

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Caracterización morfoagronómica *in situ* de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) en el Cantón Cangrejera, municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

**POR:
WILMER VLADIMIR LÓPEZ AVILÉS
LUIS MIGUEL LOVO LARA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2019

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**Caracterización morfoagronómica *in situ* de cacao criollo
(*Theobroma cacao* L.) en el Cantón Cangrejera, municipio
de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.**

**POR:
WILMER VLADIMIR LÓPEZ AVILÉS
LUIS MIGUEL LOVO LARA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2019

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



**Caracterización morfoagronómica *in situ* de cacao criollo
(*Theobroma cacao* L.) en el Cantón Cangrejera, municipio
de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.**

POR:
WILMER VLADIMIR LÓPEZ AVILÉS
LUIS MIGUEL LOVO LARA

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2019

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

Lic. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

Lic. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

Ing. Agr. M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO:

Ing. Agr. M. Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

F: _____

Ing. Agr. M. Sc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRIOS

DOCENTES DIRECTORES

F: _____

Ing. Agr. M. Sc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRIOS

F: _____

Dr. FRANCISCO LARA ASCENCIO

F: _____

Lic. M. Sc. ADA YANIRA ARIAS DE LINARES

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION

F: _____

Ing. Agr. MARIO ALFREDO PÉREZ ASCENCIO

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el periodo de agosto 2017 a octubre de 2018, en la finca de cacao del Sr. Jaime Arévalo, ubicada en el Cantón Cangrejera, municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, la cual se encuentra a una altura de 418 metros sobre el nivel del mar. El objetivo de la investigación fue identificar y caracterizar árboles elites de cacao criollo utilizando descriptores, para lo cual se realizaron giras de observación a la finca en estudio donde se identificaron aquellos árboles que presentan características de cacao criollo.

Se colectaron mazorcas en campo, los cuales se les extrajo la semilla de forma manual, se le retiro el mucílago y se les realizo un análisis bromatológico que consistía en la determinación de la humedad parcial, humedad total, grasa, proteína cruda, fibra cruda, ceniza, carbohidratos, Minerales como el Calcio, fosforo y Potasio, se determinó el pH y Grados brix al mucilago. Todo lo anterior se realizó en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Para la interpretación de datos se utilizó una estadística simple y análisis multivariado. En los análisis se utilizaron 41 árboles de cacao y 33 descriptores cuantitativos sujetos del análisis descriptivo.

Los análisis de componentes principales se evaluaron por el método de Cluster, identificando 14 conglomerados que reunieron características de los 41 árboles evaluados, aportando un 84.98% a la varianza total. Como resultado se encontraron 12 árboles de cacao con características del tipo “criollo de aroma fino” con el 100% de semillas de color blanco, valores de grasa de hasta 56.55% y proteína cruda con 17.15%. Finalmente se elaboró un catálogo ilustrado de los árboles caracterizados.

Palabras Claves: Caracterización morfoagronómica, cacao criollo, *Theobroma cacao* L., El Salvador, descriptores, semilla, árboles elites.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, la sabiduría y la fuerza necesaria para llevar a cabo esta investigación y culminar mis estudios.

A mis padres, Alejandro López Rodríguez y Melida del Carmen Aviles de López, por darme el apoyo económico y moral en todo momento hasta coronar mi carrera como Ingeniero Agrónomo.

A mis hermanos, Marvin Sifredo Avilés Portillo, Maira Elizabeth López Avilés, Carlos Francisco Rivas, Evelin Maritza López Avilés, Iris Liseth López Avilés, Rudy Alexander López Avilés, Noemí Araceli López Avilés, Henry Alejandro López Avilés, por darme el apoyo económico y moral en todo momento hasta coronar mi carrera como Ingeniero Agrónomo.

A mis asesores Ing Agr. M. Sc. Fidel Ángel Parada Berríos, Dr. Francisco Lara Ascencio, Licda. M. Sc. Ada Yanira Arias de Linares y al Ing Agr. Marvin Orlando Molina Escalante, por la vocación, dedicación, enseñanza, el tiempo invertido en cada asesoría y la disponibilidad para coordinar el proceso de la investigación.

Al Lic. M. Sc. Fredy Alexander Carranza, jefe del departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, Licda. M. Sc. Lorena Bonilla de Torres, Ing Agr. Flor de María López, Ing Agr. M. Sc. Juan Milton Flores Tensos y Lic. Mario Antonio Melgar, por el apoyo en la realización de esta investigación.

A Don Jaime Arévalo, por darme la confianza de realizar la investigación con sus materiales de cacao criollo y por proporcionarnos toda la materia prima para los análisis respectivos.

A mis amigos, por el apoyo en las distintas etapas de la investigación.

A la Universidad de El Salvador, por permitirnos formarnos como profesionales en el área de las Ciencias Agronomicas.

Wilmer Vladimir López Avilés

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, la sabiduría y la fuerza necesaria para llevar a cabo esta investigación y culminar mis estudios.

A mis padres, Miguel Ángel Antonio Lovo Cortez y Ángela Lara de Lovo, por darme el apoyo económico y moral en todo momento hasta coronar mi carrera como Ingeniero Agrónomo.

A mis hermanos, Douglas Bladimir Lovo Lara, Pedro Ángel Lovo Lara, Geovanny Alexander Lovo Lara y Johanna Elena Lovo Lara, por darme el apoyo económico y moral en todo momento hasta coronar mi carrera como Ingeniero Agrónomo.

A mis asesores Ing Agr. M. Sc. Fidel Ángel Parada Berrios, Dr. Francisco Lara Ascencio, Licda. M. Sc. Ada Yanira Arias de Linares, por la vocación, dedicación, enseñanza, el tiempo invertido en cada asesoría y la disponibilidad para coordinar el proceso de la investigación.

Al Lic. M. Sc. Fredy Alexander Carranza, jefe del departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, Licda. M. Sc. Lorena Bonilla de Torres, Ing Agr. Flor de María López, Ing Agr. M. Sc. Juan Milton Flores Tensos, Ing. Melissa Lorena Hernández Sánchez y Lic. Mario Antonio Melgar, por el apoyo en la realización de esta investigación.

A Don Jaime Arévalo, por darme la confianza de realizar la investigación con sus materiales de cacao criollo y por proporcionarnos toda la materia prima para los análisis respectivos.

A mis amigos Ing Agr. Elías Antonio Vázquez Osegueda, Ing Agr. Marvin Orlando Molina Escalante, Ing Agr. Miguel Ángel Franco Guardado, Br. Rodd Alberto Portillo Franco, Br. Juan Carlos Romero Quintanilla, Br Andrea Nicole Díaz Cerón, Br. Laura Cornejo, Br. Camila Sofía Orellana Zúñiga, y a los Br. Clarisa, Sixco, Alex Parada y Oscar por el apoyo que nos brindaron en las diferentes etapas de la tesis.

A la Universidad de El Salvador por permitirnos formarnos como profesionales en el área de las Ciencias Agronomicas.

Luis Miguel Lovo Lara

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la fortaleza, la esperanza y cuidarme siempre en todo lugar y en todo momento.

A mi madre Melida del Carmen Avilés Portillo, por cuidarme y darme todo lo que necesité en estos años de mi carrera.

A mi padre Alejandro López Rodríguez, por darme el apoyo moral y económico para poder culminar mis estudios y seguir mis metas.

A mis hermanos Marvin Sifredo Avilés Portillo, Maira Elizabeth López Avilés, Carlos Francisco Rivas, Evelin Maritza López Avilés, Iris Liseth López Avilés, Rudy Alexander López Avilés, Noemí Araceli López Avilés, Henry Alejandro López Avilés y demás familiares que siempre me apoyaron moral y económicamente.

A Eileen Sarai Flores Torres, por su apoyo emocional en las etapas finales de mi proceso de tesis.

A mis asesores por la dedicación, el compartir de sus conocimientos y todo el apoyo brindado durante el proceso del proyecto de investigación.

A la Asociación de Estudiantes de la Facultad de Ciencias Agronómicas (ASECAS), por su apoyo en todo momento.

A la Facultad de Ciencias Agronómicas por permitirme formar parte de ella.

A la Universidad de El Salvador por permitirme formarme profesionalmente.

A mi tutora de horas sociales Licda. M. Sc. Blanca Lorena Bonilla de Torres, por el apoyo incondicional durante todo el proceso final de mi trabajo de graduación.

Wilmer Vladimir López Avilés

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, fortaleza, esperanza y cuidarme siempre en todo lugar y en todo momento.

A mis abuelitos Pedro Lovo Guatemala y Rosa Elena Cortez de Lovo, por estar siempre conmigo apoyándome moralmente en este proceso de la tesis.

A mi abuelita María Martina Lara por estar siempre conmigo apoyándome moralmente en este proceso de la tesis y a mi abuelo Agapito Rafailan Espinoza que desde el cielo siempre él estuvo conmigo apoyándome en toda mi carrera y el proceso de tesis.

A mi papá Miguel Ángel Antonio Lovo Cortez y a mi mamá Ángela Lara de Lovo, por darme su apoyo incondicional y económico durante toda la carrera y la tesis.

A mis hermanos Douglas Bladimir Lovo Lara, Pedro Ángel Lovo Lara, Geovanny Alexander Lovo Lara y a mi hermana Johanna Elena Lovo Lara, y demás familiares que siempre me apoyaron moralmente en este proceso de la tesis.

A mis asesores por la dedicación, el compartir de sus conocimientos y todo el apoyo brindado durante el proceso del proyecto de investigación.

A la Facultad de Ciencias Agronómicas por permitirme formar parte de ella.

A la Universidad de El Salvador por permitirme formarme profesionalmente.

A mi tutor de horas sociales Ing Agr. M. Sc. Fidel Ángel Parada Berrios, por el apoyo incondicional durante toda la carrera y en el proceso final de mi trabajo de graduación, también por sus consejos para poder ser un mejor profesional en mi carrera, y que Dios lo siga bendiciendo con su familia y teniendo éxitos en su vida profesional.

Luis Miguel Lovo Lara

ÍNDICE

	Página
Resumen	iv
Agradecimientos	v
Dedicatoria.....	vii
Índice cuadros.....	xiii
Índice de figuras.....	xiv
Índice de anexos.....	xvi
1. Introducción.....	1
2. Marco teórico.....	2
2.1. Historia y origen del cacao	2
2.2. Clasificación taxonómica.....	2
2.3. Importancia económica, social y ambiental del cacao	3
2.4. Morfología y biología	3
2.4.1. Raíz	4
2.4.2. Tallo y ramas	4
2.4.3. Hojas.....	4
2.4.4. Flor.....	4
2.4.4.1. Antesis	5
2.4.4.2. Polinización y fecundación	5
2.4.5. Fruto	5
2.4.6. Semilla	6
2.4.6.1. Germinación de la semilla	6
2.5. Clasificación genética de los cacaos.....	6
2.5.1. Raza	7
2.5.2. Ecotipos	7
2.5.3. Genética del cacao	7
2.5.3.1. Cacaos Criollos	7
2.5.3.2. Cacaos Forasteros	8
2.5.3.3. Cacaos Trinitarios	8
2.6. Variabilidad del cacao	8
2.7. Incompatibilidad en cacao.....	9
2.8. Tipos de propagación.....	10
2.9. Selección y mejora del cacao.....	11
2.10. Cacao criollo en El Salvador	12
2.10.1. Producción de cacao en la zona de Izalco	12
2.11. Conservación de recursos fitogenéticos.....	13
2.11.1. Colecta y caracterización de germoplasma	13
2.11.2. Bancos de germoplasma.....	14
2.12. Caracterización	14
2.12.1. Caracterización agronómica.....	14
2.13. Caracterización morfoagronómica.....	15
2.14. Descriptores.....	15
2.15. Importancia en la calidad del grano de cacao	17
2.16. Análisis bromatológicos.....	17
3. Materiales y métodos	18
3.1. Localización	18
3.2. Caracterización climática	18
3.3. Materiales y equipos	19
3.4. Material experimental.....	19

3.5. Herramientas utilizadas para la caracterización	19
3.6. Georreferenciación del material	20
3.7. Fase de campo y recolección del material	20
3.8. Variables cualitativas	21
3.8.1. Árbol	21
3.8.1.1. Arquitectura del árbol	21
3.8.1.2. Vigor del árbol	22
3.8.1.3. Formación de ramificación del árbol	22
3.8.2. Hojas.....	22
3.8.2.1. Forma de la base de la hoja	22
3.8.2.2. Forma del ápice de la hoja	22
3.8.2.3. Intensidad de la pigmentación del color verde en la hoja.....	22
3.8.2.4. Color del brote tierno de la hoja.....	23
3.8.2.5. Pubescencia de los brotes terminales	23
3.8.3. Flores.....	23
3.8.3.1. Presencia de antocianina en el pedicelo	23
3.8.3.2. Color de la lígula	24
3.8.3.3. Pigmentación de antocianina en los sépalos	24
3.8.3.4. Pigmentación de antocianina en estaminodios.....	24
3.8.3.5. Color externo del ovario	24
3.8.4. Mazorca	25
3.8.4.1. Color de la mazorca madura	25
3.8.4.2. Forma de la mazorca madura.....	25
3.8.4.3. Constricción basal de la mazorca madura	25
3.8.4.4. Forma del ápice de la mazorca madura	25
3.8.4.5. Color de pulpa de la mazorca.....	25
3.8.4.6. Morfología de la superficie de la mazorca madura	25
3.8.4.7. Resistencia de la cáscara en las mazorcas maduras (dureza)	25
3.8.5. Semillas	26
3.8.5.1. Forma de la semilla (sección longitudinal)	26
3.8.5.2. Forma de la semilla (sección transversal)	26
3.8.5.3. Color de la semilla.....	26
3.9. Variables Cuantitativas	27
3.9.1. Altura del árbol.....	27
3.9.2. Número de chupones.....	27
3.9.3. Número de mazorcas por árbol	28
3.9.4. Datos de Hojas.....	28
3.9.5. Número de cojinetes en el tallo principal	29
3.9.6. Número de flores por cojinete	29
3.9.7. Longitud de filamentos	30
3.9.8. Mazorcas	30
3.9.8.1. Peso de la mazorca.....	31
3.10. Métodos de laboratorio.....	33
3.10.1. Determinación de la humedad de la semilla de cacao	34
3.10.1.1. Determinación de la Humedad parcial	34
3.10.1.2. Determinación de la Humedad total.....	34
3.10.2. Determinación del extracto etéreo.....	35
3.10.3. Determinación de proteína cruda	35
3.10.4. Determinación de la fibra cruda.....	36
3.10.5. Determinación de ceniza.....	38
3.10.6. Determinación de carbohidratos.....	38

3.10.7. Determinación de calcio, fósforo y potasio	39
3.11. Metodología estadística	39
3.11.1. Estadística simple	39
3.11.2. Análisis de correlación de Pearson	40
3.11.3. Análisis de componentes principales.....	40
3.11.4. Análisis de conglomerado	40
4. Resultados y discusión	41
4.1. Análisis descriptivo de variables cualitativas	41
4.1.1. Descripción cualitativa del árbol	41
4.1.1.1. Arquitectura del árbol	41
4.1.1.2. Forma de ramificación	42
4.1.1.3. Vigor del árbol	42
4.1.2. Descripción cualitativa de las hojas de 41 árboles de cacao	43
4.1.2.1. Forma de la base de las hojas.....	43
4.1.2.2. Forma del ápice de la hoja	44
4.1.2.3. Intensidad de la pigmentación de color verde en hojas	44
4.1.2.4. Color de los brotes tiernos.....	44
4.1.2.5. Pubescencia en los brotes terminales.	45
4.1.3. Descripción cualitativa de las flores.....	46
4.1.3.1. Antocianina en pedicelo, sépalo y estaminodio	46
4.1.3.2. Color de la lígula y color externo del ovario	46
4.1.4. Descripción cualitativa de las mazorcas de los 41 árboles de cacao	47
4.1.4.1. Forma de la mazorca	47
4.1.4.2. Color de la mazorca	48
4.1.4.3. Forma del ápice de la mazorca	48
4.1.4.4. Constricción basal de la mazorca.....	48
4.1.4.5. Morfología de la superficie de la mazorca (rugosidad)	49
4.1.4.6. Resistencia de la cáscara al tacto	49
4.1.4.7. Color de pulpa de la mazorca.....	49
4.1.5. Descripción cualitativa de la semilla de cacao de los 41 árboles.....	50
4.1.5.1. Forma de la semilla (sección longitudinal y transversal)	50
4.1.5.2. Color de semillas.....	51
4.2. Análisis descriptivo de las variables cuantitativas de los árboles de cacao	52
4.2.1. Altura de árboles.....	52
4.2.2. Diámetro a la altura del pecho (DAP)	53
4.2.3. Número de chupones.....	54
4.2.4. Número de mazorcas por árbol	55
4.2.5. Descripción cuantitativa de las hojas.....	56
4.2.5.1. Largo y ancho de la hoja	56
4.2.6. Descripción cuantitativa de las flores de cacao	58
4.2.6.1. Número de flores por cojinete floral.....	58
4.2.6.2. Número de cojinetes florales por metro lineal.....	58
4.2.6.3. Longitud y ancho de sépalos	59
4.2.6.4. Longitud de los estaminodios	60
4.2.7. Características cuantitativas del ovario	62
4.2.7.1. Longitud y ancho del ovario.....	62
4.2.7.2. Número de óvulos por ovario.....	63
4.2.7.3. Longitud del estilo	64
4.2.8. Características cuantitativas de las mazorcas	65
4.2.8.1. Peso de las mazorcas	65

4.2.8.2. Longitud y diámetro de las mazorcas	66
4.2.8.3. Altura de caballete de las mazorcas	67
4.2.8.4. Grosor de la cáscara de las mazorcas	67
4.2.8.5. Profundidad de los surcos en las mazorcas	68
4.2.8.6. Peso del mucílago más la placenta	68
4.2.8.7. Peso de cáscara de las mazorcas sin mucílago	69
4.2.8.8. Número de semillas por mazorcas	69
4.2.8.9. Índice de mazorcas	70
4.2.9. Descripción cuantitativa de la semilla	73
4.2.9.1. Longitud, ancho y grosor de la semilla	73
4.2.9.2. Peso fresco (PFS) y peso seco (PSS) de semilla	74
4.2.9.3. Peso seco de una semilla.....	75
4.2.9.4. Índice de semilla.....	76
4.2.9.5. Número de semillas por kilogramo	77
4.2.10. Análisis bromatológico de los mazorcas de los 41 árboles de cacao.....	80
4.2.10.1. Análisis del mucílago.....	80
4.2.10.1.1. pH del mucílago	80
4.2.10.1.2. Grados Brix en el mucílago	81
4.2.10.2. Análisis bromatológico de las semillas de cacao	82
4.2.10.2.1. Contenido de grasa	82
4.2.10.2.2. Contenido de proteína cruda	83
4.2.10.2.3. Contenido de fibra cruda	84
4.2.10.3. Contenido de ceniza.....	85
4.2.10.4. Contenido de carbohidratos.....	86
4.2.10.5. Calcio, fósforo y potasio	87
4.2.10.5.1. Contenido de calcio	87
4.2.10.5.2. Contenido de fósforo	88
4.2.10.5.3. Contenido de potasio.....	89
4.2.11. Estimación de la variabilidad genética a través de estadística simple	93
4.2.12. Análisis factorial mediante el método de componentes principales	95
4.2.13. Análisis de correlación	96
4.2.14. Análisis de componentes principales y sus respectivas variables.....	98
4.2.15. Análisis de conglomerados de 41 árboles de cacao caracterizados	105
4.2.16. Pruebas de emparejamiento	115
4.2.16.1. Correlaciones de muestras emparejadas	115
4.2.16.2. t de Student para muestras relacionadas	115
5. Catálogo de 41 árboles de cacao criollo caracterizados.....	117
6. Conclusiones	138
7. Recomendaciones	140
8. Bibliografía.....	141
9. Anexos.....	149

ÍNDICE CUADROS

Página

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L).....	2
Cuadro 2. Parámetros meteorológicos reportados por la Estación Izalco en 2018.....	19
Cuadro 3. Descriptores seleccionados por sus características agromorfológicas en cacao	31
Cuadro 4. Codificación y ubicación de los árboles de cacao caracterizados.....	33
Cuadro 5. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos del árbol de cacao	43
Cuadro 6. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos de la hoja.....	45
Cuadro 7. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos de flores	47
Cuadro 8. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos del mazorca.....	50
Cuadro 9. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos de la semilla	52
Cuadro 10. Características cuantitativas del árbol de cacao	55
Cuadro 11. Características cuantitativas de hojas de los árboles de cacao caracterizadas	57
Cuadro 12. Características cuantitativas de sépalos de los 41 árboles de cacao criollo	61
Cuadro 13. Características cuantitativas del ovario de los 41 árboles de cacao criollo	64
Cuadro 14. Características cuantitativas de las mazorcas de 41 árboles de cacao criollo	72
Cuadro 15. Características cuantitativas de la semilla de 41 árboles de cacao criollo	79
Cuadro 16. Análisis bromatológico de semillas de los 41 árboles de cacao.....	91
Cuadro 17. Análisis bromatológico de semillas de los 41 árboles de cacao fermentado	92
Cuadro 18. Estimación de la variabilidad genética de 41 árboles de cacao	94
Cuadro 19. Comunalidades de los descriptores cuantitativos de cacao.....	96
Cuadro 20. Método Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y prueba de esfericidad de Bartlett.....	98
Cuadro 21. Número de componentes principales y su correlación con la varianza total explicada....	102
Cuadro 22. Matriz de componentes principales por descriptor de 41 árboles de cacao	104
Cuadro 23. Árboles que pertenecen a los 14 clúster existentes en el análisis	106
Cuadro 24. Variables cuantitativas de conglomerado uno.....	106
Cuadro 25. Variables cuantitativas de conglomerado dos	107
Cuadro 26. Variables cuantitativas de conglomerado tres.....	107
Cuadro 27. Variables cuantitativas de conglomerado cuatro	107
Cuadro 28. Variables cuantitativas de conglomerado cinco	108
Cuadro 29. Variables cuantitativas de conglomerado seis	108
Cuadro 30. Variables cuantitativas de conglomerado siete	109
Cuadro 31. Variables cuantitativas de conglomerado ocho	109
Cuadro 32. Variables cuantitativas de conglomerado nueve	109
Cuadro 33. Variables cuantitativas del conglomerado 10.....	109
Cuadro 34. Variables cuantitativas de conglomerado 11.....	110
Cuadro 35. Variables cuantitativas de conglomerado 12.....	110
Cuadro 36. Variables cuantitativas de conglomerado 13.....	110
Cuadro 37. Variables cuantitativas de conglomerado 14.....	111
Cuadro 38. Cuadro de máximos y mínimos de las variables cuantitativas.....	112
Cuadro 39. Correlaciones de muestras emparejadas de análisis bromatológico	115
Cuadro 40. Prueba de muestras emparejadas del análisis bromatológico.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación de la finca de don Jaime Arévalo en Izalco.	18
Figura 2. Descriptores utilizados para la caracterización morfoagronómica del cacao.	20
Figura 3. Georreferenciación de los árboles de cacao y caracterización de mazorca y semillas.	21
Figura 4. Arquitectura de los árboles de cacao.	21
Figura 5. Formación de ramas en arboles de cacao.	22
Figura 6. Caracterización de las hojas de cacao.	23
Figura 7. Observación de pubescencia en brotes terminales de cacao en campo.	23
Figura 8. Caracterización de flores de cacao.	24
Figura 9. Comparación del ovario con colores de la tabla de Munsell.	24
Figura 10. Caracterización de la mazorca.	26
Figura 11. Caracterización de las semillas de cacao.	27
Figura 12. Medición de la altura del árbol.	27
Figura 13. Chupones en el árbol de cacao.	28
Figura 14. Número de mazorcas por árbol de cacao.	28
Figura 15. Caracterización de hojas.	29
Figura 16. Número de cojinetes en el tallo principal.	29
Figura 17. Número de flores por cojinete.	29
Figura 18. Caracterización de las flores de cacao.	30
Figura 19. Caracterización de las mazorcas maduras de cacao.	30
Figura 20. Caracterización de semillas y mazorcas de cacao.	31
Figura 21. Pasos para determinar la humedad parcial en las semillas de cacao.	34
Figura 22. Pasos para determinar la humedad total en las semillas de cacao.	35
Figura 23. Pasos para realizar la determinación del extracto etéreo.	35
Figura 24. Proceso para realizar la determinación de proteína cruda.	36
Figura 25. Pasos para realizar la determinación de fibra cruda.	37
Figura 26. Pasos para realizar la determinación de ceniza.	38
Figura 27. Pasos para realizar la determinación de calcio, fósforo y potasio.	39
Figura 28. Altura de los 41 árboles de cacao caracterizados.	53
Figura 29. Diámetro del tallo de los 41 árboles caracterizados.	54
Figura 30. Número de chupones en los 41 árboles caracterizados.	54
Figura 31. Número de mazorcas por árbol en los 41 árboles caracterizados.	55
Figura 32. Largo y ancho de las hojas de los 41 árboles caracterizados.	57
Figura 33. Flores por cojinete y cojinetes florales por metro en los 41 árboles caracterizados.	59
Figura 34. Ancho y longitud de sépalos de los 41 árboles caracterizados.	60
Figura 35. Longitud de estaminodios de los 41 árboles caracterizados.	61
Figura 36. Largo y Ancho del ovario de los 41 árboles caracterizados.	63
Figura 37. Número de óvulos por ovario de los 41 árboles caracterizados.	63
Figura 38. Largo del estilo de los 41 árboles caracterizados.	64
Figura 39. Peso de las mazorcas de los 41 árboles caracterizados.	65
Figura 40. Largo y diámetro de las mazorcas de los 41 árboles caracterizados.	67
Figura 41. Altura de caballete, grosor de cáscara y profundidad de surco de los 41 árboles.	68
Figura 42. Peso del mucílago más la placenta y peso de la cáscara sin mucílago.	69
Figura 43. Número de semillas por mazorca de los 41 árboles caracterizados.	70
Figura 44. Índice de mazorcas de los 41 árboles caracterizados.	71
Figura 45. Longitud, ancho y grosor de semillas de los 41 árboles caracterizados.	74
Figura 46. Peso fresco y seco de semillas de los 41 árboles caracterizados.	75
Figura 47. Peso seco de una semilla de los 41 árboles caracterizados.	76
Figura 48. Índice de semillas de los 41 árboles caracterizados.	77
Figura 49. Número de semillas por kilogramo de los 41 árboles caracterizados.	78
Figura 50. Contenido de pH del mucílago en la semilla de cacao.	81
Figura 51. Contenido de grados Brix del mucílago en la semilla cacao.	81
Figura 52. Contenido de grasa en la semilla de cacao de los 41 árboles caracterizados.	83
Figura 53. Contenido de proteína cruda en las semillas de cacao de los 41 árboles.	84

Figura 54. Contenido de fibra cruda en la semilla de cacao de 41 árboles caracterizados.....	85
Figura 55. Contenido de ceniza en la semilla de cacao de los 41 árboles caracterizados.....	86
Figura 56. Contenido de carbohidratos en la semillas de cacao de los 41 árboles caracterizados.	87
Figura 57. Contenido de calcio en las semillas de cacao de los 41 árboles caracterizados.	88
Figura 58. Contenido de fósforo en la semilla de cacao de los 41 árboles caracterizados.	89
Figura 59. Contenido de potasio en la semilla de cacao de los 41 árboles caracterizados.....	90
Figura 60. Proporción de la varianza explicada por cada componente principal.	105
Figura 61. Dendrograma de 41 árboles de cacao criollo en El Salvador.....	114

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Cuadro A 1. Guía para la toma de datos en campo	149
Cuadro A 2. Caracteres cualitativos de árbol	154
Cuadro A 3. Caracteres cualitativos de hojas y brotes tiernos	155
Cuadro A 4. Caracteres cualitativos de flores	156
Cuadro A 5. Caracteres cualitativos de las mazorcas	157
Cuadro A 6. Caracteres cualitativos de semilla	158
Cuadro A 7. Análisis bromatológico de las semillas de 41 árboles de cacao	159
Cuadro A 8. Análisis bromatológico de las semillas de 41 árboles de cacao fermentado	161
Cuadro A 9. Análisis de correlaciones negativas y nivel de significancia	163
Cuadro A 10. Análisis de correlaciones positivas y nivel de significancia	163
Figura A 1. Arquitectura del árbol de cacao propuesto por el INIA (1980)	164
Figura A 2. Forma de ramificación del árbol de cacao propuesto por el INIA (1980)	164
Figura A 3. Longitud de hoja propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	165
Figura A 4. Forma de base de la hoja propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	165
Figura A 5. Forma del ápice de la hoja propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	166
Figura A 6. Pigmentación de color verde propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	166
Figura A 7. Color de brotes tiernos propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	167
Figura A 8. Pubescencia en brotes terminales propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	167
Figura A 9. Presencia de antocianina del pedicelo propuesto por el INIFAP (2014)	168
Figura A 10. Color de la lígula propuesto por el INIFAP (2014)	168
Figura A 11. Pigmentación de antocianina en sépalos propuesto por el INIFAP (2014)	169
Figura A 12. Pigmentación de antocianina en estaminodio propuesto por el INIFAP (2014)	169
Figura A 13. Longitud de sépalos propuesto por el INIFAP (2014)	170
Figura A 14. Antocianina en estaminodio propuesto por el INIFAP (2014)	170
Figura A 15. Color de la mazorca propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	170
Figura A 16. Forma de las mazorcas propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	171
Figura A 17. Constricción basal de las mazorcas propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	171
Figura A 18. Forma de apice de las mazorcas propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	172
Figura A 19. Color de pulpa de la mazorca propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	172
Figura A 20. Morfología de la superficie de la mazorca propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	173
Figura A 21. Longitud de la mazorca propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	173
Figura A 22. Diámetro de la mazorca propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	173
Figura A 23. Grosor de cáscara de las mazorcas propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	174
Figura A 24. Profundidad de surco en la mazorca propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	174
Figura A 25. Forma de sección transversal propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	175
Figura A 26. Forma de sección longitudinal propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	175
Figura A 27. Color de la semilla propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	175
Figura A 28. Longitud y ancho de la semilla propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	176
Figura A 29. Grosor de semilla propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)	176

1. INTRODUCCIÓN

El Salvador posee una demanda actual de cacao aproximada de 2,703.31 Toneladas Métricas (TM) y produce solamente 800 TM, equivalente al 29.61% de dicha demanda, el restante 70.39% se cubre con importaciones. Las importaciones nacionales de cacao en los últimos cinco años han alcanzado un volumen promedio de 5,048 TM, con un valor estimado por tonelada de \$2,170.00 dólares, totalizando \$10,956,285.00 dólares como valor total de las importaciones y producción interna (MAG 2006).

Es el cacao genuino y fue bautizado así por los españoles al llegar a México. Se cultiva en América (Perú, Venezuela, Honduras, Colombia, Ecuador, Nicaragua, Guatemala, Trinidad, Bolivia, Jamaica, México, Granada, en el Caribe y en El Salvador); en la zona del océano Índico y en Indonesia. Es un cacao reconocido como de gran calidad, y de escaso contenido en taninos, reservado para la fabricación de los chocolates más finos (Gutiérrez Hernández 2011).

El cacao criollo corresponde a una planta de poco vigor y bajo rendimiento, destacándose la alta calidad de sus semillas. Este tipo de cacao posee dos cotiledones de color crema claro o jaspeado, con un olor de cacao dulce unido a un aroma delicado característico a este tipo de variedad (Gutiérrez Hernández 2011).

El departamento de Fitotecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se encuentra realizando investigaciones sobre el cultivo de cacao, sus antecedentes y sobre la situación actual en el país, buscando clasificar los tipos de cacao ancestrales domesticados y los modernos.

Por tal razón, esta investigación se centra en una caracterización morfoagronómica de cacaos criollos, para identificar árboles elites debidamente evaluados en rendimiento y sensorialmente, los cuales podrán ser propagados comercialmente, garantizando así resultados que beneficien a los productores del país. El objetivo principal de la investigación fue encontrar árboles de cacao criollo a partir de una caracterización morfoagronómica *in situ* en el cantón Cangrejera, municipio de Izalco, Sonsonate, El Salvador.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Historia y origen del cacao

A partir del año 250 después de Cristo, los Mayas de las tierras bajas crearon ciudades-Estados tan importantes como Tikal en Guatemala y Copán en Honduras, en ellas, elaboraban el “kakaw” (cacao) como bebida caliente de la clase alta, hecho que se refleja en las elegantes vasijas halladas en las tumbas de sus nobles. El cacao tenía gran valor para los Mayas y fue utilizado como moneda, elemento de intercambio comercial y pieza clave en la preparación de comidas y bebidas. El registro arqueológico de cacao más antiguo hasta la fecha se remonta a 2,600 años antes de cristo.

El cultivo de cacao tuvo su origen en América, pero aún no se ha podido identificar con exactitud el lugar puntual ni su distribución. Algunos autores indican que el cultivo de cacao se inició en México y América Central, señalando al mismo tiempo que los españoles lo vieron cultivado en América del Sur. Cuando arribaron a este continente lo encontraron creciendo en forma natural en muchos bosques a lo largo de los ríos Amazonas y Orinoco y sus afluentes, donde aún hoy existen tipos genéticos de un alto valor (Estrada *et al.* 2011).

2.2. Clasificación taxonómica

La sistemática de la especie *Theobroma cacao* L. ha sido relativamente bien investigada y está clasificada de la siguiente manera (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del cacao (*Theobroma cacao* L)

Reino	Plantae
Sub-reino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Dilleniidae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Sub-familia	Byttnerioideae
Tribu	Theobromeae
Género	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>cacao</i>

Fuente: Gutiérrez Hernández (2011)

2.3. Importancia económica, social y ambiental del cacao

El cultivo de cacao se enmarca en un sistema agroforestal, se cultiva conjuntamente con otras especies vegetales principalmente café, plátano, frutales y maderables, los cuales al mismo tiempo que le producen sombra al cacao le permiten al agricultor tener otras alternativas de ingresos. El cacao es un cultivo tradicional de economía campesina que demanda gran cantidad de mano de obra (Díaz Cruz 2013).

El cacao es una fuente importante de ingresos para las familias productoras, a la vez que lo utilizan para su alimentación ya que forma parte de una gran variedad de alimentos, además, es un aporte importante a la soberanía alimentaria, porque contiene nutrientes esenciales para el sano desarrollo de las familias, no requiere de grandes inversiones económicas para su establecimiento y manejo, que lo convierte en una buena alternativa productiva.

Tanto los árboles de cacao como las especies utilizadas como sombra permanente protegen el suelo de la erosión y de la proliferación de malezas, lo que conlleva a reducir su control, a la vez mantienen un clima equilibrado dentro de la plantación, las hojas al caer se descomponen y contribuyen a mejorar el contenido de materia orgánica del suelo. Permite que exista una mayor infiltración de agua en el suelo, ayudan a restaurar los mantos acuíferos, además de proteger las cuencas hidrográficas (Estrada *et al.* 2011).

2.4. Morfología y biología

El árbol de cacao es de tamaño mediano, aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra (estado silvestre y sin manejo). Tiene un tronco recto que se puede desarrollar en forma muy variada, según las condiciones ambientales (Dubón 2011).

El cacao alcanza su máximo desarrollo a los 10 años. Se estima que en plantaciones el periodo de vida productivo es de 25 a 30 años. Se conocen, sin embargo, árboles mucho más antiguos, alguno de los cuales son centenarios, pero constituyen casos aislados (Denys 1962).

2.4.1. Raíz

La planta de cacao presenta un sistema radicular alorrizio y crecen de dos maneras: vertical, que puede llegar hasta 0.80 metros (m) y lateral hasta 1.40 m, cuyo desarrollo ocurre en los primeros 30 a 50 cm de profundidad y se extiende por dos o tres metros alrededor del tallo (Rodríguez 2013).

2.4.2. Tallo y ramas

En una planta proveniente de semilla, el tallo crece verticalmente alcanzando de 1 a 1.50 m de altura, posteriormente se pausa el crecimiento apical y emite de 3 a 5 ramas laterales (plagiotrópicas) formando lo que se llama una “horqueta” o molinillo. Las ramas laterales a su vez se ramifican profusamente. Por abajo de la primera horqueta se desarrolla verticalmente un chupón, que crece hasta formar un nuevo “piso” y así sucesivamente continúa el crecimiento vertical u ortotrópico de la planta. Los que provienen de injerto, estaca o acodo su crecimiento del tallo crece horizontalmente desde sus primeras etapas (Castro 1987).

2.4.3. Hojas

Las hojas adultas son de color verde, de lámina simple, entera, de forma que va desde lanceoladas o casi ovaladas, con una nervadura penninervia y ambas superficies glabras. Las hojas cuando jóvenes son muy delicadas por lo que son apetecidas por los insectos y dañadas por el viento, poseen un color verde pálido y al alcanzar su madures hacen el cambio de color (Estrada *et al.* 2011).

2.4.4. Flor

Las flores del cacao son pequeñas, carecen de nectarios, son de color rosado a blanco, son hermafroditas (tiene ambos sexos), pentámera, de ovario súpero, cuya fórmula floral es: $\ast, \text{♀}, K_5, C_5, A_{5+5}, \underline{G}_{(5)}$, esto indica que la flor del cacao está constituida en su estructura floral por cinco sépalos, cinco pétalos; el androceo está conformado por 10 filamentos de los cuales cinco son fértiles (estambres) y los otros cinco son infértiles (estaminoides); el gineceo (pistilo) está formado por un ovario súpero con 5 lóculos fusionados desde la base donde cada uno puede contener de 5 a 15 óvulos (Batista 2009).

2.4.4.1. Antesis

La biología reproductiva comienza en la formación del botón floral, el cual inicia su apertura en horas de la tarde y continúa abriendo durante la noche, hasta que termina de abrirse completamente en horas tempranas de la mañana del día siguiente. Una vez abierto el botón floral, las anteras que contienen los sacos polínicos se abren y liberan el polen y minutos más tarde el estilo y estigma son receptivos a este. El grano de polen del cacao tiene una viabilidad relativamente corta, normalmente 48 horas (Wood 1982).

2.4.4.2. Polinización y fecundación

La polinización se da cuando un insecto lleva el polen del estambre al estigma, luego el polen viaja a través del tubo polínico hasta el óvulo, este proceso puede demorar de 24 a 72 horas en fecundar la flor. Una característica especial de la flor del cacao es su punto de abscisión, que provoca su desprendimiento uno o dos días después si no es fecundada hasta un 5% de flores u óvulos por baya, siendo la fecundación ineficiente.

Un factor que influye en el bajo porcentaje de fecundación es la estructura que posee la flor, cuyo diseño impide la autopolinización, además, las tecas están protegidas o cubiertas por una estructura que forma los pétalos, conocida como cogulla (capuchón petal). Este tipo de morfología convierte al cacao en una especie de polinización cruzada. Este intercambio de polen de una flor a otra se realiza en un 95% por diminutos insectos del género *Forcipomya*, que es un microdíptero muy activo especialmente en horas tempranas de la mañana (Wood 1982).

2.4.5. Fruto

El fruto es una baya conocida como mazorca, sostenida por un pedúnculo fuerte que evita que se desprenda aun estando maduro. Tiene diferentes tamaños, colores y formas según la variedad. Tiene un tamaño aproximado de 30 cm de largo y 10 cm de ancho. Por lo general contiene de 20 a 40 semillas y están rodeadas por una pulpa que se forma del integumento externo del ovulo (Torres Gutiérrez 2012).

2.4.6. Semilla

Puede contener entre 20 a 60 semillas o almendras, cuyo tamaño y forma varían según el tipo genético. En el cacao tipo Criollo las semillas tienen de 3 a 4 cm de largo, casi ovaladas, alargadas, de color blanco o rosado más bien violeta pálido. En el cacao forastero las semillas tienen de 2 a 3 cm de largo con formas aplanadas, redondeadas y de color violeta púrpura. La semilla del cacao está constituida por dos cotiledones y un embrión que está protegido por ambos cotiledones. El endospermo es sumamente reducido y toma la forma de una membrana conocida como testa, la cual es delgada y envuelta en su periferia por una pulpa llamada mucílago, de sabores variables según su procedencia genética, generalmente más azucarados en los tipos criollos y más ácidos en los forasteros (Batista 2009).

2.4.6.1. Germinación de la semilla

La semilla de cacao está lista para germinar desde un poco antes de su madurez de cosecha. La madurez fisiológica de la semilla se alcanza incluso mucho antes de que el mazorca esté maduro. La germinación de la semilla es epigea, se produce generalmente de cuatro a seis días; los cotiledones salen a la superficie de 10 a 15 días después de la siembra, aparecen al principio revestidos por el tegumento de la semilla que se desprende en seguida, con lo cual pueden abrirse. El hipocótilo y los cotiledones expuestos a la luz enverdecen poco a poco cuando son cacaos criollos de aroma fino y cotiledones oscuros si son trinitarios o forasteros. Las primeras hojas verdaderas aparecen con el desarrollo, de 10 a 15 días después de la germinación (Braudeav 1970).

2.5. Clasificación genética de los cacaos

Por mucho tiempo ha existido confusión en la ubicación taxonómica del cacao comercial, debido a su variabilidad genética en cuanto a caracteres de color, forma y dimensiones de las distintas partes de la flor, del mazorca y semilla. Sin embargo, como punto de partida se admite que la mayor parte del cacao comercial pertenece a una sola especie (*Theobroma cacao*), que comprende dos razas genéticas y un tercer tipo producto de la hibridación nativa (cruce del criollo y forastero) (Castro 1987).

2.5.1. Raza

Es un agregado de poblaciones de una especie (generalmente alógama) que tienen en común caracteres morfológicos, fisiológicos y usos específicos. Sin embargo, sus características distintivas no son lo suficientemente diferentes para constituir una sub especie diferente. En las razas se destacan caracteres diferenciales gobernados por genes con frecuencia muy altas (adaptación al clima, suelos, tamaño y calidad del grano, morfología de la inflorescencia) (Tapia *et al.* 2013).

2.5.2. Ecotipos

Es una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, a un ambiente particular o a un ecosistema definido, con límites de tolerancia particulares a los factores ambientales locales. La adaptación a un ecosistema o a un hábitat particular implica cambios genéticos que se establecen de acuerdo con los límites de tolerancia de las especies (González Monroy y Rojas Martínez 2014).

2.5.3. Genética del cacao

El cacao es de naturaleza diploide $2n = 20$ cromosomas. Es una especie alógama (95% de polinización abierta), con flores hermafroditas y dependiendo del genotipo posee un sistema de incompatibilidad, fenómeno genético-químico que regula la capacidad de una planta de aceptar o rechazar el polen de sí misma o de plantas vecinas afectando la potencial cosecha. Esta característica permite que el cacao asegure un alto grado de diversidad genética en sus poblaciones de segregantes (Dubón 2011).

2.5.3.1. Cacaos Criollos

Su origen se centra principalmente en Centroamérica, Colombia y Venezuela, entre las características más sobresalientes se menciona que el mazorca posee una cáscara suave, 10 surcos profundos y uno de menor profundidad, su curvatura es borroñosa y termina en una punta delgada. La cáscara es de color blanco o violeta, las semillas son dulces y de ellas se elabora el cacao denominado fino (Estrada *et al.* 2011).

La forma de la mazorca puede ser cundeamor o angoleta, tiene cáscara suave con 10 surcos. Los lomos son dobles, brotados, borroñosos y terminan en una punta delgada medio de lado. El color de la mazorca puede ser verde o rojizo. Las semillas son dulces y de color blanco, cremoso o violeta pálida y puede encontrarse en la misma mazorca una combinación de estos colores (Camacho Obando *et al.* s.f.).

El árbol es frágil y de escaso rendimiento. El grano es de cáscara fina, suave y poco aromático. Representa, como mucho, el 10% de la producción mundial. De este ecotipo se produce el cacao fino o de mejor calidad. Actualmente no existe cacao criollo puro, sino lo que se llaman tipos acriollados debido a que han tenido varios cruces con otras especies (Gutiérrez Hernández 2011).

2.5.3.2. Cacaos Forasteros

Su principal centro de origen se limita a la zona de América del Sur y es el más cultivado en África y en Brasil. Entre sus características se cita que posee una cáscara dura y más o menos lisa, de apariencia redondeada, suele ser de color verde a amarillo. Las semillas son aplanadas de color morado y sabor amargo (Estrada *et al.* 2011).

2.5.3.3. Cacaos Trinitarios

Esta variedad surge del cruce natural de la raza criolla y el forastero, las mazorcas por lo general son de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que el de los otros progenitores; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. Actualmente es la variedad más cultivada en el mundo (Estrada *et al.* 2011).

2.6. Variabilidad del cacao

Las plantas de cacao que se originan por semillas, aunque provengan de un mismo mazorca presentaran en el campo algunas características similares a los padres, pero también mostraran otras características diferentes, debido a la combinación de genes entre padres producto de la polinización cruzada.

