se registró en el estudio de la variable fue del 19%. Teniendo en cuenta los datos registrados el promedio identificado fue de 5,8 g de peso seco para las 5 semillas de esta planta. El valor máximo fue de 7,53 g el valor mínimo de peso 4,42 g. La variación que se presentó en el estudio fue del 14%. El promedio de peso seco sin testa para las 5 semillas fue de 5,5 g donde el mayor peso identificado fue de 6,6 g y el mínimo peso de 4 g. El porcentaje de coeficiente de variación que se presentó en el estudio de esta variable fue del 14%. El promedio del peso de la testa en el estudio de esta planta fue de 0,45 g el máximo peso identificado fue de 0,85 g y el mínimo de 0,3 g. El % de variación para la variable estudiada fue del 40%.

Conforme a la caracterización de las plantas y órganos de la misma los resultados para las variables cualitativas reflejaron que el primer descriptor arquitectura de la planta se identificó como erecta y la forma de ramificación como intermedia. Para la caracterización de la base de las hojas de esta planta se determinó como aguada. Teniendo en cuenta el estudio de las hojas de esta planta la mayoría mostró ápice acuminado corto tan solo 1 hoja mostro ápice acuminado largo. Dadas las observaciones realizadas a las hojas estas mostraron una textura cactácea. Color de fruto 2.5Y 7/8. La caracterización de los frutos de esta planta (figura 53) se identificó con una forma elíptica, uno de los frutos de la planta mostró una forma oblonga. En esta planta se mostraron dos características de construcción basal donde la más resaltante fue de construcción ausente y unos cuantos frutos mostraron construcción basal ligera. Dadas las características observadas en los frutos de esta planta se determinó el ápice del fruto como obtuso.



Figura 53. Muestra de diferentes frutos.

Para la siguiente variable cualitativa rugosidad del fruto que mostraron las mazorcas de esta planta fueron intermedia y ligera, siendo la más resaltante la rugosidad intermedia. En cuanto a la caracterización de la apariencia de pares de lomos para los frutos de este estudio se identifica que están ligeramente separados, bien separados e intermedia (figura 53). Las semillas estudiadas en esta planta mostraron diferente forma, se predominaron dos formas oblonga y ovoide. Para la identificación del color de cotiledón de las semillas de esta planta se identificaron varios códigos los cuales iban desde 5RP 4/4 hasta 5RP 7/8; es decir las semillas se ficharon con un color desde violeta claro hasta un color más claro (figura 54).



Figura 54. Color de cotiledón para fruto de la planta CLMC 14.

Planta CLMC #15 (figura 55): La planta CLMC #15 se identificó con una altura de 1,83cm y un diámetro del tronco de 53cm. Para el estudio del largor de las hojas de la planta se obtuvo un promedio general de 28,5cm y la hoja con mayor largor registrado en esta planta fue de 35cm y la de menor valor 23cm.



Figura 55. Planta CLMC 15.

La variación entre la longitud de las hojas de esta planta fue del 19,4%. El promedio general del ancho en esta planta fue de 10,3cm, y el máximo de ancho en una hoja identificado fue de 15cm, en cuanto al mínimo 8cm. Para el porcentaje de C.V se estimó un 19,4%. Según la caracterización realizada en esta planta el promedio general de relación largo ancho de las hojas fue de 2,8cm, para el máximo encontrado en una hoja evaluada fue de 3,5cm y el mínimo de 1,9cm. El porcentaje de C.V que se identificó para las hojas estudiadas fue de 11,8%. Se identificó un promedio de 14,7cm para LBA de la hoja, siendo 18cm el valor máximo

encontrado en una hoja y 12cm el valor mínimo respectivamente. Se encontró una variación entre las hojas del 12%. Teniendo en cuenta la suma de las medidas de las hojas de esta planta el promedio de relación L (LBA) obtenido fue de 1,9cm, donde 2cm fue la mayor medida identificada y 1,8cm la menor medida de relación. En cuanto al porcentaje de variación que representaron las hojas de esta planta fue un 4,4%.

Según la caracterización de peso de los frutos el promedio identificado fue de 426,7 g entre las mazorcas estudiadas se reconoció una con mayor peso el cual fue de 520 g y la de menor de peso 355 g. La variación de peso entre los frutos evaluados fue de 14,2%. Los frutos estudiados en esta planta mostraron un promedio de 22,7cm en la variable largor del fruto, la mayor medida expresada fue de 24,2cm y la menor de 20,9cm. Según los datos hallados el porcentaje de coeficiente de variación fue de 5,5%. De acuerdo al estudio de los frutos de esta planta el promedio obtenido fue de 7,1cm para el ancho de los frutos, el valor de mayor medida fue de 7,7cm y la menor medida fue de 6,4cm.

La variación entre frutos para el ancho fue determinada en un 5,9%. Según los datos el promedio de profundidad de surco de los frutos de esta planta fue de 0,65cm, la medida de mayor valor expresada para una mazorca fue de 0,9cm y la menor de 0,4cm. La variación presentada entre frutos fue de 24%. En cuanto la profundidad del surco secundario para los frutos de esta planta fue de 0,21cm, la mayor medida expresada para la variable fue de 0,3cm y la menor de 0,1cm. La variación entre frutos fue del 30,1%. Para la caracterización de grosor de la pared del surco primario las mazorcas de esta planta se obtuvo un promedio total de 6mm, la mazorca con mayor medida fue de 8mm y la de menor medida 5mm.

El porcentaje de variación de la variable fue de 16,5%. Conforme a la caracterización realizada en las mazorcas de esta planta se obtuvo un promedio de 11mm para la variable grosor de la pared del surco secundario donde la mayor medida de grosor identificada fue de 12mm y la menor medida fue de 11mm. La variación presentada en el grosor de la pared del surco secundario fue de 4,5%. El promedio de peso total de la semilla para el estudio en esta planta fue de 69,3 g donde el valor de mayor peso de las semillas fue de 100 g y el de menor peso 50 g. Según los datos el porcentaje de coeficiente de variación que se presentó fue de 22,3%. En cuanto a los datos de peso fresco para las semillas estudiadas se obtuvo un promedio general de 55,6 g el máximo presentado fue de 65 g y el mínimo de 40 g. Se presentó un coeficiente de variación del 15,5% para el estudio de la variable.

Para el estudio de la cantidad de semillas el promedio que se presentó fue de 22,7 semillas, donde la mayor cantidad de semillas presentada fue de 29 semillas y la menor cantidad de 13 semillas. La variación para la variable fue de 21,7%. Según los datos obtenidos el promedio de semillas vanas fue de 0,8 semillas por mazorca, donde la mazorca que mayores semillas vanas encontradas fueron 3 y la mazorca que menos semillas tuvo fue de 0.00 El porcentaje de variación fue elevado de más del 80% para esta planta. Según las medidas de las semillas estudiadas el promedio de largo fue de 1,5cm, el máximo largor fue identificado con 2,48cm y el menor con 1,12cm, la variación entre semillas para el largor fue de 37,6%.

Según los datos obtenidos el promedio de ancho de las semillas para esta planta fue de 1,2cm, la semilla con mayor medida de ancho fue de 1,3cm y la menor medida de 1,2cm. La variación que esta variable presentó fue del 4,1%. Teniendo en cuenta los datos colectados para espesor de

las semillas el promedio obtenido fue de 11mm, la semilla con mayor espesor fue de 11mm y la que menor espesor presento de 10mm. El porcentaje de C.V identificado para la variable fue del 3,3%. El promedio de peso fresco de las 5 semillas para esta planta fue de 16,6 g las 5 semillas con mayor peso fueron de 20 g y las de menor peso de 15 g.

La variación del peso entre las semillas fue del 14%. El promedio de peso seco para 5 semillas fue 6,1 g el máximo peso identificado en 5 semillas fue de 7,1 g y el peso mínimo de 5,2 g. El coeficiente de variación identificado para la variable de peso seco fue del 9,5% (figura 56). Los datos registrados mostraron un promedio de 5,4 g para el peso seco sin testa, siendo el peso máximo de 6,6 g y el peso mínimo de 4,5 g



Figura 56. Peso seco de semillas de la planta CLMC 15.

La variación presentada en la variable de peso seco sin testa fue del 11,3% para las semillas estudiadas. Según los datos obtenidos el promedio del peso de la testa de 5 semillas fue de 0,73 g el máximo y mínimo valor de peso de la testa fue de 0,93 g y 0,56 g respectivamente. El porcentaje de coeficiente de variación que se presentó entre la variable de la testa fue del 18,6%.

Para la determinación de la arquitectura de la planta según lo observado en campo el resultado fue erecta y la forma de ramificación intermedia. Conforme a la caracterización de base de las 15 hojas, se presentó variación donde 1 hoja se observó con característica de base obtusa, 4 de las hojas presentaron base redondeada y el resto de las hojas aguda. Se mostró variación en el ápice de las hojas de esta planta 4 hojas se determinaron con ápice acuminado largo las demás hojas son de ápice acuminado corto. Conforme al estudio realizado a las hojas de esta planta la textura fue denominada cactácea. Color del fruto 2.5 Y 8/12. Los frutos caracterizados en esta planta registraron con forma oblonga (figura 57).



Figura 57. Fruto de la planta CLMC 15.

La determinación de la construcción basal para estos frutos fue pronunciada. La caracterización del ápice del fruto para los órganos colectados de esta planta se determinó como agudo. Teniendo en cuenta la caracterización de rugosidad del fruto para esta planta esta se identificó como intensa. Según los estudios se demostró que la apariencia de pares de los lomos de los frutos de esta planta está bien separada (figura 57).

En cuanto a las semillas que se analizaron de los frutos de esta planta la forma de estas se identificó como elíptica. Siguiendo los pasos del manual de caracterización morfológica de cacao para el establecimiento del color de cotiledón de las semillas, los códigos registrados para la variable fueron 5RP 3/2 hasta 5RP 7/2; colores que se determinaron desde violeta oscuro hasta violeta claro (figura 58).



Figura 58. Color de la semilla de frutos de la planta CLMC 15.

Planta CLMC #16 (figura 59): Para la descripción de las variables cuantitativas de esta planta, se siguió paso a paso el manual de caracterización morfológica de cacao y se identificó una altura de 1,40cm y un diámetro del tronco de 52cm.

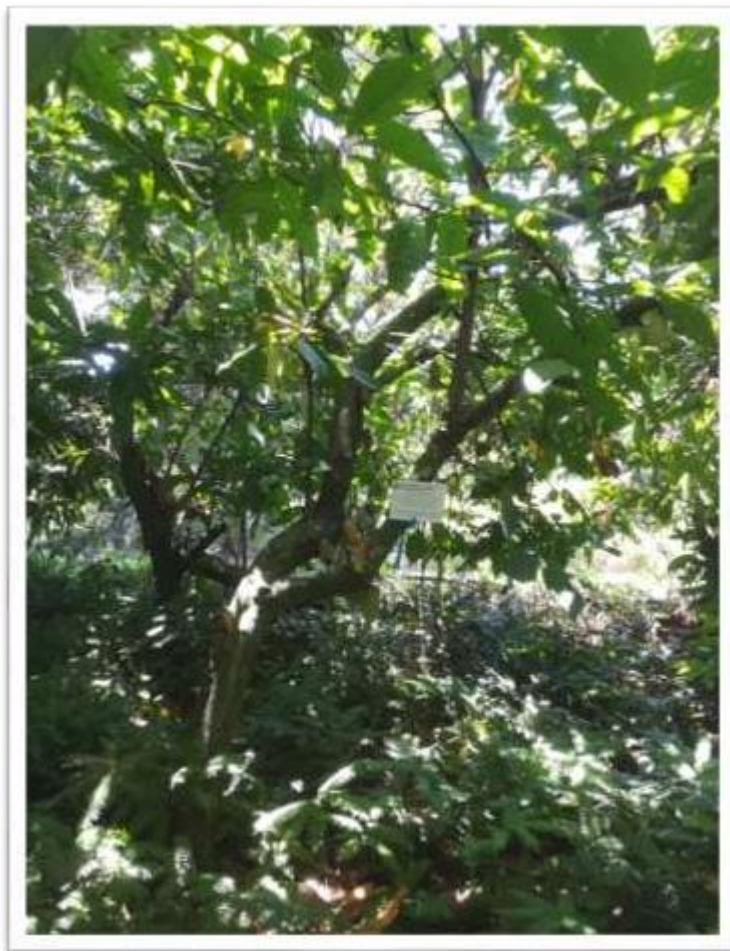


Figura 59. Planta CLMC 16.