La variabilidad ocasionada por la contaminación de genes que aportan tanto el padre como la madre, se presentan cuando se observan características diferentes entre árboles sembrados por semilla aunque estos vengan de un mazorca resultante de la autopolinización de una misma flor y a su vez, muestren diferencias con los padres. La polinización cruzada ocurre cuando la flor de un árbol es polinizada con polen de flores de otros árboles, por insectos polinizadores (Dubón 2011).

2.7. Incompatibilidad en cacao

La incompatibilidad en cacao es un factor genético donde el polen viable presenta rechazo o inhibición al llegar al estigma o al ovario de la flor receptora. Se manifiesta cuando el polen de una flor no consigue fecundar los óvulos de las flores de la misma planta, en este caso se dice que el cultivar es autoincompatible.

Cuando el polen de la flor de una planta no consigue fecundar los óvulos de las flores de otras plantas entra a la categoría de plantas interincompatibles o incompatibilidad cruzada. En resumen, cuando la compatibilidad o incompatibilidad se presenta en la misma planta se denomina como autocompatible (AC) o autoincompatible (AI), respectivamente. Cuando el fenómeno ocurre entre plantas vecinas se dice que son incompatibles (IC) o interincompatibles (II) (Sánchez 1994).

La baja productividad en poblaciones híbridas de cacao se debe a la alta variabilidad genética de las mezclas y a problemas inherentes de incompatibilidad que presenta en el campo la población de árboles sembrados. En consecuencia, es de rigurosa importancia conocer el grado de compatibilidad de los clones para hacer las combinaciones idóneas en las siembras comerciales de cacao, ya que, con una buena mezcla de materiales y un arreglo apropiado de estos en el campo, se puede superar una de las mayores barreras que limita la expresión del potencial de rendimiento del cultivo (Sánchez 1994).

La productividad del cacao está asociada al potencial genético y al carácter de “compatibilidad” (capacidad de autofecundación) del material de siembra, ya sea que se trate de clones o plantas por semilla. Una excepción puede darse en el caso de los cacaos finos de compatibilidad comprobada, donde la siembra por semilla si se puede utilizar para la reproducción de cacaos únicamente criollos, con la condición de que permanezcan aislados o en parcelas puras para evitar contaminación de polen de otros cultivares de cacaos ajenos al genotipo criollo (Dubón 2011).

2.8. Tipos de propagación

2.8.1. Propagación sexual

Cuando el cultivo se va a propagar por semilla es necesario conocer las principales características de las plantas productoras de dichas semillas, para que reciban un adecuado tratamiento con la finalidad que estas puedan desarrollarse y en el futuro puedan expresar las cualidades deseables de los padres. Se recomienda obtener las semillas de campos oficiales, pero en caso de no contar con campos productores de semillas oficiales, se debe realizar una buena selección de plantas madres de donde se obtendrán las semillas (Torres Gutiérrez 2012).

2.8.2. Propagación asexual

Este tipo de propagación consiste en la utilización de partes vegetativas de la planta seleccionada, este método es muy utilizado ya que todas las características de la planta madre la tendrá la nueva planta, esto implica que no hay cambio en la constitución genética de la nueva planta (Torres Gutiérrez 2012).

2.8.2.1. Injerto

El injerto consiste en unir una vareta a un portainjerto reproducido por semilla o enraizado, a fin de que los cambium de la vareta y del portainjerto queden en íntimo contacto, para que los nuevos tejidos provenientes de la división celular de ambos queden justamente unidos y puedan transportar sin impedimento agua y alimentos a través de la unión (Castro1987).

Las varetas deben estar con la corteza íntegra y las hojas de color verde oscuro denotando un buen estado de desarrollo. Las yemas deben estar en buenas condiciones y en estado de latencia; las varetas se pueden cortar de la planta madre preferiblemente al momento que se va a injertar, se pueden usar chupones o ramas jóvenes como fuente de yemas, estas ramas deben estar ubicadas en partes que no estén muy expuestas a los rayos del sol (Torres Gutiérrez 2012).

2.9. Selección y mejora del cacao

La selección de cacao puede permitir un avance en la mejora de los rendimientos, al poner a disposición de los productores una variedad con potencial de producción más elevado, con caracteres de mayor rusticidad y tolerancia a variaciones climáticas. Esta se basa en la selección de árboles generadores, según los caracteres interesantes que manifiestan cada uno de ellos y que se espera combinar en su descendencia, pero también, más a menudo, según el vigor que su unión puede permitir obtener. Se trata de una selección generativa cuyo resultado es la distribución de material seleccionado en forma de semillas o material de propagación asexual (Braudeav 1970).

2.9.1. Selección de plantas madres

Las enfermedades son el principal factor para que un cultivo de cacao tenga o no un buen rendimiento y producción. Con la finalidad de controlar y reducir el efecto de las enfermedades, se ha encontrado en la tolerancia varietal una solución muy eficiente y se han desarrollado muchos métodos para seleccionar e identificar el material local tolerante (Paredes Arce 2003).

2.9.2. Selección de mazorcas

Se deben escoger mazorcas fisiológicamente maduras y desechar mazorcas pequeñas, deformadas, excepto cuando un árbol es único y en peligro de muerte por daños que pueda tener a fin de rescatar los genes de ese árbol. Se escogerán mazorcas del tronco de las ramas primarias, ya que estas mazorcas tienen semillas uniformes y más vigorosas, las que deben ser manipuladas con mucho cuidado evitando el contacto con mazorcas enfermas y fuertes golpes (Zambrano Pazmiño 2010).

2.9.3. Selección de semillas

Una vez abierta la mazorca, esta se divide en tres partes iguales, se seleccionan las semillas más vigorosas del tercio medio del mazorca, desechando las semillas de los tercios extremos de la mazorca ya que frecuentemente son más pequeñas y tienen defectos (MINAGRI 2012).

2.10. Cacao criollo en El Salvador

El cacao antes de la llegada de los españoles se cultivaba con alto grado de especialización principalmente en la región de los Izalcos. Por sus condiciones climáticas, esta fue la región más productiva de cacao de las provincias de Centroamérica. El cacao era un producto de gran valor entre la población pipil donde se utilizaba como “moneda” y como bebida para la nobleza, sacerdotes y militares. La región de los Izalcos, después de la conquista, se convirtió en lugar de mucho auge comercial y de encuentro de encomenderos, comerciantes, funcionarios de la corona y clérigos, quienes buscaron sacar ventaja económica de la producción de cacao (CENTA 2018).

El cacao de Izalco se cultivaba en la época posterior a la Conquista en lo que después se llamó la provincia de Sonsonate, en que se incluían no sólo las fincas de la población de ese nombre, sino también las de Izalco, Caluco y Nahulingo. En dichas localidades existen todavía gran cantidad de árboles centenarios, ya que durante mucho tiempo no se hicieron siembras nuevas, sino, con raras excepciones y en pequeña escala. Se considera que uno de los motivos de la disminución y hasta del abandono de los cacaotales en dicha zona, fueron las erupciones repetidas del volcán de Santa Ana, primero y el volcán de Izalco después.

Asimismo, en 1932 se registra la masacre de 30,000 indígenas perpetrada por el General Maximiliano Hernández Martínez, Presidente de la República en ese período. Los indígenas sobrevivientes tuvieron que emigrar de su zona de origen y cambiarse incluso sus nombres, considerándose una de las razones que sirvieron el tiro de gracia al olvido del cacao en El Salvador (Choussy 1950).

2.10.1. Producción de cacao en la zona de Izalco

Una de las plantaciones de cacao de importancia comercial que se conocía en el periodo de 1947-1950, era la hacienda Santa Emilia en el departamento de Sonsonate, que constaba de una extensión de 100 manzanas las cuales fueron abandonadas. La producción de la plantación Santa Emilia era del orden de 1,450 quintales (en promedio, 3 libras por árbol).

Luego de su rehabilitación la producción se podía calcular entre 2,000 y 2,500 quintales. Dicha producción no alcanzaba a cubrir la demanda del mercado interno de cacao en grano en estado natural, siendo necesario que El Salvador importara el resto de cacao demandado de Guatemala, Honduras y Nicaragua (Choussy 1950).

Actualmente existe en El Salvador muy poca producción de cacao, la cual está concentrada en las zonas de Nahuilingo, Sonsonate y Usulután (Cruz Montesinos 2012).

En el cantón Cangrejera en el municipio de Izalco, departamento de Sonsonate, actualmente se encuentra impulsando este cultivo el señor Jaime Arévalo en su finca la cual posee un área de tres manzanas de terreno; también, en las fincas aledañas a la zona como: en la finca El Quetzal (1.5 manzana); finca El Tránsito (10 manzanas); finca Cuyancua Atecozo (25 manzanas); finca Asociación El Salto (2 manzanas); y finca Piedra de Moler, de Nahuilingo (5 manzanas), las cuales tienen condiciones edafológicas y climáticas aptas para el desarrollo de dicho cultivo (Gutierrez Hernandez 2011).

2.11. Conservación de recursos fitogenéticos

2.11.1. Colecta y caracterización de germoplasma

La colecta en campo y la caracterización de germoplasma es un factor estratégico en el proceso investigativo debido a que es un componente para la solución de problemas actuales y futuros relacionados con la obtención de variedades vegetales mediante la utilización de métodos tradicionales o biotecnológicos (Peña Monserrate 2003).

Los resultados de la caracterización son valiosos para los mejoradores de plantas, que siempre han tratado de identificar, seleccionar y coleccionar individuos que posean más de una característica deseable, por ejemplo, priorizar en aquellos genotipos que muestran en forma simultánea, resistencia a una enfermedad y alta producción. Este tipo de selección ha sido exitosa para la mayoría de los cultivos alimenticios del mundo, debido en gran medida a su corto ciclo de vida. Sin embargo, y a pesar de los importantes y a veces dramáticos avances alcanzados en la producción de cultivos como arroz, maíz y trigo, es conocido que aun en esas especies, el potencial genético permanece virtualmente inexplorado. Esto se debe a que los bancos de germoplasma para la mayoría cultivos, contienen miles de accesiones que nunca han sido caracterizadas ni evaluadas.

Con el desarrollo de descriptores agromorfológicos y con métodos biotecnológicos (marcadores de ADN), ha sido posible iniciar estudios de las colecciones en una forma más eficiente, sistemática y rápida, planteándose objetivos fácilmente alcanzables desde el punto de vista del mejoramiento genético de plantas (Peña Monserrate 2003).

2.11.2. Bancos de germoplasma

Los bancos de germoplasma son el medio principal para almacenar material fitogenético en un medio controlado, donde las semillas, polen o cultivo de tejidos pueden desecarse hasta alcanzar un contenido de humedad bajo y almacenarse a temperaturas bajas sin perder su vitalidad. Los bancos de germoplasma aportan beneficios a corto y largo plazo, y además tienen la función de proteger la fitodiversidad de las diferentes especies vegetales e identificar accesiones para los programas de mejoramiento, investigaciones básicas y la producción (Franco y Hidalgo 2003).

2.12. Caracterización

Permiten una discriminación fácil y rápida entre fenotipos. Generalmente son caracteres altamente heredables, pueden ser fácilmente detectados a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes. Además, pueden incluir un número limitado de caracteres adicionales que son deseables según el consenso de los usuarios de un cultivo en particular (IPGRI 2000).

2.12.1. Caracterización agronómica

La caracterización agronómica es un conjunto de datos que muestran las características de las accesiones del cultivo. Mediante este método se pueden seleccionar materiales vegetales con características sobresalientes, por ejemplo: datos de productividad (tamaño del mazorca, número de semillas por mazorca, tamaño de semilla, rendimientos, otros), de sanidad (reacción a enfermedades), entre otros.

Para la caracterización y evaluación morfo-agronómica es necesario sembrar el material genético y evaluarlo en lotes experimentales o en campos de agricultores. En esta etapa además, se hace una valoración agronómica del potencial productivo y se evalúa la tolerancia a plagas, enfermedades y estrés bajo condiciones abióticas, en un diseño experimental con testigos de referencia (Franco y Hidalgo 2003).

Una caracterización debe permitir diferenciar todas las accesiones de una especie. La evaluación comprende la descripción de la variación existente en una colección para atributos de importancia agronómica con alta influencia del ambiente, tales como rendimiento. Se realiza en diferentes localidades, variando los resultados según el ambiente, además de ocurrir interacción genotipo-ambiente (Abadie y Berretta 2001).

La caracterización consiste en registrar aquellas cualidades que son altamente heredables, que pueden ser fácilmente vistas y expresadas. Debe ser clara y describir los atributos morfológicos que posee la planta en forma positiva, y no describir una planta comparándola con otra. Para aumentar el valor relativo de una descripción además de los datos morfológicos y agronómicos, debe incluir una descripción de las condiciones del clima, suelo y fecha de siembra. Además es importante que la colección a caracterizar se desarrolle bajo condiciones uniformes, de manera que las diferencias sean típicas de los cultivares bajo una misma condición (Figueroa Jerez 1997).

2.13. Caracterización morfoagronómica

La caracterización morfológica son datos que muestran las características del germoplasma que se tiene. Mediante este método se pueden seleccionar materiales vegetales con características sobresalientes, por ejemplo: resistencia a patógenos. Para conocer el comportamiento planta-ambiente es importante contar con la información derivada de una caracterización (Ramos Pérez 1994).

En la caracterización se extraen una serie de características cuantitativas y cualitativas que permiten la selección de materiales y su posterior utilización en programas de investigación o de otra naturaleza. Es importante tomar en cuenta las características de interés agronómico que estén influidas por las condiciones del medioambiente, como la precocidad, contenidos de proteína, resistencia a plagas y enfermedades (Torres Calderón 2007).

2.14. Descriptores

Según Cruz, citado por Navarro Marroquín *et al.* (2008), un descriptor es el nombre que se le asigna a una característica o a una parte de la planta, mazorca o semilla, el cual se quiere medir. Indica que un descriptor es una variable o atributo que se observa en un conjunto de elementos, ejemplo: altura de la planta, color de la flor, entre otros. Además, hace notar que

la preparación de una lista de descriptores a menudo es un proceso repetitivo. Los descriptores pueden ser de la siguiente manera:

- 1) **Descriptores de pasaporte.** Son los que proporcionan la información básica que se utiliza para el manejo general de la accesión y describen los parámetros que se deberían observar cuando se recolecta originalmente la accesión, los cuales son: nombre de los recolectores, fecha de recolección de la información, departamento, municipio, canton, latitud y longitud, área total de la finca, área con cacao, edad de la plantación, altura sobre el nivel del mar, edad del árbol con características deseables, nombre de la finca o parcela, nombre del productor, edad del productor y número correlativo del árbol.
- 2) **Descriptores de manejo.** Proporcionan las bases para el manejo de las accesiones en el banco de germoplasma y ayudan durante su multiplicación y regeneración.
- 3) **Descriptores del sitio y del medio ambiente.** En estos se describen los parámetros específicos del sitio y del clima en el lugar determinado, que son importantes cuando se realizan pruebas de caracterización y evaluación. Se incluyen en esta categoría los descriptores del sitio de recolección del germoplasma.

2.14.1. Estado y uso de los descriptores.

Engels, citado por García Carrión (2012), reporta que el uso de descriptores en cacao es necesario por las siguientes razones: (i) estandarizar la terminología descriptiva que permita el intercambio de información entre investigadores que trabajan en recursos genéticos; (ii) elaborar un inventario fácil que esté disponible a todos los investigadores, definiendo qué las accesiones disponibles deberían ser duplicadas en otros lugares; (iii) ayudar al fitomejorador a seleccionar las mejores accesiones para el programa de mejoramiento; y (iv) simplificar el manejo y el mantenimiento de la colección, entre otros.

El estado del descriptor se debe expresar en la unidad de medida usada como cm, ton/ha, o bien, la medida puede codificarse para facilitar el almacenamiento de datos con una escala de 1 a 10, estableciendo límites para cada grado (Navarro Marroquín *et al.* 2008).

2.15. importancia en la calidad del grano de cacao

2.15.1. Fermentación del grano de cacao

Los granos frescos o en baba recién extraído deben llevarse al beneficio lo más pronto posible, antes de que pasen seis horas después de extraído el grano. El medio utilizado para transporte del grano en baba (cubeta, saco, bolsa) debe estar lavado y muy limpio. Si se escurre el líquido o miel, la fermentación y rendimiento aun será adecuado.

Para fermentar, el cacao fresco se coloca en cajones de madera, con clavos o tornillos que no tenga contacto con el cacao. Estos cajones deben contar con orificios de 1.0 cm de diámetro separadas a 10 cm x10 cm en el fondo para facilitar el drenaje del líquido o miel del cacao durante los primeros dos o tres días (Aguilar 2017).

La fermentación de cacao elimina los restos de pulpa, mata el germen dentro del grano y lo más importante inicia el desarrollo del aroma, sabor y color de la almendra para obtener un cacao de aroma fino, apto para las mejores fábricas de chocolate. Sin fermentación no hay buen chocolate (Díaz Cruz 2013).

2.15.2. Calidad del grano de cacao

La calidad del grano es un conjunto de cualidades físicas, químicas e higiénicas, así como las percibidas por los sentidos (cualidades sensoriales) como el sabor y olor del grano, que hacen aceptable el grano a la industria del chocolate y a los consumidores (Aguilar 2017).

2.16. Análisis bromatológicos

El propósito principal de un análisis bromatológico proximal es determinar, en un alimento, el contenido de: Humedad parcial (%), Humedad total (%), Proteína cruda (%), Grasa (%), Fibra cruda (%), Carbohidratos (%), Cenizas (%) y Minerales (%). Estos procedimientos químicos revelan también el valor nutritivo de un producto y como puede ser combinado de la mejor forma con otras materias primas para alcanzar el nivel deseado de los distintos componentes de una dieta. Es un procedimiento para realizar control de calidad y determinar si los productos terminados alcanzan los estándares establecidos por los productores y consumidores (Pineda Magaña y Rivera Sánchez 2016).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

La investigación se realizó en el periodo de agosto a diciembre de 2018, en la finca del productor de cacao, Sr. Jaime Alonso Arévalo, ubicada en el cantón Cangrejera, municipio de Izalco, departamento de Sonsonate (Figura 1), con coordenadas geográficas 13°44'28" latitud Norte y 89°40'52" longitud Oeste, a una altura de 385 metros sobre el nivel del mar.

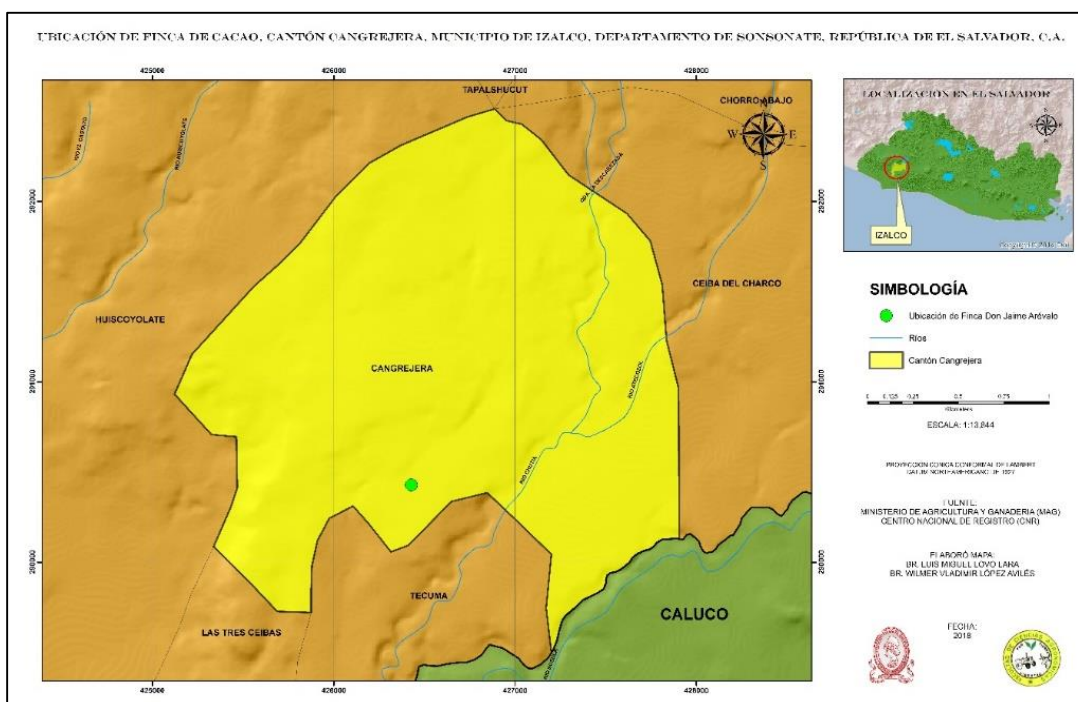


Figura 1. Ubicación de la finca de don Jaime Arévalo en Izalco.

3.2. Caracterización climática

Las características climáticas fueron tomadas de los registros de la estación meteorológica de Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) ubicada en Izalco, en donde se encuentran los árboles de cacao caracterizados (MARN 2013) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros meteorológicos reportados por la Estación Izalco en 2018

Parámetros/mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura Promedio °C	23.3	23.7	24.7	25.4	25.0	24.4	24.6	24.4	23.9	23.9	23.9	23.5
Temperatura Mínima Promedio °C	17.8	18.5	19.7	20.8	21.1	20.7	20.4	20.4	20.5	20.2	19.1	18.2
Temperatura Máxima Promedio °C	33.0	33.3	33.7	33.7	32.8	31.4	32.2	32.2	31.2	31.4	32.4	32.8
Temperatura Máxima Absoluta °C	37.0	39.0	39.0	39.2	39.0	38.3	36.0	36.5	35.8	36.5	37.0	37.0
Temperatura Mínima absoluta °C	11.5	12.5	14.5	16.0	16.0	17.9	18.0	17.6	18.0	15.5	11.9	12.0
Nubosidad en /10	2.6	3.4	4.1	6.2	6.9	7.0	6.5	6.4	7.3	6.3	4.5	2.8
Viento Velocidad Promedio Escala Beaufort	2.3	2.3	2.3	2.2	2.1	2.0	2.2	2.1	1.9	2.0	2.2	2.5
Viento Rumbo Dominante	N	N	N	N	S	S	S	S	S	N	N	N
Humedad Relativa (%)	70	70	69	73	79	84	81	82	85	84	77	72
Precipitación mm	6	3	16	64	239	353	319	347	430	334	54	8
Evapotranspiración potencial (mm)	133	132	165	165	161	144	155	152	135	131	126	127

Fuente: SNET (s. f.)

3.3. Materiales y equipos

Para realizar esta investigación se utilizaron materiales y equipos necesarios tanto en el campo como el laboratorio que permitieron alcanzar los objetivos propuestos en dicha investigación.

3.4. Material experimental

Se caracterizaron *in situ* 41 árboles de cacao criollo, distribuidos en toda la finca ubicada en el cantón Cangrejera, municipio de Izalco. De cada uno de los árboles se tomaron muestras de hojas, flores y mazorcas, para lo cual se utilizaron tijeras de podar, bolsas plásticas de cinco libras, botes de vidrio y plástico, y una hielera para el traslado de las muestras al laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Universidad de el Salvador.

3.5. Herramientas utilizadas para la caracterización

Las herramientas utilizadas para la caracterización fueron los descriptores de caracteres morfológicos y agronómicos propuestos por: el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP) (INIFAP 2014), por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela (INIA) (INIA 1980) y por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (Phillips, 2012) (Figura 2), los cuales sirvieron para comparar los atributos y así establecer las propiedades morfoagronómicas que presentaba cada árbol seleccionado (Cuadro 4 y Cuadro A 1).

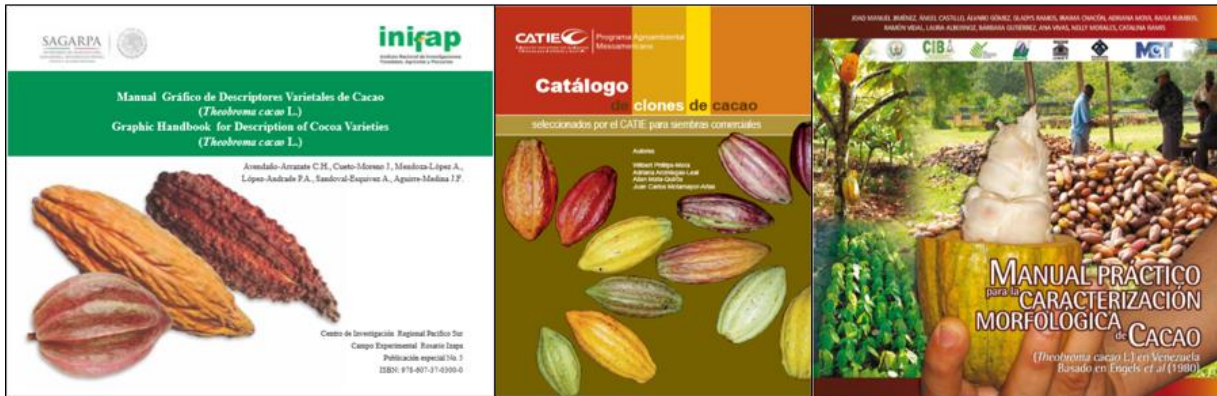


Figura 2. Descriptores utilizados para la caracterización morfoagronómica del cacao.

3.6. Georreferenciación del material

Mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) marca GARMIN, modelo GPSMAP 60 CSx, con una precisión de 3 m, configurado con un Datum WGS 84 y un sistema de coordenadas geográficas, se logró georreferenciar los 41 árboles de cacao con sus respectivas coordenadas geográficas y datos de altura en metros sobre el nivel del mar (msnm) (Cuadro 4).

3.7. Fase de campo y recolección del material

Con el propietario de la finca se identificaron los árboles élitos de cacao criollo a ser caracterizados, posteriormente se realizó la toma de datos, los cuales se registraron en el documento descriptor (Cuadro A 1). Además, se colectaron hojas, flores y mazorcas para la toma de datos a nivel de gabinete y de las mazorcas se extrajeron las semillas para realizar un análisis bromatológico en el laboratorio y establecer los parámetros físico-químicos de cada árbol caracterizado.

Las muestras de hojas, flores y mazorcas de cacao colectadas fueron depositadas en bolsas plásticas de cinco libras y colocadas en una hielera en la que se trasladaron al laboratorio de Protección Vegetal y al laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, donde se recopiló toda la información de cada muestra (Figura 3).



Figura 3. Georreferenciación de los árboles de cacao y caracterización de mazorca y semillas.

3.8. Variables cualitativas

Las variables cualitativas registradas en la investigación fueron:

3.8.1. Árbol

Las características de cada árbol seleccionado se compararon con las del descriptor propuesto por el INIA (Figura A 1 y A 2).

3.8.1.1. Arquitectura del árbol

Se determinó en campo observando la posición y el ángulo que se formaba entre el tallo principal y las ramas principales o entre estas, se comparó con el descriptor del árbol, clasificándose en: 1 = erecto, 2 = intermedia y 3 = pendular (Figura 4).



Figura 4. Arquitectura de los árboles de cacao: a) erecta; b) intermedia; c) pendular (INIA 1980).

3.8.1.2. Vigor del árbol

Se determinó de acuerdo a la apariencia de cada árbol y se comparó con el descriptor clasificándolo como: 3 = débil, 5 = intermedia, 7 = vigoroso.

3.8.1.3. Formación de ramificación del árbol

Se determinó de acuerdo a la formación de ramas y a la presencia o no de verticilos: 1 = simple, 2 = intermedia, 3 = verticilada (Figura 5).



Figura 5. Formación de ramas en árboles de cacao: a) simple; b) intermedia; c) verticilada (INIA 1980).

3.8.2. Hojas

Cada hoja fue caracterizada y comparada con las figuras de hojas del manual gráfico de descriptores varietales de cacao del (INIFAP 2014) y del CATIE (Phillips 2012) (Figura A 4 al A 8).

3.8.2.1. Forma de la base de la hoja

Cada hoja se comparó con el descriptor correspondiente y se determinó si era: 1 = aguda; 2 = obtusa; 3 = redondeada; 4 = cordiforme (Figura 6c).

3.8.2.2. Forma del ápice de la hoja

Cada hoja se comparó con el descriptor correspondiente y se determinó si era 1 = acuminado; 2 = apiculado; 3 = agudo (Figura 6b).

3.8.2.3. Intensidad de la pigmentación del color verde en la hoja

Se tomó cada hoja y se comparó con las figuras del descriptor respectivo: 1 = claro; 2 = medio; 3 = oscuro (Figura 6a).

3.8.2.4. Color del brote tierno de la hoja

Cada hoja se comparó con el descriptor correspondiente y se determinó si era 1 = verde claro; 2 = verde medio; 3 = marrón; 4 = rojo claro; 5 = rojo medio; 6 = rojo oscuro (Figura 6d).

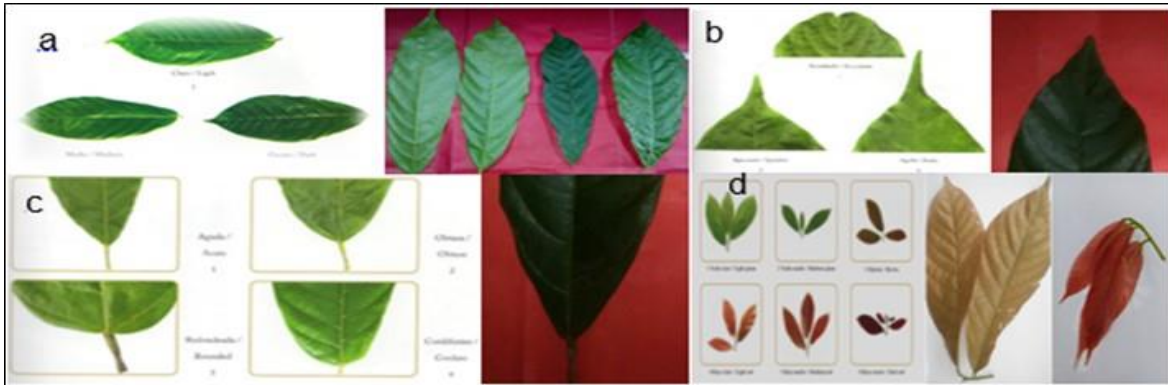


Figura 6. Caracterización de las hojas de cacao: a) pigmentación de color verde; b) forma del ápice; c) forma de la base; d) color del brote, (INIFAP 2014) y CATIE (Phillips 2012).

3.8.2.5. Pubescencia de los brotes terminales

Se determinó en campo mediante la observación y manipulación de brotes terminales y se consideraron tres intensidades: débil, moderada y fuerte (Figura 7).



Figura 7. Observación de pubescencia en brotes terminales de cacao en campo (INIFAP 2014) y CATIE (Phillips 2012).

3.8.3. Flores

Se separó cada flor en partes y cada una se comparó con los descriptores de flor en el descriptor varietal de cacao del INIFAP (2014) (Figura A 9 al A 12).

3.8.3.1. Presencia de antocianina en el pedicelo

Se tomó una flor entera y se observó si tenía antocianina en el pedicelo: 1 = ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte (Figura 8a).

3.8.3.2. Color de la lígula

Se separó cada flor en partes y se comparó con los descriptores de flor para observar que color presentaba la lígula: 1 = crema, 2 = amarillo crema, 3 = amarillo (Figura 8b).

3.8.3.3. Pigmentación de antocianina en los sépalos

Se separó cada flor en partes para observar si presentaba pigmentación de antocianina en los sépalos: 1 = ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte (Figura 8c).

3.8.3.4. Pigmentación de antocianina en estaminodios

Se separó cada flor en partes para observar si había presencia de pigmentación de antocianina en los estaminodios: 1 = ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte (Figura 8d).

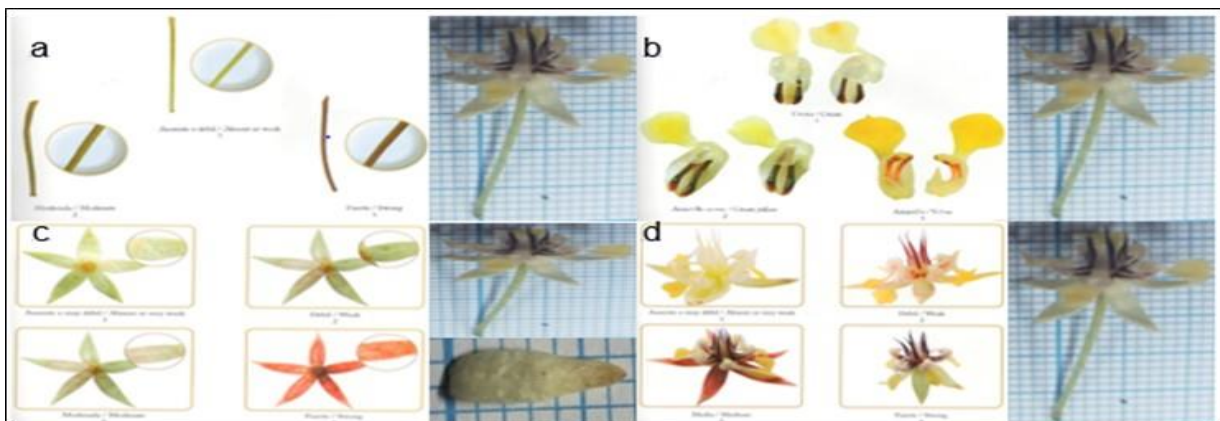


Figura 8. Caracterización de flores de cacao: a) antocianina en pedicelo; b) color de lígula; c) antocianina en sépalos; d) antocianina en estaminodios (INIFAP 2014)

3.8.3.5. Color externo del ovario

Se determinó mediante la observación y comparación con la tabla de Munsell y se definió según la propuesta de cuatro coloraciones del CATIE (Phillips 2012): crema, amarillo, amarillo crema y verde claro (Figura 9).

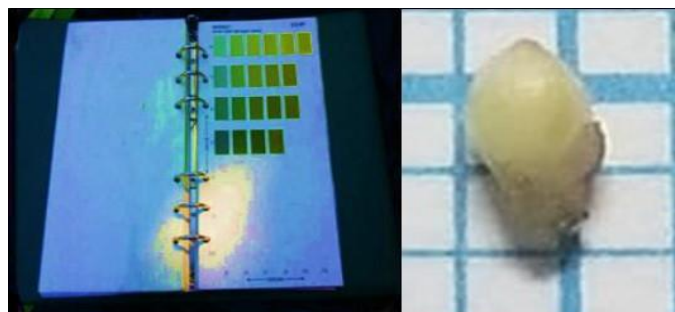


Figura 9. Comparación del ovario con colores de la tabla de Munsell (Wilde s.f.) (INIFAP 2014).

3.8.4. Mazorca

Se observó y se comparó cada mazorca madura con los descriptores para mazorcas del Manual gráfico de descriptores varietales de cacao del (INIFAP 2014) y del CATIE (Phillips 2012), y se determinó las variables siguientes (Figura A 15 al A 20).

3.8.4.1. Color de la mazorca madura

Se observó cada mazorca y se comparó con los descriptores para los diferentes colores: 1 = amarillo verde, 2 = amarillo, 3 = anaranjado, 4 = rojo medio, 5 = rojo oscuro, 6 = púrpura (Figura 10a).

3.8.4.2. Forma de la mazorca madura

Se verificó cada mazorca con base a los descriptores, observando las diferentes formas de la mazorca madura: 1 = ovado, 2 = circular, 3 = elíptica, 4 = oblonga, 5 = obovado (Figura 10b).

3.8.4.3. Constricción basal de la mazorca madura

Se tomo cada mazorca madura y se comparo con el descriptor, determinando su constricción basal, clasificándolo en: 1 = ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte (Figura 10c).

3.8.4.4. Forma del ápice de la mazorca madura

Se observó cada mazorca con los descriptores para las diferentes formas del ápice de la mazorca madura: 1 = entallado, 2 = agudo, 3 = obtuso, 4 = redondeado (Figura 10d).

3.8.4.5. Color de pulpa de la mazorca.

Se observó el color de pulpa de cada mazorca y se clasifico con base a los diferentes colores: 1 = blanco, 2 = crema claro, 3 = crema oscura (Figura 10e).

3.8.4.6. Morfología de la superficie de la mazorca madura

Cada mazorca se comparó con los descriptores para las diferentes formas de la superficie de la mazorca madura: 1 = lisa o ligeramente rugosa, 2 = moderadamente rugosa, 3 = muy rugosa (Figura 10f).

3.8.4.7. Resistencia de la cáscara en las mazorcas maduras (dureza)

Se determinó a través del tacto haciendo presión manual a la mazorca colectada, estableciendo tres categorías: mazorca con cáscara débil, moderada y fuerte (Figura 10g).

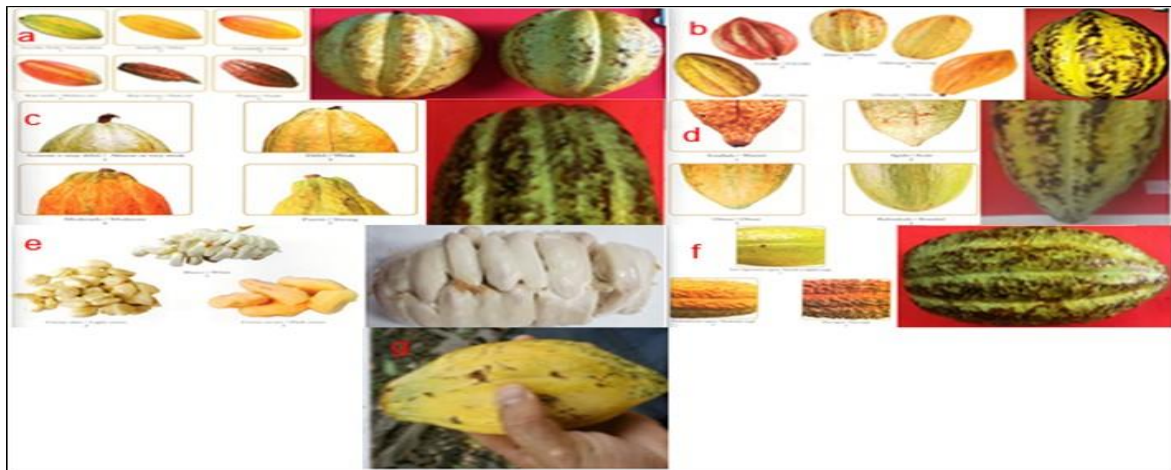


Figura 10. Caracterización de la mazorca: a) color de la mazorca; b) forma de la mazorca; c) constricción basal de la mazorca; d) forma del apice de la mazorca; e) color de pulpa de la mazorca; f) resistencia y rugosidad de la cáscara de la mazorca (INIFAP 2014) y CATIE (Phillips 2012).

3.8.5. Semillas

Cada semilla se observó y se comparó con los descriptores de semillas presentes en el Manual Grafico de descriptores varietales de cacao del (INIFAP 2014) y del CATIE (Phillips 2012) (Figura A 25 al A 27).

3.8.5.1. Forma de la semilla (sección longitudinal)

Se extrajeron las semillas de las mazorcas de cada árbol y se comparo con los descriptores clasificándolos en: 1 = oblonga, 2 = elíptica, 3 = ovada, 4 = irregular (Figura 11a).

3.8.5.2. Forma de la semilla (sección transversal)

Se observó cada semilla y se comparó con los descriptores, clasificándose en: 1 = aplanada, 2 = intermedia, 3 = redondeada (Figura 11b).

3.8.5.3. Color de la semilla

Se observó cada semilla y se comparó con los descriptores verificando los diferentes colores: 1 = blanco, 2 = púrpura, 3 = café (Figura 11c).

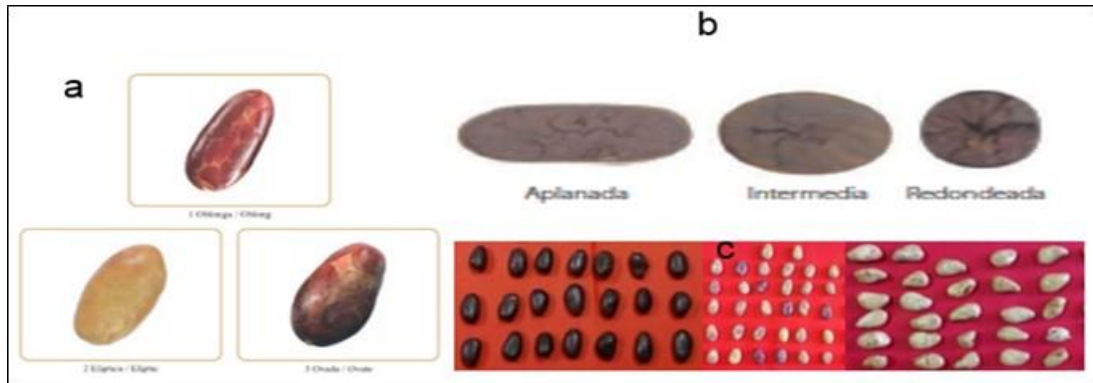


Figura 11. Caracterización de las semillas de cacao: a) forma de la semilla (sección longitudinal); b) forma de la semilla (sección transversal); c) color de la semilla (INIFAP 2014) y CATIE (Phillips 2012).

3.9. Variables Cuantitativas

Las variables cuantitativa son aquellas que adoptan valores numéricos, es decir, cifras.

3.9.1. Altura del árbol

Se obtuvo por el “Método de las Unidades”, que se basa en el efecto visual y en el uso de una medida de referencia (cortador de yemas con extensor con longitud de 3 m) el cual se colocó en la base del árbol y se elevó visualmente tantas veces fuera necesario para cubrir el árbol a medirse, de esta forma se supo cuántas veces la altura del extensor mide el árbol, utilizando cinta métrica de 5 metros (Figura 12).



Figura 12. Medición de la altura del árbol: a) método de las Unidades; b) altura de la planta (Torres (2007) citado por Molina y Castillo (2014)).

3.9.2. Número de chupones

Se observó si el árbol tenía solo el tallo principal o si tenía chupones originados en la base del tallo principal (Figura 13).



Figura 13. Chupones en el árbol de cacao.

3.9.3. Número de mazorcas por árbol

En el campo se realizó un conteo de las mazorcas existentes en cada árbol (Figura 14).



Figura 14. Número de mazorcas por árbol de cacao.

3.9.4. Datos de Hojas

Empleando una regla graduada de 60 cm y una cinta métrica se midieron 10 hojas maduras y se tomaron las dimensiones siguientes: largo y ancho de la hoja (Figura 15). Los datos se compararon con las categorías del descriptor de hojas del INIFAP (INIFAP 2014) y CATIE (Phillips 2012) (Figura A 3).

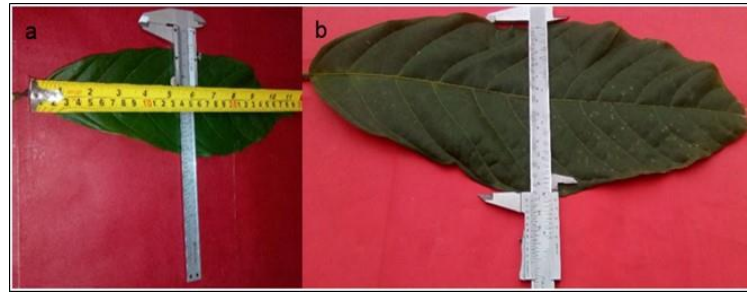


Figura 15. Caracterización de hojas: a) largo de la hoja, b) ancho de la hoja.

3.9.5. Número de cojinetes en el tallo principal

Se realizó un conteo directo de los cojinetes existentes en un metro lineal de cada árbol utilizando una cinta metrica (Figura 16).



Figura 16. Número de cojinetes en el tallo principal.

3.9.6. Número de flores por cojinete

Se realizó un conteo directo de las flores presentes en cinco cojinetes por cada árbol seleccionado (Figura 17).



Figura 17. Número de flores por cojinete.

3.9.7. Longitud de filamentos

Con el uso de un estereoscopio (Wild Heerbrugg), un microscopio óptico compuesto (Leitz Labortex D) y papel milimetrado, se midió la longitud de los estaminodios, longitud del estilo, longitud y ancho del ovario, longitud y ancho de sépalos (Figura 18), comparado con el descriptor respectivo (Figura A 13 y A 14).

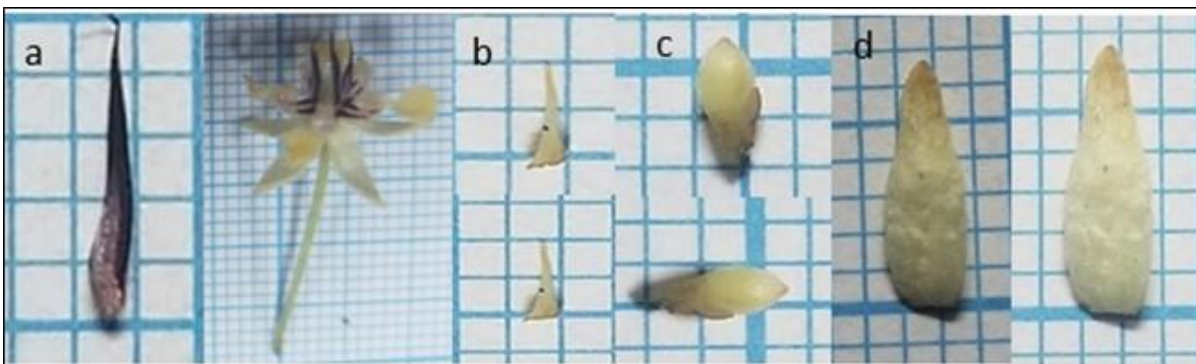


Figura 18. Caracterización de las flores de cacao: a) longitud de estaminodios; b) longitud de estilo; c) longitud y ancho de ovario; d) longitud y ancho de sépalos (INIFAP 2014).