El promedio general para la variable de largo de hojas fue de 32cm, donde el mayor valor de largo para una hoja fue de 41cm y el menor valor de 24cm. La variación de la longitud entre hojas encontrada en esta planta fue de un 16,9%. Para la siguiente variable ancho de las hojas se obtuvo un promedio de 10,51cm, la hoja que mayor valor de ancho mostro fue de 13,5cm y el mínimo de 6,7cm. Se presentó un 19,2% de coeficiente de variación. El dato obtenido del promedio de relación largo-ancho para esta planta estuvo en 3,0cm, se identificó un máximo de 3,5cm y un mínimo de 2,5cm. La variación de relación se registró con un 7%. El promedio en la caracterización de LBA fue de 18,6cm, donde la hoja con mayor medida de fue de 25cm y la de

menor medida 13cm. La variación presentada entre hojas de LBA fue de 18,4%. El promedio general observado para las hojas de esta planta en la descripción de la variable L (LBA) fue de 1,7cm, la hoja que mayor medida mostro fue 1,8cm y la de menor medida 1,5cm. Los resultados arrojaron un porcentaje de variación para la característica de relación de 6,7%.

En Cuanto a la caracterización del peso de las mazorcas en esta planta fue se identificó un promedio de 482,8 g la mazorca que mayor peso presento fue de 588 g y la de menor peso de 384 g. El % de C.V que se presentó en esta caracterización fue de 15,1%. De acuerdo a las medidas tomadas de los frutos el promedio de largo fue de 16,9cm, para las medidas de máximo y mínimo de largo que se presentaron fue de 17,6cm y 15,8cm. Un 4,4% de variación se registró para la característica de largo del fruto. El promedio general de ancho del fruto para esta planta fue de 7,2cm, la mayor medida expresada fue de 8,4cm y la menor medida 6,6cm. El porcentaje de C.V. se estableció con un 9,6%. De acuerdo a los datos obtenidos el promedio de profundidad para los frutos de esta planta fue de 0,46cm, donde la menor profundidad de surco primario identificado fue de 0,5cm y la menor medida de 0,4cm.

La variación entre frutos para esta caracterización fue de 11%. Conforme a los datos tomados para la caracterización de la variable profundidad del surco secundario el promedio identificado fue de 0,86cm, la mayor medida hallada en una mazorca fue de 1cm y la menor medida de 0,8cm. La variación para la variable fue tan solo de un 10,4%. Se obtuvo un promedio general para la variable grosor de la pared del surco primario el cual fue de 5,2 mm, se identificó una mayor medida de grosor la cual fue de 6 mm y la menor medida de 4 mm. Un 16% fue la variación que se registró para la evaluación de la variable. De acuerdo a las medidas tomadas a

las cascaras de los frutos se obtuvo un promedio de grosor de la pared del surco secundario de 7,8mm, las cascaras estudiadas presentaron un valor de máximo y mínimo los cuales fueron de 9mm y 7mm respectivamente. El porcentaje de C.V que se registró en el estudio de la variable fue de 10,7%. Para los datos de la variable relacionada con los descriptores cuantitativos para las semillas no se obtuvo respuestas ya que las semillas no se encontraban en óptimas condiciones para ser evaluadas.

Conforme a lo observado en campo la arquitectura de la planta fue erecta y la forma de ramificación intermedia. Según las 15 hojas estudiadas la caracterización de base de la hoja fue determinada como aguda. En el estudio de las hojas de esta planta la mayoría mostró ápice acuminado corto tan solo 1 hoja mostro ápice acuminado largo. Teniendo en cuenta la caracterización realizada a las hojas de esta planta la textura fue cactácea. Color del fruto 2,5y 8/2. Según lo observado en los frutos analizados (figura 60) la forma de estos fue oblonga, y para la siguiente variable caracterización de la construcción basal el resultado demostrado fue intermedia. En esta planta se observaron dos características del ápice del fruto donde la más resaltante fue obtusa, unos cuantos frutos mostraron ápice agudo. La rugosidad establecida para los frutos en esta planta se identificó como ligera. Se demuestra en los estudios que la apariencia de pares de los lomos de los frutos de esta planta está en intermedio.



Figura 60. Fruto de la planta CLMC 16.

Las semillas de los frutos de esta planta no fueron aptas para el estudio, por lo que no se pudo establecer un resultado para la variable.

Planta CLMC #17 (figura 61): Según los datos registrados para la variable altura de la planta, se identificó como la menor encontrada con 65cm y el diámetro del tronco 64cm.



Figura 61. Planta CLMC 17.

El promedio general para el largor de las hojas fue de 26,5cm, el máximo largor encontrado fue de 34cm, y el menor de 20cm. En cuanto al porcentaje de variación entre hojas hallada fue de 15,3%. El estudio de la caracterización del ancho de las hojas para esta planta obtuvo un

promedio de 9,01cm, donde el máximo de ancho de la hoja fue de 12,5cm y el mínimo de 6cm. Con un 21,7% se registró el coeficiente de variación para el ancho de las hojas evaluadas. Se determinó un promedio general de 2,9cm para el descriptor relación largo ancho de las hojas, el máximo identificado fue de 3,5cm y el mínimo de 2,5cm, se determinó un porcentaje de C.V de 10,4% para la relación largo-ancho de las hojas evaluadas. De acuerdo a la descripción realizada en las hojas el promedio de LBA fue de 12,8cm, el valor obtenido de mayor medida fue de 18,5cm y el menor de 10cm. El porcentaje de C.V para las hojas de esta planta fue de 16,5%. Las medidas en general de las hojas mostraron un promedio de 2,0cm para la caracterización de la relación L (LBA), se identificó la mayor medida de relación en una hoja de 2,3cm y el menor 1,8 cm respectivamente. La variación representada para esta característica fue de un 8%.

Teniendo en cuenta la caracterización realizada a los frutos el promedio general de peso fue de 540 g el mayor peso obtenido fue de 800 g y menor de 395 g. Se presentó una gran variación de peso del fruto de 41,7%. Se registró un promedio general de largo del fruto de 18cm, para la mayor medida hallada en una mazorca fue de 20,2cm y la de menor medida 16,5cm. La variación entre frutos para el largo fue de 10,5%. Para la planta CLMC #17 los frutos mostraron un promedio de 8,2cm, siendo 10cm la medida de mayor ancho identificada y la de menor media se mostró con 7,1cm. Un 18,8% representa la variación que tuvo los frutos en el estudio de la variable. El promedio general de profundidad del surco primario de los frutos identificados en esta planta fue de 0,33cm, se registró la mayor medida de 0,4cm y la menor de 0,2cm.

El porcentaje de C.V fue de 32% para la variable estudiada. Los datos de los frutos colectados mostraron un promedio total para la característica profundidad del surco secundario de 0,4cm,

donde la mayor medida fue de 0,9cm y la menor de 0,1cm. Se presentó una alta variación del 58,1%. Según la sumatoria de los datos colectados el promedio total fue de 9,5mm para el estudio del grosor de la pared del surco primario, en cuanto a la diferencia de medida no hubo grandes diferencias la mayor medida fue de 10mm y la menor de 9mm. Por lo que el porcentaje de coeficiente de variación fue tan solo del 7,4%. Las mazorcas estudiadas en esta planta mostraron un promedio del grosor de la pared de surco secundario de 9mm, las medidas de máxima y mínima para la variable fueron de 12mm y 7mm respectivamente. Se presentó una variación entre las medidas de las cascaras del 26%.

El peso total de las semillas obtuvo un promedio de 175 g donde el máximo peso fue de 220 g y el menor peso de 130 g. El coeficiente de variación entre semillas se identificó con un 36,3%. El promedio identificado en esta planta para la variable de peso fresco de las semillas fue de 117,5 g se presentó un valor de máximo y mínimo para la variable de peso los cuales fueron de 160 g y 75 g respectivamente. La variación presentada entre el peso de las semillas fue de 51,1%. El promedio total de número de semillas fue de 48,5 semillas, las mazorcas presentaron una cantidad de semillas equivalente, para la máxima cantidad encontrada fue de 49 semillas y la mínima de 48 semillas. Se identificó una baja variación entre la cantidad de las semillas de 1,4%. Dados los datos obtenidos de semillas vanas por fruto el promedio general para la variable fue de 2,5 semillas por mazorca, la mazorca que mayores semillas vanas tuvo fue de 3 semillas y la menor cantidad de 2 semillas.

El porcentaje de variación encontrado fue de 28,2%. De acuerdo a los datos tomados el promedio de largo de semilla fue de 1,5cm, la semilla que mostro más largo fue de 1,8cm y la de

menor medida 1,2cm. El porcentaje de C.V fue de 28,2%. Teniendo en cuenta los datos de las medidas de ancho de las semillas obtenidos el promedio fue de 1,48cm, las semillas que presentaron mayor medida y menor medida de ancho fueron de 1,5cm y 1,4cm respectivamente. La variación presentada para el estudio de esta variable fue de 5,7%. El promedio de espesor para las semillas de esta planta fue de 8,6mm, donde el máximo espesor encontrado fue de 9,6mm y el mínimo espesor de 7,6mm.

La variación entre las semillas para la variable de espesor fue del 16,4%. El promedio total identificado para el peso fresco de 5 semillas fue de 84,5 g el mayor y menor peso que se identificó en 5 semillas de diferentes frutos fueron de 160 g y 90 g respectivamente. La alta variación presentada fue del 60%. Los datos registrados de las semillas para el peso seco obtuvieron un promedio de 6,1 g el máximo de peso seco en 5 semillas fue de 8,3 g y el mínimo de 3,8 g. El % de C.V para la variable fue del 30% (figura 62). Según los datos obtenidos el promedio para la variable fue de 5,5 g se presentó un valor máximo de peso seco sin testa de 5 semillas de 7,4 g y un peso mínimo de 3,5 g. El % de C.V que se identificó fue del 32,3%.



Figura 62. Peso seco semillas de la planta CLMC 17.

Conforme a los datos registrados en la caracterización para el peso de la testa se obtuvo un promedio de 0,61 g el máximo valor de peso de la testa que se presentó en esta planta fue de 0,93 g y el mínimo de 0,29 g. La variación que se presentó en el estudio de la característica fue de 38,1%.

Teniendo en cuenta la caracterización realizada en campo la planta mostro una arquitectura intermedia y una forma de ramificación intermedia. Se determinó la base de las hojas de esta planta como aguda. Para la planta CLMC #17 se identificó un ápice de acuminado corto. Las hojas de esta planta mostraron una característica de textura cactácea. Color del fruto 2.5R 7/8. Todos los frutos analizados en esta planta se registraron con una forma elíptica. Los frutos de esta planta tuvieron dos características de construcción basal resaltantes, donde la predominante fue ligera y unos frutos con característica ausente.

Teniendo en cuenta el manual de caracterización morfológico de cacao para la variable ápice del fruto se registraron frutos con ápice obtuso, pero en su mayoría con ápice agudo. Los frutos de esta planta mostraron dos características de rugosidad las cuales fueron intermedia y ligera. Teniendo en cuenta los estudios realizados a la apariencia de pares de los lomos de los frutos de esta planta estos mostraron apariencia intermedia. Para la determinación de la forma de las semillas que se presentaron en esta evaluación se registró una característica de forma ovoide. De acuerdo a lo estudiado para el color del cotiledón de las semillas de esta planta, se establecieron los códigos de color 5RP 3/2 hasta 5RP 7/2, donde se reconoció que mostraban un color desde violeta oscuro hasta violeta claro (figura 63).



Figura 63. Color del cotiledón para las semillas de la planta CLMC 17.

Planta CLMC #18 (figura 64): La altura identificada para esta planta fue de 88cm y el diámetro del tronco 62cm.



Figura 64. Planta CLMC 18.

En la planta CLMC #18 se obtuvo un promedio para el largo de las hojas de 32,7cm y un valor máximo de longitud de 37cm, el menor valor de longitud fue de 27cm. La variación que se presentó en esta planta fue la menor por lo que la longitud de estas hojas mostró homogeneidad con un % de variación del 8,4%. Para esta planta el promedio de ancho fue de 10,3cm, en el estudio se observó que la hoja con mayor ancho fue de 11,5cm y la de menor ancho de 8,5cm. El porcentaje de variación para el ancho de estas hojas fue de 8%. El promedio general determinado para las hojas de esta planta fue de 3,1cm, donde el máximo encontrado en una hoja fue de 3,6cm y un mínimo de relación largo-ancho de 2,8cm. Se mostró una variación entre las hojas de 6,9%. El promedio establecido en esta planta fue de 14,7cm, y el mayor valor identificado fue de 21cm y el menor 13cm. El 15,8% represento la variación entre hojas en esta planta. El promedio general las hojas de esta planta fue de 1,9cm, la mayor medida identificada fue de 2,3cm y la menor de 1,6cm. El porcentaje de C.V. detallado en esta evaluación fue de 11,2%.

Para el estudio de las mazorcas de esta planta el promedio de peso que se identifico fue de 456,2 g según los datos del estudio se obtuvo un máximo y mínimo de peso siendo; 640 g y 320 g respectivamente. El coeficiente de variación para la caracterización del peso de los frutos de esta planta fue de 29,8%. Se identificó un promedio de 17,4cm, la medida de mayor largor fue de 19,1cm y la menor medida identificada de 15,4cm. El porcentaje de C.V identificado para la variación de la variable fue de 8,8%. Conforme a los datos obtenidos el promedio para el ancho del fruto es de 8cm, siendo la medida de mayor ancho de 8,7cm y la menor medida 7,2cm. Los frutos de esta planta tuvieron un 7,8% de variación para la caracterización de la variable.

Teniendo en cuenta los datos de los frutos evaluados el promedio de profundidad del surco primario fue de 0,4cm, la medida de profundidad que mayor valor mostro fue 0,5cm donde la mínima fue de 0,3cm. Con un 20% se estableció la variación de profundidad de los frutos. En esta planta se presentó un promedio total de 0,12cm en la profundidad del surco secundario, las mazorcas presentaron valores aproximados la mayor medida fue de 0,2cm y la menor de 0,1cm. La variación presentada fue del 35%. De acuerdo a las medidas de las cascarras el promedio obtenido fue de 7,2mm, la mazorca con mayor medida fue de 10mm y la de menor medida 5mm. Se presentó una variación del 30%. Los datos que se colectaron de las medidas de grosor de la pared de la cascara obtuvieron un promedio de 11mm, siendo la máxima medida 12mm y la mínima medida de 10mm. Tan solo el 8,5% fue la variación que presento la variable.

El promedio total obtenido para el peso de las semillas fue de 118,7 g el máximo peso fue de 170 g y el menor valor de peso fue de 65 g. Se obtuvo un porcentaje de C.V del 36,1%. Las semillas evaluadas presentaron un promedio de 83,7 g el peso fresco que mayor se presento fue de 120 g y el mínimo de 50 g. El porcentaje de C.V registrado fue de 34,2%. Según los datos obtenidos el promedio general del estudio de esta variable es de 42,7 semillas por mazorca, un máximo de cantidad de 55 semillas y 29 semillas la menor cantidad en una mazorca. La variación que se presentó para la cantidad de semillas fue del 25%. El promedio de número de semillas para esta planta fue de 1,2 semillas por mazorca, la mayor cantidad de semillas vanas encontradas en una mazorca fue de 3 semillas y en la misma planta se encontraron mazorcas con 0 semillas vanas. Por lo que la variación presentada fue alta del 80%. Las semillas estudiadas mostraron un promedio de largor de 1,06cm, la mayor medida presentada fue de 1,24cm y la de menor medida de 0,92cm. Se presentó un 14,6% de coeficiente de variación. El promedio del

ancho de las semillas de los frutos de esta planta fue de 1,2cm, la semilla con mayor medida de ancho fue de 1,3cm y la de menor medida de 1,2cm. El porcentaje de C.V que se identificó para esta variable fue de 2%. Según los datos el promedio establecido para esta variable fue de 9mm, siendo el máximo de espesor identificado del 9,8mm y el mínimo de 8,6mm. El porcentaje de variación registrado fue del 6%. Conforme a los datos obtenidos el promedio para el peso fresco de 5 semillas fue de 10 g las 5 semillas con mayor peso fresco fue de 12 g y las que obtuvieron menor peso fueron 8 g El porcentaje de coeficiente de variación identificado para la variable fue del 16,3%. El promedio obtenido en el estudio de la variable fue de 4,7 g las 5 semillas que mayor peso obtuvieron fue de 5 g y las de menor peso de 4,5 g El coeficiente de variación que se identifico fue del 4,2%.

El promedio identificado en las semillas de esta planta para la característica peso seco sin testa fue del 4,5 g las semillas que presentaron mayor peso seco si testa fue de 4,9 g y el menor peso seco sin testa identificado fue de 4 g. La variación entre los pesos seco sin testa de las semillas fue del 9,2%. El promedio de esta caracterización fue identificado con 0,23 g para el peso de la testa de las semillas de esta planta, se presentó un valor máximo de 0,58 g y un valor mínimo de 0,11 g. La variación presentada en la caracterización de esta variable fue del 42,1%.

Según lo observado en campo la arquitectura de la planta fue erecta y la forma de ramificación intermedia. Dada las observaciones de las hojas de esta planta, la base de hoja mostró 4 hojas con base obtusa y una hoja cordiforme, las demás hojas mostraron base aguda. En esta planta se identificaron 7 hojas con ápice de acuminado largo y 8 hojas con ápice de acuminado corto. De acuerdo a las observaciones realizadas a las hojas de la planta la textura de

esta planta 7 de las hojas observadas se determinó con ápice acuminado largo las otras hojas de ápice acuminado corto. Color del fruto 2.5R 7/9. Para todos los frutos colectados de esta planta la característica de forma se identificó como elíptica, un fruto mostró característica de forma oblonga.



Figura 65. Fruto de la planta CLMC 18.

Teniendo en cuenta las características del manual de caracterización morfológica de cacao, los frutos de esta planta mostraron construcción basal ligera y unos cuantos frutos de construcción basal intermedia, el ápice identificado en su mayoría fue agudo, algunos frutos mostraron ápice obtuso. Dadas las características planteadas en la rugosidad de los frutos de esta planta fue intermedia. Según el manual de caracterización de la apariencia de pares de lomos para los frutos de esta planta demuestran que están intermedias. Para la determinación de la variable forma de la semilla se reconoció que la característica prevalente fue de forma ovoide (figura 65). Para la determinación del color de cotiledón de las semillas de esta planta, según la tabla Munsell se registró los códigos 5RP 3/2 hasta 5RP 5/2 donde se mantenían en un color violeta oscuro (figura 66).



Figura 66. Color del cotiledón para las semillas de la planta CLMC 18.

Planta CLMC #19 (figura 67): La planta CLMC #19 tuvo una altura de 92cm y un diámetro del tronco de 53cm considerando este dato el menor obtenido de los demás diámetros estudiados.



Figura 67. Planta CLMC 19.

El promedio obtenido para esta caracterización fue de 29,96cm, el valor máximo de longitud de la hoja fue de 39cm y el mínimo de 22cm. El % de C.V de la longitud de las hojas de esta planta fue de 15,7%. Según los resultados el promedio hallado de ancho de la hoja para esta planta evaluada fue de 10,32cm, donde el máximo de ancho fue de 11,5cm y el mínimo de 8,5cm. El porcentaje de C.V para el ancho de las hojas en esta planta fue el menor de todos y correspondió a un 7,7%. Según los datos registrados el promedio general de relación largo-ancho de las hojas fueron de 2,9cm, la hoja de mayor valor de relación encontrada fue de 4,5cm y la hoja con menor relación tuvo una medición de 1,9cm. Se mostró gran variación con un 21,6% entre las hojas estudiadas de esta planta. La caracterización realizada a las hojas de esta planta arrojó un promedio de 14,7cm para LBA de la hoja, la hoja que mayor medición mostró fue de 21cm y la de menor de 13cm. El 14,8% es la variación que se identificó entre las hojas. En esta planta la caracterización de la medida de relación L (LBA) de las hojas mostro un promedio de 1,8cm, el valor máximo de medida fue de 2,6cm y el mínimo de 1,2cm. Se registró una variación para esta característica del 22,7%.

El promedio de peso del fruto de las mazorcas estudiadas para esta planta fue de 437,2 g el mayor peso identificado fue de 594 g y el menor peso 310 g. La variación de peso que se presentó entre frutos fue de 29,7%. El promedio determinado para el largo de los frutos de esta planta fue de 19,6cm, la mayor medida de largo fue de 21,1cm y la menor medida de 17,4cm. Los frutos mostraron una variación del 8%. Se reconoció un promedio de 6,9cm para el ancho del fruto de esta planta, el máximo de ancho fue de 8cm y la menor medida fue de 5,3cm. Siendo 17,7% el coeficiente de variación que se identificó. Conforme los datos tomados del promedio para la profundidad del surco primario del estudio fueron de 0,52cm, los datos de mayor y menor

medida registrados en esta caracterización fueron de 0,8cm y 0,4cm respectivamente. Se presentó una variación entre los frutos del 31,5%. Teniendo en cuenta los datos obtenidos el promedio que se presentó para la profundidad del suco secundario fue de 0,7cm, hubo una variación entre las medidas de la profundidad de la mazorca con mayor medida de 1,0cm y la de menor medida 0,2cm. Por lo que se estableció una variación entre la cascara de los frutos del 43%. El promedio general para esta variable para el grosor de la pared del surco primario fue de 5,6mm, se obtuvo la mayor medida con un 7mm y la menor medida que fue de 4mm. Dado los datos se obtuvieron un porcentaje de C.V del 27%. El promedio general de esta variable fue de 8mm, según los datos la medida de mayor medida fue de 10mm y la de menor medida 6mm. Se presentó una variación del 19,7%. Para esta planta las semillas de los frutos no presentaron muy buenas características para la evaluación se estimó un aproximado de peso el cual fue de 155 g. Los datos de promedio y porcentaje de C.V no fueron datos confiables.

Se identificó un peso fresco de las semillas de 90 g. El promedio y el porcentaje de C.V no fueron datos confiables en el estudio. Se identificó un peso fresco de las semillas de 90 g. El promedio y el porcentaje de C.V no fueron datos confiables en el estudio. La cantidad de semillas estándar para la variable fue de 57 semillas. El promedio y el porcentaje de C.V no fueron datos confiables. En esta planta se identificó un promedio de 3 semillas vanas por mazorca. No se tuvo en cuenta porcentaje de variación por falta de confiabilidad. Se estableció un promedio de largor para las semillas de esta planta con 1,42cm. No se tuvo en cuenta valor de porcentaje de variación por poca confiabilidad. Se estableció un promedio de ancho para las semillas de esta planta con 1,32cm. No se tuvo en cuenta valor de porcentaje de variación por poca confiabilidad. Se estableció un promedio de espesor para las semillas de esta planta con

0.8mm. No se tuvo en cuenta valor de porcentaje de variación por poca confiabilidad. Se estableció un promedio de peso fresco para 5 semillas de esta planta de 10 g. No se tuvo en cuenta valor de porcentaje de variación por poca confiabilidad. En cuanto al promedio para la variable de peso seco de las semillas de esta planta fue 5,15 g No se obtuvo un porcentaje de variación confiable. En cuanto al promedio del peso seco sin testa para las semillas de esta planta fue de 4,5 g. El porcentaje de coeficiente de variación no fue un dato confiable para el estudio de la característica. Se estableció un promedio del peso de la testa de 0,5 g para las semillas de esta planta. El porcentaje de variación no fue un dato confiable para esta variable.

En Cuanto a la descripción de las variables cualitativas la arquitectura para esta planta se denominó como erecta y la forma de ramificación intermedia. La determinación de base de la hoja para esta planta fue aguda. Según las hojas colectadas 5 hojas mostraron ápice acuminado largo las demás mostraron ápice acuminado corto. Las hojas analizadas de esta planta mostraron en su mayoría un ápice acuminado corto tan solo 4 hojas se determinaron con ápice acuminado largo. Color del fruto 2,5R 7/8. Debido a descripción realizada a los frutos colectados la característica de forma fue determinada como oblonga (figura 68).



Figura 68. Fruto de la planta CLMC 19.

La planta CLMC #19 tuvo dos características de construcción basal siendo la más predominante intermedia, donde unos cuantos frutos mostraron caracterización ligera. Se identificaron dos características de ápice del fruto, siendo el más resaltante ápice agudo, aunque algunos frutos mostraron ápice obtuso. Se presentaron dos características de rugosidad para los frutos de esta planta, en las cuales la más predominante fue la intermedia, algunos frutos mostraron rugosidad ligera. En los estudios que se realizaron a la variable apariencia de pares de lomos en los frutos de esta planta están intermedias y ligeramente separada (figura 68). En los estudios que se les realizaron a las semillas de los frutos de esta planta se detalló que la forma que estas mostraron fue ovoide. De acuerdo al estudio realizado a las semillas, el código registrado para el color de cotiledón fue 5RP 4/2 hasta 5RP 5/8 los cuales se identificaron como un color violeta oscuro (figura 69).