3.9.8. Mazorcas

Se colectaron al menos cinco mazorcas maduras por árbol y haciendo uso de un Pie de Rey se obtuvieron datos de longitud del mazorca desde la base hasta la punta del ápice, diámetro de la mazorca madura, profundidad del surco de la mazorca, altura de caballete de la mazorca y grosor de cáscara de la mazorca (Figura 19). Posteriormente estas características se compararon con los descriptores de mazorcas propuestos por el INIFAP (INIFAP 2014) y CATIE (Phillips 2012). Además, se realizó un conteo de las semillas contenidas por cada mazorca (Figura A 21 al A 24).

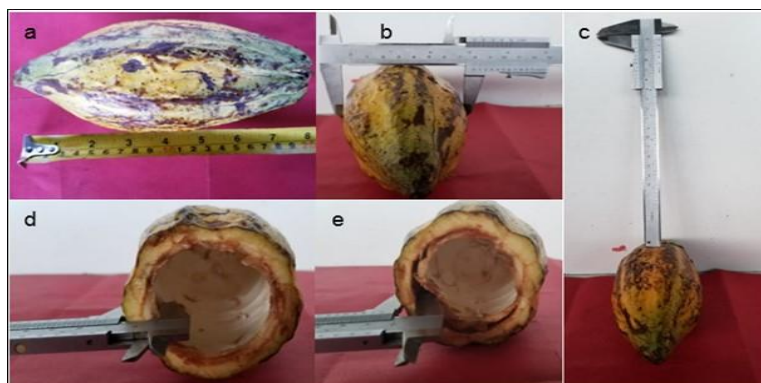


Figura 19. Caracterización de las mazorcas maduras de cacao: a) longitud de la mazorca; b) diámetro de la mazorca; c) profundidad del surco de la mazorca; d) altura de caballete de la mazorca; e) grosor de cáscara de la mazorca (INIFAP 2014) y CATIE (Phillips 2012).

3.9.8.1. Peso de la mazorca

Mediante el uso de una balanza semi-analítica (Sartorius 6100) se pesaron los mazorcas colectados y se obtuvo un valor promedio. También, se tomaron cinco semillas al azar, se pesaron y sus valores se promediaron. Se utilizó un Pie de Rey para medir los datos de longitud de la semilla, ancho de semilla y grosor de semilla (Figura 20), y se compararon con los descriptores correspondientes.

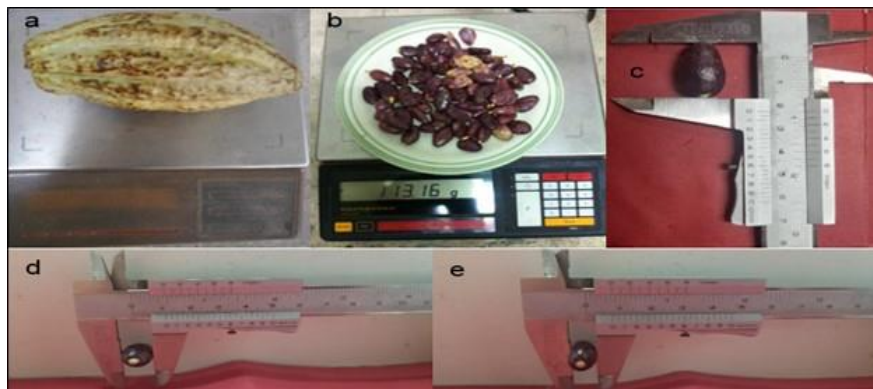


Figura 20. Caracterización de semillas y mazorcas de cacao: a) peso de la mazorca; b) peso de semilla; c) longitud de semilla; d) ancho de semilla; e) grosor de semilla (INIFAP 2014) y CATIE (Phillips 2012).

Cuadro 3. Descriptores seleccionados por sus características agromorfológicas en cacao

Descriptores	Variabes Cualitativas	Variabes Cuantitativas
Árbol	Arquitectura del árbol: se observó y se determinó si es: 1 = erecto, 2 = intermedia, 3 = pendular. Vigor del árbol: puede ser 3 = débil, 5 = intermedia, 7 = vigoroso. Formación de la ramificación: 1 = simple, 2 = intermedia, 3 = verticilada (INIA 1980).	Altura del árbol: se tomó mediante el uso de un hipsómetro con una fórmula (Altura mayor - Altura menor) / 2. Diámetro del tronco: se tomó con una cinta diamétrica a la altura del pecho. Número de chupones: se observó si el árbol tiene el tallo principal o si solo cuenta con chupones originados en la base del tallo principal
Hoja	Forma de la base: 1 = aguda, 2 = obtusa, 3 = redondeada, 4 = cordiforme. Pigmentación de color verde de la hoja: 1 = claro, 2 = medio, 3 = oscuro. Forma del apice de la hoja: 1 = acuminado, 2 = apiculado, 3 = agudo. Color del brote tierno: 1 = verde claro, 2 = verde medio, 3 = marrón, 4 = rojo claro, 5 = rojo medio, 6 = rojo oscuro. Pubescencia en ramas y brotes terminales: 1 = ausencia, 2 = presencia. Color de pubescencia: Se determinó haciendo uso de la tabla de Munsell (INIFAP 2014) y CATIE (Phillips 2012).	Ancho de la hoja madura: con una regla graduada de 60 cm se midió la parte más ancha de 10 hojas. Longitud de la hoja madura: con una regla graduada de 60 cm se midieron 10 hojas desde la base hasta la punta. Longitud media de la hoja madura: se medieron 10 hojas desde la base hasta el punto más ancho utilizando una cinta métrica o regla graduada de 60 cm. Color de la pubescencia: Se observó el color de las ramas y brotes, se determinó si es débil, moderado o fuerte.
	Presencia de antocianina en el pedicelo: 1 = ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte. Pigmentación de antocianina en los sépalos: 1 = ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte. Pigmentación de antocianina en estaminodios: 1 = ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte.	Longitud y ancho del sepalos: con el estereoscopio y papel milimetrado se midieron los sepalos de al menos cinco flores. Longitud de estaminoides: con el estereoscopio y papel milimetrado se midieron los estaminoides de al menos cinco flores.

Flor	Color de la lígula: 1 = crema, 2 = amarillo crema, 3 = amarillo (INIFAP 2014).	Longitud y ancho del ovario: con el estereoscopio y papel milimetrado se midieron los ovarios de al menos cinco flores. Longitud del estilo del ovario: con el estereoscopio y papel milimetrado se midieron los estilos de al menos cinco flores. Número de flores por cojinete: se hizo un conteo de flores presentes en 5 cojinetes. Número de cojinetes por rama: se hizo un conteo de los cojinetes en cinco ramas. Número de cojinetes en el tallo principal: se hizo un conteo de los cojinetes existentes en un metro lineal. Color externo del ovario: se tomó 5 flores del árbol para observarlas en el estereoscopio ocupando la tabla de Munsell. Color de la flor: se tomó 5 flores del árbol y se observaron los colores con la tabla de Munsell.
Mazorca	Color de la mazorca madura: puede ser 1 = amarillo verde, 2 = amarillo, 3 = anaranjado, 4 = rojo medio, 5 = rojo oscuro, 6 = púrpura. Forma de la mazorca madura: pueden ser 1 = ovado, 2 = circular, 3 = elíptica, 4 = oblonga, 5 = obovado. Morfología de la superficie de la mazorca madura: 1= Lisa o ligeramente rugosa, 2= Moderadamente rugosa, 3 = Muy rugosa. Constricción basal de la mazorca madura: 1= ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte. Forma del ápice de la mazorca madura: 1= entallado, 2= agudo, 3= obtuso, 4= redondeado. Resistencia de la cáscara en las mazorcas maduras (dureza): se determinó a través del tacto: 1 = débil, 2 = media, 3 = fuerte (INIFAP 2014), CATIE (Phillips 2012).	Longitud de la mazorca madura: se midieron cinco mazorcas con cinta métrica o regla, desde la base hasta la punta: 3 = Corta (15.03 - 16.9 1 cm), 5 = Media (18.74 - 20.57 cm), 7 = Larga (22.58 - 24.46 cm). Diámetro de la mazorca madura: con el Pie de rey se midió la parte media de cinco mazorcas y se determinó si son: 3 = Pequeño (5.96 - 6.54 cm), 5 = Medio, (7.12 - 7.71 cm), 7 = grande (8.29 - 8,87 cm). Profundidad del surco de la mazorca: se midió con el Pie de rey la profundidad entre surcos, en cinco mazorcas maduras. Grosor de cáscara de la mazorca: se midió con el pie de rey el grosor de la cáscara en cinco mazorcas maduras. Forma del ápice de la mazorca madura: se observó a través de una figura del mazorca maduro el ápice. Resistencia de la cáscara de la mazorca madura: se tomó a través del tacto de la mano a cinco mazorcas maduras.
Pulpa y Semilla	Color de pulpa: 1 = blanco, 2 = crema claro, 3 = crema oscuro. Forma de la semilla: (sección longitudinal) 1 = oblonga, 2 = elíptica, 3 = ovada, 4. Irregular. Forma de semilla (sección transversal): 1 = aplanada 2 = intermedia, 3 = redondeada. Color de semilla: 1 = blanco, 2 = Crema, 3 = Rosa, 4 = Rojo oscuro, 4 = Púrpura oscuro (INIFAP 2014), CATIE (Phillips 2012).	Color de la pulpa: se hizo abriendo un mazorca a la mitad y observar una figura a ver a qué color se parece. Longitud de la semilla: se utilizó una regla graduada o Pie de rey y se midieron al menos cinco semillas. Ancho de la semilla: Con un Pie de rey se midieron cinco semillas que pueden ser: 3 = estrecha (1.06 - 1.15 mm), 5 = media (1.23 - 1.32 mm), 7 = ancha (1.40 - 1.49 mm). Grosor de semilla: (cinco semillas) 1 = delgado (3.84 - 7.04 mm), 2 = medio (7.04 - 10.2 mm), 3 = Grueso (10.24 - 13.44 mm). Peso de la semilla: se utilizó una balanza semi-analítica, tomando como promedio 5 - 10 semillas.

Fuente: García Carrión (2012)

Para la recolección de datos en campo se elaboró una guía adaptada de los descriptores morfológicos y agronómicos de los árboles de cacao criollo caracterizados, para facilitar el proceso de recolección de estos (Cuadro A 1).

Cuadro 4. Codificación y ubicación de los árboles de cacao caracterizados

Número	Nombre del árbol	Código	Ubicación	Latitud	Longitud
1	Jaime Arévalo 3	JA 3A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'01.5"	W 089°40'48.9"
2	Jaime Arévalo 4	JA 4A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.0"	W 089°40'49.2"
3	Jaime Arévalo 5	JA 5A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.0"	W 089°40'49.3"
4	Jaime Arévalo 6	JA 6A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.1"	W 089°40'49.4"
5	Jaime Arévalo 7	JA 7A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.2"	W 089°40'49.5"
6	Jaime Arévalo 8	JA 8A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.2"	W 089°40'49.6"
7	Jaime Arévalo 9	JA 9A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.7"	W 089°40'49.1"
8	Jaime Arévalo 10	JA 10A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.6"	W 089°40'49.2"
9	Jaime Arévalo 11	JA 11A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.1"	W 089°40'48.8"
10	Jaime Arévalo 12	JA 12A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.0"	W 089°40'48.7"
11	Jaime Arévalo 13	JA 13A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'01.9"	W 089°40'48.6"
12	Jaime Arévalo 14	JA 14A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.1"	W 089°40'48.4"
13	Jaime Arévalo 15	JA 15A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.3"	W 089°40'48.5"
14	Jaime Arévalo 16	JA 16A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.5"	W 089°40'48.6"
15	Jaime Arévalo 17	JA 17A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.7"	W 089°40'49.0"
16	Jaime Arévalo 18	JA 18A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.9"	W 089°40'48.6"
17	Jaime Arévalo 19	JA 19A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.7"	W 089°40'48.0"
18	Jaime Arévalo 20	JA 20A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.8"	W 089°40'48.2"
19	Jaime Arévalo 21	JA 21A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.9"	W 089°40'48.6"
20	Jaime Arévalo 22	JA 22A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.6"	W 089°40'48.1"
21	Jaime Arévalo 23	JA 23A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.3"	W 089°40'49.3"
22	Jaime Arévalo 24	JA 24A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.1"	W 089°40'48.9"
23	Jaime Arévalo 25	JA 25A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.1"	W 089°40'48.9"
24	Jaime Arévalo 26	JA 26A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.2"	W 089°40'48.9"
25	Jaime Arévalo 27	JA 27A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.3"	W 089°40'48.7"
26	Jaime Arévalo 28	JA 28A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.3"	W 089°40'48.8"
27	Jaime Arévalo 29	JA 29A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.6"	W 089°40'49.0"
28	Jaime Arévalo 30	JA 30A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.2"	W 089°40'48.5"
29	Jaime Arévalo 31	JA 31A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.9"	W 089°40'48.7"
30	Jaime Arévalo 32	JA 32A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.1"	W 089°40'49.6"
31	Jaime Arévalo 33	JA 33A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.2"	W 089°40'49.7"
32	Jaime Arévalo 34	JA 34A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.3"	W 089°40'49.6"
33	Jaime Arévalo 35	JA 35A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.5"	W 089°40'48.6"
34	Jaime Arévalo 36	JA 36A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.5"	W 089°40'49.4"
35	Jaime Arévalo 37	JA 37A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.5"	W 089°40'49.4"
36	Jaime Arévalo 38	JA 38A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.5"	W 089°40'48.6"
37	Jaime Arévalo 39	JA 39A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.7"	W 089°40'49.2"
38	Jaime Arévalo 40	JA 40A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'03.6"	W 089°40'48.9"
39	Jaime Arévalo 41	JA 41A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'01.6"	W 089°40'48.5"
40	Jaime Arévalo 42	JA 42A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.5"	W 089°40'49.3"
41	Jaime Arévalo 43	JA 43A	Cangrejera, Ízalco, Sonsonate	N 13°44'02.5"	W 089°40'49.1"

3.10. Métodos de laboratorio

Se realizarán análisis bromatológicos a las muestras de semillas colectadas de los 41 árboles de cacao criollo, que comprende: determinación de proteína cruda por el método de Kjeldahl, determinación de grasa por el método de Soxhlet, análisis de fibra cruda por el método Gravimétrico, análisis de carbohidratos por el método de fenol al ácido sulfúrico y cenizas, análisis del contenido de calcio y fósforo, determinación de pH y concentración de glucosa en el mucilago. Dichos análisis se realizaron en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad

de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Los métodos usados para cada análisis fueron los propuestos por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC 1970).

3.10.1. Determinación de la humedad de la semilla de cacao

El análisis bromatológico proximal es de tipo secuencial, por lo que la determinación de humedad parcial y total son necesarias antes de realizar los diferentes análisis de interés.

3.10.1.1. Determinación de la Humedad parcial

Se pesó 60 g de muestra de las semillas frescas, se pusieron en una bolsa de papel perforada y ésta se colocó en una estufa de aire forzado a una temperatura de 70° C durante 24 horas, luego se llevó a un desecador para enfriar la muestra y posteriormente se pesó para calcular el porcentaje de humedad parcial (AOAC 1970) (Figura 21).

$$\% \text{ de humedad parcial} = \frac{\text{Pérdida de peso (g)} \times 100}{\text{Peso de muestra (g)}}$$



Figura 21. Pasos para determinar la humedad parcial en las semillas de cacao.

3.10.1.2. Determinación de la Humedad total

Se pesaron 10 g de muestra molida y seca de semilla de cacao en una caja de aluminio se colocó en una estufa de vacío a una temperatura de 105° C por seis horas, transfiriéndola a un desecador por un tiempo de 20 minutos y posteriormente se pesó para calcular el porcentaje de humedad total (AOAC 1970) (Figura 22).

$$\text{Porcentaje de humedad total} = \frac{\text{Pérdida de peso (g)} \times 100}{\text{Peso de muestra (g)}}$$



Figura 22. Pasos para determinar la humedad total en las semillas de cacao.

3.10.2. Determinación del extracto etéreo

Se realizó por el método de Soxhlet, utilizando como solvente éter de petróleo. El proceso consiste en poner en papel filtro 2 g de muestra de semilla de cacao molida y luego se coloca en un dedal de extracción limpio y seco. El dedal con la muestra se puso en el condensador del aparato de extracción Soxhlet, donde se realizó una solubilización de los materiales solubles de la muestra, el éter se evaporó y se condensó continuamente, y al pasar a la muestra extrajo materiales solubles. El extracto se recogió en un balón y cuando el proceso se completó por un periodo de seis horas, el éter se destiló y se recolectó en otro recipiente, y la grasa cruda que quedó en el balón se secó y pesó (AOAC 1970) (Figura 23).

$$\text{Porcentaje de grasa} = \frac{\text{Peso de balón} + \text{EE (g)} - \text{Peso de balón (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$



Figura 23. Pasos para realizar la determinación del extracto etéreo.

3.10.3. Determinación de proteína cruda

Se realizó siguiendo el método de Kjeldahl, el cual consiste en tres procesos: digestión, destilación y titulación, realizado en el equipo Velp DK-8. Se pesó 0.1 g de muestra la cual se llevó a la destrucción oxidativa de los componentes por calentamiento con ácido sulfúrico

concentrado y formación de anhídrido carbónico (CO_2) y anhídrido sulfuroso (SO_2), mientras que el nitrógeno que quedó retenido como sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) posteriormente se transformó en amoníaco y se destiló sobre un ácido estándar débil para formar la respectiva sal amoníaca, que al final se tituló con una solución ácida estandarizada (AOAC 1970) (Figura 24).

Finalmente fue calculado el porcentaje de nitrógeno empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Nitrógeno} = ((\text{ml HCl muestra}) * \text{N(HCl)} * 0.014 * 100) / \text{peso de muestra}$$

$$\text{Porcentaje de proteína cruda} = \text{Porcentaje de Nitrógeno} * 6.25$$

Donde:

N = Normalidad del ácido clorhídrico.

0.014 = Miliequivalentes de Nitrógeno (14 peso formula del N /1000)

6.25 = Factor de conversión que aplica a la mayoría de proteínas vegetales y animales.



Figura 24. Proceso para realizar la determinación de proteína cruda.

3.10.4. Determinación de la fibra cruda

Se realizó utilizando el método Gravimétrico, a través de la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas, se pesaron bolsas Ankom, se les agregó 1 g de la muestra desengrasada sobrante del proceso del extracto etéreo, se sellaron las bolsas y se colocaron con una solución ácida (ácido sulfúrico) en el analizador de fibra Ankom modelo A200, por una hora, haciendo tres lavados con agua hirviendo cada cinco

minutos, posteriormente se colocó la solución básica (hidróxido de sodio) por una hora, haciéndole a este cuatro lavados con agua hirviendo.

Se sacaron las bolsas, se sumergieron en acetona y se secaron posteriormente. Estas se colocaron en una estufa durante dos horas y luego en crisoles previamente pesados. Las muestras se colocaron en una mufla a 650° C por dos horas y se pesaron posteriormente (AOAC 1970) (Figura 25). Para obtener el porcentaje de fibra cruda se utilizó la siguiente fórmula:

Corrección de bolsa = peso de bolsa vacía antes de digerir – peso de bolsa después de digerir.

Corrección de ceniza = peso de crisol vacío – peso de crisol + ceniza.

Mx luego de digerir = (peso bolsa después de digestión – corrección de bolsa) – corrección de ceniza.

Porcentaje fibra cruda = (mx luego de digerir/peso de mx) * 100



Figura 25. Pasos para realizar la determinación de fibra cruda.

3.10.5. Determinación de ceniza

Se realizó a través de la incineración o calcinación de la muestra en un horno de mufla (Nabertherm p-320), a una temperatura de 550° C por un período de dos horas para quemar el material orgánico, quedando solo el inorgánico llamado ceniza que no se destruye a esta temperatura y donde quedan los minerales presentes en la muestra (Ca, P, K) (AOAC 1970) (Figura 26).

Peso de muestra = (peso de crisol más muestra – peso de crisol vacío).

Peso de la ceniza = (peso de crisol con cenizas) – (peso de crisol vacío).

Porcentaje de ceniza = $\frac{\text{Peso de ceniza (g)} \times 100}{\text{Peso de muestra (g)}}$



Figura 26. Pasos para realizar la determinación de ceniza.

3.10.6. Determinación de carbohidratos

Los extractos libres de nitrógeno (ELN) están compuestos principalmente por carbohidratos digeribles como almidones y azúcares; sin embargo, también incluye cierta proporción de celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice y pectina (AOAC 1970).

Esta fracción es calculada con base en las otras determinaciones:

ELN o CHO's = $100 - (\%EE + \%PC + \%FC + \%Cz)$.

Donde:

ELN = Extracto Libre de Nitrógeno.

%PC= Proteína cruda.

CHO`s = Carbohidratos.

%FC= Fibra cruda.

%EE = Extracto etéreo (grasa).

%CZ = Ceniza.

3.10.7. Determinación de calcio, fósforo y potasio

Se realizó utilizando el método fotómetro de llama para calcio y potasio realizado en el equipo Sherwood M-410, para fósforo se utilizó el método espectrofotómetro ultra violeta realizado en el equipo Genesys 20. Para determinar los tres minerales se trató la ceniza de cada muestra con ácido clorhídrico concentrado y agua destilada, llevándose a abullición y filtrándose con un papel filtro N° 42 para su posterior cuantificación (AOAC 1970) (Figura 27).

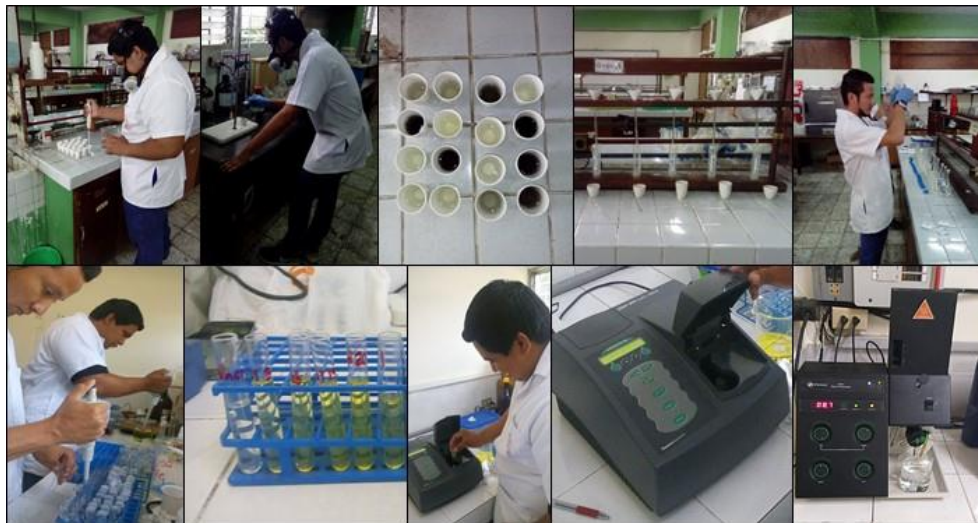


Figura 27. Pasos para realizar la determinación de calcio, fósforo y potasio.

3.11. Metodología estadística

Para el análisis de los datos o atributos cualitativos se analizó con estadística descriptiva a partir de tablas, y para los datos cuantitativos se aplicó estadística simple (desviación estándar, media y coeficiente de variación) y análisis multivariado, específicamente componentes principales, análisis de correlación y de conglomerados; ambos análisis permitieron resumir la información de un número grande de casos, agrupándolos con base a similitudes, cercanías o distancia, para lo cual se utilizó el programa SPSS versión 25.

3.11.1. Estadística simple

Se utilizó para estimar y describir el comportamiento de los diferentes cultivares en relación a cada carácter, mediante la estimación de valores promedios, máximos, mínimos, desviación estándar y coeficiente de variación. Para la interpretación de los coeficientes de variación se utilizó la escala siguiente: 0–10 altamente homogéneos, 11–20 homogéneo, 21 a 30 heterogéneo y valores mayores de 30 altamente heterogéneo.

3.11.2. Análisis de correlación de Pearson

Se utilizó para indicar el grado de asociación entre los valores de una variable con los valores de otra mediante un coeficiente de correlación “Pearson”, el cual sirvió para asociar variables de los 41 árboles de cacao criollo con diferentes unidades de medida, por ejemplo: longitud de la mazorca (cm), altura del árbol (m), longitud del ovario (mm) y peso de la mazorca (g).

3.11.3. Análisis de componentes principales

Con este método se realizó la transformación lineal sobre las variables originales de los 41 árboles de cacao y permitió generar un nuevo conjunto de variables independientes o componentes principales. Esta herramienta se utilizó para estudiar las relaciones que se presentaron entre las variables correlacionadas o que miden información común (comunalidades), que pueden transformar el conjunto original de variables en otro conjunto llamado componentes principales (Franco e Hildalgo (2003) citado por Molina y Castillo (2014)).

3.11.4. Análisis de conglomerado

Se aplicó a las variables cuantitativas de los 41 árboles de cacao que representaron conjuntos grandes. Esta técnica sirvió para agrupar a los elementos de una muestra, denominados conglomerados, de tal forma, que respecto a la distribución de los valores de las variables cada conglomerado sea lo más homogéneo posible y los conglomerados sean muy distintos entre sí.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y discusión para las variables cualitativas están fundamentados en la estadística descriptiva como la frecuencia relativa, media, varianza y coeficiente de variación y para las variables cuantitativas se realizaron los análisis de correlación de Pearson, análisis de componentes principales y análisis de conglomerado. Para todo lo anterior se utilizó el programa estadístico SPSS versión 25.

4.1. Análisis descriptivo de variables cualitativas

4.1.1. Descripción cualitativa del árbol

Las características de cada árbol se compararon con los descriptores propuestos por el INIA (1980) (Figura A 1 y A 2).

4.1.1.1. Arquitectura del árbol

El 97.56% de la población caracterizada (40 árboles) presentaron arquitectura erecta, 2.44% (1 árbol) con arquitectura péndulosa, este último no tenía manejo agronómico adecuado (Cuadro 5).

Según el INIA (1980), 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 136° se denomina pendular o decumbente (Cuadro A 2). 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 árboles caracterizados han recibido manejo agronómico constante.

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 formación y mantenerlo en mejores condiciones de producción.

4.1.1.2. Forma de ramificación

De la población caracterizada el 46.34% (19 árboles) poseen ramificación intermedia, 46.34% simple (19 árboles) y 7.36% (3 árboles) verticilada (Cuadro 5 y Cuadro A 2). Respecto a estas características sobresalieron los arboles: JA 5A, JA 6A, JA 7A, JA 8A, JA 18A, JA 19A, JA 22A, JA 25A, JA 28A, JA 29A, JA 32A, JA 33A, JA 36A, JA 37A, JA 38A, JA 39A, JA 40A, JA 41A y JA 43A, por presentar ramificación simple, siendo esta mayormente encontrada en los árboles con características fenotípicas mas cercanas a cacao criollo (Figura A 2). El INIA (1980) clasifica la ramificación de los árboles de cacao en: ramificación simple cuando el árbol tiene una sola rama central sin formar un verdadero verticilo; intermedia si el árbol tiene dos ramas; y verticiladas si tienen tres o más ramas.

4.1.1.3. Vigor del árbol

El 51.22% de los árboles caracterizados presentaron alta vigorosidad (21 árboles) y el 48.78% tienen vigor intermedio (20 árboles), debido a que los arboles presentan buen manejo agronómico, destacandose los árboles: JA 3A, JA 4A, JA 5A, JA 8A, JA 9A, JA 10A, JA 13A, JA 14A, JA 16A, JA 17A, JA 18A, JA 21A, JA 25A, JA 28A, JA 29A, JA 34A, JA 36A, JA 37A, JA 39A, JA 40A, JA 43A, considerandose árboles vigorosos y que presentaban mayor cantidad de mazorcas, hojas y ramas bien desarrolladas (Cuadro 5).

De los 41 árboles caracterizados el 100% tienen cuatro años de edad y poseen un manejo agronómico constante, el cual se vio reflejado en el estado vegetativo y productivo de cada árbol (Cuadro A 2).

García Carrión (2012) en estudios de caracterización de cacao describió el vigor de los árboles con los mismos criterios utilizados en esta investigación: débil, intermedio o vigoroso, donde el 100% de los árboles caracterizados presentó vigor débil.

Agama Parreño (2005) menciona que el excesivo vigor vegetativo se considera indeseable ya que el crecimiento de las plantas se ve favorecido por el medio ambiente. La competencia se incrementa entre las plantas adultas con una disminución en la producción a medida que transcurre el tiempo.

Paulin y Eskes (1998) citados por Agama Parreño (2005) mencionan que las plantas de poco vigor relativo son requeridas para plantaciones de alta densidad, en cuyos casos el crecimiento del follaje es limitado. Tal resultado es necesario para un control adecuado de plagas y enfermedades como la Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y el perforador del mazorca del cacao (*Carmenta foraseminis* E.)

Cuadro 5. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos del árbol de cacao

Variable	Características del árbol	Árboles	Frecuencia (%)
Arquitectura del árbol	Erecta	40	97.56%
	Péndulas	1	2.44%
	Intermedia	0	0%
	Total	41	100%
Forma de la ramificación del árbol	Simple	19	46.34%
	Intermedia	19	46.34%
	Verticilada	3	7.36%
	Total	41	100%
Vigor del árbol	Débil	0	0%
	Intermedio	20	48.78%
	Vigoroso	21	51.22%
	Total	41	100%

En resumen, de los 41 árboles muestreados, 40 mostraron una arquitectura erecta, con ramificaciones de tipo intermedia y simple, con un alto vigor.

4.1.2. Descripción cualitativa de las hojas de 41 árboles de cacao

4.1.2.1. Forma de la base de las hojas

El 73.17% de la población presentaron hojas con base obtusa (30 árboles); 19.51% hojas con base aguda (8 árboles) y el 7.32% hojas con base redondeada (3 árboles) (Cuadro 6).

Gutiérrez Hernández (2011) en su estudio agromorfológico y fisicoquímico de los ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Izalco y Nahulingo, en el departamento de Sonsonate en El Salvador, reportó árboles con características de hojas con base aguda y redondeada.

Phillips (2012) en un estudio de caracterización de cacao de tipo trinitario en Costa Rica, encontró que los clones internacionales CCN-51, ICS-95 y PMCT-58, presentaban hojas con base obtusa (Cuadro A 3).

4.1.2.2. Forma del ápice de la hoja

El 82.93% de la población evaluada mostraron hojas con ápice apiculado (34 árboles), 14.63% hojas con ápice agudo (6 árboles) y el 2.44% hojas con ápice acuminado (1 árbol) (Cuadro 6).

Gutiérrez Hernández (2011) en un estudio agromorfológico y fisicoquímico de los ecotipos de cacao trinitarios cultivados en los municipios de Izalco y Nahuilingo en Sonsonate, El Salvador, encontró que el 100% de la población de los árboles resultaron con hojas de ápice acuminado.

Lopez y Deras Guardado (2018) en una investigación en El Salvador, encontraron tres formas de ápices en las hojas: el 46.81% de las hojas posee un ápice de forma apiculado, 31.91% con apice de forma agudo y 21.28% un apice de forma acuminado.

4.1.2.3. Intensidad de la pigmentación de color verde en hojas

El 56.10% de la población caracterizada presentaron una intensidad de pigmentación verde medio (23 árboles) y el 43.90% pigmentación verde oscuro (18 árboles) (Cuadro 6).

Calderón y Paredes (1989) mencionan que la pigmentación varía desde hojas muy pigmentadas hasta hojas sin pigmentos; las más pigmentadas por lo general se encuentran entre los cacaos trinitarios y las menos pigmentadas se encuentran entre cacaos criollos y amazónicos (Cuadro A 3).

4.1.2.4. Color de los brotes tiernos.

El 46.34% de la población presentaron brotes de color rojo claro (19 árboles), 29.27% tienen brotes verdes claro (12 árboles), 14.63% poseen brotes de color verde medio (6 árboles), 7.32% tienen brotes de color rojo oscuro (3 árboles) y el 2.44% presentaron brotes color rojo medio (1 árbol) (Cuadro 6 y Cuadro A 3).

El INIA (1980) menciona que el color de las hojas tiernas está asociado a la presencia de antocianina y difiere del resto de las hojas.

Duarte Hernández (2014) señala que el nivel de antocianina en la hoja joven determina su color. Con un nivel alto de antocianina la hoja es roja, si es ausente la hoja es de color verde.

Marcano (2007) citado por Duarte Hernández (2014), en un estudio de caracterización agromorfológica menciona que la pigmentación en hojas jóvenes es un carácter muy importante para la clasificación de los grupos de clones de cacao.

4.1.2.5. Pubescencia en los brotes terminales.

El 92.68% de la población caracterizada presentaron pubescencia débil (38 árboles) y el 7.32% pubescencia moderada (3 árboles) (Cuadro 6 y Cuadro A 3).

Marcano (2007) citado por Duarte Hernández (2014), afirma que la pubescencia en ramas jóvenes es una característica evidente en los árboles de cacao criollo y hay una escala de pubescencia entre estos y los forasteros, siendo imperceptible en los últimos. Los cacao con tendencias fenotípicas criollas presentan mayor pubescencia en los brotes terminales a diferencia de los cacaos de tipo forasteros e híbridos que presentan poca pubescencia.

Cuadro 6. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos de la hoja

Variable	Características del árbol	árboles	Frecuencia (%)
Forma de la base de la hoja	Aguda	8	19.51%
	Obtusa	30	73.17%
	Redondeada	3	7.32%
	Cordiforme	0	0%
	Total	41	100%
Ápice de las hojas	Acuminado	1	2.44%
	Apiculado	34	82.93%
	Agudo	6	14.63%
	Total	41	100%
Intensidad de la pigmentación verde en hojas	Claro	0	0
	Medio	23	56.10%
	Oscuro	18	43.90%
	Total	41	100%
Color de los brotes internos	Verde claro	12	29.27%
	Verde medio	6	14.63%
	Marrón	0	0%
	Rojo claro	19	46.34%
	Rojo medio	1	2.44%
	Rojo oscuro	3	7.32%
Total	41	100%	
Pubescencia en ramas y brotes terminales	Débil	38	92.68%
	Moderada	3	7.32%
	Fuerte	0	0%
	Total general	41	100%

En resumen, de los 41 árboles muestreados en relación a la variable hoja, la mayoría mostró una forma obtusa de la base, con ápices acuminados, una intensidad media de la pigmentación, brotes internos de color rojo claro y una pubescencia débil en los brotes terminales.

4.1.3. Descripción cualitativa de las flores

4.1.3.1. Antocianina en pedicelo, sépalo y estaminodio

El 53.66% de la población presentó pedicelos con antocianina débil (22 árboles), 29.27% no presentó antocianina (12 árboles), el 12.19% tiene antocianina moderada (5 árboles) y el 4.88% presentó antocianina fuerte (2 árboles) (Cuadro 7 y Cuadro A 4).

Fowler (1952) citados por Quiroz y Soria (1994), encontraron presencia del color rojo del pedicelo o antocianina fuerte como distintivo particular en los tipos forastero, lo cual no se refleja en los cultivares de la presente investigación.

En cuanto a los sépalos, el 63.41% de los árboles caracterizados poseen antocianina débil (26 árboles), 21.95% ausente (9 árboles), 14.64% moderada (6 árboles) y la antocianina fuerte no se presentó en ningún árbol (Cuadro 7 y Cuadro A 4).

Quiroz y Soria (1994) encontraron que una de las características fenotípicas distintivas que presentaron los genotipos de origen forastero es la falta de pigmentación en los sépalos.

Se encontraron tres niveles de antocianina en los estaminodios: 68.29% de los árboles caracterizados presentaron antocianina débil (28 árboles), 21.95% antocianina moderada (9 árboles) y 9.76% antocianina ausente (4 árboles) (Cuadro 7 y Cuadro A 4). Dichos resultados son muy característicos de los cacaos de tipo criollo.

4.1.3.2. Color de la lígula y color externo del ovario

El 46.34% de los árboles caracterizados mostraron lígulas de color amarillo crema (19 árboles), 43.90% presentaron lígula de color amarilla (18 árboles) y el 9.76% lígulas de color crema (4 árboles).

En la parte externa del ovario prevalecieron dos colores, el 92.68% con color crema (38 árboles) y el 7.32% con color amarillo crema (3 árboles) (Cuadro 7 y Cuadro A 4).

Lopez y Deras Guardado (2018), en una investigación en El Salvador encontraron cuatro colores externos de ovario: 63.64% posee color crema, 27.27% tiene ovarios de color amarillo crema, 4.55% poseen ovarios de color amarillo y el 4.55% tiene ovarios verde claro.

Cuadro 7. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos de flores

Variable	Características del árbol	Árboles	Frecuencia (%)
Presencia de antocianina del pedicelo	Ausente	12	29.27%
	Débil	22	53.66%
	Moderada	5	12.19%
	Fuerte	2	4.88%
	Total	41	100%
Pigmentación de antocianina en el sépalo	Ausente	9	21.95%
	Débil	26	63.41%
	Moderada	6	14.64%
	Fuerte	0	0%
	Total	41	100%
Antocianina en estaminodio	Ausente	4	9.76%
	débil	28	68.29%
	Moderada	9	21.95%
	Fuerte	0	0%
	Total	41	100%
Color de la lígula	Crema	4	9.76%
	Amarillo crema	19	46.34%
	Amarillo	18	43.90%
	Total	41	100%
Color de ovario externo	Crema	38	92.68%
	Amarillo crema	3	7.32%
	Total	41	100%

En resumen, la mayoría de los árboles caracterizados mostraron características de antocianina débil en pedicelo, sépalos y estaminodios, con una coloración amarillo crema en lígulas y color crema en ovario.

4.1.4. Descripción cualitativa de las mazorcas de los 41 árboles de cacao

4.1.4.1. Forma de la mazorca

El 80.49% de la población caracterizada poseen mazorcas con forma ovado (33 árboles), 9.76% tienen mazorcas de forma elíptica (4 árboles), 7.31% presentan mazorcas con forma abovado (3 árboles) y el 2.44% poseen mazorcas con forma circular (1 árbol) (Cuadro 8 y Cuadro A 5).

Estas características coinciden con lo reportado por García Carrión (2012), quien menciona que la forma de la mazorca posee cinco características: ovado, circular, elíptica, oblonga y obovado.

Fowler (1952) expresa que la mazorca siendo una baya, su forma varía considerablemente y ha servido para determinar ecotipos de origen y definir cultivares dentro de la especie. Las mazorcas son generalmente ovalados, pero pueden ser alargados hasta casi redondos. Las diferentes caracterizaciones de la forma de la mazorca corresponden a las aplicadas por el

descriptor adaptado del INIFAP, INIA y CATIE, las cuales son cundeamor (abovado), angoleta (ovado), calabacillo (circular), amelonado (elíptica).

4.1.4.2. Color de la mazorca

Se encontraron en los árboles cuatro colores en las mazorcas maduras, el 48.78% son mazorcas de color amarillo verde (20 árboles), 39.02% amarillo (16 árboles), 7.32% rojo medio (3 árboles) y 4.88% son de color anaranjado (2 árboles) (Cuadro 8 y Cuadro A 5).

Fowler (1952) afirma que las mazorcas en su estado de madurez pueden presentar colores básicos como amarillo claro o rojo anaranjado, y en estado inmaduro color verde o morado.

Medina (1950) menciona que cuando las mazorcas está maduras el color verde del mismo se vuelve amarillo, mientras que en las mazorcas de las variedades rojas se torna de carmesí a bermejo y finalmente a un color más o menos anaranjado.

4.1.4.3. Forma del ápice de la mazorca

De los árboles caracterizados el 31.71% presentaron ápice de forma entallado (13 árboles), 29.27% tienen ápice agudo (12 árboles), 26.83% poseen ápice obtuso (11 árboles) y el 12.19% poseen ápice redondeado (5 árboles) representativo de los árboles: JA 12A, JA 14A, JA 16A, JA 25A y JA 35A (Cuadro 8 y Cuadro A 5).

Estas características coinciden con las mencionadas por García Carrión (2012), ya que encontró en su investigación formas de ápice entallado y agudo en cultivares de tipo criollo.

4.1.4.4. Constricción basal de la mazorca

El 46.34% de los árboles de cacao en estudio poseen constricción débil (19 árboles); 31.71% tienen constricción moderada (13 árboles), 19.51% presentaron constricción ausente (8 árboles) y el 2.44% tienen constricción fuerte (1 árbol) (Cuadro 8 y Cuadro A 5).

Medina (1950) menciona que los cacaos de forma fenotípica angoleta no poseen constricción cerca de la base; el cundeamor tiene constricción cerca de la base; la forma amelonada con o sin constricción cerca de la base y la forma calabacillo no cuenta con constricción basal.

4.1.4.5. Morfología de la superficie de la mazorca (rugosidad)

El 87.80% de los árboles que se caracterizaron presentaron superficie moderadamente rugosa (36 árboles), 12.20% tienen morfología lisa o ligeramente rugosa (5 árboles), y la morfología muy rugosa no se notó en los árboles caracterizados (Cuadro 8 y Cuadro A 5).

Medina (1950) indica que los cacaos se clasifican por la rugosidad: los de forma fenotípica angoleta poseen rugosidad verrugosa; el cundeamor tiene constricción superficie verrugosa; la forma amelonada tiene superficie verrugosa o lisa y la forma calabacillo tiene superficie lisa. Los resultados de la presente investigación coinciden en cuanto a la forma angoleta (ovado) y cundeamor (abovado) con rugosidad moderada y fuerte, siendo estas características propias de los cultivares encontrados con alta tendencia fenotípica a criollos.

4.1.4.6. Resistencia de la cáscara al tacto

El 58.54% de los árboles caracterizados poseen mazorcas con resistencia fuerte al tacto (24 árboles); 24.39% presentaron resistencia moderada (10 árboles) y el 17.07% poseen mazorcas con resistencia débil (7 árboles) (cuadro 8 y cuadro A 5). Medina (1950), menciona que los tipos criollos tienen mazorca con cáscara delgada y blanda, mientras el forastero poseen cáscara un poco más dura.

4.1.4.7. Color de pulpa de la mazorca

Los resultados encontrados en esta investigación indican que 58.53% de los árboles estudiados presentaron mazorcas con pulpa de color crema claro (24 árboles); 31.71% pulpa de color blanco (13 árboles) y el 9.76% pulpa de color crema oscuro (4 árboles) (Cuadro 8 y Cuadro A 5). El INIFAP (2014) determinó tres colores de pulpa: blanco, crema claro y crema oscura.

Graziani de Fariñas *et al.* (2002) encontró en la pulpa mucilaginoso de tres tipos de cacaos estudiados la misma coloración blanco opaco, aspecto casi siempre húmedo y moderadamente abundante.

Cuadro 8. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos del mazorca

Variable	Características del árbol	Árboles	Frecuencia (%)
Forma de la mazorca madura	Ovado	33	80.49%
	Circular	1	2.44%
	Elíptica	4	9.76%
	Oblonga	0	0%
	Obovado	3	7.31%
	Total	41	100%
Color de la mazorca madura	Amarillo verde	20	48.78%
	Amarillo	16	39.02%
	Anaranjado	2	4.88%
	Rojo medio	3	7.32%
	Rojo oscuro	0	0%
	Púrpura	0	0%
Total	41	100%	
Forma del ápice de la mazorca	Entallado	13	31.71%
	Agudo	12	29.27%
	Obtuso	11	26.83%
	Redondeado	5	12.19%
	Total	41	100%
Construcción basal de la mazorca	Ausente	8	19.51%
	Débil	19	46.34%
	Moderada	13	31.71%
	Fuerte	1	2.44%
	Total	41	100%
Morfología de la superficie de la mazorca	Lisa o ligeramente rugosa	5	12.20%
	Moderadamente rugosa	36	87.80%
	Muy rugosa	0	0%
	Total	41	100%
Resistencia de la cáscara de la mazorca	Débil	7	17.07%
	Moderada	10	24.39%
	Fuerte	24	58.54%
	Total	41	100%
Color de pulpa de la mazorca	Blanco	13	31.71%
	Crema claro	24	58.53%
	Crema oscuro	4	9.76%
	Total	41	100%

La mayor parte de los árboles estudiados poseen mazorcas en forma ovada, de color amarillo verde con ápice entallado, constricción basal débil, superficie moderadamente rugosa, resistencia de cáscara fuerte y pulpa de color crema claro, siendo estas características sobresalientes en los cacaos de tipo criollos seleccionados y caracterizados.

4.1.5. Descripción cualitativa de la semilla de cacao de los 41 árboles

4.1.5.1. Forma de la semilla (sección longitudinal y transversal)

En la sección longitudinal de la semilla, el 60.98% de los árboles caracterizados presentaron mazorcas con semillas de forma ovada (25 árboles), 19.51% de forma oblonga (8 árboles), 17.07% elíptica (7 árboles) y el 2.44% sección irregular (1 árbol).