Figura 69. Color del cotiledón de las semillas de la planta CLMC 19.

Planta CLMC #20 (figura 70): La última planta estudiada se identificó con 74cm de altura y un diámetro del tronco de 60cm.



Figura 70. Planta CLMC 14.

En la última caracterización el promedio general de longitud de la hoja fue de 34,40cm, donde el mayor valor de longitud registrado fue de 42cm y el valor mínimo de 21cm. Para la última planta evaluada las hojas presentaron una variación de longitud del 17%. Para la caracterización del ancho en esta última planta el promedio fue de 10,22cm, y el máximo de ancho se identificó con 15cm, y el mínimo correspondió con 7cm. En cuanto a la mayor variación de ancho de las hojas se encontró en esta última planta evaluada y fue de un 22%. Para la última evaluación de relación largo-ancho de las hojas se obtuvo un promedio general de 3,4cm, donde el valor máximo en una hoja encontrado fue de 4,1cm y el mínimo de 2,6cm. El coeficiente de variación

que se identificó en las hojas de esta planta fue de 12,2%. En esta última evaluación el promedio de la caracterización de las hojas fue de 14,7cm, la máxima medición fue de 29cm y la menor fue de 9cm. Se identificó una gran variación entre las hojas de un 30% LBA. Finalmente, la caracterización de relación de L (LBA) de estas hojas obtuvo un promedio de 2,1cm, siendo el valor de mayor medida en una hoja identificado con 2,3cm y la menor medida con 1,3cm. El porcentaje de variación entre las hojas para esta característica fue de 11,7%.

Para la última planta y la caracterización de sus frutos el promedio detallado fue de 418,5 g la mazorca de mayor peso fue de 527 g y la de menor peso 310 g. El porcentaje de coeficiente de variación obtenido para el peso de frutos de esta planta fue de 36,6%. La caracterización de esta variable obtuvo un promedio de general de 15,2cm, la mayor medida se expresó con 16cm, y la menor medida con 14,5cm. Se determinó una variación del 6,9% para el largo del fruto. Para esta planta el promedio de ancho fue de 8,1cm, la medida de mayor ancho fue de 9cm y la de menor medida de 7,2cm. El porcentaje de coeficiente de variación para esta variable fue de 15,7%. Para la caracterización de los frutos de la última planta evaluada el promedio que se obtuvo fue de 0,9cm para la profundidad del surco primario, la mayor medida de profundidad fue de 1,1mm y la menor de 0,7mm. El porcentaje de coeficiente de variación que se presentó en la variable estudiada fue del 31,4%.

Las cascavas medidas en esta planta mostraron un promedio de profundidad de surco secundario de 1,4cm, la cascava que mayor medida presentó fue de 1,5cm y la de menor medida 1,3cm. La variación entre los frutos para la profundidad del surco secundario en la cascava de las mazorcas fue del 10,1%. Los datos registrados de la caracterización de la mazorca obtuvieron un

promedio de 10mm, donde las mazorcas estudiadas presentaron el mismo grosor de pared para el surco primario. Lo que por consiguiente no existe porcentaje de variación para la variable. Finalmente, en la caracterización de la última variable de los frutos las cascaras mostraron valores iguales, el grosor de la pared del surco secundario fue de 13mm. Por consiguiente, su promedio sigue siendo igual y no existe porcentaje de variación. Para esta planta no hubo frutos con las semillas aptas para el estudio.

Como se pudo observar en campo la arquitectura de la planta fue erecta y la forma de la ramificación intermedia. Las hojas observadas de esta planta mostraron una base aguda. Finalmente, las hojas de esta planta mostraron ápice acuminado largo solo 1 hoja se observó con ápice acuminado corto. Para la determinación de las hojas de esta planta y después de haber realizado el método propuesto en el manual la textura para esta variable se identificó como cactácea. Color del fruto 2.5R 7/8. La forma del fruto determinada para las mazorcas de esta planta fue elíptica. Los frutos colectados de esta planta mostraron característica de construcción basal ausente según lo muestra el libro de caracterización morfológica de cacao. Para todos los frutos colectados y caracterizados según el manual de caracterización morfológica el ápice se determinó como obtuso. La descripción de la rugosidad de los frutos de esta planta fue identificada como ligera. Para la caracterización de la apariencia de pares de los lomos de los frutos de esta planta se encontró según el manual de caracterización que son fusionados. En cuanto a las semillas de esta planta no se pudo establecer la forma, debido a que estas no estaban aptas para su determinación. En cuanto a las semillas de esta planta no se pudo establecer el color del cotiledón, debido a que estas no estaban aptas para su determinación.

Tabla 3. Exposición de los resultados cuantitativos en un breve resumen.

Características cuantitativas	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Promedio mínimo	Promedio máximo
Altura de la planta (cm)	124,10cm	45,20	36,43%	65,00cm	195,00cm
Diámetro de la planta (cm)	64,90cm	15,34	23,63%	52,00cm	95,00cm
Largo de la planta	30,23cm	4,37	14,39%	22,55cm	36,49cm
Ancho de la planta	10cm	1,63	16,41%	7,21cm	12,80cm
Relación largo-ancho de la hoja	3,05cm	0,32	10,7%	2,44cm	3,70cm
LBA de la hoja	15,42cm	2,60	16,80%	11,84cm	21,19cm
Relación largo (LBA) de la hoja	1,90cm	0,17	9,31%	1,61cm	2,23cm
Peso del fruto (gr)	403,51gr	131,48	31,24%	342gr	650,5gr
Largo del fruto (cm)	18,10cm	1,90	10,41%	16,2cm	19,9cm
Ancho del fruto	7,71cm	1,17	15,06%	6,61cm	8,92cm
Profundidad del surco primario fruto (mm)	0,48mm	0,14	31,15%	0,33mm	0,63mm
Profundidad del surco secundario fruto (mm)	0,64mm	0,31	56,01%	0,61mm	1mm
Grosor de la pared del surco primario (mm)	0,81mm	0,17	22,41%	0,62mm	0,85mm
Grosor de la pared del surco secundario (mm)	1,05mm	0,16	15,91%	0,81mm	1,22mm
Peso total de semillas (gr)	142,8gr	35,8	30,03%	77,5gr	13,5gr
Peso fresco de semillas (gr)	101,48gr	29,1	32,38%	53,5gr	171,5gr
Cantidad de semillas	42,75	6,43	20,10%	27	44,75
Cantidad de semillas vanas	2,4	1,00	75,23%	27,2	44,731
Largo de 5 semillas (cm)	1,77cm	0,44	28,11%	1,08cm	2,02cm
Ancho de 5 semillas (cm)	1,37cm	0,06	4,71%	1,3cm	1,4cm
Espesor de 5 semillas (mm)	0,93mm	0,31	8,25%	0,88mm	1,05mm
Peso fresco de 5 semillas (gr)	28,51gr	28,35	43,93%	12,5gr	52,5gr
Peso seco de 5 semillas (gr)	5,17gr	1,21	20,20%	4,53gr	7,02gr
Peso seco sin testa de 5 semillas (gr)	5,52gr	1,12	20,98%	4,07gr	6,41gr
Peso de la testa (gr)	0,35gr	0,22	21,72%	0,35gr	0,72gr

Fuente: Datos recolectados por el autor.

Según las variables observadas 3 descriptores evaluados presentaron más del 40% de coeficiente de variación siendo así;

- Peso fresco de semillas: (43,93%)
- Profundidad del surco secundario: (56,01%)
- Cantidad de semillas vanas: (75,23%)

Estas altas variaciones posiblemente se generaron por la influencia en el ambiente y la genética.

Los descriptores con menor coeficiente de variación fueron:

- Ancho de 5 semillas: (4,71%)
- Espesor de 5 semillas: (8,25%)
- Relación largo ancho por largo de la base de la hoja hasta el punto más ancho: (9,31%)
- Largo del fruto: (10,41%)
- Relación largo ancho de la hoja: (10,71%).

5.3 Análisis certificados de calidad

En el análisis para certificar granos de calidad se tuvo en cuenta varios requisitos tales como: Granos mohosos (% Max.) Grano partido (% Max.) Dañados por insectos (% Max.) Planos (% Max.) Pizarrosos (% Max.) Negros (% Max.) Granos germinados (% Max.) Granos múltiples (% Max.) Granos fermentados (% Max.) Granos ligeramente fermentados o violetas (% Max.) Peso de 100 granos (Min) (g) Almendras criollas, Impurezas (%) Humedad (Max.). Teniendo en cuenta estos requisitos debían estar dentro del promedio de normas para ser catalogado como; extra fino: 2%, fino de primera 3% y fino de segunda 4%.

Para la primera muestra analizada se encontró que el porcentaje para el primer requisito de granos mohosos fue del 6% el cual, granos partidos 0.7%, granos dañados por insectos 0%, granos planos 3,3%, granos pizarrosos 2,7% granos negros 0%, granos germinados 7,3%, granos múltiple 2%, granos fermentados 26%, granos ligeramente fermentados 52%, peso de 100 granos un promedio de 153,7, las almendras criollas se encontraron con un promedio de 22%, impurezas del 0% y una humedad máxima mayor al 12.

Observaciones: Granos de tamaño medio a grande, de genética híbrida con tendencia a criolla. Alto nivel de humedad no medible por el aparato, se recomienda mejorar proceso de fermentación y secado.

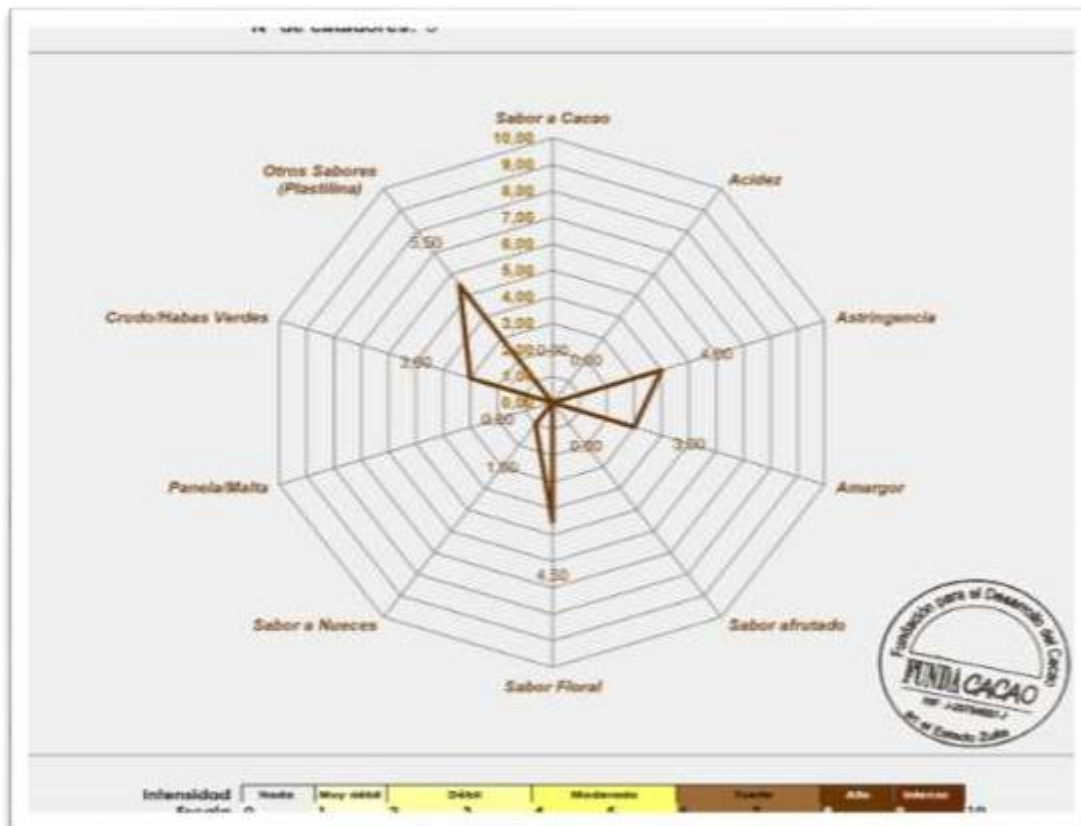


Figura 71. Perfil sensorial del cacao. Observaciones: Color marrón chocolate, olor a esmalte, sabores simples.

En cuanto a la segunda muestra analizada se obtuvo que el porcentaje para el primer requisito de granos mohosos fue del 1,3%, granos partidos 0%, granos dañados por insectos 0%, granos planos 0,7%, granos pizarrosos 9,3% granos negros 0%, granos germinados 0,7%, granos múltiple 2,7%, granos fermentados 40%, granos ligeramente fermentados 45,3%, peso de 100 granos un promedio de 159, las almendras criollas se encontraron con un promedio de 20,7%, impurezas del 0% y una humedad máxima mayor al 8,2.

Observaciones: Granos grandes, de genética variada. Se recomienda mejorar secado.

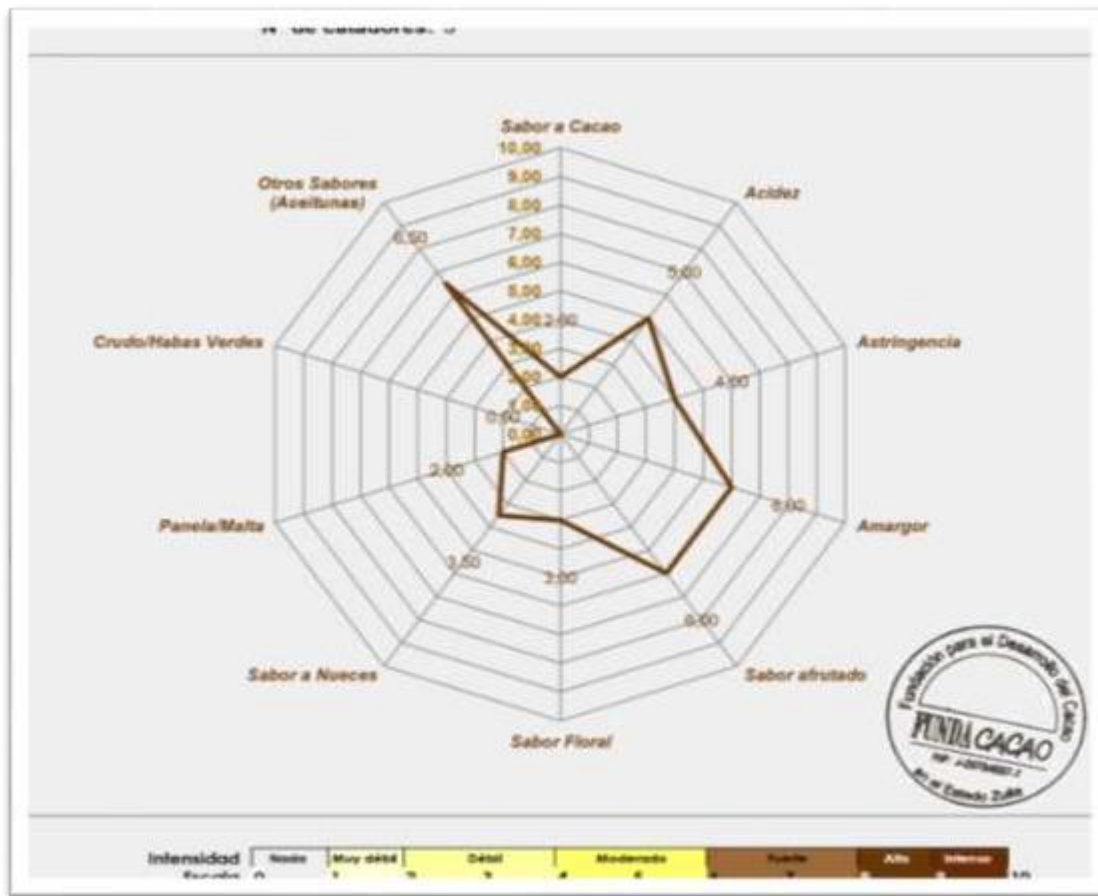


Figura 72. Perfil sensorial del cacao. Observaciones: color marrón chocolate, olor a fermento y aceitunas, sabor lácteo.

Finalizando con las muestras enviadas para el certificado de calidad se obtuvo en la finca #3 el porcentaje para el primer requisito de granos mohosos fue del 0%, granos partidos 0,7%, granos dañados por insectos 0%, granos planos 0%, granos pizarrosos 10% granos negros 0%, granos germinados 4%, granos múltiple 0%, granos fermentados 37,3%, granos ligeramente fermentados 48%, peso de 100 granos un promedio de 147, las almendras criollas se encontraron con un promedio de 21,3%, impurezas del 0% y una humedad máxima mayor a 7,9.

Observaciones: Granos de tamaño medio pulidos externamente, genética variada. Se recomienda mejorar el manejo postcosecha (Fermentación y secado).



Figura 73. Perfil sensorial del cacao. Observaciones: Color marrón claro, olor a frutas maceradas, sabor a tierra húmeda.

Se realizó la socialización a los productores de la vereda Ecuador municipio de Sardinata Norte de Santander sobre el proyecto de caracterización morfológica de cacao con potencial de fino de aroma, con la finalidad de dar a conocer los resultados del estudio y la importancia que estos tienen para la conservación y propagación del material. Así mismo en las visitas realizadas los productores mostraron gran participación a la hora de realizar los recorridos y la impartición de la charla sobre la descripción de cada característica en cada accesión de la planta, dicha charla fue dirigida por los profesionales el Ingeniero Agrónomo experto en cacao Darwin Márquez, el licenciado Jesús Arturo Sulvarán y el técnico de Fedecacao Jorge Duque. Además, se realizó un curso de chocolatería en el cual no solo participaron productores sino personas de la comunidad interesadas en algo novedoso y práctico, donde se certificó a todas las personas que asistieron al curso.



Figura 74. Charla en campo sobre caracterización morfológica de cacao en la vereda Ecuador municipio de Sardinata Norte de Santander.



Figura 75. Muestras de caracterización en granos de cacao.



Figura 76. Muestras de caracterización en granos de cacao.



Figura 77. Caracterización de planta, hojas y frutos de *Theobroma cacao* L. en la vereda Ecuador municipio Sardinata Norte de Santander.



Figura 78. Caracterización de frutos y granos de cacao.

6. Discusión

Para la caracterización morfológica de las plantas de cacao se presentaron numerosas variables las cuales en su mayoría explicaban lo mismo y por consiguiente no era necesario estudiarlas todas para la diferenciación de cultivares de cacao. Sin embargo, para determinar los perfiles de fino de aroma se destacan los descriptores de frutos y semillas que se discutirán a continuación.

El peso del fruto fue una de los descriptores que tuvo altas variaciones, donde el fruto de menor peso fue de 310 g para dos plantas evaluadas (planta CLMC #19 y CLMC #20) y el de mayor peso se registró con 962 g en la planta CLMC #12. Atanda, OA y Toxopeus, H. (1971) mencionan que la relación de los frutos corresponde al tamaño y forma de las mismas. Además, los valores encontrados están dentro del rango mencionado por Dostert, *et al.*, (2012), quienes manifiestan que los pesos de los frutos de cacao criollo oscilan entre 200 y 1,000 g lo cual se concuerda con los autores.

Enríquez (1966). La longitud del fruto es una buena característica para diferenciar cultivares. Ramos (2000) Menciona que el largo de los frutos para cacaos de tipo criollo muestra medidas de largor de más de 20cm. Eguiguren López, *et al.*, (2012). Determinan que la longitud del fruto varía entre 10 a 30 cm de largo, lo que se relaciona con el estudio realizado, debido a que en los frutos estudiados se presentó una media de 18,10 cm donde el largo del fruto que se mostró menor fue la planta CLMC #13 con 12,5cm (siendo este una excepción, pues el cacao porcelana muestra características similares al criollo andino y esta planta mostró grandes características

similares al cacao criollo fino sub tipo porcelana). La planta de mayor longitud presentada CLMC #15 con 24,2 cm. Se presentó un coeficiente de variación para el largo del fruto del 10,41% esto quiere decir que existe homogeneidad en esta descripción y que la mayoría de las muestras evaluadas mostraron buenas características frente a la longitud de largo confirmando lo expuesto por Ramos.

Eguiguren López, *et al.*, (2012). El diámetro fluctúa entre 7 a 9 cm, según el análisis estas presentan diferencias entre sí. El ancho del fruto se registró con un mínimo de 5,3cm para la planta CLMC #19 y con un valor máximo de ancho del fruto de 10,1cm para la planta CLMC #12. Con un coeficiente de variación de 15,06% existe homogeneidad en la variación. Por lo que se establece que las plantas CLMC 11 con un diámetro de (8,8cm), CLMC 13 con un diámetro de (7,5cm), CLMC 14 con un diámetro de (7,9cm), CLMC 15 con un diámetro de (7,1cm), CLMC 16 con un diámetro de (7,2cm), CLMC 17 con un diámetro de (8,2cm), CLMC 18 con un diámetro de (8cm) y CLMC 20 con un diámetro de (8,1cm) se encontraron en el rango de promedio entre 7cm y 9cm de diámetro de fruto, siendo estos alargados y cilíndricos características pertenecientes a los del cacao tipo criollo. Por lo que se establece relación en lo descrito por el autor ya que la mayoría de los frutos presentaron el diámetro establecido.

Se ha observado que los surcos son singularmente profundos en los criollos y la mayoría de las veces apenas seña-lados en ciertos forasteros (Braudeau, 1970). Según Engels (1980). Menciona que la profundidad de los surcos es de alto valor para distinguir cultivares. La descripción profundidad del surco primario y secundario van ligadas por lo que la primera variable registró gran variación con el valor mínimo de 0,1cm para la planta evaluada CLMC

#14 y un valor máximo de 1,1cm para la planta evaluada CLMC #20, el coeficiente de variación estuvo en un rango considerable de un 31,15% existiendo heterogeneidad en la profundidad del surco primario en los frutos, se destacó que ese porcentaje pertenecían en su mayoría a los frutos de las planta CLMC 15, CLMC 19 y CLMC 20, por lo que las demás plantas estudiadas presentaban valores de profundidad más profundos relacionado a lo que describe el autor.

En cuanto la profundidad del surco secundario el valor mínimo obtenido en varias plantas evaluadas fue 0,1cm de profundidad del surco de la mazorca, como el de mayor resultado 1,5cm de profundidad de surco secundario para la planta evaluada CLMC #20, el coeficiente de variación de esta descripción fue uno de los más altos con un 56,01% de heterogeneidad entre frutos. Graziani *et al.*, (2002). Observó que los cacaos de tipo criollo mostraron los valores más bajos para esta variable. Por lo que se existe relación en lo descrito por el autor, a excepción de unas pocas encontradas en la planta CLMC 20 las cuales no presentaron gran profundidad.

El valor mínimo para el grosor de la pared del surco primario y secundario está directamente relacionado con la profundidad de los surcos. La profundidad del surco primario mostro valores de 0,4cm en varias plantas evaluadas y el valor máximo en 1,4cm, este descriptor tuvo un coeficiente de variación del 22,41% se establece que existe una variación no muy alta por lo que existe homogeneidad en el grosor, datos que se vieron reflejados en la profundidad del surco secundario identificando medidas iguales pero una homogeneidad más precisa del 15,91%. Braudeav (1970) reportó que el espesor de cáscara de los cacaos criollos es generalmente más delgado que el de los otros tipos de cacaos. Por lo tanto, en los resultados de esta investigación se

puede observar que la mayoría de frutos presentan un grosor de cáscara delgado, es decir que, tienen bastante tendencia fenotípica a cacos tipo criollos.

El peso de las semillas con mucilago es considerado una característica importante para el rendimiento del cacao Aystas (2009). El promedio total del peso de las semillas se encontró en 142,7 g y el valor mínimo en 50g en la planta CLMC #15 donde se encontraron los valores más bajos y 200 g para el valor máximo encontrado en varias plantas evaluadas, el coeficiente de variación se encontró en 30,03% destacando variación heterogénea en esta descripción.