En la sección transversal de la semilla, el 60.97% de los árboles mostraron semillas con forma intermedia (25 árboles), 34.15% forma aplanada (14 árboles) y el 4.88% forma redondeada (2 árboles) (Cuadro 9 y Cuadro A 6).

Ramírez Díaz (2011) en una investigación encontró en mazorcas colectados en Jayaque semillas de forma oblonga en la sección longitudinal; y semillas de forma intermedia en los mazorcas colectados en Ciudad Arce, ambos municipios del departamento de La Libertad.

4.1.5.2. Color de semillas

El 31.71% de los árboles caracterizados presentaron semillas de color oscuro (13 árboles), 29.27% semillas de color púrpura oscuro (12 árboles), 19.51% semillas de color crema (8 árboles), 14.63% semillas de color rosa (6 árboles) y 4.88% semillas de color blanco (2 árboles) (Cuadro 9 y Cuadro A 6).

Bartley (1989), menciona que los cotiledones manifiestan una gran variedad de colores, sin embargo, se reportan con mayor frecuencia los cotiledones púrpuras 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, rosa, púrpura oscuro y oscuro, a las cuales se les llama de color jaspeado.

Sari y Susilo (2011) mencionan que en el cultivo de cacao se producen granos de colores diferentes en la misma mazorca, esto dependerá del origen del polen que fecunda la flor, generando efectos positivos y negativos en las características cualitativas y cuantitativas de la semilla, a este fenómeno se le conoce como Xenia.

Cuadro 9. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos de la semilla

Variable	Características del árbol	Árboles	Frecuencia (%)
Forma de la semilla (longitudinal)	Oblonga	8	19.51%
	Elíptica	7	17.07%
	Ovada	25	60.98%
	Irregular	1	2.44%
	Total	41	100%
Forma de la semilla (transversal)	Aplanada	14	34.15%
	Intermedia	25	60.97%
	Redondeada	2	4.88%
	Total	41	100%
Color de la semilla	Blanco	2	4.88%
	Crema	8	19.51%
	Rosa	6	14.63%
	Rojo oscuro	13	31.71%
	Púrpura oscuro	12	29.27%
	Total	41	100%

En resumen, la forma longitudinal de la semilla que más predominó fue la ovada, en la forma transversal el tipo intermedia, encontrándose dos colores predominante los cuales fueron: el rojo oscuro y púrpura oscuro.

4.2. Análisis descriptivo de las variables cuantitativas de los árboles de cacao

4.2.1. Altura de árboles

Los árboles que se caracterizaron presentaron una edad promedio de 3 a 4 años, debido a que es una plantación nueva, pero también se encontraban árboles de hasta 20 años de edad, los cuales no se incluyeron en éste estudio.

Los árboles de cacao que tienen la mayor altura encontrada en esta investigación son: JA 3A, JA 25A, JA 24A, JA 21A, JA 40A, JA 36A, JA 28A, con 5 metros cada uno. El árbol que presentó la menor altura fue el JA 32A con una altura de 1.80 m; el resto de árboles se ubican dentro del rango de 2.25 a 4.50 m (Figura 28). De los 41 árboles caracterizados, la altura promedio que se obtuvo fue de 3.55 m, con una desviación estándar de 0.90 m y un coeficiente de variación de 25.33% (Cuadro 10).

Ayesta Villega (2009) en Nicaragua, reporta alturas promedio de árboles de cacao de 3.59 m, con un mínimo de 2 m para árboles de clones recién establecidos de una plantación nueva de 6 a 8 años en producción.

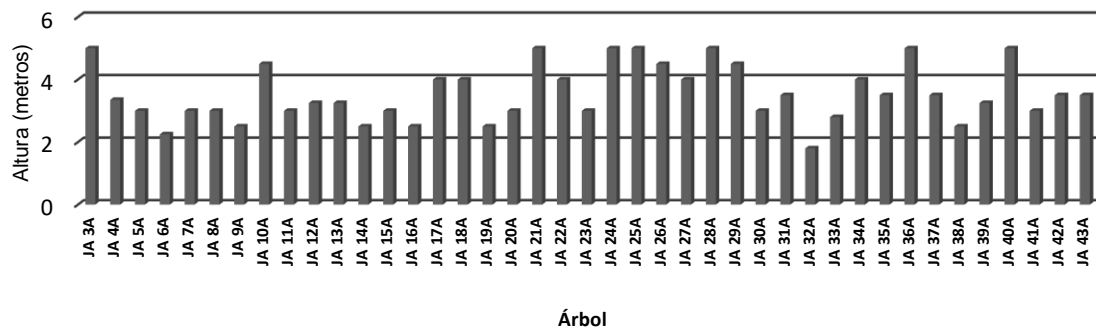


Figura 28. Altura de los 41 árboles de cacao caracterizados.

4.2.2. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Los árboles caracterizados presentaron un diámetro a la altura del pecho promedio de 8.31 cm, siendo el árbol JA 40A el que presentó el mayor diámetro de 13 cm y el menor diámetro lo reportó el árbol JA 33A con 4 cm, los árboles restantes su DAP promedio fue de 5.50 a 11.50 cm (Figura 29). De los 41 árboles, se encontró un DAP promedio de 8.31 cm, una desviación estándar de 2.03 cm y un coeficiente de variación de 24.44% (Cuadro 10).

Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango mencionado por Ayesta Villega (2009) en Nicaragua, quien afirma que el diámetro basal promedio de los clones evaluados fue de 18.8 cm y valores de 6.05 cm para el árbol ID-243 y 32.28 cm para el árbol ID-167.

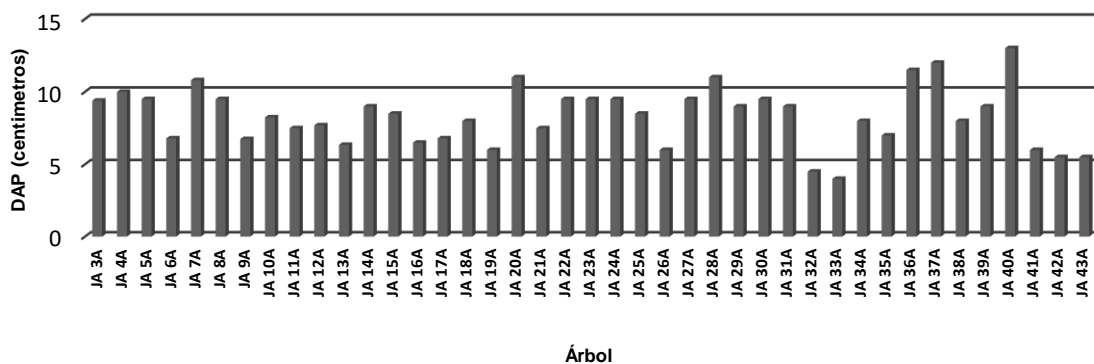


Figura 29. Diámetro del tallo de los 41 árboles caracterizados.

4.2.3. Número de chupones

El máximo número de chupones basales fue 8 y se encontró en el árbol JA 31A, el valor mínimo fue de un chupón en los arboles JA 4A, JA 5A, JA 6A, JA 10A, JA 13A, JA 26 A y JA 33A (Figura 30); los árboles JA 3A y JA 43A, presentaron entre dos y seis chupones, el resto (29 árboles) no presentaron chupones basales ya que han tenido manejo agronómico de poda. El promedio de chupones encontrados fue de 0.78 chupones por árbol, un desviación estándar de 1.78 chupones y un coeficiente de variación de 228.32% (Cuadro 10).

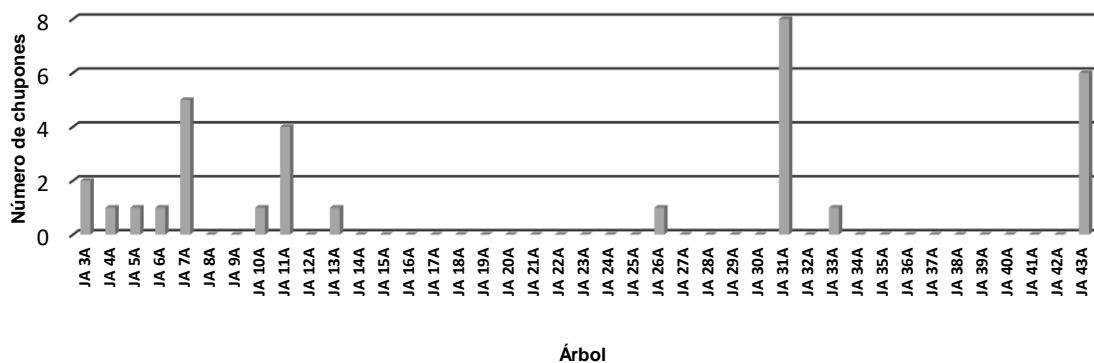


Figura 30. Número de chupones en los 41 árboles caracterizados.

4.2.4. Número de mazorcas por árbol

El árbol JA 7A presentó el mayor valor con 80 mazorcas y el menor valor lo presentó el árbol JA 37A con cinco mazorcas (Figura 31). En el resto de árboles varió entre 6 a 70 mazorcas; el promedio de mazorcas obtenido de los 41 árboles es 40.37, la desviación estándar es 20.88 mazorcas y el coeficiente de variación fue de 51.52% (Cuadro 10).

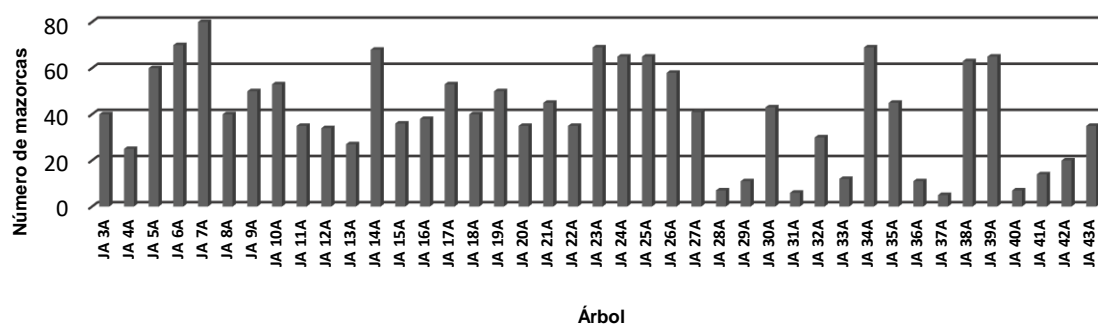


Figura 31. Número de mazorcas por árbol en los 41 árboles caracterizados.

Cuadro 10. Características cuantitativas del árbol de cacao

Árbol	Áltura del árbol (m)	Diámetro a altura del pecho (cm)	Número de chupones por árbol	Número de mazorcas por árbol
JA 3A	5.00	9.40	2.00	40.00
JA 4A	3.35	10.00	1.00	25.00
JA 5A	3.00	9.50	1.00	60.00
JA 6A	2.25	6.80	1.00	70.00
JA 7A	3.00	10.80	5.00	80.00
JA 8A	3.00	9.50	0.00	40.00
JA 9A	2.50	6.75	0.00	50.00
JA 10A	4.50	8.25	1.00	53.00
JA 11A	3.00	7.50	4.00	35.00
JA 12A	3.25	7.70	0.00	34.00
JA 13A	3.25	6.35	1.00	27.00
JA 14A	2.50	9.00	0.00	68.00
JA 15A	3.00	8.50	0.00	36.00
JA 16A	2.50	6.50	0.00	38.00
JA 17A	4.00	6.80	0.00	53.00
JA 18A	4.00	8.00	0.00	40.00
JA 19A	2.50	6.00	0.00	50.00
JA 20A	3.00	11.00	0.00	35.00
JA 21A	5.00	7.50	0.00	45.00
JA 22A	4.00	9.50	0.00	35.00
JA 23A	3.00	9.50	0.00	69.00
JA 24A	5.00	9.50	0.00	65.00
JA 25A	5.00	8.50	0.00	65.00
JA 26A	4.50	6.00	1.00	58.00
JA 27A	4.00	9.50	0.00	41.00
JA 28A	5.00	11.00	0.00	7.00
JA 29A	4.50	9.00	0.00	11.00
JA 30A	3.00	9.50	0.00	43.00
JA 31A	3.50	9.00	8.00	6.00
JA 32A	1.80	4.50	0.00	30.00

JA 33A	2.80	4.00	1.00	12.00
JA 34A	4.00	8.00	0.00	69.00
JA 35A	3.50	7.00	0.00	45.00
JA 36A	5.00	11.50	0.00	11.00
JA 37A	3.50	12.00	0.00	5.00
JA 38A	2.50	8.00	0.00	63.00
JA 39A	3.25	9.00	0.00	65.00
JA 40A	5.00	13.00	0.00	7.00
JA 41A	3.00	6.00	0.00	14.00
JA 42A	3.50	5.50	0.00	20.00
JA 43A	3.50	5.50	6.00	35.00
Promedio	3.55	8.31	0.78	40.37
Desviación estándar	0.90	2.03	1.78	20.88
Coefficiente de variación	25.33	24.44	228.32	51.72

En resumen, en cuanto al número de chupones, estos mostraron que la plantación tiene buen manejo agronómico ya que estos no se encontraron en la mayoría de los árboles muestreados. Los diámetros registrados fueron relativamente bajos al igual que la altura, encontrado un diámetro mayor de 13 centímetros y una altura de cinco metros, esto producto de una plantación joven con menos de cinco años de edad. En cuanto al número de mazorcas, estos fueron relativamente altos, con un valor promedio de 40 mazorcas por árbol. Además se demuestra con los coeficientes de variación encontrados que el comportamiento de estas variables es homogéneo en algunas de ellas y heterogéneas en otras.

4.2.5. Descripción cuantitativa de las hojas

Las características que se tomaron en cuenta fueron: largo de hoja, ancho, a las cuales se les registró un promedio, una desviación estándar y un coeficiente de variación, así como también valores máximos y mínimos.

4.2.5.1. Largo y ancho de la hoja

El árbol que presentó la mayor longitud de hoja fue el JA 10A con 37.17 cm, el valor mínimo se registró en las hojas del árbol JA 24A con 27.15 cm (Figura 32). El intervalo de longitud de hojas varió de 27.56 cm a 36.99 cm. El promedio de longitud de hoja de los 41 árboles fue de 32.13 cm, una desviación estándar de 2.76 cm y un coeficiente de variación de 8.80% (Cuadro 11).

El árbol JA 32A presentó el máximo ancho de hoja con 13.47 cm, el valor mínimo lo mostró el árbol JA 19A con 8.81 cm (Figura 32), el resto se mantiene en el rango de 9.39 a 13.20 cm. En los 41 árboles encontrados se registró un promedio de 11 cm, una desviación estándar de 0.99 cm y un coeficiente de variación de 9% (Cuadro 11).

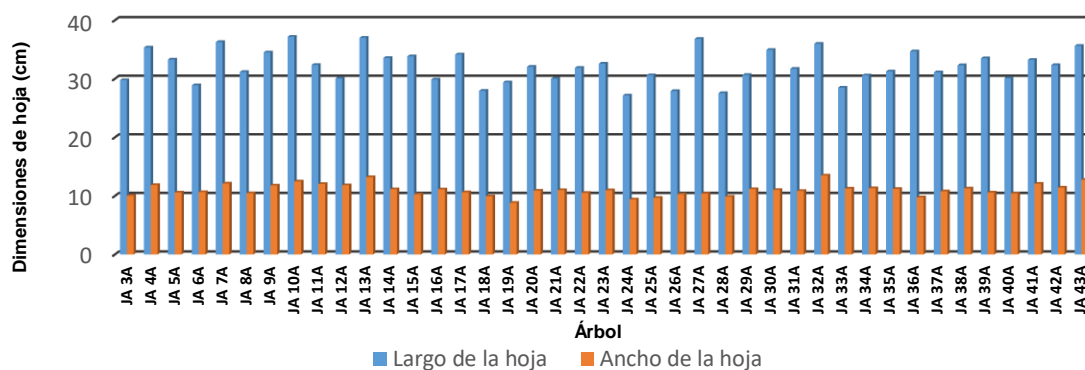


Figura 32. Largo y ancho de las hojas de los 41 árboles caracterizados.

Cuadro 11. Características cuantitativas de hojas de los árboles de cacao caracterizadas

Árbol	Largo de la hoja	Ancho de la hoja
JA 3A	29.76	10.03
JA 4A	35.34	11.85
JA 5A	33.28	10.58
JA 6A	28.89	10.65
JA 7A	36.27	12.11
JA 8A	31.16	10.46
JA 9A	34.50	11.78
JA 10A	37.17	12.47
JA 11A	32.36	12.04
JA 12A	30.05	11.82
JA 13A	36.99	13.20
JA 14A	33.55	11.14
JA 15A	33.83	10.27
JA 16A	29.88	11.12
JA 17A	34.15	10.62
JA 18A	27.94	9.93
JA 19A	29.39	8.81
JA 20A	32.05	10.89
JA 21A	30.01	10.98
JA 22A	31.87	10.52
JA 23A	32.58	10.96
JA 24A	27.15	9.39
JA 25A	30.60	9.67
JA 26A	27.90	10.28
JA 27A	36.81	10.39
JA 28A	27.56	9.87
JA 29A	30.65	11.16
JA 30A	34.93	11.02
JA 31A	31.70	10.84
JA 32A	35.98	13.47
JA 33A	28.48	11.25
JA 34A	30.58	11.31
JA 35A	31.25	11.20
JA 36A	34.67	9.76
JA 37A	31.10	10.79
JA 38A	32.31	11.28
JA 39A	33.50	10.58
JA 40A	30.10	10.42
JA 41A	33.23	12.07
JA 42A	32.34	11.42
JA 43A	35.63	12.76
Promedio	32.13	11.00
Desviación estándar	2.76	0.99
Coefficiente de variación	8.60	9.0

En resumen, las dos variables de hoja reportan un coeficiente de variación que demuestra alta homogeneidad de la información obtenida en el estudio.

4.2.6. Descripción cuantitativa de las flores de cacao

4.2.6.1. Número de flores por cojinete floral

El mayor número de flores por cojinete lo presentó el árbol JA 4A con 33.60, el valor menor se encontró en el árbol JA 41A con solo una flor (Figura 33), los árboles restantes oscilaron entre 2.40 a 24.40 flores por cojinete. De los 41 árboles se obtuvo un promedio de 8.45, una desviación estándar de 6.05 flores y un coeficiente de variación de 71.57% (Cuadro 12).

4.2.6.2. Número de cojinetes florales por metro lineal

De los árboles caracterizados el máximo valor lo presentaron los árboles JA 9A y JA 14A con 74 cojinetes florales por metro lineal; el menor número fue de 20 cojinetes florales por metro lineal encontrado en los árboles JA 20A y JA 16A (Figura 33), el resto de árboles presentaron de 23 a 66 cojinetes florales; en promedio presentaron 39.37 cojinetes por metro lineal, una desviación estándar de 13.30 cojinetes florales y un coeficiente de variación de 33.79% (Cuadro 12).

Naundirf y Villamil (s.f.) citados por IICA (1957), determinaron que existe una relación entre el desarrollo de las flores, mazorcas y la producción de hormonas: un mazorca que crece sobre un cojinete con unas pocas flores tiene más oportunidades de desarrollarse que un mazorca nacido sobre un cojinete con muchas flores debido a la purga de flores que hace el árbol en razón de la capacidad de generar mazorcas.

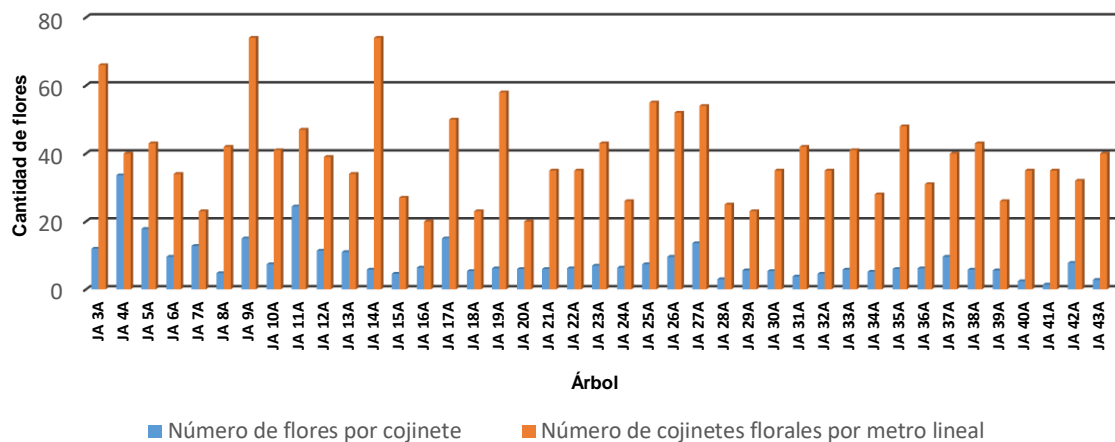


Figura 33. Flores por cojinete y cojinetes florales por metro en los 41 árboles caracterizados.

4.2.6.3. Longitud y ancho de sépalos

Las flores del árbol JA 4A presentó el valor máximo de longitud de sépalos con 8.50 mm, el árbol JA 32A registró el valor mínimo con 3.10 mm (Figura 34), y el resto de árboles presentaron sépalos que oscilan de 5.60 a 7.80 mm. Se obtuvo un promedio de 6.77 mm, una desviación estándar de 0.81 mm y un coeficiente de variación de 11.94% (Cuadro 12).

Se registró un valor máximo de ancho de sépalo de 3.34 mm por las flores del árbol JA 7A, el mínimo valor fue en el árbol JA 24A con 1.80 mm (Figura 34), los restantes oscilan entre 1.90 a 3.10 mm. El ancho promedio de sépalo fue de 2.46 mm, una desviación estándar de 2.46 mm y un coeficiente de variación de 14.98% (Cuadro 12).

Los resultados obtenidos en esta investigación son bastante cercanos a los mencionados por Dostert *et al.* (2012), cuando describe la anatomía de la flor en la cual indica que los sépalos son verde oscuro a verde claro y rojo medio, de 5 a 8 mm de largo, 1.52 mm de ancho, angostamente lanceolados, persistentes y fusionados en la base.

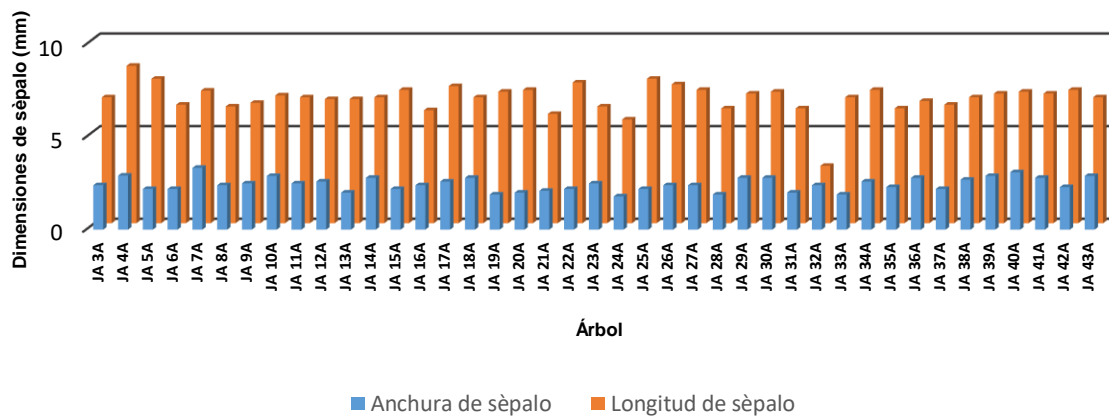


Figura 34. Ancho y longitud de sépalos de los 41 árboles caracterizados.

4.2.6.4. Longitud de los estaminodios

Las flores del árbol JA 34A mostró el valor máximo de longitud de estaminodio con 7.20 mm; el árbol JA 24A, JA 26A y el JA 28A presentaron el valor mínimo de 5 mm (Figura 35); los estaminodios de las flores de los árboles restantes osciló entre 5.20 a 7 mm. Se registro un promedio de 5.93 mm, la desviación estándar fue de 0.60 mm y el coeficiente de variación de 10.11% (Cuadro 12).

Estos resultados son afines con los reportados por Quiroz y Soria (1994), quienes indican que los materiales nacionales de Ecuador caracterizados poseen un largo promedio de estaminodios de 5.84 mm; y también cercanos a los rangos mencionados por Dostert *et al.* (2012), que indican que los estaminodios son de color violeta y miden de 6.5 a 7.5 mm de largo.

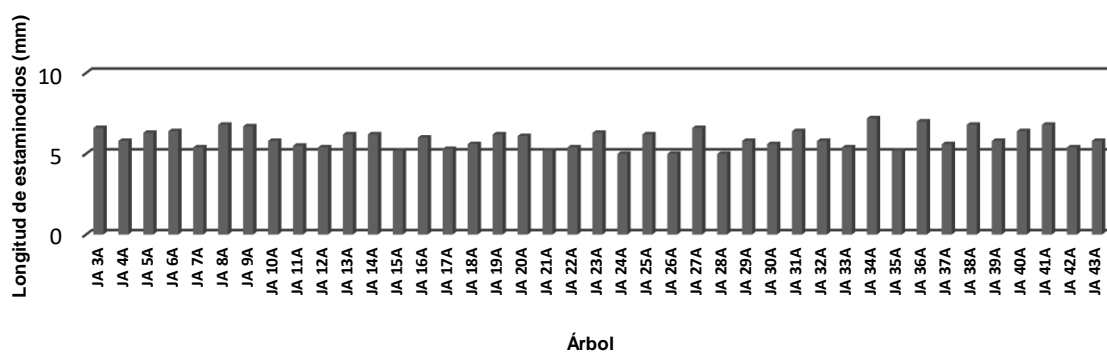


Figura 35. Longitud de estaminodios de los 41 árboles caracterizados.

Cuadro 12. Características cuantitativas de sépalos de los 41 árboles de cacao criollo

Árbol	Número de flores por cojinete floral	Número de cojinetes florales por metro lineal	Anchura de sépalo (mm)	Longitud de sépalo (mm)	Longitud de estaminodios (mm)
JA 3A	12.00	66.00	2.40	6.80	6.60
JA 4A	33.60	40.00	2.92	8.50	5.80
JA 5A	17.80	43.00	2.20	7.80	6.30
JA 6A	9.60	34.00	2.20	6.40	6.40
JA 7A	12.80	23.00	3.34	7.16	5.40
JA 8A	4.80	42.00	2.40	6.30	6.80
JA 9A	15.00	74.00	2.50	6.50	6.70
JA 10A	7.40	41.00	2.90	6.90	5.80
JA 11A	24.40	47.00	2.50	6.80	5.50
JA 12A	11.40	39.00	2.60	6.70	5.40
JA 13A	11.00	34.00	2.00	6.70	6.20
JA 14A	5.80	74.00	2.80	6.80	6.20
JA 15A	4.60	27.00	2.20	7.20	5.20
JA 16A	6.40	20.00	2.40	6.10	6.00
JA 17A	15.00	50.00	2.60	7.40	5.30
JA 18A	5.40	23.00	2.80	6.80	5.60
JA 19A	6.20	58.00	1.90	7.10	6.20
JA 20A	6.00	20.00	2.00	7.20	6.10
JA 21A	6.00	35.00	2.10	5.90	5.20
JA 22A	6.20	35.00	2.20	7.60	5.40
JA 23A	7.00	43.00	2.50	6.30	6.30
JA 24A	6.40	26.00	1.80	5.60	5.00
JA 25A	7.40	55.00	2.20	7.80	6.20
JA 26A	9.60	52.00	2.40	7.50	5.00
JA 27A	13.60	54.00	2.40	7.20	6.60
JA 28A	3.00	25.00	1.90	6.20	5.00
JA 29A	5.60	23.00	2.80	7.00	5.80
JA 30A	5.40	35.00	2.80	7.10	5.60
JA 31A	3.80	42.00	2.00	6.20	6.40
JA 32A	4.60	35.00	2.40	3.10	5.80
JA 33A	5.80	41.00	1.90	6.80	5.40
JA 34A	5.20	28.00	2.60	7.20	7.20
JA 35A	6.00	48.00	2.30	6.20	5.20
JA 36A	6.20	31.00	2.80	6.60	7.00
JA 37A	9.60	40.00	2.20	6.40	5.60
JA 38A	5.80	43.00	2.70	6.80	6.80
JA 39A	5.60	26.00	2.90	7.00	5.80
JA 40A	2.40	35.00	3.10	7.10	6.40
JA 41A	1.40	35.00	2.80	7.00	6.80
JA 42A	7.80	32.00	2.30	7.20	5.40
JA 43A	2.80	40.00	2.90	6.80	5.80
Promedio	8.45	39.37	2.46	6.77	5.93
Desviación estándar	6.05	13.30	0.37	0.81	0.60
Coefficiente de variación	71.57	33.79	14.98	11.94	10.11

Las variables de flores longitud de sépalo, ancho de sépalo y longitud de estaminodio presentaron coeficientes de variación muy homogéneos, mientras que el número de flores por cojin y el número de cojinetes por metro, mostraron coeficientes de variación altamente heterogéneos, probablemente porque son variables que se ven mas afectadas por la variabilidad genética.

4.2.7. Características cuantitativas del ovario

4.2.7.1. Longitud y ancho del ovario

Las flores del árbol JA 17A presentó la máxima longitud de ovario con 4.75 mm; las flores del árbol JA 8A reportó la mínima longitud con 1.10 mm (Figura 36), en el resto de flores de los árboles la longitud del ovario oscilo entre 1.20 a 2.80 mm; el promedio fue 2.70 mm, una desviación estándar de 0.57 mm y un coeficiente de variación de 25.73% (Cuadro 13).

Las flores de los árboles JA 9A, JA 14A, JA 15A y JA 23A presentaron el mayor valor de ancho de ovario con 2 mm, mientras que las flores de los árboles JA 3A, JA 16A, JA 24A y JA 32A presentaron el menor valor de ancho del ovario con 1 mm (Figura 36), las flores de los árboles restantes oscilaron entre 1.10 a 1.90 mm; el promedio fue 1.51 mm, una desviación estándar de 0.34 mm y un coeficiente de variación de 22.70% (Cuadro 13).

Estos resultados son similares a los mencionados por Lopez y Deras Gardado (2018) en El Salvador, quienes reportaron que el árbol Arcatao 8 presentó la máxima longitud de ovario con 2.24 mm, el árbol Santa Clara 16 y San Pedro Nonualco 1 reportaron el ancho mínimo con 1.02 mm, los árboles restantes oscilan entre 1.08 y 2.2 mm. En cuanto al ancho del ovario reportaron que el árbol Arcatao 9 presentó el máximo ancho de ovario con 1.94 mm, mientras que los árboles Santa Clara 9, 14 y 12 presentaron el ancho mínimo con 0.94 mm, los árboles restantes oscilan entre 1.02 a 1.9 mm.

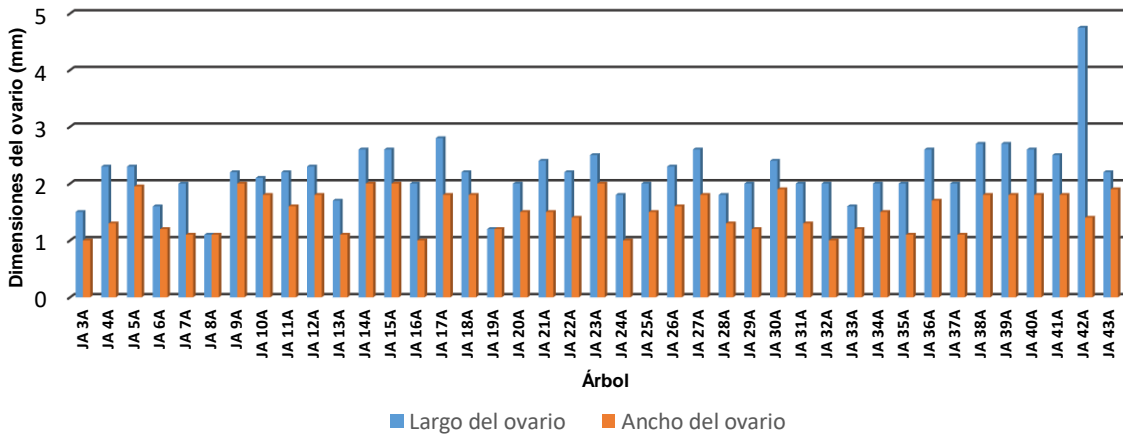


Figura 36. Largo y Ancho del ovario de los 41 árboles caracterizados.

4.2.7.2. Número de óvulos por ovario

El mayor valor de número de óvulos por ovario lo presentó las flores del árbol JA 34A con 180 ovulos, mientras que las flores del árbol JA 26A tuvo el valor menor de 28 ovulos (Figura 37), las demás flores de los árboles mostraron óvulos que oscilaban entre 42 a 160 ovulos. De los 41 árboles se obtuvo un promedio de óvulos de 93.76, una desviación estándar de 36.36 óvulos y un coeficiente de variación de 38.78% (Cuadro 13).

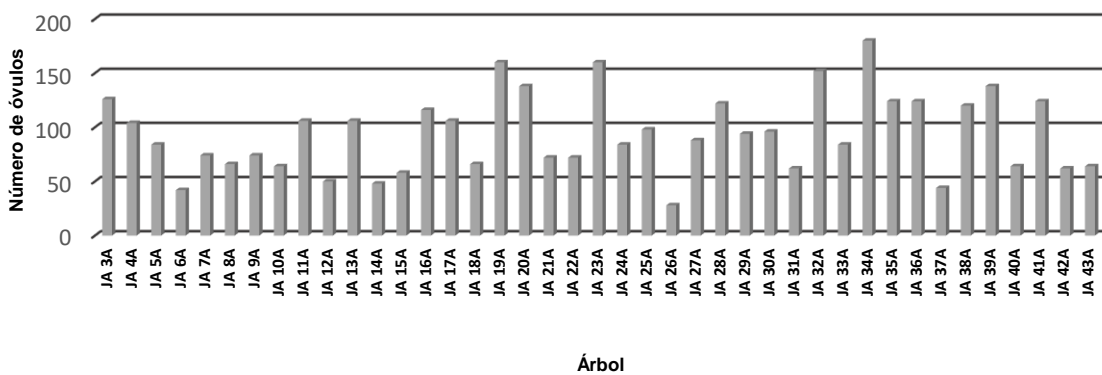


Figura 37. Número de óvulos por ovario de los 41 árboles caracterizados.

4.2.7.3. Longitud del estilo

El mayor valor de longitud del estilo del ovario lo presentó el árbol JA 9A con 3.10 mm, mientras el árbol JA 19A tuvo el valor menor de 1.10 mm (Figura 38), los demás árboles mostraron valores que oscilaron entre 1.20 a 2.90 mm. De los 41 árboles se obtuvo un promedio de longitud del estilo de 2.15 mm, una desviación estándar de 0.41 mm y un coeficiente de variación de 19.25% (Cuadro 13).

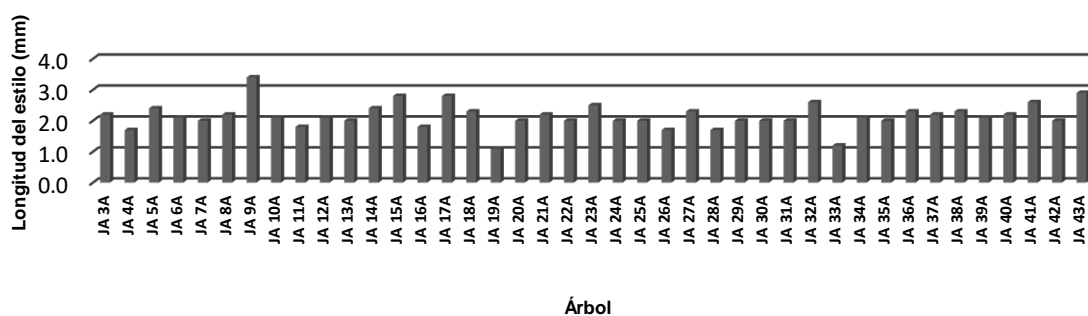


Figura 38. Largo del estilo de los 41 árboles caracterizados.

Cuadro 13. Características cuantitativas del ovario de los 41 árboles de cacao criollo

Árbol	Largo del ovario (mm)	Ancho del ovario (mm)	Número de óvulos por ovario	Largo del estilo (mm)
JA 3A	1.50	1.00	126.00	2.20
JA 4A	2.30	1.30	104.00	1.70
JA 5A	2.30	1.95	84.00	2.40
JA 6A	1.60	1.20	42.00	2.10
JA 7A	2.00	1.10	74.00	2.00
JA 8A	1.10	1.10	66.00	2.20
JA 9A	2.20	2.00	74.00	3.40
JA 10A	2.10	1.80	64.00	2.10
JA 11A	2.20	1.60	106.00	1.80
JA 12A	2.30	1.80	50.00	2.10
JA 13A	1.70	1.10	106.00	2.00
JA 14A	2.60	2.00	48.00	2.40
JA 15A	2.60	2.00	58.00	2.80
JA 16A	2.00	1.00	116.00	1.80
JA 17A	2.80	1.80	106.00	2.80
JA 18A	2.20	1.80	66.00	2.30
JA 19A	1.20	1.20	160.00	1.10
JA 20A	2.00	1.50	138.00	2.00
JA 21A	2.40	1.50	72.00	2.20
JA 22A	2.20	1.40	72.00	2.00
JA 23A	2.50	2.00	160.00	2.50
JA 24A	1.80	1.00	84.00	2.00
JA 25A	2.00	1.50	98.00	2.00
JA 26A	2.30	1.60	28.00	1.70
JA 27A	2.60	1.80	88.00	2.30
JA 28A	1.80	1.30	122.00	1.70
JA 29A	2.00	1.20	94.00	2.00
JA 30A	2.40	1.90	96.00	2.00
JA 31A	2.00	1.30	62.00	2.0
JA 32A	2.00	1.00	152.00	2.60
JA 33A	1.60	1.20	84.00	1.20
JA 34A	2.00	1.50	180.00	2.10

JA 35A	2.00	1.10	124.00	2.00
JA 36A	2.60	1.70	124.00	2.30
JA 37A	2.00	1.10	44.00	2.20
JA 38A	2.70	1.80	120.00	2.30
JA 39A	2.70	1.80	138.00	2.10
JA 40A	2.60	1.80	64.00	2.20
JA 41A	2.50	1.80	124.00	2.60
JA 42A	4.75	1.40	62.00	2.00
JA 43A	2.20	1.90	64.00	2.90
Promedio	2.20	1.51	93.76	2.15
Desviación estándar	0.57	0.34	36.36	0.41
Coefficiente de variación	25.73	22.70	38.78	19.25

Las cuatro variables dimensionales de las estructuras femeninas de la flor reportaron coeficientes de variación heterogéneos a altamente heterogéneos, atribuyendo éste comportamiento a la variabilidad existente en el germoplasma propagado por semilla.

4.2.8. Características cuantitativas de las mazorcas

4.2.8.1. Peso de las mazorcas

El mayor valor lo presentaron las mazorcas del árbol JA 28A con 883.10 g; el menor valor lo presentó las mazorcas del árbol JA 11A con 226.40 g (Figura 39), los demás árboles presentaron mazorcas con pesos entre 263.50 y 747.95 g. El promedio fue de 439.76 g, una desviación estándar de 142.41 g y un coeficiente de variación de 32.38% (Cuadro 14).

Los valores encontrados están dentro del rango establecido por Dostert *et al.* (2012), quienes en los muestreos realizados encontraron pesos de mazorcas de cacao entre 200 y 1,000 g.

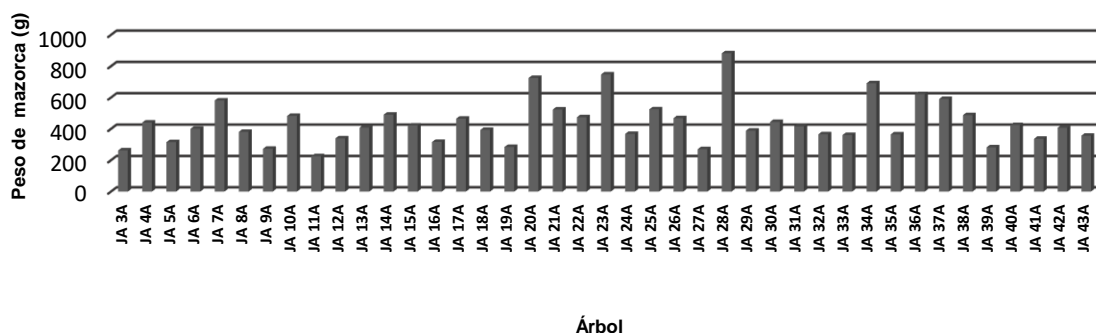


Figura 39. Peso de las mazorcas de los 41 árboles caracterizados.

4.2.8.2. Longitud y diámetro de las mazorcas

El mayor valor de longitud de las mazorcas lo presentó el árbol JA 23A con 24.50 cm; el árbol JA 12A tuvo el menor valor con 11.04 cm (Figura 40), los demás árboles mostraron mazorcas con longitudes entre 11.10 a 22.70 cm. De los 41 árboles se obtuvo una longitud promedio de las mazorcas de 16.35 cm, una desviación estándar de 3.23 cm y un coeficiente de variación de 19.78% (cuadro 14). En esta variable se encontró una correlación positiva significativa de $r= 0.58$ con la variable peso de las mazorcas (Cuadro A 10), lo que significa que si la longitud de las mazorcas aumenta, el peso de las mazorcas aumenta. El promedio de longitud encontrado en esta investigación fue similar al valor promedio presentado por Quiroz y Soria (1994) en Ecuador, quienes reportan mazorcas del germoplasma nacional caracterizado con una longitud promedio de 16.68 cm.

Con relación a las longitudes máximas y mínimas de las mazorcas se coincide con lo reportado por Vargas (1995), quien encontró que la mayor longitud de mazorca en el CCAT se registró en el árbol 004 con 20 cm y la menor longitud la presentó el árbol 126 con 11.17 cm.

Con respecto al diámetro de la mazorca, el mayor valor lo presentaron las mazorcas del árbol JA 28A con 10 cm y el menor valor de las mazorcas del árbol JA 9A con 6.83 cm (Figura 40), los demás árboles mostraron mazorcas con diámetros entre 6.85 a 9.81 cm. El promedio obtenido fue de 7.99 cm, una desviación de 0.78 cm y un coeficiente de variación de 9.76% (Cuadro 14). Esta variable mostró una alta correlación positiva significativa de $r= 0.73$ con la variable peso de mazorca (Cuadro A 10), que significa que si el diámetro de las mazorcas aumenta, el peso de las mazorcas aumenta en el mismo sentido.

Estos resultados coinciden con los mencionados por Ayesta Villega (2009) en Nicaragua, donde el diámetro de las mazorcas varió de 6.77 cm para el árbol ID-269 a 11.83 cm en el árbol ID-298, con un promedio de 9.1 cm.

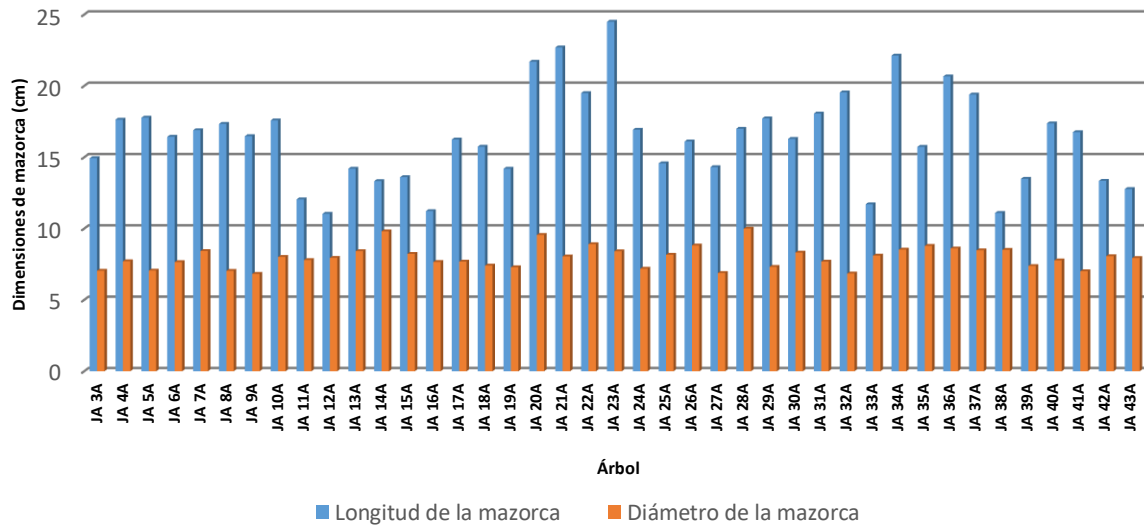


Figura 40. Largo y diámetro de las mazorcas de los 41 árboles caracterizados.