Según Cartay (1998). el cacao criollo, cultivado originalmente en las selvas húmedas de México, América Central y el norte de América del Sur, produce granos de medianos o grandes (90 a 80 granos por 100 g), con un cotiledón de color entre marfil pardusco castaño muy claro y un olor de cacao dulce. Entre ellos, tenemos el Porcelana, el Mérida, el Guasare, el Chuao original, etc. El peso de las semillas sin mucilago vario entre el valor mínimo encontrado de 40g para semillas de frutos de la planta evaluada CLMC #15 y el valor máximo de peso fresco 160g en varias plantas evaluadas, el coeficiente de variación estuvo en un 32,38% mostrando variación heterogénea en el peso fresco de las semillas evaluadas.

Para esta variable cantidad de semillas se estudiaron 10 frutos por planta, en la planta CLMC #15 evaluada se encontró el fruto con la menor cantidad de semillas las cuales fueron 13 y en la planta CLMC #11 se encontró el valor máximo el cual consto de 59 semillas, casi todos los frutos estuvieron en un rango de 20 a 59 semillas ya que se presentó una media de 42,11 semillas en todos los frutos evaluados, siendo la planta CLMC #15 las mazorcas que menos semillas

presentaron, además se mostró un coeficiente de variación de 20,10% lo que indica una variación homogénea entre los frutos. Pérez Zúñiga, J. I. (2009). En su investigación, presentó que los cacaos de tipo criollos conservaron la mínima cantidad de semilla por mazorca, en comparación a los fenotipos forasteros y trinitarios. Estos resultados pueden asemejarse con algunas plantas evaluadas las cuales presentaron todos sus frutos de 13 a 28 semillas por mazorca. Sin embargo, se tiene en cuenta lo expuesto por Reyes (1992) donde cada subtipo de cacao tiene su cantidad establecida siendo así; Criollos aproximadamente 30 semillas donde las plantas (CLMC 13, CLMC 14 y CLMC 15) mostraron estas cantidades, Criollos tipo Guasare 32 a 40 almendras para las plantas (CLMC 12 y CLMC 18) Criollo tipo Novillero 56 a 58 almendras, donde entran las demás plantas evaluadas.

Martínez (2007) Indica que la cantidad de semillas largo y ancho son importantes a la hora de discriminar cultivares. Con un 75,23% existe alta variabilidad heterogénea en la cantidad de semillas vanas por fruto, el valor mínimo de semillas vanas fue 1 por mazorca en diferentes plantas evaluadas y el máximo valor de semillas vanas fue 3 semillas por mazorca.

El parámetro de longitud de la semilla mostro una variación mínima de 0,92cm para la planta evaluada CLMC #18 y un valor máximo de 3cm de longitud para la planta evaluada CLMC #12, el promedio del largo de las semillas fue de 1,77cm en todos los frutos se evaluados, y se obtuvo un coeficiente de variación de 28,11% lo que indica variabilidad heterogénea en el largo de las semillas. Ayesta (2009) menciona que en su estudio de cacaos promisorios tipo criollos de Nicaragua el valor de la longitud de la semilla vario entre 2 a 2,7mm, lo cual se refleja en el estudio realizado, además Bermúdez, *et al.*, (2015) señala que el tamaño de la semilla es un

carácter importante para identificar cacaos, aunque como puede ser muy variado se necesita de grandes muestras para el estudio.

Para todas las mazorcas evaluadas se encontró un valor mínimo de 1,2cm de ancho y un valor máximo de 1,74cm encontrando un promedio de 1,37cm, y un coeficiente de variación de 4,77% siendo el valor de menor variación en el estudio, lo que significa que existe gran homogeneidad en el ancho de las semillas en todas las mazorcas evaluadas Eguiguren *et al.*, (2012) y Bermúdez, *et al.*, (2015). Señalan que el diámetro de las semillas sin mucilago oscila entre 1,33mm y 1,63mm de ancho para cacaos con características de tipo criollo.

El grosor de la semilla vario entre 0,76mm para la planta evaluada CLMC #17 y 1,16mm para la planta evaluada CLMC #15, el promedio general del espesor de las semillas fue de 0,93mm y se obtuvo un coeficiente de variación de 8,25% siendo el segundo parámetro evaluado con el porcentaje de C.V. más bajo, se considera así poca variación en el descriptor evaluado Graziani, *et al.*, (2002). Mencionan que el espesor es una característica para discriminación, pero no es muy recomendada pues puede cambiar con el grado de madurez. Según Angulo, *et al.*, (2001), el espesor para semillas de cacao criollo presenta medidas entre 1,01mm y 1,15 mm.

Teniendo en cuenta las tres variables mencionadas longitud, diámetro y espesor de la semilla se tiene en cuenta que son atributos que sirven para diferenciar poblaciones de cacao forastero, tal como lo señala Stockdale citado por moreno (1998), señalando así estos descriptores como buenas medidas para diferenciar clones de cacao.

El peso de la semilla es uno de los caracteres más importantes y de mayor variabilidad, presentando la semilla fresca, tras la eliminación de la pulpa y el tegumento, un peso medio comprendido entre 1,3 g y 2,3 g en tanto que el peso seco se ubica entre 0,9 g y 1,5 g (Braudeau, 2001). La variación que presentó esta variable fue significativa, se halló un valor mínimo de 8 g para el peso fresco de 5 semillas (sin mucilago) en la planta CLMC #18 y 160 g fue el valor máximo de peso fresco para la planta CLMC #17, un coeficiente de variación del 43,93% mostrando variación heterogénea entre los datos del peso fresco de todas las semillas evaluadas, lo que a su vez puede relacionarse por tener un número bajo de almendras a la hora del estudio.

El peso seco presentó una variación baja donde el valor mínimo estudiado de peso seco a las semillas estuvo en la planta número CLMC #17 con un peso de 3,88 g y el valor máximo en la planta CLMC #12 con un peso de 9,32 g y un coeficiente de variación de 20,20% existiendo homogeneidad en los datos.

Al retirar la testa de las semillas evaluadas y pesarlas el valor mínimo obtenido fue en las mismas plantas mencionadas en la variable anterior el peso mínimo para la planta CLMC #17 con un 3,59 g y valor máximo para la planta CLMC #12 con un peso de 8,72 g y un coeficiente de variación de 20,98% por tanto existe homogeneidad en los datos.

En esta última variable estudiada se encontró que el valor mínimo de peso solo de la testa correspondía a las de las semillas de la planta #18 con un valor de 0,01g y el valor máximo estuvo en varias plantas evaluadas con 0,93g la mayoría de los pesos de la testa estuvo entre 0,40 g y 0,93g se obtuvo un coeficiente de variación de 21,72%. Morales, *et al.*, (2012) indica que por lo

tanto la cáscara (testa) representa 10-14% del peso seco de la semilla de cacao, mientras que el núcleo o cotiledón se compone de la mayor parte del restante 86-90%, el cotiledón confiere sabores y aromas característicos de chocolate.

Otras variables estudiadas según el manual de caracterización morfológica de cacao fueron:

Ayestas (2009) menciona que la altura no es una característica determinante para la clasificación de los cultivares y que estos dependen del tipo de manejo agronómico que se les lleve a cabo. Sin embargo, Reyes (1992) menciona que grandes alturas pueden ser clasificados para arboles tipo criollo subtipo Guasare o Novillero siendo los primeros los que reflejan mayor altura. Lo anterior coincide con esta investigación, la cual encontró plantas con grandes alturas según el manual práctico de caracterización morfológica de cacao, un ejemplo de esto fue la planta CLMC #11 con 1,95 m de altura desde el suelo hasta el primer vértice.

Según Ayestas (2009) relaciona la variable diámetro del tronco de la planta con la edad del árbol y factores de fertilidad del suelo, por lo que el diámetro de la planta que mostró mayores resultados fue la planta CLMC #12 con un valor de 95 cm y menor valor la planta CLMC #16 con 52 cm de diámetro del tronco las demás muestras evaluados incluyendo las dos destacadas obtuvieron una media de 64,90 cm y un porcentaje de variación del 15,34% no muy elevado, por lo que no existe alta variación en esta descripción y se confirma por tanto lo expuesto por el autor, ya que las 10 plantas se encontraban en igual de condiciones de condiciones ecológicas y climáticas.

Según los resultados se encontraron que el largo de la hoja vario entre 19cm en la planta CLMC #12 evaluada, con respecto a la hoja de la planta CLMC #13 de la vereda ecuador siendo más larga con 43,5 cm. En este descriptor la media general fue de 30,23cm y un porcentaje de variación del 14,39% por lo que se estimó baja variedad, según (Bradeau 1970, Lindorf 1992, Arguello et al 1999, Rodríguez 2006) mencionan que existe variación entre las hojas de las plantas ya que son influenciadas por el ambiente, aquellas que están expuestas a la luz solar tienden a ser más pequeñas y las que se encuentran bajo sombra se muestran como hojas más grandes y alargadas.

El ancho de la hoja vario entre 6cm para la planta CLMC #17 y 15 cm para la planta CLMC #15. Las hojas que presentaron bajos valores de medida se caracterizaron por ser hojas pequeñas y angostas, no tan gruesas como las hojas de mayores resultados, la media general del ancho de las hojas fue de 10 cm y presento un C.V. del 16,41%. Enríquez (1966). Menciona que este descriptor puede tener muchas variaciones incluso dentro de una misma planta, por lo que el ancho de las hojas no son buenas medidas para diferenciar cultivares.

La característica relación largo-ancho demostró una diferencia entre 1,9cm y 4,5cm en las plantas CLMC #15 y la planta CLMC #19. Se mostró una media de 3,05 cm y un coeficiente de variación de 10,7% por lo que su variación no fue muy alta. Enríquez (1966). La relación largo ancho de las hojas es un carácter que no permite identificar cultivares.

La variación del descriptor largo desde la base hasta el punto más ancho de la hoja no fue considerable en varias plantas evaluadas se encontró un valor mínimo de 1,5cm y en varias otras

de 2 cm a 2,5 cm, el porcentaje de coeficiente de variación fue de 9,31%. Lo que se estima que los resultados son homogéneos y que, de acuerdo a lo expuesto por Enríquez (1966) las hojas de los árboles dependen en gran medida de la luz solar adquirida y el manejo que se le realice al cultivo.

Igualmente, para la caracterización cualitativa como en la cuantitativa se tuvo en cuenta primordialmente la discusión de los resultados de las variables de frutos y semillas ya que estos nos describen detalles más contundentes acerca de las posibles características morfológicas de cacao de tipo criollo que se pudieron analizar en el estudio.

El color del fruto maduro se distinguió empleando la tabla Munsell para las plantas, según la tabla los colores para la mayoría de los frutos estudiados estuvieron en 2.5Y y 2.5R de 7/8 a 8/2. El color de los frutos es una característica muy variable encontrándose frutos con color amarillo naranja y tono intermedio entre estos. Según Batista (2009) el color de las mazorcas no afecta en nada la cantidad de frutos producidos por árbol, el rendimiento es gobernado por un factor genético que no tiene relación con el color del fruto.

Según Reyes (1992) y Ramos (2000) la forma de los frutos es una característica muy importante a tener en cuenta a la hora de identificar morfológicamente plantas de cacao de tipo criollo, resaltando que los cacaos de tipo criollo de Venezuela muestran formas diferentes; siendo el de tipo porcelana con una forma redonda o cilíndrica el cual fue identificado en la planta CLMC #13, para los criollos con formas alargadas o denominadas elípticas las cuales se presentaron en las plantas CLMC 11, CLMC 14, CLMC 17 y CLMC 20. En cuanto a la

construcción basal del fruto también los resultados fueron muy variados se encontraron frutos desde constricción ausente hasta la pronunciada.

Según Reyes (2000) el ápice que mejor caracteriza a los cacaos de tipo criollo es el agudo. Los cacaos de tipo criollo porcelana tienen una punta acusada y los cacaos amazónicos no presentan punta. El ápice del fruto de las 6 opciones a estudiar se encontró 2 respuestas significativas, las cuales fueron ápice agudo y ápice obtuso, confirmando lo expuesto por el autor. Siendo el ápice obtuso para la planta CLMC 13 identificada como tipo porcelana.

La rugosidad de la mazorca también resultó muy variada se encontraron frutos con rugosidad ligera, intermedia e intensa. Reyes (2000) menciona que los cacaos de tipo criollo presentan una rugosidad en la cascara de sus frutos bastante marcada además de ser delgada y blanda, a lo que contribuyen las plantas (CLMC 11, CLMC 12, CLMC 15 y CLMC 17), algo contrario para los de tipo porcelana que cuentan con una superficie lisa y surcos superficiales y se muestran con un color brillante (CLMC 13 CLMC 20), para los cacaos criollos de tipo Guasare muestran rugosidades intensas y rugosidades intermedias para cacaos de tipo Novillero o Trinitarios. (CLMC 14, CLMC 16, CLMC 17 y CLMC 19).

Para el estudio de la apariencia de lomos los resultados fueron muy variados, de todos los frutos evaluados el único ítem a estudiar de apariencia que no se identificó fue la apariencia equidistante, en lo que respecta a las demás mazorcas se clasificaron como fusionados, ligeramente separados, intermedios y bien separados. Según Reyes (2000) como ya se mencionó en la profundidad del surco primario y secundario los lomos o surcos que están bien marcados y

profundos son los que se caracterizan para los cacaos de tipo criollo a excepción de los lomos para los de tipo porcelana que se muestran superficiales.

La mayoría de las semillas estudiadas resultaron con la forma ovoide pero también se identificaron pocas semillas con forma elíptica y oblonga. Aunque la morfología de los granos permite hacer la distinción entre cacao tipo criollo ancestral y otras variedades, características adicionales como el hábito de crecimiento, la pigmentación de las diferentes estructuras de las plantas, potencial productivo y la resistencia a enfermedades diferencian a los cultivares ancestrales de forasteros y criollos. (Marcano *et al.*, 2007).

El color del cotiledón se identificaron pocas semillas que correspondían al código 5RP 3/2 hasta 4/4 lo que significaba un color violeta oscuro de la semilla, la gran mayoría de las semillas estudiadas se valoraron en dos códigos que fueron 5RP 5/10 a 5RP 6/2 para un color violeta claro y el otro código resaltante 5RP 6/3 a 5RP 7/8 caracterizados como un color rosa, tan solo en una planta evaluada se encontró un ejemplar con el cotiledón completamente blanco. Bartley (1989) menciona que los cotiledones manifiestan una gran variedad de colores, sin embargo, se reportan con mayor frecuencia los cotiledones purpuras típico de los genotipos trinitarios y en menor frecuencia los cotiledones blancos típico de los genotipos criollos tal como los encontrados en la presente investigación. Además, se encontraron semillas con matices de color blanco, rosado y purpura a las cuales se les denominó color jaspeado. Al respecto Sari y Susilo (2011) concluyeron que en el cultivo de cacao se producen granos de colores diferentes en el mismo fruto, esto dependerá del origen del polen que fecundan a la flor, generando efectos positivos y negativos en las características cuantitativas y cualitativas de las semillas, a este

efecto se le conoce como Xenia Reyes (2000). el color del cotiledón es el único carácter enteramente ligado a la constitución genética de los tejidos del embrión y sin ninguna influencia del ambiente Criollos (blancos) Amazónicos (violeta oscuro) Trinitarios (violeta claro-rosados).

El 90% de los árboles caracterizados presentaron arquitectura erecta, y el 10% arquitectura intermedia. Según el Manual de Caracterización Morfológica de Cacao basado en Engels, J. M. M. (1981). Y más tarde INIA (2005), la arquitectura está formada por el ángulo entre las ramas principales o entre éstas y el tronco principal. Se considera un árbol erecto cuando el ángulo entre las ramas es menor a 90° , entre $91-135^\circ$ es intermedio y mayor a 135° se denomina pendular o decumbente. La arquitectura de los árboles depende del manejo en cuanto a podas que estos reciban durante las etapas tempranas de desarrollo y también de la vegetación alrededor de ellos; cabe destacar que, los materiales caracterizados no han recibido ningún manejo agronómico, ya que se encuentran en condiciones aisladas abandonado son arboles de muchos años en total descuido y e condiciones rusticas, Moreira (1992) encontró, en estudios de diversos centros de investigación de cacao, que la arquitectura está influenciada por la poda y que el árbol debe ser podado metódicamente desde su primera fase de crecimiento, con el fin de darle buena conformación y mantenerlo en mejores condiciones de producción.

Según los datos se puede observar que cerca del 88,4% la mayor característica encontrada para la base de la hoja es aguda, aproximadamente el 8,2% corresponde a base obtusa, el 2,4% es base redondeada y finalmente una estimación del 1% se consideró la base cordiforme.

El ápice de la hoja se evaluó en 150 muestras en total como en la anterior variable el 65% corresponde a 98 hojas en total con el ápice acuminado corto, el 34% corresponde a 51 hojas evaluadas con el ápice acuminado largo y finalmente una sola hoja evaluada corresponde aproximadamente al 1% caracterizado con el ápice agudo.

La caracterización de todas las hojas evaluadas para determinar la textura fue por un método simple de “apretón” con el cual determinamos que la textura de todas las hojas pertenece a cactáceas. Según Pérez *et al.*, (2009) la textura de la hoja es la sensación al tacto que tiene la hoja madura.

Para el análisis sensorial realizado en la primera muestra analizada se encontró que el 22% pertenecían a almendras criollas lo que a su vez en el perfil sensorial de la figura 71 se destaca que los granos tenían cualidades de otros sabores como lo era plastilina con un valor de 5,5 en la escala de 0 a 10, seguidos de sabor floral y astringencia con 4,5 y 4, un sabor de crudos y hiervas verdes y presencia de amargor con un valor de 3, finalmente un bajo porcentaje de sabor a nuez 1. Por otra parte (Portillo *et al.*, 2006; Ortiz *et al.*, 2009). En muestras estudiadas en sus estudios se presentaron sabores a ácido y amargo moderados además de la sensación de astringencia, factores que están asociados al manejo postcosecha, fundamentalmente una deficiente fermentación. El perfil sensorial del cacao Criollo Mérida, el cual se caracteriza por poseer sabores a nueces, panela o malta y poco sabor herbal y ácido siendo el floral, frutal nuez y malta característico de criollo fino de aroma, con valores muy bajos de crudo/verde señalados como defectos por insuficiente fermentación (Portillo *et al.*, 2006). Por lo que se confirma que en

la muestra de la finca #1 contiene cierto porcentaje de cacao criollo con potencial de fino de aroma, y este se encuentra en un mal proceso de manejo de fermentación y manejo postcosecha.

En la segunda muestra de la finca #2 se observó el 20,7% pertenece a almendras criollas donde en la figura 72 del perfil sensorial nos muestra que los granos contenían un porcentaje del 6 en sabores a aceitunas, amargor y sabor afrutado, seguidamente se muestra cualidades del 5 y 4 de acidez y astringencia en los granos y con valores considerables del 3 y 2 en sabores a nueces, sabor floral, sabor a cacao, panela y malta. Las mediciones y descripción de los marcadores sensoriales que se expresan con distintas intensidades en los cacaos finos de aroma, es decir las notas floral, frutal, nuez y caramelo, resulta algo más compleja y subjetiva, lo que dificulta la diferenciación y la selección de cultivares (Eskes *et al.*, 2007), por otra parte, en ambas muestras se presentaron sabores a ácido y amargo moderados además de la sensación de astringencia, factores que están asociados al manejo post cosecha, fundamentalmente una deficiente fermentación (Portillo *et al.*, 2006; Ortiz *et al.*, 2009). En este sentido, evaluaciones de esta naturaleza confirman que el aroma del cacao está relacionado principalmente al proceso de fermentación y tostado (Cros, 2000; Brito *et al.*, 2000; Luna *et al.*, 2002). Luego entonces se destaca el valor agregado afrutado con gran porcentaje y en menor presencia floral, sabor a cacao, nuez y panela los cuales son propios de cacaos finos de aroma y el mal manejo de fermentación de las muestras.

En el último análisis sensorial realizado a la finca #3 se identificaron almendras criollas en un porcentaje del 21,3% y según el análisis del perfil sensorial en la figura 73 se presentaron otros sabores (dulce) con un 7 en una escala de 0 a 10, seguidamente por la acidez de la astringencia y

amargor con 6 y 5, se presentó notas sensoriales de sabor frutal y floral con una escala de 4 y 3 respectivamente y sabor a cacao con 2,5, además de crudos verdes en la misma escala. (Portillo *et al.*, 2006; Ortiz *et al.*, 2009). F en muestras estudiadas en sus estudios se presentaron sabores a ácido y amargo moderados además de la sensación de astringencia, factores que están asociados al manejo postcosecha, fundamentalmente una deficiente fermentación. Los marcadores sensoriales que se expresan con distintas intensidades en los cacaos finos de aroma, es decir las notas floral, frutal, nuez y caramelo, son características propias de los cacaos con características de fino de aroma (Eskes *et al.*, 2007).

7. Conclusiones

Teniendo en cuenta las características más importantes de frutos y semillas para la determinación de los descripciones cuantitativos de cacao con potencial de fino de aroma, las plantas CLMC 11, CLMC 12, CLMC 13, CLMC 14, CLMC 16, CLMC 17 y CLMC 18 presentaron características de profundidad de surcos y grosor de la pared delgados similares a características de cacao criollos lo que concuerda con lo expuesto por autores, así mismo los frutos de las plantas CLMC 13, CLMC 14 Y CLMC 15 obtuvieron para las características de peso y cantidad de semillas.

Para las descripciones cualitativas de forma de semillas la mayoría de las plantas presentaron las descritas por los autores las cuales son elíptica y oblonga y con un ápice agudo y obtuso, En la rugosidad de los frutos se obtuvo gran variación, además de la forma de las semillas que en su mayoría los resultados fueron de forma ovoide y algunas destacables como elípticas, las cuales muestran características de cacao tipo criollo, finalmente para el color del cotiledón siendo este último el más importante para el estudio, se destacaron colores violeta claro a rosado muy sobresalientes en las plantas CLMC #12 Y CLMC #14 y en la planta CLMC #13 que sus características fueron similares a las del cacao criollo tipo porcelana forma redondeada del fruto semillas ovoide y el color de su cotiledón fue totalmente blanco.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial mostraron descripciones muy similares en las tres fincas evaluadas, se identificó porcentaje de semillas con características criollas de un 20% y con sabores a frutales, floral, nueces y malta que son propios de los cacaos criollos fino de

aroma, además de presentar acidez, amargor y astringencia por procesos de mal fermentación y mal manejo de post cosecha. No obstante, dicha evaluación se realizó con la mezcla de los granos de cacao de toda la finca. Es decir, los granos evaluados organolépticamente fueron una mezcla entre los granos obtenidos de las plantas objeto estudio con las demás plantas de la finca.

Como resultado de la comparación se encontraron similitudes para ciertos descriptores como lo son la profundidad de surcos y profundidad de grosor de la pared los cuales oscilaron entre 0,1cm y 1.5cm similar a los cacaos criollos del lago Maracaibo los cuales corresponde a una cascara delgada, además se presentó similitud en la forma, ápice y rugosidad del fruto, donde los resultados obtenidos en su mayoría fueron forma elíptica y oblonga, ápice agudo y obtuso, y aunque la rugosidad siempre fue muy variada se relacionó con lo establecido por los autores. De igual forma se presentó similitud en el tamaño de almendras considerándolas relativamente grandes y el color del cotiledón blanco o violeta claro. La planta CLMC 13 mostro similitudes con el cacao criollo tipo porcelana con una forma redondeada, ápice entre redondeado y obtuso, rugosidad ligera y lo más destacable forma de la semilla ovoide y color del cotiledón totalmente blanco.

Los productores de la vereda Ecuador del municipio Sardinata, departamento de Norte de Santander se mantuvieron atentos a las explicaciones por parte de los ingenieros y técnicos que impartieron la socialización, inicialmente ellos afirmaron que desconocían los criterios para la identificación de cacao criollo con potencial de fino de aroma, sin embargo, después de la capacitación manifestaron haber aprendido a reconocer los materiales con dichas características.

8. Referencias Bibliográficas

Alverson, W. S., Whitlock, B. A., Nyffeler, R., Bayer, C., & Baum, D. A. (1999). Phylogeny of the core Malvales: evidence from ndhF sequence data. *American Journal of Botany*, 86(10), 1474-1486.

Alverson, w.s., b.a. whitlock, r. nyffler, c. bayer, d.a. baum, 1999. phylogeny of the core malvales: evidence from ndhf sequence data. *american journal of botany*. 86: 1474-1486.

Anecacao (asociación nacional de exportadores de cacao). (2009). historia del cacao ecuatoriano. guayaquil-ecuador. consultado 11 abr. 2013. disponible en: <http://www.anecacao.com/index.php/es/cacao-en-ecuador/historia-del-cacao.html>

Angulo, J., Graziani, F. L., Ortiz, B. L., & Parra, P. (2001). Caracterización física de la semilla de cacao criollo, forastero amazónico y trinitario de la localidad de Cumboto, estado Aragua. *Agron. Trop*, 51, 203-219.