4.2.8.3. Altura de caballete de las mazorcas

Las mazorcas del árbol JA 28A presentaron la máxima altura de caballete con 2.5 cm y las mazorcas del árbol JA 3A presentaron el valor menor con 0.8 cm (Figura 41), las mazorcas de los árboles restantes mantuvieron valores entre 0.95 a 2.35 cm. El promedio encontrado fue de 1.51 cm, una desviación estandar de 0.38 cm y un coeficiente de variación de 25% (Cuadro 14).

Estos resultados coinciden con los mencionados por Ayesta Villega (2009) en sus estudios de caracterización en Nicaragua, indicando que la altura promedio del caballete fue de 1.80 cm, variando entre 0.77 cm para el árbol ID-269 y 2.97 cm en el árbol ID-298.

4.2.8.4. Grosor de la cáscara de las mazorcas

Las mazorcas del árbol JA 28A presentaron el mayor grosor de cáscara con 2.11 cm y las mazorcas del árbol JA 3A presentaron el valor menor con 0.58 cm (Figura 41), los demás árboles mostraron mazorcas con grosor de cáscara entre 0.66 a 1.86 cm. Se registró un grosor de cáscara promedio de las mazorcas de 1.21 cm, una desviación estándar de 0.31 cm y un coeficiente de variación de 25.68% (Cuadro 14). En esta variable se encontró una alta correlación positiva de $r = 0.73$ con la variable peso de las mazorcas; y de $r = 0.82$ con la variable altura de caballete (Cuadro A 10), lo que significa que si el grosor de cascara aumenta, el peso de las mazorcas y la altura de caballete también aumentarían en el mismo sentido.

Graziani *et al.* (2002), evaluando cacaos en tres parcelas diferentes encontraron que el área donde se encontraba cacao criollo, estos tenían los menores grosores de cáscara, mientras que las otras parcelas con cacaos trinitarios y forasteros presentaron los mayores grosores, pero similares entre ellos.

Braudeav (1970) reportó que el grosor de cáscara del cacao criollo es generalmente más delgado que el de los otros dos tipos de cacaos. Por lo tanto, en los resultados de esta investigación se puede observar que la mayoría de las mazorcas presentaron un grosor de cáscara delgado, es decir, que tienen bastante tendencia fenotípica a cacao criollo.

4.2.8.5. Profundidad de los surcos en las mazorcas

Las mazorcas del árbol JA 21A presentaron el mayor valor en profundidad de surco con 0.71 cm y las mazorcas del árbol JA 12A presentaron el menor valor de profundidad de surco con 0.10 cm (Figura 41), los demás árboles mostraron mazorcas con profundidad de surco entre 0.11 y 0.6 cm. El promedio de la profundidad de surco fue 0.28 cm, una desviación de 0.13 cm y un coeficiente de variación de 46.61% (Cuadro 14).

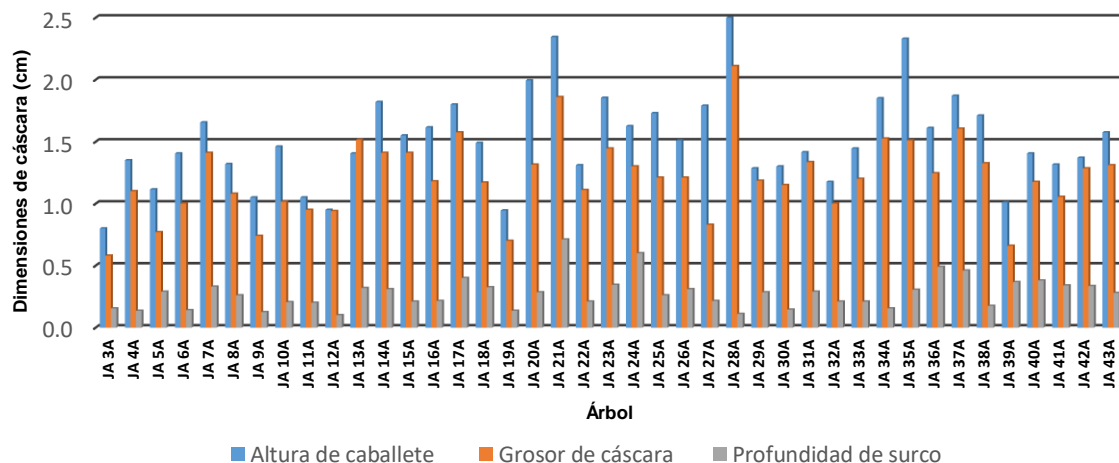


Figura 41. Altura de caballete, grosor de cáscara y profundidad de surco de los 41 árboles

4.2.8.6. Peso del mucílago más la placenta

El mayor valor de peso de mucílago más la placenta en las mazorcas lo presentó el árbol JA 23A con 93.75 g, el menor valor lo presentó el árbol JA 16A con 21.40 g (Figura 42), el mucílago más la placenta de las mazorcas de los árboles restantes mantuvieron valores entre 22.70 y 84.85 g. El promedio encontrado de peso de mucílago incluyendo la placenta fue de

45.12 g, una desviación estándar de 17.39 g y un coeficiente de variación de 38.54% (Cuadro 14); esta variable mostró una ligera correlación positiva de $r= 0.61$ con la variable peso de las mazorcas (Cuadro A 10), lo que nos indica que si en peso del mucílago aumenta, el peso de las mazorcas también aumentara en el mismo sentido.

4.2.8.7. Peso de cáscara de las mazorca sin mucílago

El mayor valor lo presentó el peso cáscara de las mazorcas del árbol JA 28A con 745.95 g, el menor valor lo presentó el árbol JA 3A con 164 g (Figura 42), los demás árboles mostraron mazorcas con peso de la cáscara sin mucílago entre 185.06 y 688.05 g. El promedio encontrado fue 351.40 g, una desviación estándar de 145.92 g (Cuadro 14); esta variable mostro una ligera correlación positiva de $r= 0.55$ con la variable longitud de las mazorcas; y de $r= 0.74$ con la variable diámetro de las mazorcas (Cuadro A 10), indicando que si la variable peso de cascara sin mucílago aumenta, el diámetro de las mazorcas aumantará en el mismo sentido.

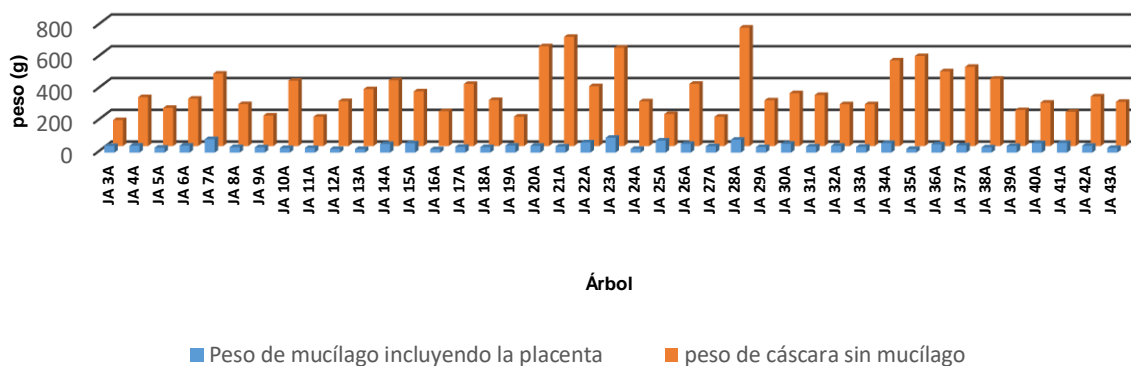


Figura 42. Peso del mucílago más la placenta y peso de la cáscara sin mucilago.

4.2.8.8. Número de semillas por mazorcas

El mayor número de semillas por mazorcas lo presentó el árbol JA 34A con 45 semillas y las mazorcas del árbol JA 22A presentaron el menor valor con 18 semillas por mazorcas (Figura 43); las mazorcas de los árboles restantes mantuvieron valores entre 21 y 44.50 semillas por mazorcas. El promedio encontrado en número de semillas fue 31.17 semillas por mazorcas, una desviación estándar de 5.89 semillas por mazorcas y un coeficiente de variación de 18.18% (Cuadro 14).

Estos valores coinciden con los reportados por Vega *et al.* (2013), indicando que las mazorcas de cacao de Waslala, Nicaragua, contenían en promedio 39 semillas, con un intervalo de 20 a 49 unidades en los mazorcas restantes.

Los resultados coinciden también con los reportados por López y Deras Guardado (2018) en El Salvador, quienes reportaron que el árbol Santa Clara 2 obtuvo un valor máximo de 57 semillas por mazorca y el árbol Arcatao 2 con un valor mínimo de 12 semillas, los demás árboles tenían entre 18 y 56 semillas.

Pérez Zuñiga (2009) en su investigación menciona que los cacaos de fenotipos criollos conservaron la mínima cantidad de semilla por mazorca, en comparación a los fenotipos forasteros y trinitarios.

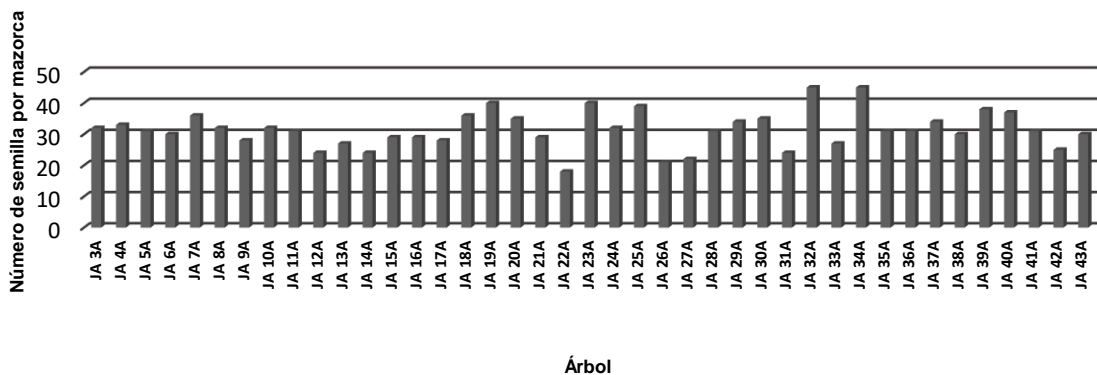


Figura 43. Número de semillas por mazorca de los 41 árboles caracterizados

4.2.8.9. Índice de mazorcas

El árbol que presentó el mayor número de mazorcas para formar un kilogramo de peso seco de grano fue el árbol JA 26A con 79.37 mazorcas y las mazorcas del árbol JA 23A presentaron el menor valor con 16.34 mazorcas (Figura 44). Los demás oscilan entre 22.91 y 60.61 mazorcas. Se registró un índice promedio de 40.51 mazorcas, una desviación estándar de 11.69 mazorcas y un coeficiente de variación de 28.87% (Cuadro 14); esta variable mostró una alta correlación negativa de $r = -0.58$ con las variable número de óvulos por ovario (Cuadro A-8), indicando que al aumentar el índice de mazorca, disminuirá el numero de ovulos.

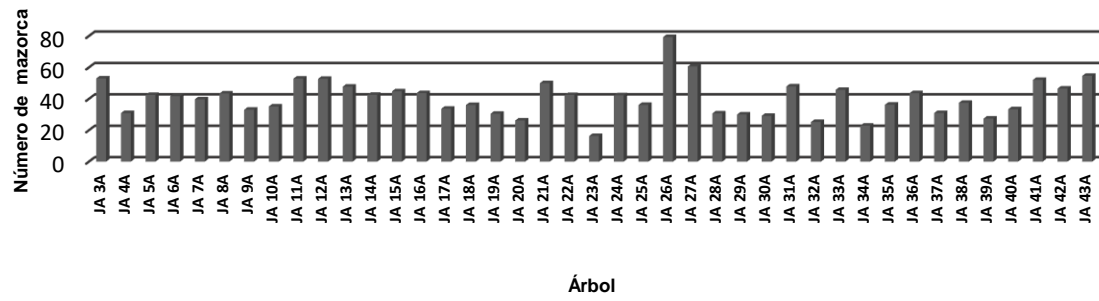


Figura 44. Índice de mazorcas de los 41 árboles caracterizados.

Cuadro 14. Características cuantitativas de las mazorcas de 41 árboles de cacao criollo

Árbol	Peso de las mazorcas (g)	Longitud de las mazorcas (cm)	Diámetro de las mazorcas (cm)	Altura de caballete de las mazorcas (cm)	Grosor de cáscara de las mazorcas	Profundidad de surco en las mazorcas (cm)	Peso de mucilago más la placenta (g)	Peso de cáscara de las mazorcas sin mucilago (g)	Número de semillas/mazorcas	Índice de Mazorcas
JA 3A	263.50	14.94	7.05	0.80	0.58	0.16	42.20	164.00	31.50	53.81
JA 4A	441.27	17.64	7.71	1.35	1.10	0.14	43.95	308.28	33.00	30.92
JA 5A	315.97	17.78	7.06	1.12	0.77	0.29	31.44	240.63	30.50	43.14
JA 6A	401.50	16.44	7.65	1.41	1.00	0.14	44.35	298.85	30.00	41.67
JA 7A	581.76	16.90	8.43	1.66	1.41	0.33	84.85	456.20	36.00	39.68
JA 8A	381.76	17.34	7.04	1.32	1.08	0.26	34.97	264.04	31.50	44.09
JA 9A	273.50	16.48	6.83	1.05	0.74	0.13	33.45	192.55	28.00	33.07
JA 10A	483.40	17.59	8.02	1.46	1.02	0.21	28.78	411.64	31.50	35.67
JA 11A	226.40	12.05	7.80	1.05	0.95	0.20	29.40	185.20	30.50	53.75
JA 12A	339.75	11.04	7.95	0.95	0.94	0.10	23.40	283.49	23.50	53.86
JA 13A	408.35	14.20	8.42	1.41	1.52	0.32	22.70	358.60	26.50	47.77
JA 14A	491.10	13.33	9.81	1.82	1.41	0.31	54.70	413.80	24.00	42.52
JA 15A	422.10	13.61	8.23	1.55	1.41	0.21	58.85	344.50	29.00	44.78
JA 16A	317.28	11.23	7.66	1.62	1.18	0.22	21.40	219.34	29.00	43.65
JA 17A	466.00	16.25	7.69	1.80	1.58	0.40	36.70	391.40	28.00	33.69
JA 18A	394.30	15.74	7.41	1.49	1.17	0.33	34.90	290.25	36.00	36.08
JA 19A	285.15	14.20	7.29	0.95	0.70	0.14	44.10	185.60	40.00	30.49
JA 20A	725.78	21.70	9.56	2.00	1.32	0.29	43.20	628.74	34.50	26.59
JA 21A	524.51	22.70	8.05	2.35	1.86	0.71	38.80	688.05	28.50	50.85
JA 22A	474.90	19.50	8.91	1.31	1.11	0.21	64.50	377.40	18.00	42.41
JA 23A	747.95	24.50	8.41	1.85	1.45	0.35	93.75	619.70	40.00	16.34
JA 24A	368.65	16.93	7.19	1.63	1.30	0.60	23.96	281.68	31.50	42.90
JA 25A	525.45	14.58	8.17	1.73	1.21	0.26	75.90	202.00	38.50	36.58
JA 26A	468.50	16.11	8.82	1.51	1.21	0.31	55.50	392.20	21.00	79.37
JA 27A	271.10	14.31	6.89	1.79	0.83	0.22	40.40	185.06	22.00	60.61
JA 28A	883.10	17.00	10.00	2.50	2.11	0.11	81.70	745.95	30.50	31.23
JA 29A	389.47	17.73	7.32	1.29	1.19	0.29	35.33	288.18	34.00	30.01
JA 30A	444.95	16.29	8.32	1.30	1.15	0.15	56.41	333.05	34.50	29.58
JA 31A	416.57	18.07	7.69	1.42	1.34	0.29	38.82	321.90	24.00	47.89
JA 32A	365.89	19.55	6.85	1.18	1.00	0.21	43.12	263.69	44.50	25.54
JA 33A	361.33	11.71	8.11	1.45	1.20	0.21	37.12	263.75	27.00	45.72
JA 34A	691.95	22.13	8.53	1.85	1.53	0.16	60.60	539.60	45.00	22.91
JA 35A	365.56	15.73	8.79	2.33	1.51	0.31	23.60	566.85	31.00	36.25
JA 36A	622.33	20.67	8.61	1.61	1.25	0.49	52.60	471.25	31.00	43.59
JA 37A	591.45	19.40	8.48	1.87	1.61	0.46	45.65	498.90	34.00	30.96
JA 38A	488.17	11.10	8.51	1.71	1.33	0.18	33.10	424.10	30.00	37.45
JA 39A	282.69	13.49	7.38	1.01	0.66	0.37	41.84	226.78	38.00	27.41
JA 40A	425.13	17.38	7.77	1.41	1.18	0.38	59.02	273.37	36.50	33.82
JA 41A	337.38	16.76	7.01	1.32	1.06	0.34	61.10	215.68	31.00	52.03
JA 42A	407.52	13.35	8.07	1.37	1.29	0.34	43.50	312.65	25.00	46.51
JA 43A	356.80	12.78	7.94	1.58	1.31	0.28	30.15	278.50	29.50	55.57
Promedio	439.76	16.35	7.99	1.51	1.21	0.28	45.12	351.40	31.17	40.51
Desviación estándar	142.41	3.23	0.78	0.38	0.31	0.13	17.39	145.92	5.89	11.69
Coficiente de variación	32.38	19.78	9.76	25.00	25.86	46.61	38.54	41.53	18.88	28.87

De las 10 variables de las mazorcas evaluadas (Cuadro 14), según el coeficiente de variación, solamente las variables diámetro y longitud de las mazorcas son altamente homogéneas a homogéneas. El resto de variables se mostraron de heterogéneas a altamente heterogéneas, seguramente como respuesta a la variabilidad genética que generan los árboles de cacao establecidos por semilla.

4.2.9. Descripción cuantitativa de la semilla

4.2.9.1. Longitud, ancho y grosor de la semilla.

Las mazorcas del árbol JA 23A presentaron la mayor longitud de semilla con 3.72 cm y las mazorcas del árbol JA 24A presentaron el menor valor con 1.80 cm (Figura 45), en las mazorcas de los árboles restantes la longitud de semillas varió entre 1.81 y 2.48 cm. El promedio de la longitud de semilla fue 2.22 cm, una desviación de 0.31 cm y un coeficiente de variación de 14.13% (Cuadro 15).

López y Deras Guardado (2018) en El Salvador en su investigación encontraron una longitud máxima de 2.66 cm y una mínima con 1.52 cm, los demás valores oscilan entre 1.60 y 2.64 cm.

Las mazorcas del árbol JA 23A presentaron el mayor ancho de semilla con 2.41 cm y las mazorcas de los árboles JA 6A y JA 13A presentaron el menor valor con 1.05 cm (Figura 45), las restantes semillas oscilaron entre 1.16 y 1.56 cm, con un promedio de ancho de semilla de 1.32 cm, una desviación estándar de 0.20 cm y un coeficiente de variación de 15.25% (Cuadro 15); esta variable mostró una alta correlación positiva de $r = 0.84$ con la variable longitud de semillas (Cuadro A 10), lo que significa que al aumentar el ancho de semillas, aumentará la longitud de esta en el mismo sentido. Estos resultados son similares a los mencionados por Ayesta Villega (2009) en Nicaragua, quien mostró un promedio de 1.4 cm, un máximo de 2.1 cm en el árbol ID-265 y un mínimo de 0.9 cm para el árbol ID-357.

Las mazorcas del árbol JA 23A presentaron el mayor valor de grosor de semilla con 1.14 cm y las mazorcas del árbol JA 6A presentaron el menor valor de grosor de semilla con 0.62 cm (Figura 45), el resto de semillas oscilaron entre 0.69 y 1.01 cm. El promedio de

grosor de semilla fue 0.86 cm, una desviación estándar de 0.11 cm y un coeficiente de variación de 12.70% (Cuadro 15).

Estos resultados son similares a los reportados por Ayesta Villega (2009) en Nicaragua, quien señala que el grosor de semilla presentó un valor máximo de 2 cm (ID-108) y un valor mínimo de 0.2 cm (ID-302), el grosor promedio de las semillas fue 0.9 cm.

Los resultados de esta investigación coinciden con los de Dostert *et al.* (2012), quienes mencionan que las semillas de cacao son café-rojizas, ovadas, ligeramente comprimidas y miden de 20 a 30 mm de largo, 12 a 16 mm de ancho y 7 a 12 mm de grosor.

Segun López y Deras Guardado (2018), en su investigación encontraron un máximo grosor de semilla de 1.18 cm y un mínimo grosor de semilla de 0.21 cm, los demás valores oscilan entre 0.46 y 1.09 cm.

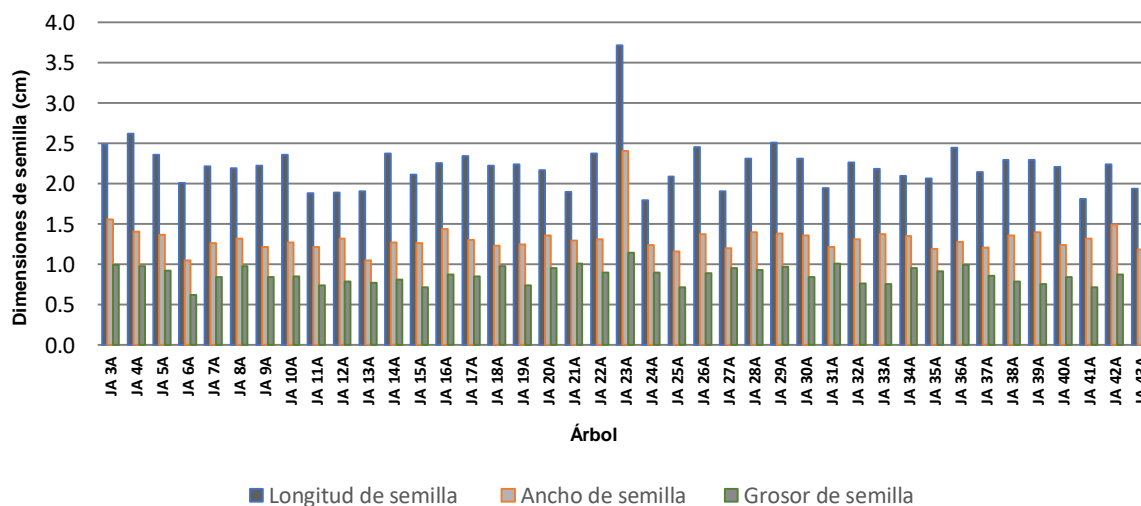


Figura 45. Longitud, ancho y grosor de semillas de los 41 árboles caracterizados.

4.2.9.2. Peso fresco (PFS) y peso seco (PSS) de semilla

Las semillas de las mazorcas del árbol JA 23A presentaron el mayor valor en peso fresco de semilla con 89.05 g, y las semillas del árbol JA 6A presentaron el menor valor con 6.80 g (Figura 46), las restantes semillas su peso fresco osciló entre 27.15 y 65.30 g. El promedio del peso fresco de las semillas fue de 45.50 g, una desviación estándar de 13.59 g y un coeficiente de variación de 29.87% (Cuadro 15). Esta variable mostró una ligera

correlación positiva de $r = 0.54$ con las variables ancho de semilla; una $r = 0.51$ con la variable grosor de semillas y una $r = 0.68$ con la variable número de semillas por mazorca (Cuadro A 10), lo que significa que al aumentar el peso fresco de semillas, aumentará ancho y grosor de semillas.

En cuanto al peso seco, las semillas de las mazorcas del árbol JA 23A presentaron el mayor valor con 61.15 g, mientras que las del árbol JA 26A presentaron el menor valor con 12.55 g (Figura 46), las restantes semillas su peso seco osciló entre 16.50 y 39.42 g. El promedio de peso seco fue de 27.04 g, una desviación estándar de 8.67 g y un coeficiente de variación de 32.08% (Cuadro 15); esta variable mostró una correlación positiva de $r = 0.57$ con las variables ancho de semilla y una $r = 0.81$ con la variable peso fresco de semilla (Cuadro A 10), significando que al aumentar el peso seco de semillas, aumentará en el mismo sentido el ancho y peso fresco de semillas.

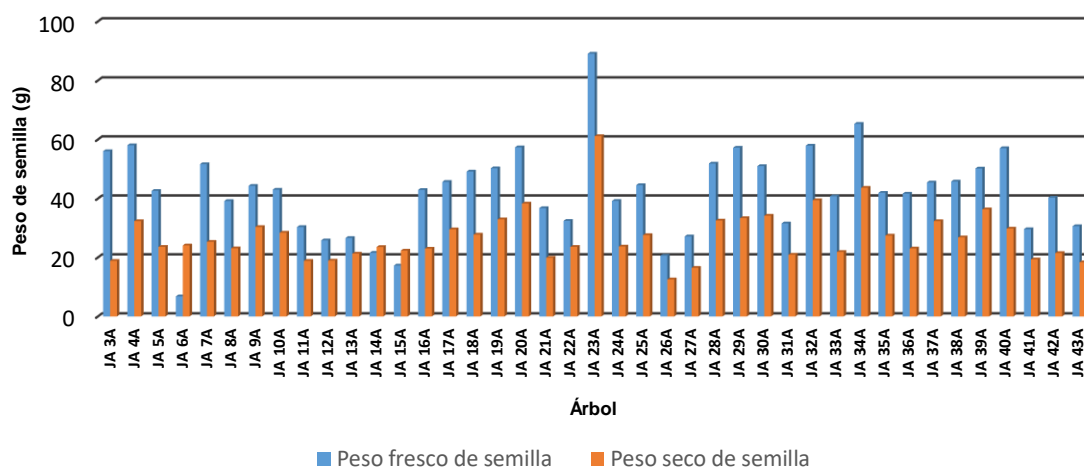


Figura 46. Peso fresco y seco de semillas de los 41 árboles caracterizados.

4.2.9.3. Peso seco de una semilla

Cuando se evaluó el peso de una semilla se tomó el total de semillas de una mazorca y se dividió entre el número de semillas, encontrando que las provenientes del árbol JA 23A reportaron el mayor valor en peso seco de una semilla con 1.53 g y las del árbol JA 3A reportaron el menor valor con 0.59 g (Figura 47), las restantes semillas su peso varió entre 0.60 y 1.31 g. El promedio de peso seco de una semilla fue 0.89 g, una desviación estándar de 0.19 g y un coeficiente de variación de 22.04% (Cuadro 15); esta variable mostró una ligera correlación positiva de $r = 0.54$ con la variable ancho de semillas y una $r = 0.76$ con la

variable peso seco de semillas (Cuadro A 10), significando que si aumenta el peso seco de una semilla, aumentará en el mismo sentido el ancho y peso seco de semillas.

El peso seco de la semilla de cacao es un parámetro de interés para la comercialización, y al comparar los resultados de esta investigación con las categorías mencionadas por CORPOICA y Nacionales de chocolates (s.f.) citados por ECOCAO (2009), quienes clasifican el grano de cacao en tres clases: grano grande (igual o mayor a 1.70 g. grano⁻¹), grano mediano (1.40 a 1.60 g. grano⁻¹) y grano pequeño (menor o igual a 1.30 g. grano⁻¹), los granos se clasifican entre grano pequeño (0.59 g) y grano mediano (1.53 g).

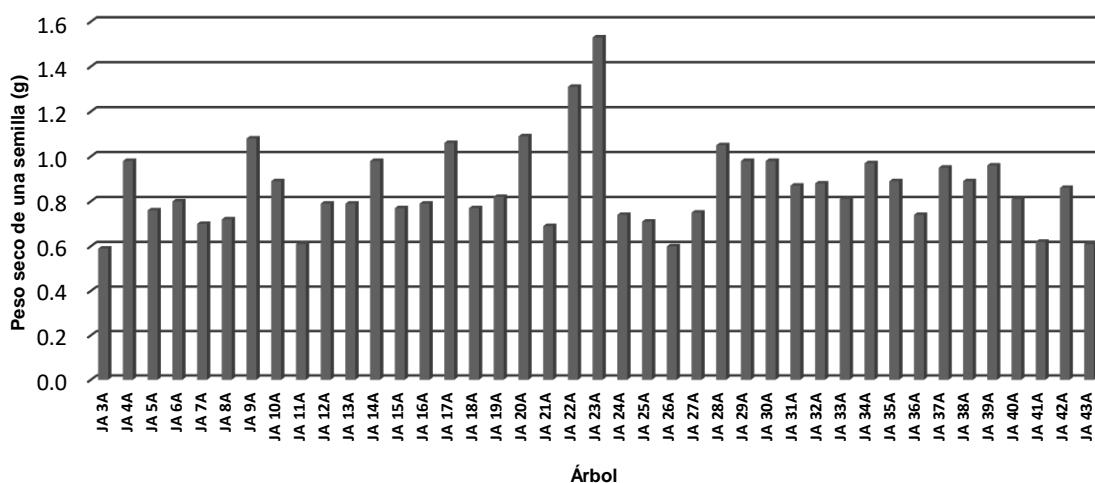


Figura 47. Peso seco de una semilla de los 41 árboles caracterizados.

4.2.9.4. Índice de semilla

Las mazorcas del árbol JA 3A fueron de los que se requirió mayor cantidad de semilla para formar 100 gramos, necesitando un total de 169.49 semillas; mientras que del árbol JA 23A se necesitaron 65.36 semillas (Figura 48), de los restantes árboles se requirió de cantidades entre 76.34 y 166.67 semillas para formar 100 gramos. El promedio obtenido del índice de semilla fue de 121.45 semillas, una desviación estándar de 24.08 semillas y un coeficiente de variación de 19.83% (Cuadro 15); esta variable mostró una alta correlación positiva de $r = 0.71$ con la variable índice de mazorca y correlaciones negativas de $r = -0.51$ con la variable longitud de semilla y una $r = -0.72$ con la variable peso seco de semillas (Cuadro A 9 y Cuadro A 10).

Las correlaciones negativas indican que entre mayor son las dimensiones y la humedad de las semillas o granos de cacao, se necesita menor cantidad de semillas para formar 100 gramos. Estos resultados coinciden con los valores reportados por Arciniegas (2005) citado por Ayesta Villega (2009) en nicaragua, quien registró un índice de semillas promedio de 1.2 g en clones de cacao.

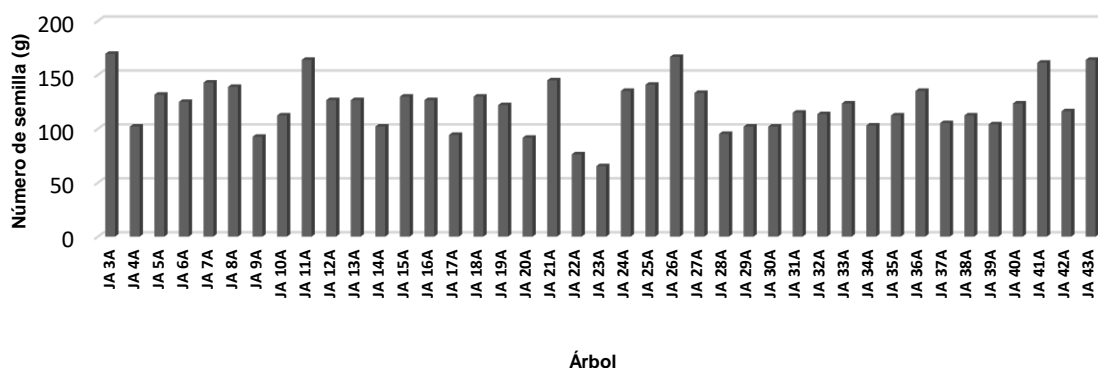


Figura 48. Índice de semillas de los 41 árboles caracterizados.

4.2.9.5. Número de semillas por kilogramo

La mayor cantidad de semillas secas para formar un kilogramo se presentó en el árbol JA 3A con un total de,1,694.92 semillas; mientras que del árbol JA 23A se necesitaron 653.59 semillas (Figura 49). Los restantes árboles formaron un kilogramo utilizando entre 763.36 y 1,666.67 semillas. El promedio de semillas para formar un kilogramo fue de 1,214.54, una desviación estándar de 240.84 semillas y un coeficiente de variación de 19.83% (Cuadro 15). Esta variable mostró una correlación negativa de $r = -0.51$ con la variable longitud de semilla; una $r = -0.72$ con la variable peso seco de semillas; una $r = 0.71$ con la variable índice de mazorca y una $r = 0.95$ con la variable índice de semilla (Cuadro A 9 y Cuadro A 10).

Las correlaciones negativas explican que entre mayor son las dimensiones de la semillas y la humedad, la cantidad necesaria para formar un kilogramo de semilla es menor; mientras que si las dimensiones son menores y las semillas están secas adecuadamente se requiere de mayor cantidad de semillas.

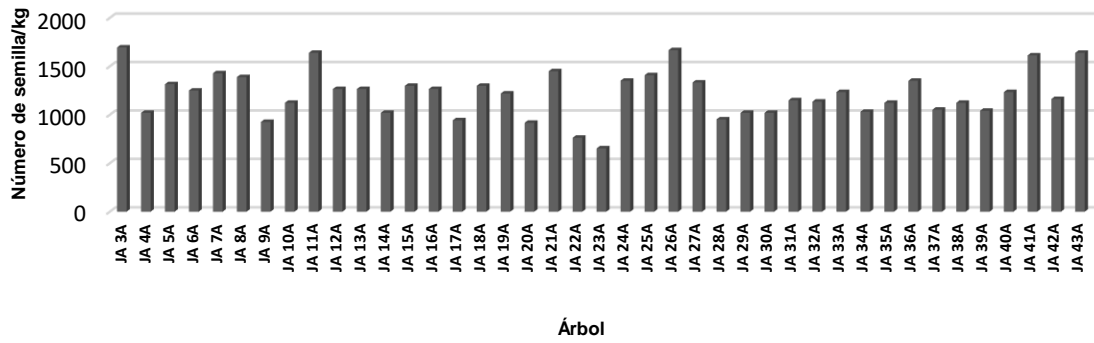


Figura 49. Número de semillas por kilogramo de los 41 árboles caracterizados.

Cuadro 15. Características cuantitativas de la semilla de 41 árboles de cacao criollo

Árbol	Longitud de semilla (cm)	Ancho de semilla (cm)	Grosor de semilla (cm)	Peso fresco de semilla (g)	Peso seco de semilla (g)	Peso seco de una semilla (g)	Índice de semilla (100 g)	Número de semillas Kg ⁻¹
JA 3A	2.48	1.56	1.00	56.05	18.85	0.59	169.49	1694.92
JA 4A	2.62	1.41	0.98	58.05	32.35	0.98	102.04	1020.41
JA 5A	2.36	1.37	0.93	42.60	23.60	0.76	131.58	1315.79
JA 6A	2.01	1.05	0.62	6.80	24.10	0.80	125.00	1250.00
JA 7A	2.22	1.27	0.84	51.65	25.30	0.70	142.86	1428.57
JA 8A	2.19	1.32	0.98	39.15	23.10	0.72	138.89	1388.89
JA 9A	2.22	1.21	0.85	44.30	30.35	1.08	92.59	925.93
JA 10A	2.36	1.27	0.85	43.00	28.40	0.89	112.36	1123.60
JA 11A	1.88	1.22	0.74	30.35	18.85	0.61	163.93	1639.34
JA 12A	1.89	1.32	0.79	25.81	18.93	0.79	126.58	1265.82
JA 13A	1.90	1.05	0.77	26.60	21.30	0.79	126.58	1265.82
JA 14A	2.37	1.27	0.81	21.60	23.55	0.98	102.04	1020.41
JA 15A	2.11	1.26	0.72	17.25	22.33	0.77	129.87	1298.70
JA 16A	2.25	1.44	0.87	42.90	23.00	0.79	126.58	1265.82
JA 17A	2.34	1.31	0.85	45.65	29.55	1.06	94.34	943.40
JA 18A	2.23	1.23	0.98	49.15	27.75	0.77	129.87	1298.70
JA 19A	2.24	1.25	0.74	50.25	32.95	0.82	121.95	1219.51
JA 20A	2.17	1.36	0.95	57.35	38.30	1.09	91.74	917.43
JA 21A	1.90	1.30	1.01	36.75	19.90	0.69	144.93	1449.28
JA 22A	2.37	1.32	0.90	32.40	23.60	1.31	76.34	763.36
JA 23A	3.72	2.41	1.14	89.05	61.15	1.53	65.36	653.59
JA 24A	1.80	1.24	0.90	39.19	23.73	0.74	135.14	1351.35
JA 25A	2.09	1.16	0.72	44.55	27.60	0.71	140.85	1408.45
JA 26A	2.45	1.37	0.89	20.60	12.55	0.60	166.67	1666.67
JA 27A	1.91	1.20	0.96	27.15	16.50	0.75	133.33	1333.33
JA 28A	2.31	1.40	0.93	51.85	32.55	1.05	95.24	952.38
JA 29A	2.51	1.38	0.97	57.22	33.36	0.98	102.04	1020.41
JA 30A	2.31	1.36	0.84	51.00	34.17	0.98	102.04	1020.41
JA 31A	1.95	1.22	1.01	31.55	20.95	0.87	114.94	1149.43
JA 32A	2.26	1.31	0.77	57.92	39.42	0.88	113.64	1136.36
JA 33A	2.19	1.37	0.76	40.75	21.87	0.81	123.46	1234.57
JA 34A	2.10	1.35	0.95	65.30	43.65	0.97	103.09	1030.93
JA 35A	2.06	1.19	0.91	41.95	27.45	0.89	112.36	1123.60
JA 36A	2.45	1.28	0.99	41.65	23.05	0.74	135.14	1351.35
JA 37A	2.14	1.21	0.86	45.45	32.35	0.95	105.26	1052.63
JA 38A	2.30	1.36	0.79	45.75	26.80	0.89	112.36	1123.60
JA 39A	2.30	1.40	0.76	50.20	36.35	0.96	104.17	1041.67
JA 40A	2.21	1.24	0.84	57.05	29.80	0.81	123.46	1234.57
JA 41A	1.81	1.32	0.72	29.60	19.36	0.62	161.29	1612.90
JA 42A	2.24	1.49	0.87	40.30	21.50	0.86	116.28	1162.79
JA 43A	1.94	1.18	0.69	30.60	18.35	0.61	163.93	1639.34
Promedio	2.22	1.32	0.86	42.35	27.04	0.86	121.45	1214.54
Desviación estándar	0.31	0.20	0.11	14.81	8.67	0.19	24.08	240.84
Coficiente de variación	14.13	15.25	12.70	34.98	32.08	22.04	19.83	19.83

Al analizar los coeficientes de variación de las ocho variables referentes a la semillas: longitud de semilla, ancho de semilla, grosor de semilla, índice de semilla y número de semillas por kilogramo, mostraron ser homogéneas; la variable peso seco de una semilla tuvo un comportamiento heterogéneo; y las variables peso fresco de semilla y peso seco de semilla mostraron un comportamiento altamente heterogéneo.

4.2.10. Análisis bromatológico de los mazorcas de los 41 árboles de cacao

El análisis bromatológico permite conocer las características nutricionales del germoplasma de cacao caracterizado.

4.2.10.1. Análisis del mucílago

El mucílago es la pulpa que se encuentra alrededor de cada semilla de cacao y según el origen genético de los árboles puede ser de diferentes sabores y colores en una variada gama de tonalidades blancas. Entre sus sabores los cacaos criollos se caracterizan por ser dulces, mientras que los forasteros son ácidos y los trinitarios con sabores intermedios a los otros dos grupos. Se considera en ésta investigación la evaluación del mucílago ya que de la fermentación que genera su presencia en la semilla depende la calidad del grano del cacao que se produzca. A continuación lo mas relevante:

4.2.10.1.1. pH del mucílago

El árbol JA 17A y el JA 27A presentaron en las mazorcas el mucílago con el mayor valor de pH igual a 5.40, mientras que el árbol JA 30A registro un valor de pH de 3 (Figura 50). El pH de las mazorcas restantes presentó valores entre 4.90 y 3.30. El pH promedio del mucílago fue 4.01, una desviación estándar de 0.55 y un coeficiente de variación de 13.64% (Cuadro 16). Entre más bajo es el pH del mucilago este es más ácido y entre más alto es menos ácido.

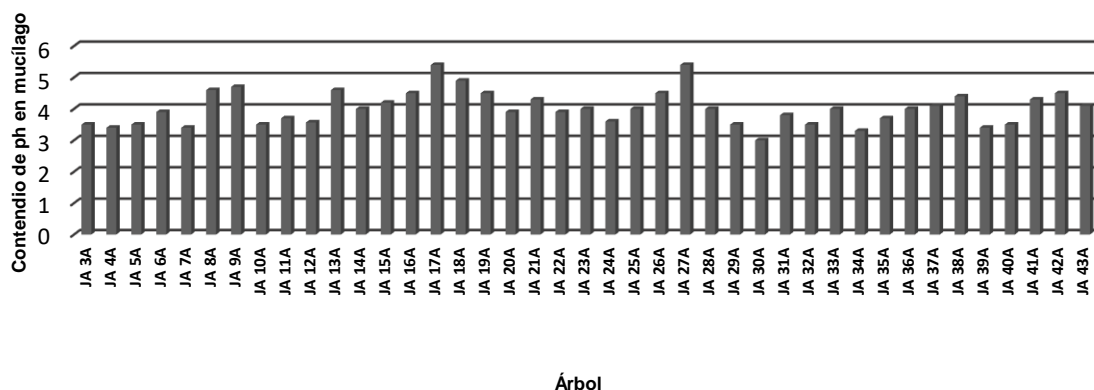


Figura 50. Contenido de pH del mucilago en la semilla de cacao.

4.2.10.1.2. Grados Brix en el mucilago

La pulpa de los árboles que presentaron el mayor valor de grados Brix en mucilago fue el JA 17A y el JA 18A con 24.80 grados Brix; los árboles que registraron el menor valor fueron el JA 27A y el JA 35A con 11.20 grados Brix (Figura 51). Las restantes mazorcas variaron entre 24.10 y 13.20 grados Brix; se registró un promedio de 18.46 grados Brix, una desviación estándar de 3.46 grados Brix y un coeficiente de variación de 18.74% (Cuadro 16).

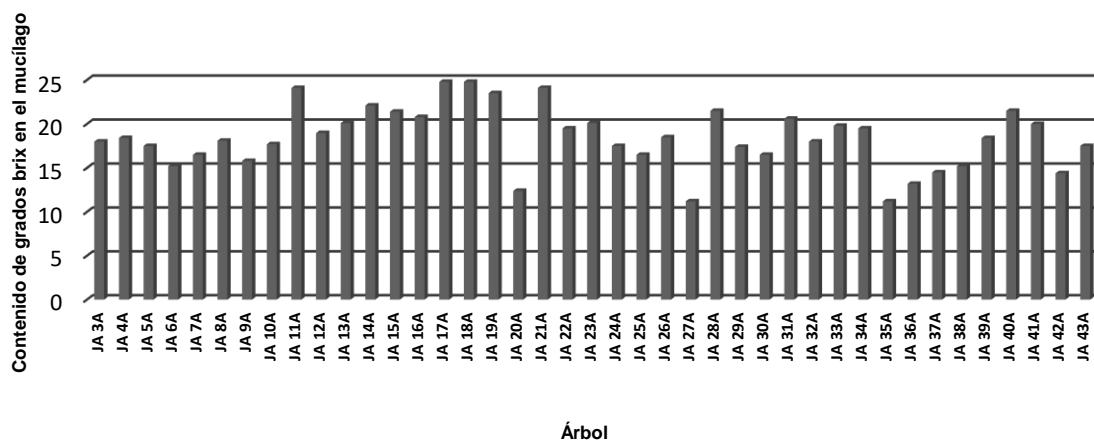


Figura 51. Contenido de grados Brix del mucilago en la semilla cacao.

4.2.10.2. Análisis bromatológico de las semillas de cacao

4.2.10.2.1. Contenido de grasa

Las semillas del árbol JA 33A presentaron el mayor contenido de grasa con 56.55%, mientras que el menor contenido de grasa fue para las semillas del árbol JA 19A con 29.65% (Figura 52). En el resto de semillas el contenido de grasa varió entre 30.70% y 50.17%; el contenido promedio de grasa en las semillas de los 41 árboles fue 43.39%, una desviación estándar de 7.26% y un coeficiente de variación de 16.71% (Cuadro 16).

Al analizar las semillas fermentadas, fueron las mazorcas del árbol JA 12A los que presentaron el mayor contenido de grasa con 59.50%, mientras que el menor contenido lo presentaron las semillas del árbol JA 6A con 24.89% (Figura 52). En el resto de semillas fermentadas el contenido de grasa varió entre 25.67% y 56.63%. El contenido promedio en grasa de las semillas fermentadas de los 41 árboles fue de 41.11%, una desviación estándar de 6.96% y un coeficiente de variación de 16.92% (Cuadro 17).

Al comparar el contenido de grasa entre semillas fermentadas se observó que en estas se amplía el margen de fluctuación, la cual varió entre (25.67% y 56.63%), mientras que en las semillas no fermentadas la fluctuación fue menor (30.70% y 50.17%), lo cual indica que en las semillas fermentadas se genera mayor concentración de los ácidos grasos respecto a las no fermentadas (Arias de Linares 2019).