Arguello, o., l. Mejía, c. Palencia, 2000. origen y descripción botánica. tecnología para el mejoramiento de sistemas de producción de cacao. Corpoica. Colombia. 144 pp.

Atanda, OA y Toxopeus, H. (1971). Un caso comprobado de heterosis en *Theobroma cacao* L. L. *Turrialba, Costa Rica*, 22 (1), 81-89.

- Ayestas Villega, D. (2009). *Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de Theobroma cacao L. en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Baena, L. M., & García, N. (2012). *Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de Theobroma cacao L. L. L. de una industria chocolatera colombiana* (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Química Industrial).
- Ballesteros, W., & Ferney, L. (2015). Morphological characterization of elite cacao trees (*Theobroma cacao* L.) in Tumaco, Nariño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(2), 313-328.
- Barajas, E. F. V., Torres, N. E. G., Osorio, L. M. B., & Pacheco, J. M. L. (2018). Análisis económico del sector cacaotero en Norte de Santander, Colombia ya nivel internacional. *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación: RIDI*, 8(2), 237-250.
- Bhattacharjee, R., & p. kumar, (2007). genome mapping and molecular breeding in plants. 7(6): 1-16.
- Cartay, R. (1998). Los productos típicos y su reglamentación. Una tentativa de aplicación de la denominación de origen al cacao venezolano. *Revista agroalimentaria*, 4(6), 13-19.

- Chacón, I., Ramis, C., & Gómez, C. (2011). Descripción morfológica de frutos y semillas del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L. L. L.) en el sur del Lago de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 28, 1-13.
- Chavez, E. S., Nicklin, C., Puyutaxi, F. A., Barragan, J. J., & Miranda, S. B. (2015). Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 8(1), 37-47
- Cheesman, e.e, 1944. notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cocoa populations. *trop agri trinidad*. 27:144–159.
- Ciferri, R. (1949). Algunas características de los cacaos Criollos de Venezuela. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 9(33), 1-16.
- Clough, y., dadang, p., ramadhanil, p. and teja, t. 2009. local and landscape factors determine functional bird diversity in indonesian cacao agroforestry. *biological conservation*, 142(5): 1032-1041.
- Coe, s.d, m.d. coe, 1996. the true history of chocolate. thames and hudson. united sates of america. 160 pp.

Corpoica (1981). diferentes tipos de cacao. recuperado de:

http://corpomail.corpoica.org.co/bacfiles/bacdigital/3779/s2db136946d013174abd3892c8d09c9a642_1pdf.

Corpoica (1981). diferentes tipos de cacao. recuperado de:

http://corpomail.corpoica.org.co/bacfiles/bacdigital/3779/s2db136946d013174abd3892c8d09c9a642_1pdf.

Crespo e y crespo f. 1997. cultivo y beneficio del cacao ccn51. guayaquil - ecuador: el conejo.

Cros, E. (2004). Factores que afectan el desarrollo del sabor a cacao bases bioquímicas del perfil aromático. *Memoria. Taller Internacional calidad Integral del cacao: Teoría y Práctica INIAP/EET-P. Quevedo, Ecuador.*

Cuatrecasas, j, 1964. cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. contributions to the united states national herbarium. 35(6):379–614.

De Jesús Morales, J., García, A., & Méndez, E. (2012). ¿Qué sabe usted acerca de Cacao? *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 43(4), 79-81

De Ramírez, I. C., Ramis, C., & Gómez, C. (2011). Descripción morfológica de frutos y semillas del cacao Criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 28.

Dias, I.a, 2001. genetic improvement of cacao. food and agriculture organization, italia.

(<http://ecoport.org/ep?searchtype=articleview&articleid=197&page=-2>).

Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., & Weigend, M. (2012). Hoja botánica:

cacao. *Lima. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Report*, (1ed).

Eavies, p, 1986. sistemas alternativos de producción para cacao en la zona norte de colonización:

un análisis económico exploratorio. ciat. Bolivia. 42 p.

Eguiguren López, A. M., & Carmona Segovia, J. X. (2012). *Estudio del cacao y propuesta*

gastronómica de autor (Bachelor's thesis, Quito/UIDE/2012).

El cacao ccn-51. 2015. el comercio, pp. [http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cacao-](http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cacao-ccn-51-paso-de.html)

[ccn-51- paso-de.html](http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cacao-ccn-51-paso-de.html)

Engels, J. M. M. (1981). Genetic resources of cacao. *A Catalogue of the CATIE Collection*

Engler, m.b., m.m. engler, 2006. the emerging role of flavonoid rich cocoa and chocolate in

cardiovascular health and disease. *nutr rev* 64(3):109–18.

Enríquez, g. 2004. cacao orgánico. guía para productores ecuatorianos. botánica del cacao.

grupos genéticos. instituto nacional de investigaciones agropecuarias iniap. manual n° 54.

quito - ecuador. p. 51-54.

- Enríquez, G. A. (1966). *Selección y estudio de los caracteres de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao* (No. Thesis E59). IICA, Turrialba (Costa Rica).
- Esques, A., Guarda, D., García, L., & García, R. (2007). Is genetic variation for sensory traits of cocoa pulp related to fine flavour cocoa traits? *Ingenic newsletter*, (11), 22-28
- Estrada, W., Romero, X., & Moreno, J. (2011). Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. *Obtenido de http://biblioteca.catiac.cr/descargas/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf*.
- Fao, 2004. perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas: proyecciones años 2010. Organización de las naciones unidas para la agricultura. Roma. 95p.
- Faostat, 2007. base de datos (en línea). disponible en: <http://www.faostat.fao.org>. consultado el 8 de noviembre de 2009.
- FEDECACAO, 2012 guía técnica para el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L. L. L. Bogotá Colombia. P 128.
- García, G. P., Sarabia, C. C., & Almeida, J. F. (2015). Caracterización in situ de la variabilidad morfológica del cacao (*Theobroma cacao* L. L. L.) de la Provincia de Pastaza. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 4(2), 146-165.

Granados Pérez, Muñoz Vanegas. septiembre 2017. cadena de cacao indicadores e instrumentos.

recuperado de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/cacao/documentos/002> - cifras

sectoriales/002 - cifras sectoriales - 2017 septiembre cacao.pptx Hall, c.j.j. van (1932). cacao

2d, ed, london, macmillan.

Graziani de Fariñas, L., Ortiz de Bertorelli, L., Angulo, J., & Parra, P. (2002). Características

físicas del fruto de cacao tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de Cumboto,

Venezuela. *Agronomía tropical*, 52(3), 343-362.

Guardado Deras, E. C., & López, M. (2017). Caracterización morfo agronómica in situ de cacao

criollo (*Theobroma cacao* L. L. L.) en lugares de prevalencia natural y su incidencia en la

selección de germoplasma promisorio en El Salvador (Doctoral dissertation, Universidad de

El Salvador).

Hardy, f. 1961. manual de cacao. Turrialba, Costa Rica. instituto interamericano de ciencias

agrícolas. 439 p.

Icco (*international cocoa organization*). (2011). *global cocoa production*. consultado 13 abr.

2013. recuperado de: : <http://www.icco.org/economy/production.html>

Icco (*international cocoa organization*). (2018). *quarterly bulletin of cocoa statistics* – vo. xlii

no. 1 d recuperado de: [https://www.icco.org/about-us/icco-news/384-february-2018-](https://www.icco.org/about-us/icco-news/384-february-2018-quarterly-bulletin-of-cocoa-statistics.html)

[quarterly-bulletin-of-cocoa-statistics.html](https://www.icco.org/about-us/icco-news/384-february-2018-quarterly-bulletin-of-cocoa-statistics.html)

ICCO (Organización Internacional del Cacao). 2016. Decreto ICC / 71/7 Características del cacao fino y de aroma. <http://www.icco.org/about-cacao/fine-or-flavour-cacao.html> ; Consultado: enero de 2016.

Judd, w.s., s.r. manchester, 1997. circumscription of malvaceae (malvales) as determined by a preliminary cladistic analysis of morphological, anatomical, palynological, and chemical characters. *brittonia* 49: 384-405.

Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao (*Theobroma cacao* L). En Venezuela, basado en Engels *et al* (1980)

Martínez, W. J. (2007). Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia. *Magister Scientiae Thesis, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.*

Montamayor, j., lancheneaud, p., da silva e mota, j., loor, r kuhn.d.,brown, j. schnell, r (2008). Geographic and genetic population differentiation of the amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L. L. l.) in: *plos one* 3: e3311.

Morales, F., Carrillo, M., & Ferreira, J. . (2015). Pequeños productores de cacao Nacional de la provincia de Los Ríos, Ecuador: Un análisis socio-educacional y económico. *Spanish Journal of Rural Development*, 6(1-2), 29-44.

Morris, d, 1882. cocoa: how to grow and how to cure it. jamaica, pp 1–45.

Motamayor, j.c., a.m. risterucci., p.a. lopez., c.f. ortiz., a. moreno., c. lanaud, 2002. cacao domestication i: the origin of the cacao cultivated by the mayas. *heredity* 89:380–386.

Ochse, j., m. soule., m. dijkman., c. wehlburg, 1974. cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. editorial limusa. México, 2: 912 – 956.

Pabón, M., Herrera-Roa, L., & Sepúlveda, W. (2016). Socioeconomic and productive characterization of cocoa crops in the Santander Department (Colombia). *Revista Mexicana de Agronegocios*, 20(1), 283–294.

Pérez Zúñiga, J. I. (2009). *Evaluación y caracterización de selecciones clonales de cacao (Theobroma cacao L.) del Programa de Mejoramiento del CATIE* (No. Thesis P438v). CATIE, Turrialba (Costa Rica).

Pittier, h, 1935. degeneration of cocoa through natural hybridization. *heredity* 36:385–390

Ramos, G., González, N., Zambrano, A., & Gómez, Á. (2013). Olores y sabores de cacao (*Theobroma cacao* L. L. check for this species in other resources L.) venezolanos obtenidos usando un panel de catación entrenado. *Revista Científica UDO Agrícola*, 13(1), 114-127.

Reinaldo A Mora A, (2000). Caracterización morfológica de cacao (*Theobroma cacao* L). Tipo criollo en el estado Tachirá, Universidad Nacional Experimental del Tachirá. San Cristóbal, Venezuela.

Reyes, H., Moreno, A., Morillo, V., Pagnini, T., & Aristiguieta, C. (1992). Catálogo de cultivares del cacao criollo venezolano. *Proyecto de Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) y la Corporación Andina de Fomento. Serie especial*, (12), 219.

Schultes, R. E. (1984). *Amazonian cultigens and their northward and westward migration in pre-Colombian times* (Vol. 76, pp. 19-38). Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University.

Soria, vj, 1966. principales variedades de cacao cultivadas en américa tropical. Turrialba, Costa Rica 16 (3): 261-265.

Vera, j. 1993. origen del cacao, botánica y clasificación del cacao en manual del cultivo de cacao. segunda edición, manual número 25. estación experimental tropical pichilingue, iniap, quito- ecuador. p. 8- 16.

Whitlock, b.a., c. bayer., d.a. baum, 2001. phylogenetic relationships and floral evolution of the byttnerioideae (“sterculiaceae” or malvaceae s.l.) based on sequences of the chloroplast gene ndhf. *syst bot* 26:420–437.

9. Anexos

Adicional al proyecto de grado se realizó una actividad entre los agricultores, alumnos, docentes e ingenieros siendo estos últimos los que presentaron las capacidades y conocimientos para ofrecer dicha actividad, la cual se trató de un curso de chocolatería. Las siguientes figuras fueron tomadas por el autor durante el desarrollo de las actividades.



Anexo 1. Capacitación de chocolatería.



Anexo 2. Descascarillado de las semillas.



Anexo 3. Semillas sin testa.



Anexo 4. Molienda de semillas de cacao.



Anexo 5. Obtención de licor de cacao.



Anexo 6. Cálculos de leche y azúcar para chocolate.



Anexo 7. Mezcla de 1kg de leche y 1 kg y medio de azúcar y 2.107 g cacao.



Anexo 8. Mezcla homogénea de los productos.



Anexo 9. Obtención de tableta de chocolate al 45% de cacao.



Anexo 10. Grupo de trabajo proyecto caracterización morfológica de cacao de plantas de (*Theobroma cacao* L) con potencial fino de aroma en la vereda el ecuador (municipio de Sardinata).