Enríquez (1994) citado por Vicencio Jácome (2001), destaca que uno de los factores más importantes en términos comerciales es el porcentaje de grasa en el grano, y que el alto nivel de grasa podría interferir en el proceso normal de fermentación, haciéndolo más largo. El tipo forastero tiene un porcentaje de grasa entre 40% a 60%, mientras que el cacao criollo conocido como fino de aroma tiene un porcentaje de 25% a 50%.

En los resultados que se obtuvieron en esta investigación se reporta que 34 de los árboles caracterizados se asemejan a los criollos porque presentaron semillas con porcentajes de grasa menores al 50% y los árboles: JA 4A, JA 10A, JA 12A, JA 26A, JA 29A, JA 33A y JA 37A, presentaron 54.74%, 52.45%, 53.12%, 52.05%, 53.47%, 56.55% y 54.44% de grasa, respectivamente, lo cual es característico del tipo forastero.

López y Deras Guardado (2018) en El Salvador, reportaron en su investigación un valor máximo de grasa de 62.57% y un valor mínimo de 30.20%, con un promedio de 44.09%.

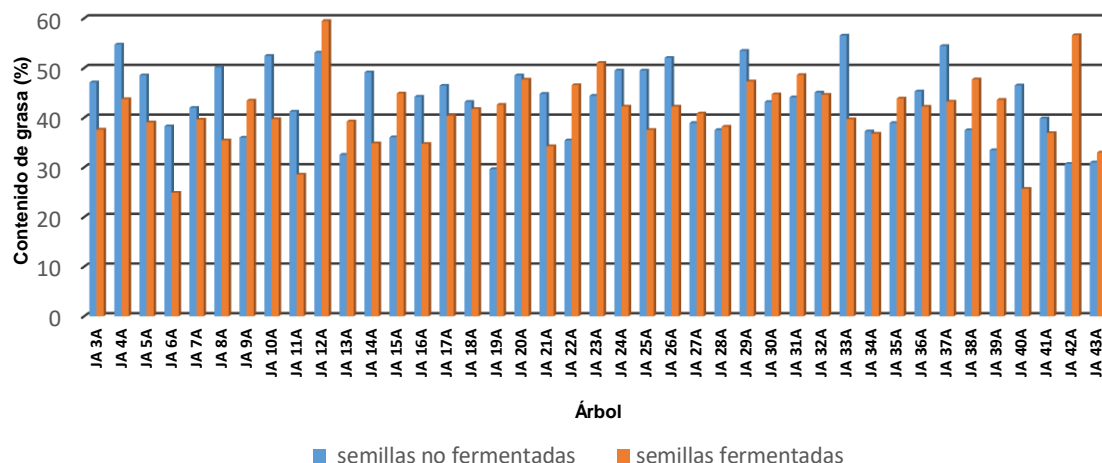


Figura 52. Contenido de grasa en la semilla de cacao de los 41 árboles caracterizados.

4.2.10.2.2. Contenido de proteína cruda

Las semillas del árbol JA 28A presentaron el mayor contenido de proteína cruda con 17.15%, mientras que el menor valor lo presentaron las semillas del árbol JA 3A con 5.61% (Figura 53). En el resto de los árboles las semillas presentaron contenidos de proteína cruda entre 7.85% y 16.65%. El contenido promedio de proteína cruda en las semillas de los 41 árboles fue 11.59%, una desviación estándar de 2.64% y un coeficiente de variación de 28.80% (Cuadro 16).

Al analizar los contenidos de proteína cruda en las semillas fermentadas, el árbol JA 3A presentó el mayor valor con 23.61%, mientras que el menor valor lo presentó las semillas del árbol JA 28A con 6.52% (Figura 53). En el resto de árboles las semillas presentaron contenidos de proteína cruda entre 7.81% y 19.28%. El contenido promedio de proteína cruda en las semillas fermentadas de los 41 árboles fue 12.66%, una desviación estándar de 3.18% y un coeficiente de variación de 25.14% (Cuadro 17).

Con la fermentación, los contenidos de proteína cruda se mantuvieron similares a los de semillas sin fermentar, lo cual el proceso de fermentación para este análisis no influye en el resultado.

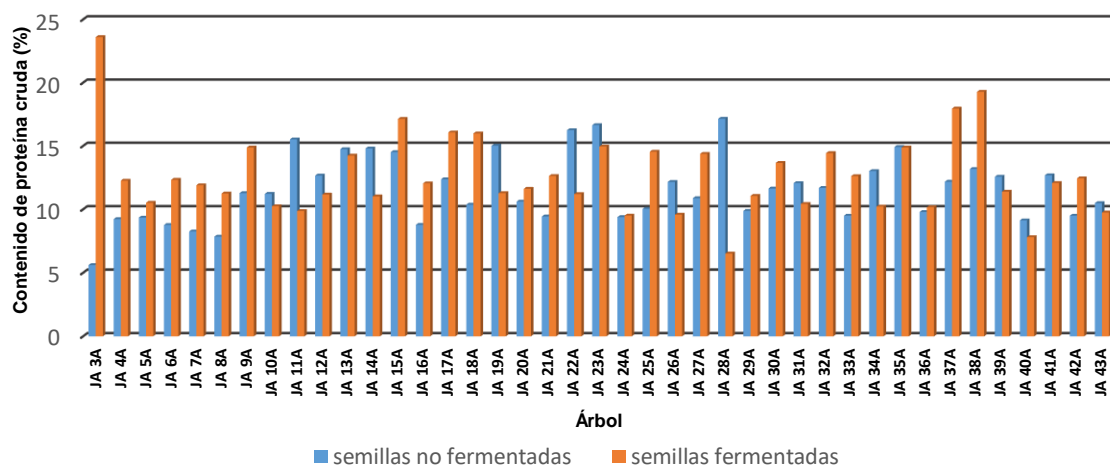


Figura 53. Contenido de proteína cruda en las semillas de cacao de los 41 árboles.

4.2.10.2.3. Contenido de fibra cruda

Las semillas del árbol JA 22A presentaron el mayor valor de fibra cruda con 33.50%, mientras que el menor valor lo presentaron las semillas del árbol JA 9A con 7.71% (Figura 54). En el resto de árboles el contenido de fibra cruda de las semillas fue entre 9.46% y 32.90%. El contenido promedio de fibra cruda en las semillas de los mazorcas de los 41 árboles fue 18.30%, una desviación estándar de 6.77% y un coeficiente de variación de 37.01% (Cuadro 16).

Las semillas fermentadas del árbol JA 34A presentan el mayor valor de fibra cruda con 32.07%, mientras que el menor valor se encontró en las semillas del árbol JA 23A con 9.37% (Figura 54). En las restantes semillas de los árboles caracterizados el contenido de fibra cruda fluctuó entre 10.06% y 30.81%. El contenido promedio de fibra cruda en las semillas fermentadas de los mazorcas de los 41 árboles fue 18.10%, una desviación estándar de 6.33% y un coeficiente de variación de 34.94% (Cuadro 17).

La variación de la fibra cruda no se considera relevante entre las semillas fermentadas y no fermentadas. La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, además, en el organismo humano funcionan como sistemas enzimáticos que degradan polímeros que alteran el intestino grueso específicamente el colon, ejerciendo una acción reguladora del peristaltismo, a la vez que facilitan la evacuación de las heces fecales (Lucero 2005).

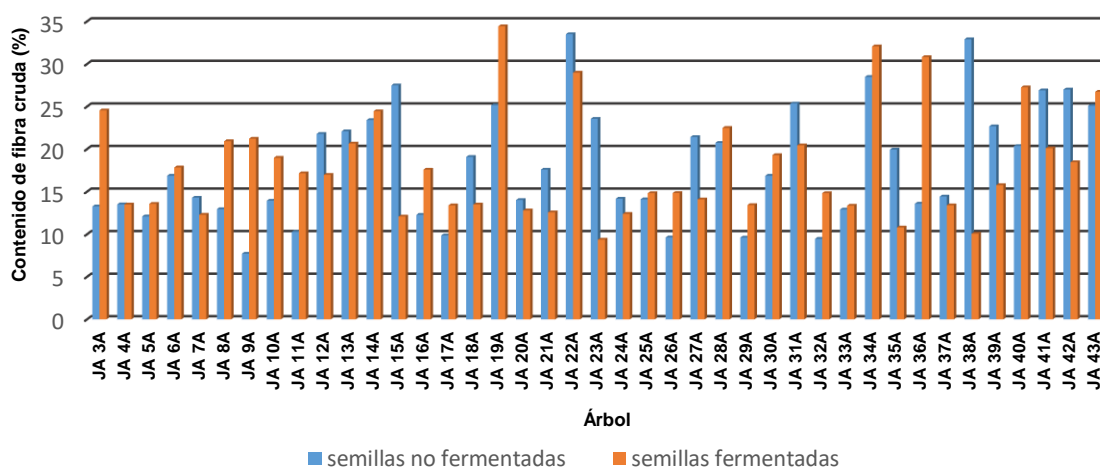


Figura 54. Contenido de fibra cruda en la semilla de cacao de 41 árboles caracterizados.

4.2.10.3. Contenido de ceniza

Las semillas del árbol JA 3A presentaron el mayor valor de ceniza con 7.14%, mientras que el menor valor lo presentaron las semillas del árbol JA 38A con 3.44% (Figura 55). En el resto de árboles el contenido de ceniza de las semillas varió entre 3.39% y 6.69%. El contenido promedio de ceniza en las semillas de los 41 árboles fue 5.04%, una desviación estándar de 2.64% y un coeficiente de variación de 28.80% (Cuadro 16); esta variable mostró una correlación negativa de $r = -0.75$ con la variable proteína cruda y una $r = -0.54$ con la variable fibra cruda (Cuadro A 9), lo anterior tiene concordancia debido a que el contenido de ceniza son el residuo inorgánico que queda tras eliminar totalmente los compuestos orgánicos existente en la muestra (proteína cruda y fibra cruda).

Las semillas fermentadas del árbol JA 30A presentaron el mayor valor de ceniza con 12.68%, mientras que el menor valor de ceniza lo presentaron las semillas del árbol JA 19A con 2.54% (Figura 55). En el resto de árboles las semillas fermentadas tenían un contenido de ceniza que varió entre 2.64% y 8.74%. El contenido promedio de ceniza en las semillas fermentadas fue 5.43%, una desviación estándar de 1.78% y un coeficiente de variación de 32.81% (Cuadro 17).

Los valores obtenidos en el análisis de semillas fermentadas para este análisis, fueron relativamente menores que el de semillas sin fermentar, ya que el proceso de fermentación influye en la desnaturalización de muchos compuestos orgánicos.

Enríquez (1994) citado por Vicencio Jácome (2001) en su estudio de los parámetros de la calidad del cacao, menciona que el porcentaje de ceniza del grano es uno de los componentes que permite distinguir al cacao común con menos de 2.5% de ceniza del criollo fino de aroma con porcentajes superiores al 3%. Esto demuestra que entre los 41 árboles caracterizados, sus atributos se asemejan mucho a los cacaos criollos de aroma fino ya que todos reportaron valores de ceniza superiores al 3%.

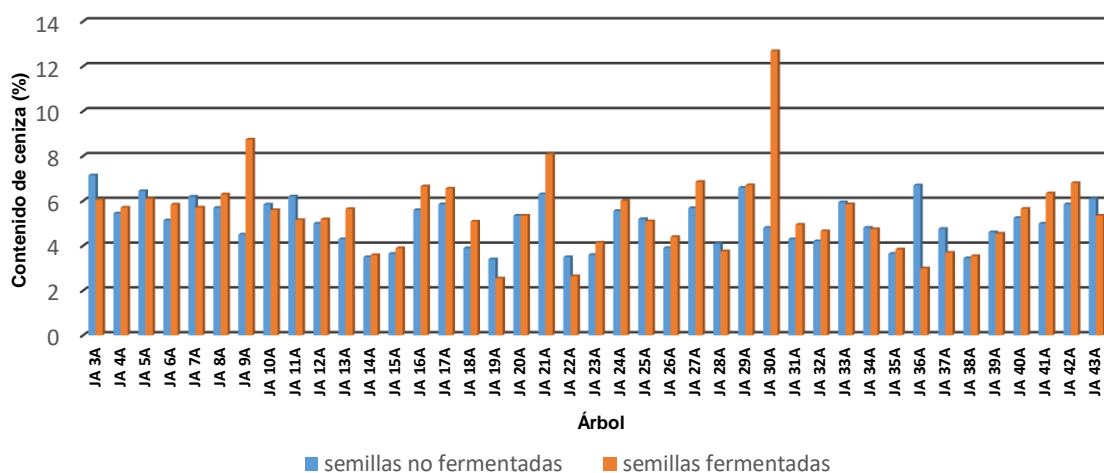


Figura 55. Contenido de ceniza en la semilla de cacao de los 41 árboles caracterizados.

4.2.10.4. Contenido de carbohidratos

Las semillas del árbol JA 9A presentaron el mayor contenido de carbohidratos con 40.52%, mientras que el menor contenido lo presentaron las semillas del árbol JA 12A con 7.44% (Figura 56). En el resto de árboles el contenido de carbohidratos en las semillas varió entre 9.16% y 30.96%. El contenido promedio de carbohidratos en las semillas de los 41 árboles fue de 21.58%, una desviación estándar de 6.65% y un coeficiente de variación de 30.84% (Cuadro 16).

Las semillas fermentadas provenientes del árbol JA 6A presentaron el mayor contenido de carbohidratos con 39.09%, mientras que el menor valor de carbohidratos lo presentaron las semillas del árbol JA 42A con 5.66% (Figura 56). En el resto de árboles el contenido de carbohidratos en las semillas fermentadas fluctuó entre 7.17% y 33.61%. El contenido promedio de carbohidratos en las semillas fermentadas de los 41 árboles fue de 22.70%, una desviación estándar de 8.28% y un coeficiente de variación de 36.49% (Cuadro 17).

Al comparar el contenido de carbohidratos entre las semillas fermentadas y no fermentadas se observó diferencias en las semillas fermentadas debido a que estos incrementan los azúcares.

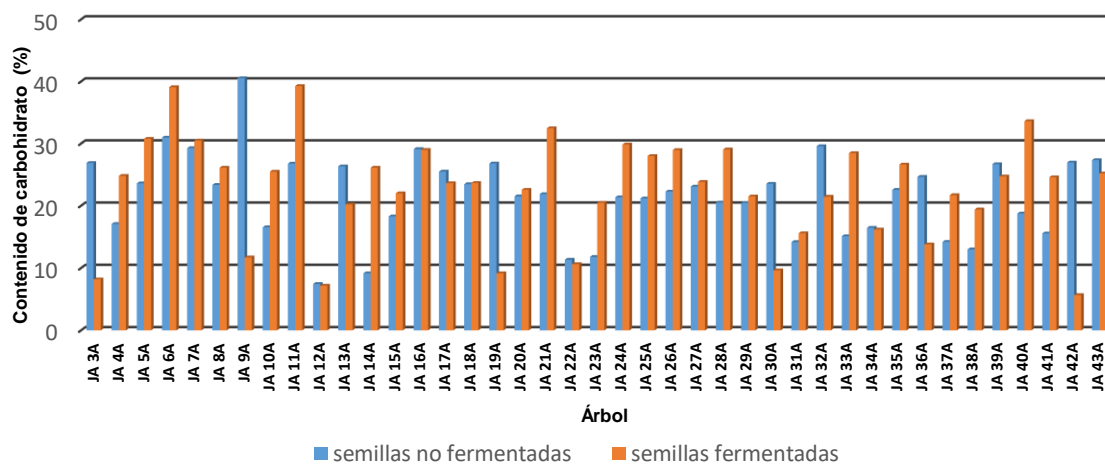


Figura 56. Contenido de carbohidratos en la semillas de cacao de los 41 árboles caracterizados.

4.2.10.5. Calcio, fósforo y potasio

4.2.10.5.1. Contenido de calcio

Las semillas del árbol JA 6A presentaron el mayor contenido de calcio con 2.19 mg L^{-1} , mientras que el menor contenido lo presentaron las semillas del árbol JA 16A con 0.30 mg L^{-1} (Figura 57). En el resto de árboles el contenido de calcio en sus semillas varió entre 0.40 y 1.60 mg L^{-1} . El contenido promedio de calcio en las semillas de los 41 árboles fue 0.71 mg L^{-1} , una desviación estándar de 0.33 mg L^{-1} y un coeficiente de variación de 46.91% (Cuadro 16).

Cuando se determinó el calcio en las semillas fermentadas fue el árbol JA 26A el que presentó el mayor contenido de calcio con 2.30 mg L^{-1} , mientras que el menor contenido de calcio lo presentaron las semillas de los árboles JA 30A y JA 31A con 0.40 mg L^{-1} (Figura 57). En el resto de árboles el contenido de calcio en las semillas fermentadas osciló entre 0.50 y 1.90 mg L^{-1} . El contenido promedio de calcio en las semillas fermentadas de los 41 árboles fue de 0.95 mg L^{-1} , una desviación estándar de 0.42 mg L^{-1} y un coeficiente de variación de 44.14% (Cuadro 17).

Con el proceso de fermentado el contenido de calcio en las semillas se muestra ligeramente elevado, habrá que continuar investigando para aseverar que el incremento es resultado de dicho proceso.

UNICEF (2004) citado por Cote y Jiménez (2005), menciona que el contenido de macronutrientes como vitaminas y minerales es indispensable para los diferentes procesos bioquímicos y metabólicos del organismo y en consecuencia para el buen funcionamiento del cuerpo humano. También, el calcio es el catión más abundante del organismo, representa el 2.24% del peso corporal libre de grasa. Junto con el fósforo son los principales constituyentes del esqueleto, ambos forman parte de la hidroxapatita presente en los huesos.

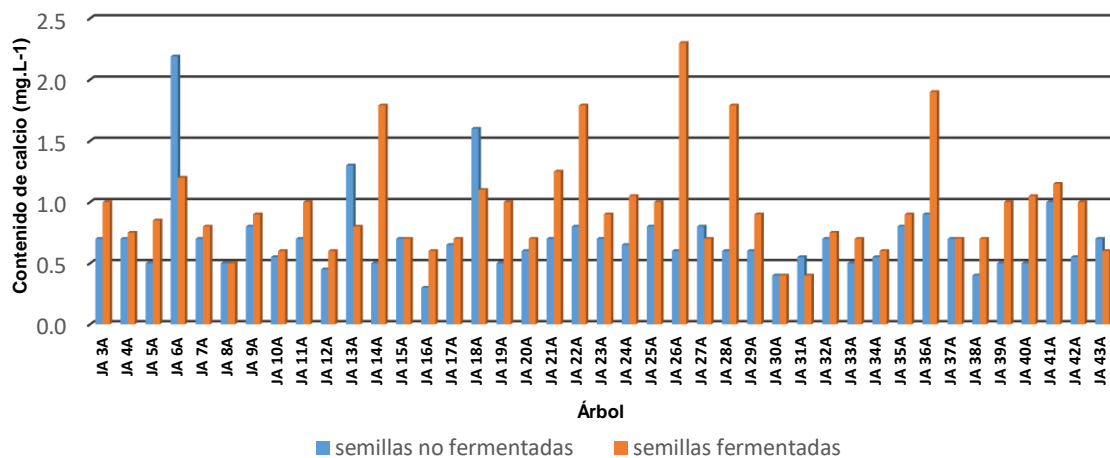


Figura 57. Contenido de calcio en las semillas de cacao de los 41 árboles caracterizados.

4.2.10.5.2. Contenido de fósforo

Las semillas de los árboles JA 6A, JA 10A y JA 41A presentaron el mayor contenido de fósforo con 0.34 mg L^{-1} , mientras que el menor contenido lo presentaron las semillas del árbol JA 24A con 0.04 mg L^{-1} (Figura 58). En el resto de árboles el contenido de fósforo en las semillas osciló entre 0.20 y 0.35 mg L^{-1} . El contenido promedio de fósforo en las semillas de los 41 árboles fue de 0.28 mg L^{-1} , una desviación estándar de 0.05 mg L^{-1} y un coeficiente de variación de 19.13% (Cuadro 16).

Las semillas fermentadas del árbol JA 3A presentaron el mayor contenido de fósforo con 0.32 mg L^{-1} , mientras que el menor contenido de fósforo lo presentaron las semillas del árbol JA 17A con 0.16 mg L^{-1} (Figura 58). En el resto de árboles el contenido de fósforo en

las semillas fermentadas osciló entre 0.20 y 0.31 mg L⁻¹. El contenido promedio de fósforo en semillas fermentadas de los 41 árboles fue de 0.26 mg L⁻¹, una desviación estándar de 0.04 mg L⁻¹ y un coeficiente de variación de 13.53% (Cuadro 17).

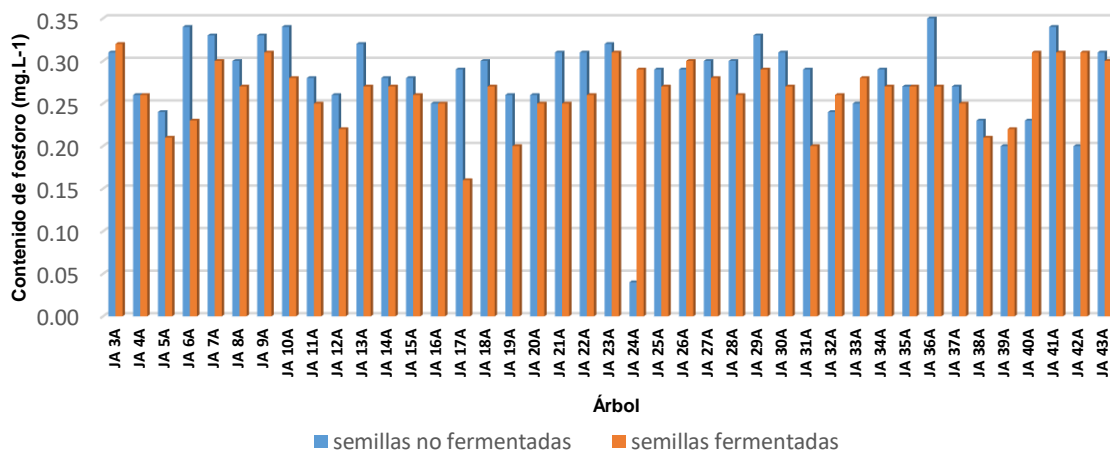


Figura 58. Contenido de fósforo en la semilla de cacao de los 41 árboles caracterizados.

4.2.10.5.3. Contenido de potasio

Las semillas del árbol JA 3A presentaron el mayor contenido de potasio con 18.82 mg L⁻¹, mientras que el menor contenido lo presentaron las semillas del árbol JA 22A con 9.48 mg L⁻¹ (Figura 59). En el resto de árboles el contenido de potasio en las semillas osciló entre 10.47 y 17.57 mg L⁻¹. El contenido promedio de potasio en las semillas de los 41 árboles fue de 13.57 mg L⁻¹, una desviación estándar de 2.33 mg L⁻¹ y un coeficiente de variación de 17.17% (Cuadro 16); esta variable mostró una correlación negativa significativa de $r = -0.75$ con la variable proteína cruda; una $r = -0.50$ con la variable fibra cruda y una $r = -0.56$ con la variable peso seco de una semilla (Cuadro A 9). Lo que significa que al aumentar el contenido de potasio, disminuye la proteína y el peso seco de una semilla.

Las semillas fermentadas del árbol JA 16A presentaron el mayor contenido de potasio con 18.34 mg L⁻¹, mientras que el menor contenido de potasio lo presentaron las semillas del árbol JA 19A con 7.77 mg L⁻¹ (Figura 59). En el resto de árboles el contenido de potasio en las semillas fermentadas osciló entre 8.32 y 18.14 mg L⁻¹. El contenido promedio en las semillas fermentadas de los 41 árboles fue 13.84 mg L⁻¹, una desviación estándar de 2.57 mg L⁻¹ y un coeficiente de variación de 18.57% (Cuadro 17).

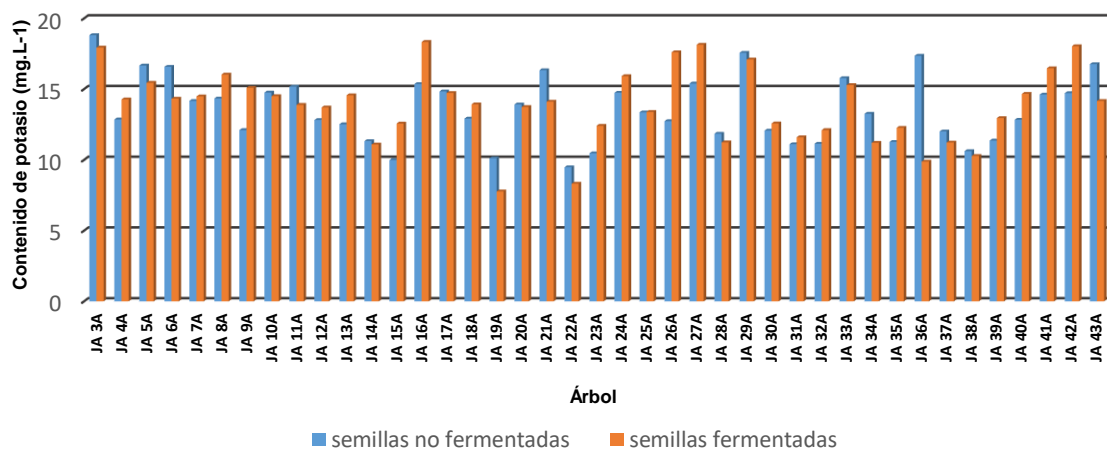


Figura 59. Contenido de potasio en la semilla de cacao de los 41 árboles caracterizados.

Cuadro 16. Análisis bromatológico de semillas de los 41 árboles de cacao

Árboles	Grasa (%)	Proteína cruda (%)	Fibra cruda (%)	Ceniza (%)	Carbohidrato (%)	Ca (mg L ⁻¹)	P (mg L ⁻¹)	K (mg L ⁻¹)	pH del mucilago	Grados Brix del mucilago
JA 3A	47.11	5.61	13.27	7.14	26.87	0.70	0.31	18.82	3.50	18.00
JA 4A	54.74	9.23	13.51	5.44	17.08	0.70	0.26	12.86	3.40	18.41
JA 5A	48.53	9.35	12.09	6.44	23.59	0.50	0.24	16.67	3.50	17.50
JA 6A	38.27	8.77	16.87	5.13	30.96	2.19	0.34	16.58	3.90	15.20
JA 7A	41.99	8.26	14.29	6.19	29.27	0.70	0.33	14.17	3.40	16.50
JA 8A	50.17	7.85	12.95	5.69	23.34	0.50	0.30	14.34	4.60	18.10
JA 9A	35.99	11.28	7.71	4.50	40.52	0.80	0.33	12.11	4.70	15.80
JA 10A	52.45	11.22	13.94	5.84	16.55	0.55	0.34	14.76	3.50	17.70
JA 11A	41.23	15.52	10.28	6.20	26.77	0.70	0.28	15.18	3.70	24.10
JA 12A	53.12	12.66	21.79	4.99	7.44	0.45	0.26	12.82	3.57	18.97
JA 13A	32.54	14.75	22.09	4.29	26.33	1.30	0.32	12.52	4.60	20.10
JA 14A	49.14	14.80	23.41	3.49	9.16	0.50	0.28	11.33	4.00	22.10
JA 15A	36.06	14.52	27.49	3.64	18.29	0.70	0.28	9.99	4.20	21.40
JA 16A	44.24	8.78	12.28	5.59	29.11	0.30	0.25	15.36	4.50	20.80
JA 17A	46.44	12.37	9.86	5.85	25.48	0.65	0.29	14.84	5.40	24.80
JA 18A	43.19	10.37	19.09	3.89	23.46	1.60	0.30	12.92	4.90	24.80
JA 19A	29.65	15.02	25.15	3.39	26.79	0.50	0.26	10.12	4.50	23.50
JA 20A	48.52	10.61	14.02	5.34	21.51	0.60	0.26	13.92	3.90	12.40
JA 21A	44.81	9.44	17.59	6.30	21.86	0.70	0.31	16.34	4.30	24.10
JA 22A	35.43	16.25	33.50	3.49	11.33	0.80	0.31	9.48	3.90	19.50
JA 23A	44.42	16.65	23.56	3.59	11.78	0.70	0.32	10.47	4.00	20.10
JA 24A	49.53	9.39	14.17	5.55	21.36	0.65	0.04	14.75	3.60	17.50
JA 25A	49.50	10.04	14.10	5.19	21.17	0.80	0.29	13.36	4.00	16.50
JA 26A	52.05	12.16	9.62	3.90	22.27	0.60	0.29	12.74	4.50	18.50
JA 27A	38.94	10.88	21.42	5.68	23.08	0.80	0.30	15.40	5.40	11.20
JA 28A	37.53	17.15	20.73	4.08	20.51	0.60	0.30	11.85	4.00	21.50
JA 29A	53.47	9.88	9.61	6.59	20.45	0.60	0.33	17.57	3.50	17.40
JA 30A	43.17	11.64	16.87	4.80	23.52	0.40	0.31	12.07	3.00	16.50
JA 31A	44.12	12.07	25.35	4.29	14.17	0.55	0.29	11.11	3.80	20.60
JA 32A	45.08	11.69	9.46	4.20	29.57	0.70	0.24	11.14	3.50	18.00
JA 33A	56.55	9.50	12.90	5.94	15.11	0.50	0.25	15.78	4.00	19.80
JA 34A	37.24	13.02	28.48	4.80	16.46	0.55	0.29	13.26	3.30	19.50
JA 35A	38.95	14.92	19.94	3.64	22.55	0.80	0.27	11.27	3.70	11.20
JA 36A	45.30	9.79	13.59	6.69	24.63	0.90	0.35	17.36	4.00	13.20
JA 37A	54.44	12.18	14.43	4.75	14.20	0.70	0.27	12.01	4.10	14.50
JA 38A	37.49	13.18	32.90	3.44	12.99	0.40	0.23	10.62	4.40	15.20
JA 39A	33.47	12.57	22.68	4.60	26.68	0.50	0.20	11.37	3.40	18.40
JA 40A	46.51	9.13	20.36	5.24	18.76	0.50	0.23	12.84	3.50	21.50
JA 41A	39.88	12.68	26.90	4.99	15.55	1.00	0.34	14.62	4.30	20.00
JA 42A	30.70	9.50	27.00	5.85	26.95	0.55	0.20	14.72	4.50	14.40
JA 43A	30.99	10.49	25.10	6.09	27.33	0.70	0.31	16.77	4.10	17.50
Promedio	43.49	11.59	18.30	5.04	21.58	0.71	0.28	13.57	4.01	18.46
Desviación estándar	7.26	2.64	6.77	1.04	6.65	0.33	0.05	2.33	0.55	3.46
Coficiente de variación	16.71	37.01	22.80	20.68	30.84	46.91	19.13	17.17	13.64	18.74

Cuadro 17. Análisis bromatológico de semillas de los 41 árboles de cacao fermentado

Árboles	Grasa (%)	Proteína cruda (%)	Fibra cruda (%)	Ceniza (%)	Carbohidrato (%)	Ca (mg L ⁻¹)	P (mg L ⁻¹)	K (mg L ⁻¹)
JA 3A	37.61	23.61	24.55	6.05	8.18	1.00	0.32	17.94
JA 4A	43.76	12.26	13.49	5.70	24.79	0.75	0.26	14.28
JA 5A	39.06	10.52	13.57	6.09	30.76	0.85	0.21	15.45
JA 6A	24.89	12.33	17.85	5.84	39.09	1.20	0.23	14.33
JA 7A	39.63	11.90	12.29	5.70	30.48	0.80	0.30	14.49
JA 8A	35.43	11.25	20.93	6.29	26.10	0.50	0.27	16.03
JA 9A	43.46	14.88	21.22	8.74	11.70	0.90	0.31	15.10
JA 10A	39.72	10.25	18.98	5.59	25.46	0.60	0.28	14.51
JA 11A	28.55	9.87	17.16	5.15	39.27	1.00	0.25	13.89
JA 12A	59.50	11.17	16.98	5.18	7.17	0.60	0.22	13.71
JA 13A	39.26	14.24	20.66	5.64	20.20	0.80	0.27	14.57
JA 14A	34.84	11.02	24.45	3.58	26.11	1.79	0.27	11.09
JA 15A	44.89	17.14	12.08	3.89	22.00	0.70	0.26	12.57
JA 16A	34.73	12.05	17.59	6.65	28.98	0.60	0.25	18.34
JA 17A	40.37	16.07	13.39	6.55	23.62	0.70	0.16	14.73
JA 18A	41.77	15.99	13.50	5.08	23.66	1.10	0.27	13.93
JA 19A	42.60	11.28	34.43	2.54	9.15	1.00	0.20	7.77
JA 20A	47.68	11.62	12.80	5.34	22.56	0.70	0.25	13.74
JA 21A	34.26	12.63	12.57	8.08	32.46	1.25	0.25	14.12
JA 22A	46.56	11.20	28.98	2.64	10.62	1.79	0.26	8.32
JA 23A	51.06	14.96	9.37	4.14	20.47	0.90	0.31	12.41
JA 24A	42.25	9.51	12.39	6.00	29.85	1.05	0.29	15.92
JA 25A	37.54	14.55	14.83	5.09	27.99	1.00	0.27	13.39
JA 26A	42.24	9.58	14.84	4.39	28.95	2.30	0.30	17.61
JA 27A	40.86	14.38	14.09	6.85	23.82	0.70	0.28	18.14
JA 28A	38.19	6.52	22.49	3.75	29.05	1.79	0.26	11.24
JA 29A	47.31	11.06	13.43	6.70	21.50	0.90	0.29	17.10
JA 30A	44.73	13.66	19.29	12.68	9.64	0.40	0.27	12.58
JA 31A	48.61	10.43	20.44	4.94	15.58	0.40	0.20	11.60
JA 32A	44.63	14.44	14.83	4.65	21.45	0.75	0.26	12.11
JA 33A	39.71	12.62	13.36	5.85	28.46	0.70	0.28	15.29
JA 34A	36.78	10.22	32.07	4.74	16.19	0.60	0.27	11.21
JA 35A	43.86	14.88	10.80	3.84	26.62	0.90	0.27	12.27
JA 36A	42.23	10.17	30.81	2.99	13.80	1.90	0.27	9.88
JA 37A	43.25	17.96	13.40	3.69	21.70	0.70	0.25	11.23
JA 38A	47.72	19.28	10.06	3.54	19.40	0.70	0.21	10.28
JA 39A	43.60	11.39	15.77	4.54	24.70	1.00	0.22	12.96
JA 40A	25.67	7.81	27.26	5.65	33.61	1.05	0.31	14.67
JA 41A	36.91	12.08	20.10	6.34	24.57	1.15	0.31	16.48
JA 42A	56.63	12.45	18.46	6.80	5.66	1.00	0.31	18.04
JA 43A	32.99	9.75	26.74	5.34	25.18	0.60	0.30	14.17
Promedio	41.11	12.66	18.10	5.43	22.70	0.95	0.26	13.84
Desviación estándar	6.96	3.18	6.33	1.78	8.28	0.42	0.04	2.57
Coefficiente de variación	16.92	34.94	25.14	36.49	32.81	44.14	13.53	18.57

Según los resultados de los análisis bromatológicos de las semillas y de los coeficientes de variación, las variables: grasa, fósforo, potasio, pH del mucilago y grados Brix, tienen un comportamiento homogéneo; las variables fibra cruda y ceniza tienen un comportamiento heterogéneo; y las variables proteína cruda, carbohidratos y calcio, presentaron alta heterogeneidad (Cuadro 16).

Según los resultados de los análisis bromatológicos de las semillas fermentadas y de los coeficientes de variación, las variables: grasa, fósforo y potasio, tienen un comportamiento homogéneo; la variable fibra cruda presentó un comportamiento heterogéneo; y las variables proteína cruda, carbohidratos y calcio, tienen un comportamiento altamente heterogéneo (Cuadro 17).

4.2.11. Estimación de la variabilidad genética a través de estadística simple

En el cuadro 18 se observa la existencia de descriptores que mostraron coeficientes de variación que oscilan entre 8.71 siendo estos valores homogéneos y 225.04% siendo este valor altamente heterogéneo, lo cual revela un amplio rango de dispersión de las características dentro de la población de árboles estudiados, por lo que la variabilidad genética en la especie es alta para las variables número de chupones por árbol, diámetro a la altura del pecho, altura del árbol, número de mazorcas, número de flores por cojín, número de cojinetes florales por metro lineal, largo del ovario, ancho del ovario, número de óvulos por ovario, altura de caballete, profundidad de surcos en la mazorca, grosor de cáscara de la mazorca, peso de la mazorca, peso de mucilago incluyendo la placenta, peso de cáscara de la mazorca sin mucilago, peso fresco de semilla, peso seco de semillas, número de semillas por mazorca, peso seco de una semilla, índice de mazorca.

Mientras tanto las variables cuantitativas que presentaron una homogeneidad fueron las siguientes largo de la hoja, ancho de la hoja, ancho de sépalo, longitud de sépalo, largo de estaminodios, longitud del estilo del ovario, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, longitud de semilla, ancho de semilla, grosor de semilla, índice de semilla, número de semillas por kg.

Por lo tanto, fue necesario realizar análisis de correlación, componentes principales y conglomerados, para determinar en un conjunto de variables, cuales son las más homogéneas, es decir, las que tienen un comportamiento parecido.

Cuadro 18. Estimación de la variabilidad genética de 41 árboles de cacao

Variablen	Media	Desviación estándar	Coficiente de variación
Características morfológicas del árbol			
Altura del árbol (m)	3.55	0.90	25.33
Diámetro a altura del pecho (cm)	8.31	2.03	24.44
Número de chupones por árbol	0.78	1.78	228.32
Número de mazorcas por árbol	40.37	20.88	51.72
Características morfológicas de la hoja			
Largo de la hoja (cm):	32.13	2.76	8.60
Ancho de la hoja (cm):	11.00	0.99	9.00
Características morfológicas de la flor			
Número de flores por cojinete floral	8.45	6.05	71.57
Número de cojinetes florales por metro lineal	39.37	13.30	33.79
Longitud de sépalo (mm):	6.77	0.81	11.94
Ancho de sépalo (mm):	2.46	0.37	14.98
Longitud de estaminodios (mm):	5.93	0.60	10.11
Largo del ovario (mm):	2.20	0.57	25.73
Ancho del ovario (mm):	1.51	0.34	22.70
Número de óvulos por ovario	93.76	36.36	38.78
Longitud del estilo del ovario en (mm):	2.15	0.41	19.25
Características morfológicas de la mazorca			
Peso de la mazorca (g):	16.35	3.23	19.78
Longitud de la mazorca (cm):	7.99	0.78	9.76
Diámetro de la mazorca (cm):	15.15	3.79	25.00
Altura de caballete de la mazorca (cm):	2.76	1.29	46.74
Grosor de cáscara de la mazorca (cm)	12.07	3.12	25.86
Profundidad de surco en la mazorca (cm):	439.76	142.41	32.38
Peso del mucilago más la placenta (g)	45.12	17.39	38.54
Peso de cáscara de la mazorca sin mucilago (g):	351.40	145.92	41.53
Número de semillas por mazorca	31.17	5.89	18.88
Índice de mazorca	40.51	11.69	28.87
Características morfológicas de la semilla			
Largo de semilla (cm):	2.22	0.31	14.12
Ancho de semilla (cm):	1.32	0.20	15.27
Grosor de semilla (cm)	0.86	0.11	12.69
Peso fresco de semilla (g)	42.35	14.81	34.98
Peso seco de semilla (g):	27.04	8.67	32.08
Peso seco de una semilla (g)	0.86	0.19	22.04
Índice de semilla	121.45	24.08	19.83
Número de semilla por kg	1214.54	240.84	19.83
Análisis bromatológico			
Grasa (%)	43.49	7.26	16.71
Proteína cruda (%)	11.59	2.64	22.80
Fibra cruda (%)	18.30	6.77	37.01
Ceniza (%)	21.58	6.65	30.84
Carbohidratos (%)	5.04	1.04	20.68
Calcio (mg.L ⁻¹)	0.71	0.33	46.91
Fósforo (mg.L ⁻¹)	0.28	0.05	19.13
Potasio (mg.L ⁻¹)	13.57	2.33	17.17
pH	4.01	0.55	13.64
Grados Brix	18.46	3.46	18.74

En resumen, las variables que mostraron comportamientos homogéneos fueron las características morfológicas de las hojas, características de la mazorca como la longitud y diámetro, en la parte de la semilla el largo ancho y espesor, así como también el índice de semilla y el número de semillas por kilogramo.

4.2.12. Análisis factorial mediante el método de componentes principales

El análisis de componentes principales es una técnica estadística multivariante muy importante y de gran relevancia en el estudio de caracterización, ya que tiene como finalidad identificar cuáles son las variables que presentan mayor asociación e influyen sobre el resto y determinar cuáles son las que ejercen menor influencia. Para dicho análisis se incorporaron 41 árboles y 33 descriptores cuantitativos sujetos del análisis descriptivo.

En el cuadro 19, se muestran las comunalidades de los descriptores involucrados, una comunalidad de una variable es la proporción de la varianza que puede ser explicada por el modelo factorial obtenido. Los resultados indican que el descriptor de número de flores por cojinete floral, es la que menos contribuye a explicar el fenómeno, ya que el modelo factorial solo es capaz de reproducir el 75.30% de su variable original, aunque este valor es muy aceptable estadísticamente.

Además, se observó que la calidad de representación de los descriptores en el plano factorial es importante, tal que el resto de los descriptores involucrados oscilaron de 75.38% para el caso de altura del árbol a 96.76 % correspondiente peso seco de semilla; determinándose de manera general que los 32 descriptores restantes están bien representados en el plano factorial; por lo tanto, buena parte de las varianzas, producto de los descriptores, son aplicadas por el modelo factorial obtenido.

Cuadro 19. Comunalidades de los descriptores cuantitativos de cacao.

Sección	Variables	Inicial	Extracción	Porcentaje (%)
Árbol	Altura del árbol (m)	1	0.75	75.38
	Diámetro a altura del pecho (cm)	1	0.81	81.16
	Número de chupones por árbol	1	0.75	74.56
	Número de mazorcas	1	0.77	76.70
Hoja	Largo de la hoja (cm)	1	0.85	84.89
	Ancho de la hoja (cm)	1	0.87	87.24
Flor	Número de flores por cojinete floral	1	0.75	75.30
	Número de cojinetes florales por metro lineal	1	0.76	76.13
	Longitud de sépalo (mm)	1	0.79	79.10
	Ancho de sépalo (mm)	1	0.76	75.52
	Longitud de estaminodios (mm)	1	0.80	80.44
	Largo del ovario (mm)	1	0.86	86.21
	Ancho del ovario (mm)	1	0.82	82.11
	Número de óvulos por ovario	1	0.89	88.52
Mazorca	Longitud del estilo del ovario en (mm)	1	0.81	80.81
	Peso de las mazorca (g)	1	0.92	92.21
	Longitud de las mazorca (cm)	1	0.84	83.85
	Diámetro de las mazorca (cm)	1	0.89	89.23
	Altura de caballete de las mazorcas (cm)	1	0.89	88.80
	Grosor de cáscara de las mazorcas (cm)	1	0.90	90.39
	Profundidad de surco en las mazorcas (cm)	1	0.79	79.21
	Peso de mucílago incluyendo la placenta (g)	1	0.73	72.91
	Peso de cáscara de las mazorcas sin mucílago (g)	1	0.92	92.11
	Número de semilla por mazorcas	1	0.94	94.02
Semilla	Índice de mazorca	1	0.95	95.10
	Largo de semilla en (cm)	1	0.91	90.60
	Ancho de semilla en (cm)	1	0.93	92.99
	Grosor de semilla en (cm)	1	0.86	86.05
	Peso fresco de semilla (g)	1	0.93	93.00
	peso seco de semilla (g)	1	0.97	96.76
	Peso seco de una semilla (g)	1	0.94	94.03
	Índice de semilla (100 g)	1	0.95	95.36
Bromatológico	Número de semilla.kg ⁻¹	1	0.95	95.10
	Grasa (%)	1	0.82	81.79
	Proteína cruda (%)	1	0.89	89.86
	Fibra cruda (%)	1	0.89	88.49
	Ceniza (%)	1	0.78	78.48
	Carbohidratos (%)	1	0.88	87.89
	Calcio (mg.L ⁻¹)	1	0.88	87.64
	Fosforo (mg.L ⁻¹)	1	0.83	82.60
	Potasio (mg.L ⁻¹)	1	0.89	89.06
	pH	1	0.83	83.46
Grados brix	1	0.83	82.53	

Fuente: Método de extracción: Análisis de Comunalidades

4.2.13. Análisis de correlación

En el cuadro A 8 al A 9 se presentan los resultados de las correlaciones involucradas entre los descriptores. Al finalizar el cuadro se observa la magnitud de la asociación entre las variables, identificando los descriptores que están muy asociados y significativos estadísticamente ($P < 0.05$) (Correlación alta) y las que no lo son (correlaciones bajas y no significativa).

Los resultados mostraron las altas correlaciones negativas en un rango que va de -0.75 a -0.71, en donde al menos 4 correlaciones resultaron ser altamente significativas estadísticamente.

Al analizar la matriz de correlación, se observó que existen correlaciones lineales significativas negativas entre los descriptores, en relación a la variable proteína tiene una elevada correlación con la variable potasio con $r = -0.75$, lo que nos indica que, si aumenta el porcentaje de proteína cruda, disminuye el porcentaje de potasio en la semilla de cacao. Las correlaciones que resultaron ser altamente significativas fueron el peso seco de semillas con índice de semilla con $P=0.004$; peso seco de semillas con número de semillas por kilogramo con $P= 0.004$; índice de semillas con peso seco de semillas con $P \leq 0.004$ y finalmente número de semilla por kilogramo con peso seco de semillas con $P \leq 0.004$. lo anterior indica que al aumentarse una dimensión la otra disminuye en el mismo sentido, siendo estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0.005$). La menor correlación se encontró la variable índice de semilla con número de semilla por kilogramo con $r=-0.71$, las demás correlaciones negativas oscilan entre $r = -0.75$ y $r = -0.72$ (Cuadro A 9).

Los resultados mostraron las altas correlaciones positivas en un rango que va de 0.61 a 0.95, en donde al menos 12 correlaciones resultaron ser altamente significativas estadísticamente.

Al analizar la matriz de correlación, se observó que existen correlaciones lineales significativas positivas entre los descriptores, en relación a la variable número de semillas por kilogramo tiene una elevada correlación con la variable índice de semilla con $r = 0.95$ y $\alpha = 0.049$. lo que nos indica que, si aumenta el número de semillas por kilogramo, aumenta el índice de semilla. Las correlaciones que resultaron ser altamente significativas fueron el peso seco de semillas con peso seco de una semilla con $\alpha = 0.000$; peso seco de una semilla con peso seco de semillas con $\alpha = 0.000$; longitud de la semilla con ancho de la semilla con $\alpha = 0.000$; ancho de la semilla con largo de la semilla con $\alpha = 0.000$; grosor de cáscara de la mazorca con peso de la mazorca con $\alpha = 0.004$; peso fresco de semilla con peso seco de semillas con $\alpha = 0.003$; diámetro de la mazorca con peso de cascara sin mucilago con $\alpha = 0.009$.

Esto indica que al aumentarse una dimensión la otra aumenta en el mismo sentido, siendo estadísticamente altamente significativo ($\alpha \leq 0.005$). La menor correlación se encontró la variable peso de la mazorca con peso del mucilago incluyendo la placenta con $r=0.61$, las demás correlaciones negativas oscilan entre $r= 0.68$ y $r= 0.84$ (Cuadro A 10).

Lo anterior, es certificado con el coeficiente determinante encontrado ($\alpha \leq 0.005$); ya que está cercano a cero y es un indicativo de que existe una estructura de correlación importante entre los descriptores, dando coyuntura al análisis factorial; en otras palabras, es un indicativo que los descriptores están linealmente relacionados, lo cual es ratificado con la medida de adecuación maestra Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de Bartlett que se obtuvo un valor de KMO de 0.306 y una significancia de 0.000, lo que indica que el modelo factorial es relativamente adecuado para explicar los datos (Cuadro 20).

Cuadro 20. Método Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y prueba de esfericidad de Bartlett

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.306
Chi-cuadrado aproximada		937.886
Prueba de esfericidad de Bartlett	gl	496
	Sig.	.000

Fuente: Método KMO y prueba de esfericidad de Bartlett

4.2.14. Análisis de componentes principales y sus respectivas variables

En el cuadro 21 se denotan los resultados de los auto valores que permiten visualizar el número de componentes principales adecuados que se relacionan con la varianza explicada total.

En la investigación, se obtuvieron valores que representan la cantidad de varianza de todas las variables indicadoras que puede ser explicadas por un factor determinado, por lo tanto, para fines puntuales, cada uno de los descriptores contribuyó con un valor de 1 en la varianza total y se eligieron los factores con propios valores iguales o mayores a 1 para garantizar que explican la varianza de al menos un descriptor.

En el cuadro 21 también se observa que los primeros 14 componentes, expresan la variabilidad existente total en la especie con 84.98% de confiabilidad.

En el cuadro 22 se denotan los resultados de los componentes y los árboles que pertenecen a estos analizados con un valor absoluto de 0.50 de significancia, permitiendo agrupar un número definido de variables en cada uno de ellos. Los componentes 6, 9, 10, 11, 13 y 14 no mostraron variables asociadas a ellos debido a que valor absoluto asignado en el análisis fueron menores a 0.50 de significancia.

La figura 60 muestra la formación de un ángulo de 45° justamente sobre el componente 14 por cuanto, si un valor se aproxima a cero significa que el factor correspondiente a ese autovalor es incapaz de explicar una cantidad relevante de la varianza total. Por tanto, un factor al que corresponde un auto valor próximo a cero se considera un factor residual y carente de sentido en el análisis. Por lo tanto, se hace el análisis de la información siguiente (Cuadro 21 y 22):

Componente 1. Contribuyó con 19.89% de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron para la formación de este fueron el peso seco de una semilla (g), peso seco de semilla (g), peso de la mazorca (g), peso de cáscara de la mazorca sin mucílago (g), peso fresco de semilla (g), longitud de semilla (cm), longitud de la mazorca (cm), ancho de semilla (cm), peso de mucílago incluyendo la placenta (g), diámetro de la mazorca (cm) y proteína cruda (%) contribuyendo de forma positiva a dicho componente; mientras tanto el número de semillas.Kg⁻¹, índice de semilla, Índice de mazorca y potasio (mg.L⁻¹) contribuyeron de forma negativa al análisis de este componente. Este componente está representado por características propias de la mazorca, es decir, características asociadas tanto a las mazorcas como las semillas incluyendo algunas variables bromatológicas realizadas a las semillas.

Componente 2. Contribuyó con 11.01% de la varianza total explicada, las variables que contribuyeron para la formación de este fueron la profundidad de surco en la mazorca (cm); contribuyendo de forma positiva al análisis de este componente, mientras tanto la altura del árbol (m), largo de la hoja (cm), contribuyeron de forma negativa al análisis. Este componente lo definen características asociadas a la mazorca, hojas y árbol, siendo dichas características las que definen al componente.

Componente 3. Aportó con 10.08% de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron son las siguientes el peso fresco de semillas (g) y número de semillas por mazorca contribuyendo de manera positiva al análisis de este componente; mientras tanto: diámetro de la mazorca (cm), proteína cruda (%) y grosor de cáscara de la mazorca (cm) contribuyeron de manera negativa al análisis. Este componente está representado por características asociadas a la mazorca, es decir, características asociadas tanto a la mazorca como las semillas incluyendo algunas variables bromatológicas realizadas a las semillas.

Componente 4. Aportó con 7.26 % de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron son el largo de la hoja (cm), ancho de sépalo (mm) y ancho del ovario (mm); contribuyendo de manera positiva al análisis de este componente. Este componente está definido por características asociadas a las hojas, así como también características asociadas a la flor.

Componente 5. Contribuyó con 5.87% de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron fueron la longitud de sépalo (mm); contribuyendo de manera negativa al análisis de este componente. Este componente está definido por características asociadas a la flor.

Componente 6. Contribuyó con 4.73% de la varianza total explicada, este componente no mostró ninguna variable asociada debido a que sus valores absoluto fueron menores a 0.50 de significancia.

Componente 7. Contribuyó con 4.51% de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron son el pH del mucílago, contribuyendo negativamente al análisis de este componente. Este componente está definido por características asociadas a la mazorca.

Componente 8. Contribuyó con 4.19% de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron fueron: largo del ovario (mm), contribuyendo de forma negativa al análisis de este componente y fosforo (mg. L⁻¹), contribuyendo de forma positiva. Este componente está definido por características asociadas a la flor y a la mazorca en la parte de las semillas.

Componente 9. Contribuyó con 3.66% de la varianza total explicada, este componente no mostró ninguna variable asociada debido a que sus valores absoluto fueron menores a 0.50 de significancia.

Componente 10. Contribuyó con 3.47% de la varianza total explicada, este componente no mostró ninguna variable asociada debido a que sus valores absoluto fueron menores a 0.50 de significancia.

Componente 11. Contribuyeron con 3.08% de la varianza total explicada, este componente no mostró ninguna variable asociada debido a que sus valores absoluto fueron menores a 0.50 de significancia.

Componente 12. Contribuyeron con 2.60% de la varianza total explicada, las variables relacionadas fueron el número de mazorcas, contribuyendo de manera positiva al análisis de este componente. Este componente está definido por características asociadas al árbol.

Componente 13. Contribuyó con 2.35% de la varianza total explicada, este componente no mostró ninguna variable asociada debido a que sus valores absoluto fueron menores a 0.50 de significancia.

Componente 14. Contribuyó con 2.23% de la varianza total explicada, este componente no mostró ninguna variable asociada debido a que sus valores absoluto fueron menores a 0.50 de significancia.

Los restantes componentes no son significativos ya que sus autovalores se acercan a cero, siendo incapaz de explicar una cantidad relevante de la varianza total.

Cuadro 21. Número de componentes principales y su correlación con la varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	9.151	19.894	19.894	9.151	19.894	19.894	5.329	11.585	11.585
2	5.066	11.014	30.908	5.066	11.014	30.908	4.940	10.740	22.326
3	4.640	10.088	40.996	4.640	10.088	40.996	4.339	9.432	31.757
4	3.341	7.263	48.258	3.341	7.263	48.258	3.868	8.409	40.167
5	2.701	5.871	54.129	2.701	5.871	54.129	3.752	8.156	48.323
6	2.178	4.734	58.863	2.178	4.734	58.863	2.554	5.551	53.874
7	2.078	4.518	63.381	2.078	4.518	63.381	2.357	5.124	58.998
8	1.927	4.190	67.571	1.927	4.190	67.571	2.028	4.408	63.406
9	1.685	3.663	71.234	1.685	3.663	71.234	1.798	3.910	67.316
10	1.598	3.475	74.709	1.598	3.475	74.709	1.779	3.866	71.182
11	1.417	3.080	77.789	1.417	3.080	77.789	1.669	3.628	74.810
12	1.199	2.607	80.396	1.199	2.607	80.396	1.605	3.488	78.299
13	1.085	2.359	82.755	1.085	2.359	82.755	1.564	3.400	81.699
14	1.026	2.231	84.986	1.026	2.231	84.986	1.512	3.287	84.986
15	.885	1.924	86.911						
16	.811	1.763	88.674						
17	.668	1.452	90.126						
18	.646	1.405	91.531						
19	.535	1.164	92.695						
20	.478	1.039	93.735						
21	.433	.940	94.675						
22	.381	.829	95.504						
23	.351	.764	96.268						
24	.313	.680	96.948						
25	.278	.603	97.551						
26	.218	.474	98.026						
27	.201	.437	98.463						
28	.140	.304	98.767						
29	.124	.270	99.037						
30	.109	.236	99.273						
31	.090	.196	99.470						
32	.070	.152	99.621						
33	.059	.129	99.750						
34	.043	.093	99.843						
35	.031	.068	99.912						
36	.018	.039	99.950						

37	.012	.025	99.976
38	.008	.018	99.994
39	.003	.006	99.999
40	.000	.001	100.000
41	8.673E-16	1.885E-15	100.000
42	3.605E-16	7.838E-16	100.000
43	3.595E-17	7.816E-17	100.000
44	-1.306E-16	-2.840E-16	100.000
45	-3.820E-16	-8.304E-16	100.000
46	-6.071E-16	-1.320E-15	100.000

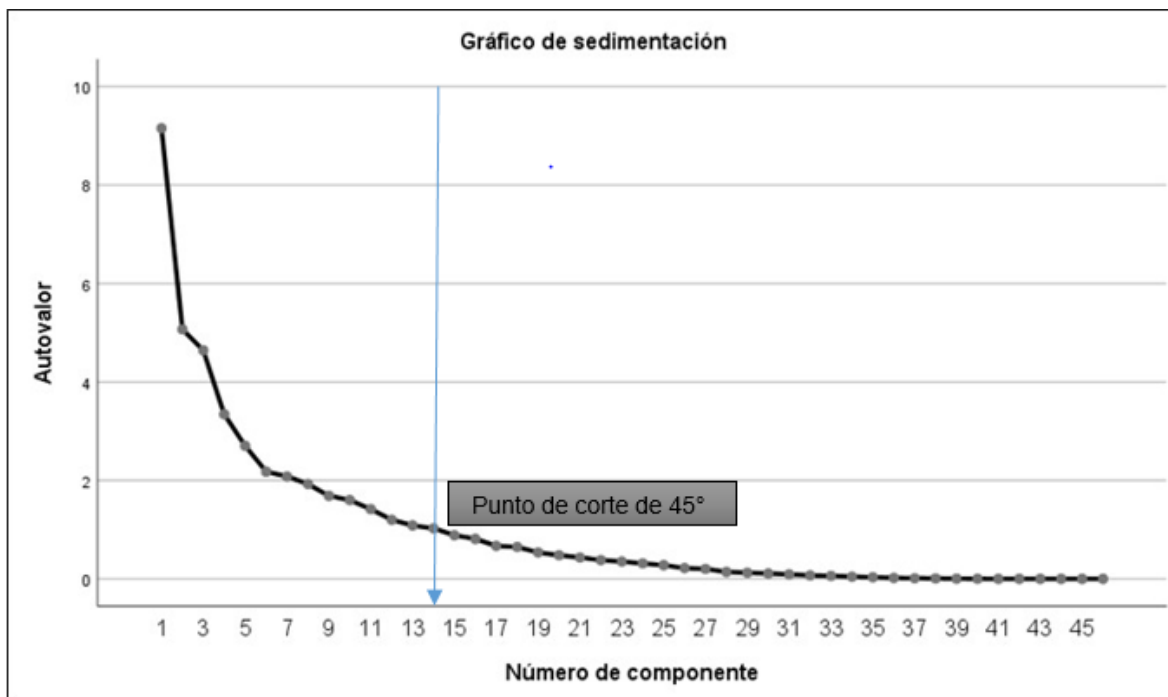


Figura 60. Proporción de la varianza explicada por cada componente principal

4.2.15. Análisis de conglomerados de 41 árboles de cacao caracterizados

El agrupamiento de objetos multivariado es frecuentemente utilizado como método exploratorio de datos, con la finalidad de obtener mayor conocimiento sobre la estructura de las observaciones y variables de estudio, es decir, los objetivos o variables en un mismo grupo comparten el mayor número permisible de características y los diferentes grupos tienden a ser distintos.

Para Díaz de Rada (2002) citado por Villeda Castillo (2014), debe retomarse las medidas de proximidad entre los n casos tomados de dos en dos y cuando se emplea el método Ward es preciso considerar la distancia euclídea al cuadrado entre dos individuos, considerando dos variables, definida como la suma de las diferencias entre los elementos al cuadrado.

A partir de lo anterior se construyó un dendrograma (Figura 61), donde se muestra el proceso de agrupamiento entre los casos y la distancia en la que se produce cada agrupamiento. En tal sentido, un dendrograma es la representación gráfica del historial de conglomerados que proporciona información muy valiosa sobre el número final de conglomerado (Cuadro 23).

Cuadro 23. Árboles que pertenecen a los 14 clúster existentes en el análisis

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
JA 3A	JA 4A	JA 5 ^a	JA 6A	JA 7A	JA 8A	JA 9A	JA 10A	JA 20A	JA 21A	JA 22A	JA 23A	JA 26A	JA 28A
JA 11A	JA 14A	JA 16A	JA 12A	JA 36A	JA 24A	JA 32A	JA 35A	JA 34A					
JA 41A	JA 17A	JA 19A	JA 13A		JA 25A	JA 39A	JA 37A						
JA 43A	JA 28A	JA 27A	JA 15A				JA 38A						
	JA 29A		JA 18A										
			JA 31A										
			JA 33A										
			JA 40A										

El conglomerado 1. Está formado por los árboles: JA 3A, JA 11A, JA 41A y JA 43A; estos materiales fueron influenciados por las variables potasio (mg. L^{-1}), ceniza (%), proteína cruda (%), índice de semilla, número de semilla. kg^{-1} y peso seco de una semilla (g). Este grupo se caracterizó por presentar los valores más altos en las siguientes variables: potasio (JA 3A); ceniza (JA 3A); proteína cruda (JA 3A); índice de semilla (JA 3A) y número de semilla por kilogramo (JA 3A), el coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 20.39% (Cuadro 24 y Cuadro 38). Este conglomerado responde a características asociadas a la mazorca, específicamente a características propias de las semillas.

Cuadro 24. Variables cuantitativas de conglomerado uno

Conglomerado 1	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Potasio (mg. l^{-1})	13.57	9.48	18.82	2.33	17.17
Ceniza (%)	5.04	3.39	7.14	1.04	20.68
Proteína cruda (%)	11.59	5.61	17.15	2.64	22.80
Índice de semilla	121.45	65.36	169.49	24.08	19.83
Número de semilla. kg^{-1}	1214.54	653.59	1694.92	240.84	19.83
Peso seco de una semilla (g)	0.86	0.59	1.53	0.19	22.04
Coefficiente de variación promedio					20.39

Conglomerado 2. Está formado por los árboles: JA 4A, JA 14A y JA 17A, JA 28A, JA 29A, dichos arboles fueron influenciados por las variables peso de cáscara de la mazorca sin mucílago (g) grosor de cáscara de la mazorca (cm), altura de caballete de la mazorca (cm), peso de la mazorca (g) y diámetro de la mazorca (cm). Este grupo se caracterizó por presentar los valores más altos en las siguientes variables: peso de cáscara de la mazorca sin mucílago (JA 28A); altura de caballete de la mazorca (JA 28A); peso de la mazorca (JA 28A) y diámetro de la mazorca (JA 28A). el coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 26.90% (Cuadro 25 y Cuadro 38). Este conglomerado responde a características propias de la mazorca.

Cuadro 25. Variables cuantitativas de conglomerado dos

Conglomerado 2	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Peso de cáscara de la mazorca sin mucílago (g)	351.40	164.00	745.95	145.92	41.53
Grosor de cáscara de la mazorca (cm)	1.21	0.58	2.11	0.31	25.88
Altura de caballete de la mazorca (cm)	1.52	0.80	2.50	0.38	24.96
Peso de la mazorca (g)	439.76	226.40	883.10	142.41	32.38
Diámetro de la mazorca (cm)	7.99	6.83	10.00	0.78	9.76
Coefficiente de variación promedio					26.90

Conglomerado 3. Está formado por los arboles: JA 5A, JA 16A, JA 19A y JA 27A, dichos árboles fueron influenciados por las variables número de semillas por mazorca, número de óvulos por ovario, índice de mazorca, peso fresco de semillas (g), peso seco de semillas (g). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 30.71% (Cuadro 26). Este conglomerado responde a características asociadas a la mazorca y flor.

Cuadro 26. Variables cuantitativas de conglomerado tres

Conglomerado 3	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Número de semillas por mazorca	31.37	18.00	45.00	5.92	18.89
Número de óvulos por ovario	93.76	28.00	180.00	36.36	38.78
Índice de mazorca	40.27	16.34	79.37	11.61	28.84
Peso fresco de semillas (g)	42.35	6.80	89.05	14.81	34.98
Peso seco de semillas (g)	27.04	12.55	61.15	8.67	32.08
Coefficiente de variación promedio					30.71

Conglomerado 4. Está formado por los arboles: JA 6A, JA 12A, JA 13A y JA 15A y JA 18A, JA 31A, JA 33A Y JA 40A. dichos árboles fueron influenciados por las variables peso seco de una semilla (g), peso fresco de semillas (g), longitud de la semilla (cm), ancho de la semilla (cm), grosor de la semilla (cm). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 19.82% (Cuadro 27). Este conglomerado está representado por características asociadas a la mazorca.

Cuadro 27. Variables cuantitativas de conglomerado cuatro

Conglomerado 4	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Peso seco de una semilla (g)	0.86	0.59	1.53	0.19	22.04
Peso fresco de semillas (g)	42.35	6.80	89.05	14.81	34.98
Longitud de la semilla (cm)	2.22	1.80	3.72	0.31	14.12
Ancho de la semilla (cm)	1.32	1.05	2.41	0.20	15.27
Grosor de la semilla (cm)	0.86	0.62	1.14	0.11	12.69
Coefficiente de variación promedio					19.82

Conglomerado 5. Está formado por los árboles: JA 7A y JA 36A, siendo influenciados por la variable largo de la hoja (cm), ancho de la hoja (cm), ancho de sépalo (mm), longitud del estilo del ovario (mm), ancho del ovario (mm). Este grupo se caracterizó por presentar los valores más altos en las siguientes variables: ancho de sépalo (JA 7A). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 14.91% (Cuadro 28 y Cuadro 38). Este conglomerado está representado por variables asociadas a la hoja y la flor.

Cuadro 28. Variables cuantitativas de conglomerado cinco

Conglomerado 5	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coeficiente de variación
Largo de la hoja (cm)	32.13	27.15	37.17	2.76	8.60
Ancho de la hoja (cm)	11.00	8.81	13.47	0.99	9.00
Ancho de sépalo (mm)	2.46	1.80	3.34	0.37	14.98
Longitud del estilo del ovario (mm)	2.15	1.10	3.40	0.41	19.25
Ancho del ovario (mm)	1.51	1.00	2.00	0.34	22.70
Coeficiente de variación promedio					14.91

Conglomerado 6. Está formado por los árboles: JA 8A, JA 24A y JA 25A. influenciados por la variable ancho de la hoja (cm), diámetro a la altura del pecho (cm), longitud de sépalo (mm), altura del árbol (m). Este grupo se caracterizó por presentar los valores más altos en las siguientes variables: altura del árbol (JA 24A y JA 25A). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 17.58% (Cuadro 29 y Cuadro 38). Este conglomerado está representado por variables asociadas a la hoja, árbol y flor.

Cuadro 29. Variables cuantitativas de conglomerado seis

Conglomerado 6	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coeficiente de variación
Ancho de la hoja (cm)	32.13	27.15	37.17	2.76	8.60
Diámetro a la altura del pecho (cm)	8.31	4.00	13.00	2.03	24.44
Longitud de sépalo (mm)	6.77	3.10	8.50	0.81	11.94
Altura del árbol (m)	3.55	1.80	5.00	0.90	25.33
Coeficiente de variación promedio					17.58

Conglomerado 7. Está formado por los árboles: JA 9A, JA 32A y JA 39A. influenciado por las variables: fibra cruda (%) y grasa (%). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 26.86% (Cuadro 30). Este conglomerado está representado por variables asociadas al mazorca en específico a las semillas.

Cuadro 30. Variables cuantitativas de conglomerado siete

Conglomerado 7	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Fibra cruda (%)	18.30	7.71	35.50	6.77	37.01
Grasa (%)	43.49	29.65	56.55	7.26	16.71
Coefficiente de variación promedio					26.86

Conglomerado 8. Está formado por los árboles: JA 10A, JA 35A, JA 37A y JA 38A. influenciado por las variables: profundidad de surco en la mazorca (cm). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 45.99% (Cuadro 31). Este conglomerado está representado por variables asociadas a la mazorca.

Cuadro 31. Variables cuantitativas de conglomerado ocho

Conglomerado 8	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Profundidad de surco en la mazorca (cm)	0.28	0.10	0.71	0.13	45.99
Coefficiente de variación promedio					45.99

Conglomerado 9. Está formado por el árbol: JA 20A, y JA 34A. Influenciado por la variable calcio (mg. L^{-1}), fósforo (mg. L^{-1}). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 33.02% (Cuadro 32). Este conglomerado está representado por variables asociadas al mazorca en específico a las semillas.

Cuadro 32. Variables cuantitativas de conglomerado nueve

Conglomerado 9	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Calcio (mg. L^{-1})	0.71	0.30	2.19	0.33	46.91
Fósforo (mg. L^{-1})	0.28	0.04	0.35	0.05	19.13
Coefficiente de variación promedio					33.02

Conglomerado 10. Está formado por el árbol: JA 21A. Influenciado por la variable: humedad total (%). El coeficiente de variación promedio fue de 72.28% (Cuadro 33). Este conglomerado está representado por variables asociadas al mazorca en específico a las semillas.

Cuadro 33. Variables cuantitativas del conglomerado 10

Conglomerado 10	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Humedad total (%)	2.50	1.19	13.28	1.80	72.28
Coefficiente de variación promedio					72.28

Conglomerado 11. Está formado por el árbol: JA 22A. Influenciado por las variables: Número de cojinetes florales por metro lineal y pH del mucílago. El coeficiente de variación promedio fue de 23.72% (Cuadro 34). Este conglomerado está representado por variables asociadas al árbol y mazorca en específico a las semillas.

Cuadro 34. Variables cuantitativas de conglomerado 11

Conglomerado 11	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coeficiente de variación
Número de cojinetes florales por metro lineal	39.37	20.00	74.00	13.30	33.79
pH del mucílago	4.01	3.00	5.40	0.55	13.64
Coeficiente de variación promedio					23.72

Conglomerado 12. Está formado por el árbol: JA 23A influenciado por la variable número de chupones por árbol y pH del mucílago. El coeficiente de variación promedio fue de 120.98%. (Cuadro 35). Este conglomerado está representado por variables asociadas al árbol y mazorca en específico a las semillas.

Cuadro 35. Variables cuantitativas de conglomerado 12

Conglomerado 12	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coeficiente de variación
pH del mucílago	4.01	3.00	5.40	0.55	13.64
Número de chupones por árbol	0.78	0.00	8.08	1.78	228.32
Coeficiente de variación promedio					120.98

Conglomerado 13. Está formado por el árbol: JA 26A influenciado por la variable grados brix del mucílago. El coeficiente de variación promedio fue de 18.74% (Cuadro 36). Este conglomerado está representado por variables asociadas a la mazorca en específico a las semillas.

Cuadro 36. Variables cuantitativas de conglomerado 13

Conglomerado 13	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coeficiente de variación
Grados brix del mucílago	18.46	11.20	24.80	3.46	18.74
Coeficiente de variación promedio					18.74

Conglomerado 14. Está formado por el árbol: JA 28A influenciado por la variable número de mazorcas. El coeficiente de variación promedio fue de 51.72% (Cuadro 37). Este conglomerado está representado por variables asociadas a la mazorca.

Cuadro 37. Variables cuantitativas de conglomerado 14

Conglomerado 14	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Número de mazorca	40.37	5.00	80.00	20.88	51.72
Coefficiente de variación promedio					51.72

En resumen, en cuanto al coeficiente de variación, los conglomerados que mostraron un comportamiento homogéneo fueron el conglomerado 1, 4, influenciado por variables asociadas a la mazorca; el conglomerado 5, influenciado por variables asociadas a hojas y flores y el conglomerado 6, influenciado por variables asociadas al árbol y las hojas.

Cuadro 38. Cuadro de máximos y mínimos de las variables cuantitativas

Nº	Variable	Árbol	Mayor valor	Árbol	Menor valor	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
1	Número de chupones por árbol	JA 31A	8.0	JA 4A JA 5A JA 6A JA 10A JA 13A JA 26A JA 33A	1.0	0.78	1.78	228.32
2	Diámetro a altura del pecho (cm)	JA 40A	13.0	JA 33A	4.0	8.31	2.03	24.44
3	Altura del árbol (m)	JA 3A JA 21A JA 24A JA 25A JA 28A JA 36A JA 40A	5.0	JA 32A	1.80	3.55	0.90	25.33
4	Número de mazorca	JA 7A	80.0	JA 37A	5.0	40.37	20.88	51.72
5	Largo de la hoja (cm)	JA 10A	37.17	JA 24A	27.15	32.13	2.76	8.60
6	Ancho de la hoja (cm)	JA 32A	13.47	JA 19A	8.81	11.00	0.99	9.00
7	Número de flores por cojinete floral	JA 4A	33.60	JA 41A	1.0	8.45	6.05	71.57
8	Número de cojinetes florales por metro lineal	JA 9A JA 14A	74	JA 16A JA 20A	20	39.37	13.30	33.79
9	Anchura de sépalo (mm)	JA 7A	3.33	JA 24A	1.80	2.46	0.37	14.98
10	Longitud de sépalo (mm)	JA 4A	8.50	JA 32A	3.10	6.77	0.81	11.94
11	Longitud de estaminodios (mm)	JA 34A	7.20	JA 24A JA 26A JA 28A	5.0	5.93	0.60	10.11
12	Longitud de ovario (mm)	JA 17A	4.75	JA 8A	1.10	2.20	0.57	25.73
13	Ancho de ovario (mm)	JA 9A JA 14A JA 15A JA 23A	2.0	JA 3A JA 16A JA 24A JA 32A	1.0	1.51	0.34	22.70
14	Número de óvulos por ovario	JA 34A	180.0	JA 26A	28.0	93.76	36.36	38.78
15	Longitud del estilo del ovario (mm)	JA 9A	3.10	JA 19A	1.10	2.15	0.41	19.25
16	Peso de la mazorca (g)	JA 28A	883.10	JA 11A	226.40	439.76	142.41	32.38
17	Longitud de la mazorca (cm)	JA 23A	24.50	JA 12A	11.04	16.35	3.23	19.78
18	Diámetro de la mazorca (cm)	JA 28A	10.0	JA 9A	6.83	7.99	0.78	9.76
19	Altura de caballete de la mazorca (cm)	JA 28A	2.5	JA 8A	0.80	15.15	3.79	25.00
20	Grosor de cáscara de la mazorca (cm)	JA 3A	2.11	JA 3A	0.58	12.07	3.12	25.86

21	Profundidad de surco en la mazorca (cm)	JA 21A	0.71	JA 12A	0.10	2.76	1.29	46.74
22	Peso de mucílago incluyendo la placenta (g)	JA 23A	93.75	JA 16A	21.40	45.12	17.39	38.54
23	Peso de cáscara de la mazorca sin mucílago (g)	JA 28A	745.95	JA 3A	164.0	351.40	145.92	41.53
24	Número de semilla por mazorca	JA 34A	45.0	JA 22A	18.0	0.86	0.19	22.04
25	Índice de mazorca	JA 26A	79.37	JA 23A	16.34	0.86	0.11	12.69
26	Largo de semilla (g)	JA 23A	3.72	JA 24A	1.80	2.22	0.31	14.12
27	Ancho de semilla (g)	JA 23A	2.41	JA 6A JA 13A	1.05	1.32	0.20	15.27
28	Grosor de semilla (g)	JA 23A	1.14	JA 6A	0.62	0.86	0.11	12.69
29	Peso fresco de semilla (g)	JA 23A	89.05	JA 6A	6.80	42.35	14.81	34.98
30	Peso seco de semilla (g)	JA 23A	128.80	JA 6A	20.80	27.04	8.67	32.08
31	Peso seco de una semilla (g)	JA 23A	1.53	JA 3A	0.59	121.45	24.08	19.83
32	Índice de semilla	JA 3A	169.49	JA 23A	65.36	1214.54	240.84	19.83
33	Número de semilla kg ⁻¹	JA 3A	1694.92	JA 23A	653.59	40.51	11.69	28.87
34	Grasa (%)	JA 33A	56.55	JA 19A	29.65	43.49	7.26	16.71
35	Proteína cruda (%)	JA 3A	5.61	JA 28A	17.15	11.59	2.64	22.80
36	Fibra cruda (%)	JA 22A	33.50	JA 9A	7.71	18.30	6.77	37.01
37	Ceniza (%)	JA 3A	7.14	JA 19A	3.39	21.58	6.65	30.84
38	Carbohidrato (%)	JA 9A	40.52	JA 12A	7.44	5.04	1.04	20.68
39	Calcio (mg.L ⁻¹)	JA 6A	2.19	JA 16A	0.30	0.71	0.33	46.91
40	Fosforo (mg.L ⁻¹)	JA 6A JA 41A	0.34	JA 24A	0.04	0.28	0.05	19.13
41	Potasio (mg.L ⁻¹)	JA 3A	18.82	JA 22A	9.48	13.57	2.33	17.17
42	PH del mucílago	JA 27A	5.40	JA 30A	3.0	4.01	0.55	13.64
43	Grados brix del mucilago	JA 17A JA 18A	24.80	JA 35A	11.20	18.46	3.46	18.74

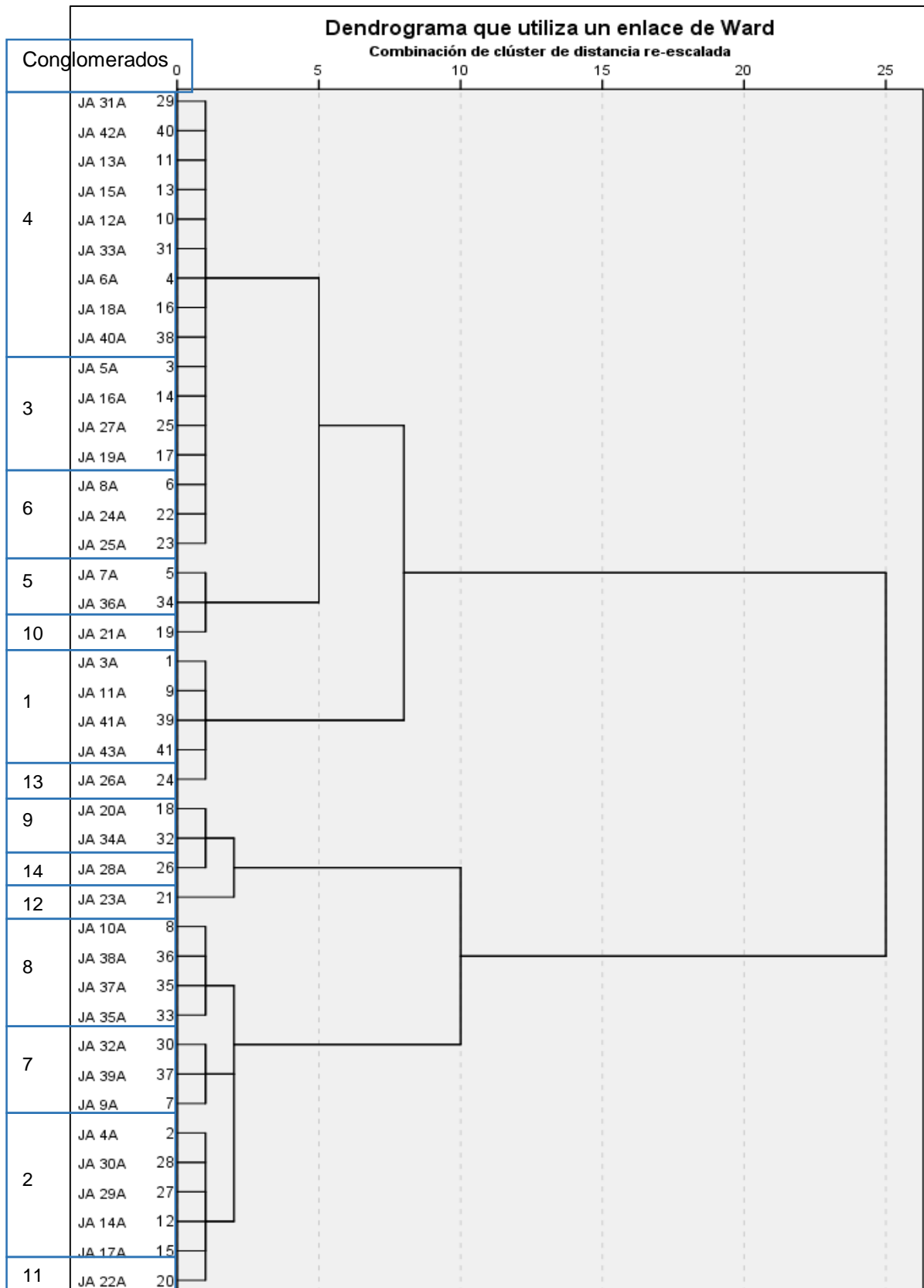


Figura 61. Dendrograma de 41 árboles de cacao criollo en El Salvador.

4.2.16. Pruebas de emparejamiento

4.2.16.1. Correlaciones de muestras emparejadas

El coeficiente de correlación de Pearson, es un índice que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente. Esto significa que puede haber variables fuertemente relacionadas. Decimos que la correlación entre dos variables es positiva significativa cuando cuando la media de una aumenta, la otra aumenta en el mismo sentido y el nivel de significancia es menor o igual a 0.05. Cuando existe una correlación negativa significa que la media de una variable aumenta y la media de la otra disminuye.

El cuadro 39, muestra una correlación altamente significativa positiva entre la variable potasio de semillas sin fermentar y potasio de semillas fermentadas, lo que nos dice que, si el nivel de potasio en semillas sin fermentar aumenta, el nivel de potasio de semillas fermentadas aumentara en el mismo sentido. También existe una correlación altamente significativa positiva entre la variable ceniza de semillas sin fermentar y ceniza de semillas fermentadas.

Cuadro 39. Correlaciones de muestras emparejadas de análisis bromatológico

Muestras	Correlación	Sig. (bilateral)
Par 1 humtotal1 & Humtotal 2	-0.054	0.739
Par 2 hepar 1 & hepar 2	-0.114	0.479
Par 3 grasa 1 & grasa 2	0.031	0.847
Par 4 fibra cruda 1 & fibra cruda 2	0.297	0.059
Par 5 proteína cruda 1 & proteína cruda 2	-0.132	0.411
Par 6 carbohidr 1 & carbohidr 2	0.102	0.525
Par 7 ceniza 1 & ceniza 2	0.420	0.006
Par 8 calcio 1 & calcio 2	0.204	0.201
Par 9 fosforo 1 & fosforo 2	0.132	0.410
Par 10 potasio 1 & potasio	0.627	0.000

4.2.16.2. t de Student para muestras relacionadas

Es una prueba paramétrica de comparación de dos muestras relacionadas. En el cuadro 40. se tiene a la prueba estadística propiamente dicha en la que se describen la diferencia media, la desviación estándar de las diferencias, el coeficiente de variación, y finalmente la prueba t. en donde se plantea una hipótesis nula H_0 : No hay diferencias entre los diferentes análisis bromatológicos de semillas sin fermentar y semillas fermentadas (Cuadro 41).



se observa un valor de t de 3.05, gl = 40 grados de libertad y $p = 0.004$, menor que 0.05 por lo que la humedad parcial es diferente entre el primer y el segundo análisis.



Se observa también un valor de t de -3.31 , gl = 40 grados de libertad y $p = 0.002$, menor que 0.05 por lo que el nivel de calcio es diferente entre el primer análisis bromatológico y el segundo análisis.



Cuadro 40. Prueba de muestras emparejadas del análisis bromatológico



	Muestras emparejadas	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	T	gl	Sig.
Par 1	humtotal1 & Humtotal 2	0.44	2.08	21.15	1.34	40	0.187
Par 2	hepar 1 & hepar 2	7.45	15.66	47.57	3.05	40	0.004
Par 3	grasa 1 & grasa 2	2.38	9.90	24.04	1.54	40	0.131
Par 4	Fibra cruda 1 & fibra cruda 2	0.20	7.77	2.57	0.16	40	0.872
Par 5	Proteína cruda 1 & proteína cruda 2	-1.07	4.40	-24.32	-1.56	40	0.128
Par 6	carbohidrato 1 & carbohidrato 2	-1.12	10.08	-11.11	-0.71	40	0.453
Par 7	ceniza 1 & ceniza 2	-0.39	1.64	-23.78	-1.53	40	0.134
Par 8	calcio 1 & calcio 2	-0.25	0.48	-52.08	-3.31	40	0.002
Par 9	fosforo 1 & fosforo 2	0.02	0.06	33.33	1.76	40	0.086
Par 10	potasio 1 & potasio	-0.28	2.13	-13.14	-0.83	40	0.412



5. Catálogo de 41 árboles de cacao criollo caracterizados



CATÁLOGO DE SELECCIONES DE CACAO CRIOLLO.	
<p>Jaime Arévalo 3A</p>  <p>JA 3A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 2.0, altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.40 cm, 40 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 29.76 cm, ancho 10.03 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina moderada en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.80 mm, ancho de sépalos de 2.40 mm, longitud estaminodio 6.60 mm, longitud de ovario 1.50 mm, ancho de ovario 1.0 mm, número de óvulos por ovario 126.0, longitud de estilo 2.20 mm, número de flores por cojinete 12, número de cojines por metro lineal 66. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal moderada, forma del ápice agudo, color de pulpa blanco, longitud 14.94 cm, ancho 7.05 cm, altura de caballete 0.80 cm, profundidad de surco 0.16 cm, grosor de cáscara 0.58 cm, peso de mazorca 263.50 g, número de semilla 32.0, índice de mazorca 52.97 mazorca. • Descripción de la semilla: color crema, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.48 cm, ancho 1.56 cm, grosor 1.0 cm, peso seco de semilla 0.59 g, Índice de semilla 169.49, número de semilla seca por kg 1,694.92. • Análisis bromatológico: pH de 3.50 y 18.0 grados brix en mucilago, humedad parcial 66.37%, humedad total 2.35%, grasa 47.11%, proteína 5.61%, fibra 13.27%, cenizas 7.14%, carbohidrato 26.87%, calcio 0.70 mg.L⁻¹, fósforo 0.31 mg.L⁻¹, potasio 18.82 mg.L⁻¹.
<p>Jaime Arévalo 4A</p>  <p>JA 4A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, número de chupones 1.0, una altura de 3.35 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 10.0 cm, 25 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 35.34 cm, ancho 11.85 cm, • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina ausente en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 8.50 mm, ancho de sépalos de 2.92 mm, longitud estaminodio 5.80 mm, longitud de ovario 2.30 mm, ancho de ovario 1.30 mm, número de óvulos por ovario 104.0, longitud de estilo 1.70 mm, número de flores por cojinete 33.60, número de cojines por metro lineal 40. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa blanco, longitud 17.64 cm, ancho 7.71 cm, altura de caballete 1.35 cm, profundidad de surco 0.14 cm, grosor de cáscara 1.10 cm, peso de mazorca 441.27 g, número de semilla 33.0, índice de mazorca 30.92 mazorca. • Descripción de la semilla: color rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, longitud 2.62 cm, ancho 1.41 cm, grosor 0.98 cm, peso seco de semilla 0.98 g, Índice de semilla 102.04, número de semilla seca por kg 1,020.41. • Análisis bromatológico: pH de 3.40 y 18.41 grados brix en mucilago, humedad parcial 44.27%, humedad total 2.29%, grasa 54.74%, proteína 9.23%, fibra 13.51%, cenizas 5.44%, carbohidrato 17.08%, calcio 0.70 mg.L⁻¹, fósforo 0.26 mg.L⁻¹, potasio 12.86 mg.L⁻¹.


<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 5A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, número de chupones 1.0, altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 60 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base aguda, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 33.28 cm, ancho 10.58 cm. • Descripción de flores: antocianina ausente en pedicelo, antocianina ausente en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.80 mm, ancho de sépalos de 2.20 mm, longitud estaminodio 6.30 mm, longitud de ovario 2.30 mm, ancho de ovario 1.95 mm, número de óvulos por ovario 84.0, longitud de estilo 2.40 mm, número de flores por cojinete 17.80, número de cojines por metro lineal 43. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 17.78 cm, ancho 7.06 cm, altura de caballete 1.12 cm, profundidad de surco 0.29 cm, grosor de cáscara 0.77 cm, peso de mazorca 315.97 g, número de semilla 31.0, índice de mazorca 42.44 mazorca. • Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal intermedia, longitud 2.36 cm, ancho 1.37 cm, grosor 0.93 cm, peso seco de semilla 0.76 g, índice de semilla 131.58, número de semilla seca por kg 1,315.79. • Análisis bromatológico: pH de 3.50 y 17.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 44.61%, humedad total 2.58%, grasa 48.53%, proteína 9.35%, fibra 12.09%, cenizas 6.44%, carbohidrato 23.59%, calcio 0.50 mg.L⁻¹, fósforo 0.24 mg.L⁻¹, potasio 16.67 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 6A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 1.0, altura de 2.25 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.80 cm, 70 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 28.89 cm, ancho 10.65 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.40 mm, ancho de sépalos de 2.20 mm, longitud estaminodio 6.40 mm, longitud de ovario 1.60 mm, ancho de ovario 1.20 mm, número de óvulos por ovario 42.0, longitud de estilo 2.10 mm, número de flores por cojinete 9.60, número de cojines por metro lineal 34. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, contricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 16.44 cm, ancho 7.65 cm, altura de caballete 1.41 cm, profundidad de surco 0.14 cm, grosor de cáscara 1.00 cm, peso de mazorca 401.50 g, número de semilla 30, índice de mazorca 41.67 mazorca. • Descripción de la semilla: color crema, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.01 cm, ancho 1.05 cm, grosor 0.62 cm, peso seco de semilla 0.80 g, índice de semilla 125.0, número de semilla seca por kg 1,250.00. • Análisis bromatológico: pH de 3.90 y 15.20 grados brix en mucilago, humedad parcial 46.32%, humedad total 1.93%, grasa 38.27%, proteína 8.67%, fibra 16.87%, cenizas 5.13%, carbohidrato 30.96%, calcio 2.19 mg.L⁻¹, fósforo 0.34 mg.L⁻¹, potasio 16.58 mg.L⁻¹.

<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 7A</p>  <p style="text-align: center;">JA 7A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura pendulosa, vigor intermedio, número de chupones 5, altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 10.80 cm, 80 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 36.27 cm, ancho 12.11 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina ausente en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.16 mm, ancho de sépalos de 3.34 mm, longitud estaminodio 5.40 mm, longitud de ovario 2.00 mm, ancho de ovario 1.10 mm, número de óvulos por ovario 74.0, longitud de estilo 2.00 mm, número de flores por cojinete 12.80 número de cojines por metro lineal 23. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 16.90 cm, ancho 8.43 cm, altura de caballete 1.66 cm, profundidad de surco 0.33 cm, grosor de cáscara 1.41 cm, peso de mazorca 581.77 g, número de semilla 36, índice de mazorca 39.68 mazorca. • Descripción de la semilla: color rojo oscuro, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal aplanada, longitud 2.22 cm, ancho 1.27 cm, grosor 0.84 cm, peso seco de semilla 0.70 g, índice de semilla 142.86, número de semilla seca por kg 1,428.87. • Análisis bromatológico: pH de 3.40 y 16.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 51.02%, humedad total 1.63%, grasa 41.99%, proteína 8.26%, fibra 14.29%, cenizas 6.19%, carbohidrato 29.27%, calcio 0.70 mg.L⁻¹, fosforo 0.33 mg.L⁻¹, potasio 14.17 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 8A</p>  <p style="text-align: center;">JA 8A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 40 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base aguda, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 31.16 cm, ancho 10.46 cm. • Descripción de flores: antocianina ausente en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.30 mm, ancho de sépalos de 2.40 mm, longitud estaminodio 6.80 mm, longitud de ovario 1.10 mm, ancho de ovario 1.10 mm, número de óvulos por ovario 66.00, longitud de estilo 2.20 mm, número de flores por cojinete 4.80, número de cojines por metro lineal 42. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal moderada, forma del ápice agudo, color de pulpa blanco, longitud 17.34 cm, ancho 7.04 cm, altura de caballete 1.32 cm, profundidad de surco 0.26 cm, grosor de cáscara 1.08 cm, peso de mazorca 381.76 g, número de semilla 32.0, índice de mazorca 43.40 mazorca. • Descripción de la semilla: color rosa, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.19 cm, ancho 1.32 cm, grosor 0.98 cm, peso seco de semilla 0.72 g, Índice de semilla 138.89, número de semilla seca por kg 1,388.89. • Análisis bromatológico: pH de 4.60 y 18.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 41.0%, humedad total 4.21%, grasa 50.17%, proteína 7.85%, fibra 12.95%, cenizas 5.69%, carbohidrato 23.34%, calcio 0.50 mg.L⁻¹, fosforo 0.30 mg.L⁻¹, potasio 14.34 mg.L⁻¹.

<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 9A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, altura de 2.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.75 cm, 50 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice agudo, con una intensidad de pigmentación verdeo oscuro, color de brotes tiernos verde medio, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 34.50 cm, ancho 11.78 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina ausente en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio ausente, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.50 mm, ancho de sépalos de 2.50 mm, longitud estaminodio 6.70 mm, longitud de ovario 2.20 mm, ancho de ovario 2.00 mm, número de óvulos por ovario 74.0, longitud de estilo 3.40 mm, número de flores por cojinete 15, número de cojines por metro lineal 74. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal fuerte, forma del ápice entallado, color de pulpa blanco, longitud 16.48 cm, ancho 6.83 cm, altura de caballete 1.05 cm, profundidad de surco 0.13 cm, grosor de cáscara 0.74 cm, peso de mazorca 273.50 g, número de semilla 28, índice de mazorca 33.07 mazorca. • Descripción de la semilla: color crema, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.22 cm, ancho 1.21 cm, grosor 0.82 cm, peso seco de semilla 1.08 g, índice de semilla 92.59, número de semilla seca por kg 925.93. • Análisis bromatológico: pH de 4.70 y 15.80 grados brix en mucilago, humedad parcial 31.49%, humedad total 1.44%, grasa 35.99%, proteína 11.28%, fibra 7.71%, cenizas 4.50%, carbohidrato 40.52%, calcio 0.80 mg.L⁻¹, fósforo 0.33 mg.L⁻¹, potasio 12.11 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 10A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, número de chupones 1, altura de 4.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.25 cm, 53 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde oscuro, color de brotes tiernos verde medio, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 37.17 cm, ancho 12.47 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.90 mm, ancho de sépalos de 2.90 mm, longitud estaminodio 5.80 mm, longitud de ovario 2.10 mm, ancho de ovario 1.80 mm, número de óvulos por ovario 64.0, longitud de estilo 2.10 mm, número de flores por cojinete 7.40, número de cojines por metro lineal 41. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 17.59 cm, ancho 8.02 cm, altura de caballete 1.46 cm, profundidad de surco 0.21 cm, grosor de cáscara 1.02 cm, peso de mazorca 483.40 g, número de semilla 32.0, índice de mazorca 35.11 mazorca. • Descripción de la semilla: color rosa, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.36 cm, ancho 1.27 cm, grosor 0.85 cm, peso seco de semilla 0.89 g, índice de semilla 112.36, número de semilla seca por kg 1,123.60. • Análisis bromatológico: pH de 3.50 y 17.70 grados brix en mucilago, humedad parcial 33.96%, humedad total 2.77%, grasa 52.55%, proteína 11.22%, fibra 13.94%, cenizas 5.84%, carbohidrato 16.55%, calcio 0.55 mg.L⁻¹, fósforo 0.34 mg.L⁻¹, potasio 14.76 mg.L⁻¹.

<p>Jaime Arévalo 11A</p>  <p>JA 11A</p> <p>JA 11A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 4, altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 7.50 cm, 35 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base redondeada, forma de ápice agudo, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 32.36 cm, ancho 12.04 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.80 mm, ancho de sépalos de 2.50 mm, longitud estaminodio 5.50 mm, longitud de ovario 2.20 mm, ancho de ovario 1.60 mm, número de óvulos por ovario 106.0, longitud de estilo 1.80 mm, número de flores por cojinete 24.40, número de cojines por metro lineal 47. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara lisa o ligeramente rugosa y débil, constricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 12.05 cm, ancho 7.80 cm, altura de caballete 1.05 cm, profundidad de surco 0.20 cm, grosor de cáscara 0.95 cm, peso de mazorca 226.40 g, número de semilla 31.0, índice de mazorca 52.88 mazorca. • Descripción de la semilla: Color crema, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal intermedia, longitud 1.88 cm, ancho 1.22 cm, grosor 0.74 cm, peso seco de semilla 0.61 g, Índice de semilla 163.93, número de semilla seca por kg 1,639.34. • Análisis bromatológico: pH de 3.70 y 24.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 37.89%, humedad total 1.62%, grasa 41.23%, proteína 15.52%, fibra 10.28%, cenizas 6.20%, carbohidrato 26.77%, calcio 0.70 mg.L⁻¹, fosforo 0.28 mg.L⁻¹, potasio 15.18 mg.L⁻¹.
<p>Jaime Arévalo 12A</p>  <p>JA 12A</p> <p>JA 12A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 3.25 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 7.70 cm, 34 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde oscuro, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 30.05 cm, ancho 11.82 cm, • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.70 mm, ancho de sépalos de 2.60 mm, longitud estaminodio 5.40 mm, longitud de ovario 2.30 mm, ancho de ovario 1.80 mm, número de óvulos por ovario 50.0, longitud de estilo 2.10 mm, número de flores por cojinete 11.40, número de cojines por metro lineal 39. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma elíptica, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice redondeado, color de pulpa crema claro, longitud 11.04 cm, ancho 7.95 cm, altura de caballete 0.95 cm, profundidad de surco 0.10 cm, grosor de cáscara 0.94 cm, peso de mazorca 339.75 g, número de semilla 24.0, índice de mazorca 52.74 mazorca. • Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 1.89 cm, ancho 1.32 cm, grosor 0.79 cm, peso seco de semilla 0.79 g, Índice de semilla 126.58, número de semilla seca por kg 1,265.82. • Análisis bromatológico: pH de 3.57 y 18.97 grados brix en mucilago, humedad parcial 26.66%, humedad total 2.64%, grasa 53.12%, proteína 12.66%, fibra 21.79%, cenizas 4.99%, carbohidrato 7.44%, calcio 0.45 mg.L⁻¹, fosforo 0.26 mg.L⁻¹, potasio 12.82 mg.L⁻¹.

<p>Jaime Arévalo 13A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, número de chupones 1, altura de 3.25 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.35 cm, 27 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos rojo medio, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 36.99 cm ancho 13.20 cm. • Descripción de flores: antocianina ausente en pedicelo, antocianina ausente en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.70 mm, ancho de sépalos de 2.00 mm, longitud estaminodio 6.20 mm, longitud de ovario 1.70 mm, ancho de ovario 1.10 mm, número de óvulos por ovario 106.0, longitud de estilo 2.00 mm, número de flores por cojinete 11, número de cojines por metro lineal 34. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 14.20 cm, ancho 8.42 cm, altura de caballete 1.41 cm, profundidad de surco 0.32 cm, grosor de cáscara 1.52 cm, peso de mazorca 408.35 g, número de semilla 27.0, índice de mazorca 46.88 mazorca. • Descripción de la semilla: color rojo oscuro, forma sección longitudinal irregular, forma sección transversal intermedio, longitud 1.90 cm, Ancho 1.05 cm, Grosor 1.77 cm, peso seco de semilla 0.79 g, Índice de semilla 126.58, número de semilla seca por kg 1,265.82. • Análisis bromatológico: pH de 4.60 y 20.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 39.47%, humedad total 1.58%, grasa 32.54%, proteína 14.75%, fibra 22.09%, cenizas 4.29%, carbohidrato 26.33%, calcio 1.30 mg.L⁻¹, fósforo 0.32 mg.L⁻¹, potasio 12.52 mg.L⁻¹.
<p>Jaime Arévalo 14A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, altura de 2.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.00 cm, 68 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 33.55 cm, ancho 11.14 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio moderada, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.80 mm, ancho de sépalos de 2.80 mm, longitud estaminodio 6.20 mm, longitud de ovario 2.60 mm, ancho de ovario 2.00 mm, número de óvulos por ovario 48.0, longitud de estilo 2.40 mm, número de flores por cojinete 5.80, número de cojines por metro lineal 74. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma elíptica, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice redondeado, color de pulpa blanco, longitud 13.33 cm, ancho 9.81 cm, altura de caballete 1.82 cm, profundidad de surco 0.31 cm, grosor de cáscara 1.41 cm, peso de mazorca 491.10 g, número de semilla 24, índice de mazorca 42.52 mazorca. • Descripción de la semilla: color púrpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, longitud 2.37 cm, ancho 1.27 cm, grosor 1.81 cm, peso seco de semilla 0.98 g, Índice de semilla 102.04, número de semilla seca por kg 1,020.41. • Análisis bromatológico: pH de 4.00 y 22.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 32.64%, humedad total 2.22%, grasa 49.14%, proteína 14.08%, fibra 23.41%, cenizas 3.49%, carbohidrato 9.16%, calcio 0.50 mg.L⁻¹, fósforo 0.28 mg.L⁻¹, potasio 11.33 mg.L⁻¹.

<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 15A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.50 cm, 36 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base aguda, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde oscuro, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 33.83 cm, ancho 10.27 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio moderado, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.20 mm, ancho de sépalos de 2.20 mm, longitud estaminodio 5.20 mm, longitud de ovario 2.60 mm, ancho de ovario 2.00 mm, número de óvulos por ovario 58.0, longitud de estilo 2.80 mm, número de flores por cojinete 4.60, número de cojines por metro lineal 27. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa blanco, longitud 13.61 cm, ancho 8.23 cm, altura de caballete 1.55 cm, profundidad de surco 0.21 cm, grosor de cáscara 1.41 cm, peso de mazorca 422.10 g, número de semilla 29, índice de mazorca 44.78 mazorca. • Descripción de la semilla: color púrpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.11 cm, ancho 1.26 cm, grosor 0.72 cm, peso seco de semilla 0.77 g, Índice de semilla 129.87, número de semilla seca por kg 1,298.70. • Análisis bromatológico: pH de 4.20 y 21.40 grados brix en mucilago, humedad parcial 34.49%, humedad total 2.12%, grasa 39.06%, proteína 14.52%, fibra 27.49%, cenizas 3.64%, carbohidrato 18.29%, calcio 0.70 mg.L⁻¹, fósforo 0.28 mg.L⁻¹, potasio 9.99 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 16A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, altura de 2.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.50 cm, 38 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde oscuro, color de brotes tiernos verde medio, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 29.88 cm, ancho 11.12 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina ausente en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.10 mm, ancho de sépalos de 2.40 mm, longitud estaminodio 6.00 mm, longitud de ovario 2.00 mm, ancho de ovario 1.00 mm, número de óvulos por ovario 116.0, longitud de estilo 1.80 mm, número de flores por cojinete 6.40, número de cojines por metro lineal 20. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma circular, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice redondeado, color de pulpa crema oscuro, longitud 11.23 cm, ancho 7.66 cm, altura de caballete 1.62 cm, profundidad de surco 0.22 cm, grosor de cáscara 1.18 cm, peso de mazorca 317.28 g, número de semilla 29, índice de mazorca 43.65 mazorca. • Descripción de la semilla: color jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.25 cm, ancho 1.44 cm, grosor 0.87 cm, peso seco de semilla 0.79 g, Índice de semilla 126.58, número de semilla seca por kg 1,265.82. • Análisis bromatológico: pH de 4.50 y 20.80 grados brix en mucilago, humedad parcial 46.39%, humedad total 2.76%, grasa 44.24%, proteína 8.78%, fibra 12.28%, cenizas 5.59%, carbohidrato 29.11%, calcio 0.30 mg.L⁻¹, fósforo 0.25 mg.L⁻¹, potasio 15.36 mg.L⁻¹.

Jaime Arévalo 17A







- **Localización:** cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm.
- **Descripción del árbol:** 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, altura de 4.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.80 cm, 53 mazorcas.
- **Descripción de hoja:** forma de la base obtusa, forma de ápice agudo, con una intensidad de pigmentación verde oscuro, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 34.15 cm, ancho 10.62 cm.
- **Descripción de flores:** antocianina ausente en pedicelo, antocianina moderada en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.40 mm, ancho de sépalos de 2.60 mm, longitud estaminodio 5.30 mm, longitud de ovario 2.80 mm, ancho de ovario 1.80 mm, número de óvulos por ovario 106.0, longitud de estilo 2.80 mm, número de flores por cojinete 15, número de cojines por metro lineal 50.
- **Descripción de la mazorca:** color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 16.25 cm, ancho 7.69 cm, altura de caballete 1.80 cm, profundidad de surco 0.40 cm, grosor de cáscara 1.58 cm, peso de mazorca 466.00 g, número de semilla 28, índice de mazorca 33.69 mazorca.
- **Descripción de la semilla:** color rojo oscuro, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.34 cm, ancho 1.31 cm, grosor 0.85 cm, peso seco de semilla 1.06 g, índice de semilla 94.34, número de semilla seca por kg 943.40.
- **Análisis bromatológico:** pH de 5.40 y 24.80 grados brix en mucilago, humedad parcial 35.27%, humedad total 2.03%, grasa 46.44%, proteína 12.37%, fibra 9.86%, cenizas 5.85%, carbohidrato 25.48%, calcio 0.65 mg.L⁻¹, fosforo 0.29 mg.L⁻¹, potasio 14.84 mg.L⁻¹.



Jaime Arévalo 18A





- **Localización:** cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm.
- **Descripción del árbol:** 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, número de chupones 9, altura de 4.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.00 cm, 40 mazorcas por árbol.
- **Descripción de hoja:** forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos rojo oscuro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 27.94 cm, ancho 9.93 cm.
- **Descripción de flores:** antocianina fuerte en pedicelo, antocianina moderada en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio moderada, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.80 mm, ancho de sépalos de 2.80 mm, longitud estaminodio 5.60 mm, longitud de ovario 2.20 mm, ancho de ovario 1.80 mm, número de óvulos por ovario 66.0, longitud de estilo 2.30 mm, número de flores por cojinete 5.40, número de cojines por metro lineal 23.
- **Descripción de la mazorca:** color rojo medio, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 15.74 cm, ancho 7.41 cm, altura de caballete 1.49 cm, profundidad de surco 0.33 cm, grosor de cáscara 1.17 cm, peso de mazorca 394.30 g, número de semilla 36, índice de mazorca 36.08 mazorca.
- **Descripción de la semilla:** color jaspeado, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.23 cm, ancho 1.23 cm, grosor 0.98 cm, peso seco de semilla 0.77 g, índice de semilla 129.87, número de semilla seca por kg 1,298.70.
- **Análisis bromatológico:** pH de 4.90 y 28.80 grados brix en mucilago, humedad parcial 43.54%, humedad total 2.90%, grasa 43.19%, proteína 10.37%, fibra 19.09%, cenizas 3.89%, carbohidrato 23.46%, calcio 1.60 mg.L⁻¹, fosforo 0.30 mg.L⁻¹, potasio 12.92 mg.L⁻¹.

<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 19A</p>  <p style="text-align: center;">JA 19A</p>  <p style="text-align: center;">JA 19A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 2,50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.00 cm, 50 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base aguda, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 29.39 cm, ancho 8.81 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.10 mm, ancho de sépalos de 1.90 mm, longitud estaminodio 6.20 mm, longitud de ovario 1.20 mm, ancho de ovario 1.20 mm, número de óvulos por ovario 160.0, longitud de estilo 1.10 mm, número de flores por cojinete 6.20, número de cojines por metro lineal 58. • Descripción de la mazorca: color anaranjado, forma ovado, cáscara lisa o ligeramente rugosa y moderada, constricción basal moderada, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 14.20 cm, ancho 7.29 cm, altura de caballete 0.95 cm, profundidad de surco 0.14 cm, grosor de cáscara 0.70 cm, peso de mazorca 285.15 g, número de semilla 40, índice de mazorca 30.49 mazorca. • Descripción de la semilla: color púrpura oscuro, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal intermedia, longitud 2.24 cm, ancho 1.25 cm, grosor 0.74 cm, peso seco de semilla 0.82 g, índice de semilla 121.95, número de semilla seca por kg 1,219.51. • Análisis bromatológico: pH de 4.50 y 23.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 34.43%, humedad total 2.06%, grasa 29.65%, proteína 15.02%, fibra 25.15%, cenizas 3.39%, carbohidrato 26.79%, calcio 0.50 mg.L⁻¹, fósforo 0.26 mg.L⁻¹, potasio 10.12 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 20A</p>  <p style="text-align: center;">JA 20A</p>  <p style="text-align: center;">JA 20A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 11.00 cm, 35 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice agudo, con una intensidad de pigmentación verde oscuro, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 32.05 cm, ancho 10.89 cm. • Descripción de flores: antocianina ausente en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.20 mm, ancho de sépalos de 2.00 mm, longitud estaminodio 6.10 mm, longitud de ovario 2.00 mm, ancho de ovario 1.50 mm, número de óvulos por ovario 138.0, longitud de estilo 2.00 mm, número de flores por cojinete 6.00, número de cojines por metro lineal 20 • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 21.70 cm, ancho 9.56 cm, altura de caballete 2.00 cm, profundidad de surco 0.29 cm, grosor de cáscara 1.32 cm, peso de mazorca 725.78 g, número de semilla 35.0, índice de mazorca 26.21 mazorca. • Descripción de la semilla: color rosa, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.17 cm, ancho 1.36 cm, grosor 0.95 cm, peso seco de semilla 1.09 g, Índice de semilla 91.74, número de semilla seca por kg 917.43. • Análisis bromatológico: pH de 3.90 y 12.40 grados brix en mucilago, humedad parcial 33.22%, humedad total 3.18%, grasa 48.52, proteína 10.61%, fibra 14.02%, cenizas 5.34%, carbohidrato 21.51%, calcio 0.60 mg.L⁻¹, fósforo 0.26 mg.L⁻¹, potasio 13.92 mg.L⁻¹.

<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 21A</p>  <p style="text-align: center;">JA 21A</p>  <p style="text-align: center;">JA 21A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, altura de 5 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 7.50 cm, 45 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación oscuro, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 30.01 cm, ancho 10.98 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 5.90 mm, ancho de sépalos de 2.10 mm, longitud estaminodio 5.20 mm, longitud de ovario 2.40 mm, ancho de ovario 1.50 mm, número de óvulos por ovario 72.0, longitud de estilo 2.20 mm, número de flores por cojinete 6, número de cojines por metro lineal 35. • Descripción de la mazorca: color rojo medio, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 22.70 cm, ancho 8.05 cm, altura de caballete 2.35 cm, profundidad de surco 0.71 cm, grosor de cáscara 1.86 cm, peso de mazorca 524.51 g, número de semilla 29.0, índice de mazorca 49.98 mazorca. • Descripción de la semilla: color crema, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal redondeada, longitud 1.90 cm, ancho 1.30 cm, grosor 1.0 cm, peso seco de semilla 0.69 g, Índice de semilla 144.93, número de semilla seca por kg 1,449.28. • Análisis bromatológico: pH de 4.30 y 24.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 45.85%, humedad total 2.76%, grasa 44.81%, proteína 9.44%, fibra 17.59%, cenizas 6.30%, carbohidrato 21.86%, calcio 0.70 mg.L⁻¹, fosforo 0.31 mg.L⁻¹, potasio 16.34 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 22A</p>  <p style="text-align: center;">JA 22A</p>  <p style="text-align: center;">JA 22A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 4.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 25 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 31.87 cm, ancho 10.52 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.60 mm, ancho de sépalos de 2.20 mm, longitud estaminodio 5.40 mm, longitud de ovario 2.20 mm, ancho de ovario 1.40 mm, número de óvulos por ovario 72.0, longitud de estilo 2.00 mm, número de flores por cojinete 6.20, número de cojines por metro lineal 35. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 19.50 cm, ancho 8.91 cm, altura de caballete 1.31 cm, profundidad de surco 0.21 cm, grosor de cáscara 1.11 cm, peso de mazorca 474.90 g, número de semilla 18, índice de mazorca 42.41 mazorca. • Descripción de la semilla: color púrpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.37 cm, Ancho 1.32 cm, Grosor 0.90 cm, peso seco de semilla 0.31 g, Índice de semilla 76.34, número de semilla seca por kg 766.36. • Análisis bromatológico: pH de 3.90 y 19.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 27.16%, humedad total 2.17%, grasa 35.43%, proteína 16.25%, fibra 33.50%, cenizas 3.49%, carbohidrato 11.33%, calcio 0.80 mg.L⁻¹, fosforo 0.31 mg.L⁻¹, potasio 9.48 mg.L⁻¹.

<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 23A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 69 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base aguda, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde oscuro, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 32.58 cm, ancho 10.96 cm. • Descripción de flores: antocianina moderada en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio moderada, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.30 mm, ancho de sépalos de 2.50 mm, longitud estaminodio 6.30 mm, longitud de ovario 2.50 mm, ancho de ovario 2.0 mm, número de óvulos por ovario 160.0, longitud de estilo 2.50 mm, número de flores por cojinete 7, número de cojines por metro lineal 43. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal asunte, forma del ápice entallado, color de pulpa blanco, longitud 24.50 cm, ancho 8.41 cm, altura de caballete 1.85 cm, profundidad de surco 0.35 cm, grosor de cáscara 1.45 cm, peso de mazorca 747.95 g, número de semilla 40, índice de mazorca 16.34 mazorca. • Descripción de la semilla: color rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 3.72 cm, ancho 2.41 cm, grosor 1.14 cm, peso seco de semilla 1.53 g, índice de semilla 65.36, número de semilla seca por kg 653.59. • Análisis bromatológico: pH de 4.0 y 20.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 31.33%, humedad total 2.62%, grasa 44.42%, proteína 16.55%, fibra 23.56%, cenizas 3.52%, carbohidrato 11.78%, calcio 0.70 mg.L⁻¹, fósforo 0.32 mg.L⁻¹, potasio 10.47 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 24A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 65 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice agudo, con una intensidad de pigmentación verde oscuro, color de brotes tiernos rojo oscuro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 27.15 cm, ancho 9.39 cm. • Descripción de flores: Antocianina ausente en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 5.60 mm, ancho de sépalos de 1.80 mm, longitud estaminodio 5.00 mm, longitud de ovario 1.80 mm, ancho de ovario 1.00 mm, número de óvulos por ovario 84.0, longitud de estilo 2.00 mm, número de flores por cojinete 6.40, número de cojines por metro lineal 26. • Descripción de la mazorca: color rojo medio, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 17.93 cm, ancho 7.19 cm, altura de caballete 1.63 cm, profundidad de surco 0.60 cm, grosor de cáscara 1.30 cm, peso de mazorca 368.65 g, número de semilla 32.0, índice de mazorca 42.23 mazorca. • Descripción de la semilla: color jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal redondeada, longitud 1.80 cm, ancho 1.24 cm, grosor 0.90 cm, peso seco de semilla 0.74 g, índice de semilla 135.14, número de semilla seca por kg 1,351.35. • Análisis bromatológico: pH de 3.60 y 17.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 39.45%, humedad total 2.54%, grasa 49.53%, proteína 9.39%, fibra 14.17%, cenizas 5.55%, carbohidrato 21.36%, calcio 0.65 mg.L⁻¹, fósforo 0.04 mg.L⁻¹, potasio 14.75 mg.L⁻¹.



<p>Jaime Arévalo 25A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.50 cm, 65 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde oscuro, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 30.60 cm, ancho 9.67 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.80 mm, ancho de sépalos de 2.20 mm, longitud estaminodio 6.20 mm, longitud de ovario 2.00 mm, ancho de ovario 1.50 mm, número de óvulos por ovario 98.0, longitud de estilo 2.00 mm, número de flores por cojinete 7.40, número de cojines por metro lineal 55. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice obtuso, color de pulpa blanco, longitud 14.58 cm, ancho 8.17 cm, altura de caballete 1.73 cm, profundidad de surco 0.26 cm, grosor de cáscara 1.21 cm, peso de mazorca 525.45 g, número de semilla 39.0, índice de mazorca 36.11 mazorca. • Descripción de la semilla: color jaspeado, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal aplanada, longitud 2.09 cm, ancho 1.16 cm, grosor 0.72 cm, peso seco de semilla 0.71 g, índice de semilla 140.85, número de semilla seca por kg 1,408.45. • Análisis bromatológico: pH de 4.00 y 16.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 38.05%, humedad total 1.84%, grasa 49.50%, proteína 10.04%, fibra 14.10%, cenizas 5.19%, carbohidrato 21.17%, calcio 0.80 mg.L⁻¹, fósforo 0.29 mg.L⁻¹, potasio 13.36 mg.L⁻¹.
<p>Jaime Arévalo 26A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 1.0, altura de 4.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.00 cm, 58 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 27.90 cm, ancho 10.28 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio moderada, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.50 mm, ancho de sépalos de 2.40 mm, longitud estaminodio 5.00 mm, longitud de ovario 2.30 mm, ancho de ovario 1.60 mm, número de óvulos por ovario 28.0, longitud de estilo 1.70 mm, número de flores por cojinete 9.60, número de cojines por metro lineal 52. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal moderada, forma del ápice agudo, color de pulpa crema oscuro, longitud 16.11 cm, ancho 8.82 cm, altura de caballete 1.51 cm, profundidad de surco 0.31 cm, grosor de cáscara 1.21 cm, peso de mazorca 468.50 g, número de semilla 21, índice de mazorca 79.37 mazorca. • Descripción de la semilla: color jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.45 cm, ancho 1.37 cm, grosor 0.89 cm, peso seco de semilla 0.60 g, índice de semilla 166.67, número de semilla seca por kg 1,666.67. • Análisis bromatológico: pH de 4.50 y 18.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 39.08%, humedad total 1.19%, grasa 52.05%, proteína 12.16%, fibra 9.62%, cenizas 3.90%, carbohidrato 22.27%, calcio 0.60 mg.L⁻¹, fósforo 0.29 mg.L⁻¹, potasio 12.74 mg.L⁻¹.

<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 27A</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 4.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 41 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base aguda, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación verde medio, color de brotes tiernos verde medio, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 36.81 cm, ancho 10.39 cm. • Descripción de flores: antocianina fuerte en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio moderada, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.20 mm, ancho de sépalos de 2.40 mm, longitud estaminodio 6.60 mm, longitud de ovario 2.60 mm, ancho de ovario 1.80 mm, número de óvulos por ovario 88.0, longitud de estilo 2.30 mm, número de flores por cojinete 13.60, número de cojines por metro lineal 54. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma obovada, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 14.31 cm, ancho 6.89 cm, altura de caballete 1.79 cm, profundidad de surco 0.22 cm, grosor de cáscara 0.83 cm, peso de mazorca 271.10 g, número de semilla 22, índice de mazorca 60.61 mazorca. • Descripción de la semilla: color rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 1.91 cm, ancho 1.20 cm, grosor 0.96 cm, peso seco de semilla 0.75 g, índice de semilla 133.33, número de semilla seca por kg 1,333.33. • Análisis bromatológico: pH de 5.40 y 11.20 grados brix en mucilago, humedad parcial 39.23%, humedad total 1.67%, grasa 38.94%, proteína 10.88%, fibra 21.42%, cenizas 5.68%, carbohidrato 23.08%, calcio 0.80 mg.L⁻¹, fósforo 0.30 mg.L⁻¹, potasio 15.40 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 28A</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, un alto vigor, altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 11.00 cm, 7 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación oscuro, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 27.56 cm, ancho 9.87 cm, • Descripción de flores: antocianina ausente en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.20 mm, ancho de sépalos de 1.90 mm, longitud estaminodio 5.00 mm, longitud de ovario 1.80 mm, ancho de ovario 1.30 mm, número de óvulos por ovario 122.0, longitud de estilo 1.70 mm, número de flores por cojinete 3, número de cojines por metro lineal 25. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma elíptica, cáscara lisa o ligeramente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice redondeado, color de pulpa blanco, longitud 17.00 cm, ancho 10.00 cm, altura de caballete 2.50 cm, profundidad de surco 0.11 cm, grosor de cáscara 2.11 cm, peso de mazorca 883.10 g, número de semilla 31.0, índice de mazorca 30.72 mazorca. • Descripción de la semilla: color púrpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.31 cm, ancho 1.40 cm, grosor 0.93 cm, peso seco de semilla 1.05 g, índice de semilla 95.24, número de semilla seca por kg 952.38. • Análisis bromatológico: pH de 4.00 y 21.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 37.22%, humedad total 1.94%, grasa 37.53%, proteína 17.15%, fibra 20.73%, cenizas 4.08%, carbohidrato 20.51%, calcio 0.60 mg.L⁻¹, fósforo 0.30 mg.L⁻¹, potasio 11.85 mg.L⁻¹.

<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 29A</p>  <p style="text-align: center;">JA 29A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años, arquitectura erecta, un alto vigor, altura de 4.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.00 cm, 11 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación oscuro, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 30.65 cm, ancho 11.16 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.00 mm, ancho de sépalos de 2.80 mm, longitud estaminodio 5.80 mm, longitud de ovario 2.00 mm, ancho de ovario 1.20 mm, número de óvulos por ovario 94.0, longitud de estilo 2.00 mm, número de flores por cojinete 5.60, número de cojines por metro lineal 23. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, contricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema oscuro, longitud 17.73 cm, ancho 7.32 cm, altura de caballete 1.29 cm, profundidad de surco 0.29 cm, grosor de cáscara 1.19 cm, peso de mazorca 389.47 g, número de semilla 34, índice de mazorca 30.01 mazorca. • Descripción de la semilla: color jaspeado, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal intermedia, longitud 2.51 cm, ancho 1.38 cm, grosor 1.97 cm, peso seco de semilla 0.98 g, Índice de semilla 102.04, número de semilla seca por kg 1,020.41. • Análisis bromatológico: pH de 3.50 y 17.40 grados brix en mucilago, humedad parcial 41.70%, humedad total 2.59%, grasa 53.47%, proteína 9.88%, fibra 9.61%, cenizas 6.59%, carbohidrato 20.45%, calcio 0.60 mg.L⁻¹, fósforo 0.33 mg.L⁻¹, potasio 17.57 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 30A</p>  <p style="text-align: center;">JA 30A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 43 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base aguda, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 34.93 cm, ancho 11.02 cm. • Descripción de flores: antocianina moderada en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.10 mm, ancho de sépalos de 2.80 mm, longitud estaminodio 5.60 mm, longitud de ovario 2.40 mm, ancho de ovario 1.90 mm, número de óvulos por ovario 96.0, longitud de estilo 2.00 mm, número de flores por cojinete 5.40, número de cojines por metro lineal 35. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara lisa o ligeramente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 16.29 cm, ancho 8.32 cm, altura de caballete 1.30 cm, profundidad de surco 0.15 cm, grosor de cáscara 1.15 cm, peso de mazorca 444.95 g, número de semilla 35.0, índice de mazorca 29.15 mazorca. • Descripción de la semilla: color jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, longitud 2.31 cm, ancho 1.36 cm, grosor 0.84 cm, peso seco de semilla 0.98 g, Índice de semilla 102.04, número de semilla seca por kg 1,020.41. • Análisis bromatológico: pH de 3.00 y 16.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 33.00%, humedad total 2.53%, grasa 43.17%, proteína 11.64%, fibra 16.87%, cenizas 4.80%, carbohidrato 23.52%, calcio 0.40 mg.L⁻¹, fósforo 0.31 mg.L⁻¹, potasio 12.07 mg.L⁻¹.

<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 31A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 8.0, altura de 3.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.00 cm, 6 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación oscuro, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales moderado, longitud 31.70 cm, ancho 10.84 cm. • Descripción de flores: antocianina ausente en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio ausente, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.20 mm, ancho de sépalos de 2.00 mm, longitud estaminodio 6.40 mm, longitud de ovario 2.00 mm, ancho de ovario 1.30 mm, número de óvulos por ovario 62.0, longitud de estilo 2.00 mm, número de flores por cojinete 3.80, número de cojines por metro lineal 42. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal moderada, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 18.07 cm, ancho 7.69 cm, altura de caballete 1.42 cm, profundidad de surco 0.29 cm, grosor de cáscara 1.34 cm, peso de mazorca 416.57 g, número de semilla 24, índice de mazorca 47.89 mazorca. • Descripción de la semilla: color rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 1.95 cm, ancho 1.22 cm, grosor 1.01 cm, peso seco de semilla 0.87 g, Índice de semilla 114.94, número de semilla seca por kg 1,149.43. • Análisis bromatológico: pH de 3.80 y 20.60 grados brix en mucilago, humedad parcial 33.60%, humedad total 2.86%, grasa 44.12%, proteína 12.07%, fibra 25.35%, cenizas 4.29%, carbohidrato 14.17%, calcio 0.70 mg.L⁻¹, fosforo 0.29 mg.L⁻¹, potasio 11.11 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 32A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: Cantón cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 1.80 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 4.50 cm, 30 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base redondeada, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación oscuro, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 35.98 cm, ancho 13.47 cm. • Descripción de flores: antocianina ausente en pedicelo, antocianina ausente en el sépalo, color de lígula crema, antocianina en estaminodio ausente, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 3.10 mm, ancho de sépalos de 2.40 mm, longitud estaminodio 5.80 mm, longitud de ovario 2.00 mm, ancho de ovario 1.00 mm, número de óvulos por ovario 152.0, longitud de estilo 2.60 mm, número de flores por cojinete 4.60, número de cojines por metro lineal 35. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal moderada, forma del ápice agudo, color de pulpa blanco, longitud 19.55 cm, ancho 6.85 cm, altura de caballete 1.18 cm, profundidad de surco 1.21 cm, grosor de cáscara 1.00 cm, peso de mazorca 365.89 g, número de semilla 45.0, índice de mazorca 25.25 mazorca. • Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal aplanada, longitud 2.26 cm, ancho 1.31 cm, grosor 0.76 cm, peso seco de semilla 0.88 g, Índice de semilla 113.64, número de semilla seca por kg 1,136.36. • Análisis bromatológico: pH de 3.50 y 18.00 grados brix en mucilago, humedad parcial 31.94%, humedad total 2.48%, grasa 45.08%, fibra 9.46%, proteína 11.69%, carbohidrato 29.57%, cenizas 4.20%, calcio 0.70 mg.L⁻¹, fosforo 0.24 mg.L⁻¹, potasio 11.14 mg.L⁻¹.

<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 33A</p>  <p style="text-align: center;">JA 33A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 1, altura de 2.80 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 4.00 cm, 12 mazorcas . • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación medio, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 28.48 cm, ancho 11.25 cm. • Descripción de flores: antocianina ausente en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula crema, antocianina en estaminodio ausente, color externo del ovario amarillo crema 5 y 8/8, longitud sépalos 6.80 mm, ancho de sépalos de 1.90 mm, longitud estaminodio 5.40 mm, longitud de ovario 1.60 mm, ancho de ovario 1.20 mm, número de óvulos por ovario 84.0, longitud de estilo 1.20 mm, número de flores por cojinete 5.80, número de cojines por metro lineal 41. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 11.71 cm, ancho 8.11 cm, altura de caballete 1.45 cm, profundidad de surco 0.21 cm, grosor de cáscara 1.20 cm, peso de mazorca 361.33 g, número de semilla 27.0, índice de mazorca 45.72 mazorca. • Descripción de la semilla: color crema, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.19 cm, ancho 1.37 cm, grosor 1.76 cm, peso seco de semilla 0.81 g, Índice de semilla 123.46, número de semilla seca por kg 1,234.57. • Análisis bromatológico: pH de 4.00 y 19.80 grados brix en mucilago, humedad parcial 46.32%, humedad total 2.73%, grasa 56.55%, proteína 9.50%, fibra 11.90%, cenizas 5.94%, carbohidrato 15.11%, calcio 0.50 mg.L⁻¹, fosforo 0.25 mg.L⁻¹, potasio 15.78 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 34A</p>  <p style="text-align: center;">JA 34A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, altura de 4.00 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.00 cm, 69 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación oscuro, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 30.58 cm, ancho 11.31 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.20 mm, ancho de sépalos de 2.60 mm, longitud estaminodio 7.20 mm, longitud de ovario 2.00 mm, ancho de ovario 2.50 mm, número de óvulos por ovario 180.0, longitud de estilo 2.10 mm, número de flores por cojinete 5.20, número de cojines por metro lineal 28. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma ovado, cascara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 22.13 cm, ancho 8.53 cm, altura de caballete 1.85 cm, profundidad de surco 0.16 cm, grosor de cáscara 1.53 cm, peso de mazorca 691.95 g, número de semilla 45.0, índice de mazorca 22.91 mazorca. • Descripción de la semilla: color púrpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.10 cm, Ancho 1.35 cm, Grosor 0.95 cm, peso seco de semilla 0.97 g, Índice de semilla 103.09, número de semilla seca por kg 1,030.93. • Análisis bromatológico: pH de 3.30 y 19.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 33.15%, humedad total 1.37%, grasa 37.34%, proteína 13.02%, fibra 28.48%, cenizas 4.80%, carbohidrato 16.46%, calcio 0.55 mg.L⁻¹, fosforo 0.29 mg.L⁻¹, potasio 13.26 mg.L⁻¹.

<p>Jaime Arévalo 35A</p>  <p>JA 35A</p> <p>JA 35A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 3.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 7.00 cm, 45 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación medio, color de brotes tiernos verde medio, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 31.25 cm, ancho 11.20 cm. • Descripción de flores: antocianina ausente en pedicelo, antocianina ausente en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio moderado, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.20 mm, ancho de sépalos de 2.30 mm, longitud estaminodio 5.20 mm, longitud de ovario 2.00 mm, ancho de ovario 1.10 mm, número de óvulos por ovario 124.0, longitud de estilo 2.00 mm, número de flores por cojinete 6, número de cojines por metro lineal 48. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa blanco, longitud 15.73 cm, ancho 8.79 cm, altura de caballete 2.73 cm, profundidad de surco 0.31 cm, grosor de cáscara 1.51 cm, peso de mazorca 365.56 g, número de semilla 31.0, índice de mazorca 36.35 mazorca. • Descripción de la semilla: color púrpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.06 cm, ancho 1.19 cm, grosor 0.91 cm, peso seco de semilla 0.89 g, Índice de semilla 112.36, número de semilla seca por kg 1,123.60. • Análisis bromatológico: pH de 3.70 y 11.20 grados brix en mucilago, humedad parcial 34.56%, humedad total 2.63%, grasa 38.95%, proteína 14.92%, fibra 19.54%, cenizas 3.64%, carbohidrato 22.55%, calcio 0.80 mg.L⁻¹, fósforo 0.27 mg.L⁻¹, potasio 11.27 mg.L⁻¹.
<p>Jaime Arévalo 36A</p>  <p>JA 36A</p> <p>JA 36A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 11.50 cm, 11 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 34.67 cm, ancho 9.76 cm. • Descripción de flores: antocianina moderada en pedicelo, antocianina moderada en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.60 mm, ancho de sépalos de 2.80 mm, longitud estaminodio 7.00 mm, longitud de ovario 2.60 mm, ancho de ovario 1.70 mm, número de óvulos por ovario 124.0, longitud de estilo 2.30 mm, número de flores por cojinete 6.20, número de cojines por metro lineal 31. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 20.67cm, ancho 8.61 cm, altura de caballete 1.61 cm, profundidad de surco 0.49 cm, grosor de cáscara 1.25 cm, peso de mazorca 622.33g, número de semilla 31.0, índice de mazorca 43.59 mazorca. • Descripción de la semilla: color rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, longitud 2.45 cm, ancho 1.28 cm, grosor 0.99 cm, peso seco de semilla 0.74 g, Índice de semilla 135.14, número de semilla seca por kg 1,351.35. • Análisis bromatológico: pH de 4.00 y 13.20 grados brix en mucilago, humedad parcial 44.66%, humedad total 2.91%, grasa 45.30%, proteína 9.79%, fibra 13.59%, cenizas 6.69%, carbohidrato 24.63%, calcio 0.90 mg.L⁻¹, fósforo 0.35 mg.L⁻¹, potasio 17.36 mg.L⁻¹.

<p>Jaime Arévalo 37A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, un alto vigor, altura de 3.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 12.00 cm, 5 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice acuminado, con una intensidad de pigmentación oscuro, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 31.10 cm, ancho 10.79 cm. • Descripción de flores: antocianina ausente en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.40 mm, ancho de sépalos de 2.20 mm, longitud estaminodio 5.60 mm, longitud de ovario 2.00 mm, ancho de ovario 1.10 mm, número de óvulos por ovario 44.0, longitud de estilo 2.20 mm, número de flores por cojinete 9.60, número de cojines por metro lineal 40. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 19.40 cm, ancho 8.48 cm, altura de caballete 1.87 cm, profundidad de surco 0.46 cm, grosor de cáscara 1.61 cm, peso de mazorca 541.45 g, número de semilla 34.0, índice de mazorca 30.96 mazorca. • Descripción de la semilla: color rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, longitud 2.14 cm, Ancho 1.21 cm, Grosor 0.86 cm, peso seco de semilla 0.95 g, Índice de semilla 105.26, número de semilla seca por kg 1,052.63. • Análisis bromatológico: pH de 4.10 y 14.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 28.82%, humedad total 1.72%, grasa 54.44%, proteína 12.18%, fibra 14.43%, cenizas 4.75%, carbohidrato 14.20%, calcio 0.70 mg.L⁻¹, fosforo 0.27 mg.L⁻¹, potasio 12.01 mg.L⁻¹.
<p>Jaime Arévalo 38A</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 2.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.00 cm, 53 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación medio, color de brotes tiernos verde medio, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 32.31 cm, ancho 11.28 cm, • Descripción de flores: antocianina moderada en pedicelo, antocianina moderada en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio moderada, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 6.80 mm, ancho de sépalos de 2.70 mm, longitud estaminodio 6.80 mm, longitud de ovario 2.70 mm, ancho de ovario 1.80 mm, número de óvulos por ovario 120.0, longitud de estilo 2.30 mm, número de flores por cojinete 5.80, número de cojines por metro lineal 33 • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma elíptica, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice redondeado, color de pulpa blanco, longitud 11.10 cm, ancho 8.51 cm, altura de caballete 1.71 cm, profundidad de surco 1.18 cm, grosor de cáscara 1.33 cm, peso de mazorca 488.17 g, número de semilla 30.0, índice de mazorca 30.45 mazorca. • Descripción de la semilla: color purpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.30 cm, ancho 1.36 cm, grosor 0.79 cm, peso seco de semilla 0.89 g, Índice de semilla 112.36, número de semilla seca por kg 1,123.60. • Análisis bromatológico: pH de 4.40 y 12.20 grados brix en mucilago, humedad parcial 41.20%, humedad total 2.57%, grasa 37.49%, proteína 13.18%, fibra 32.90%, cenizas 3.44%, carbohidrato 12.99%, calcio 0.40 mg.L⁻¹, fosforo 0.23 mg.L⁻¹, potasio 10.62 mg.L⁻¹.

Jaime Arévalo 39A

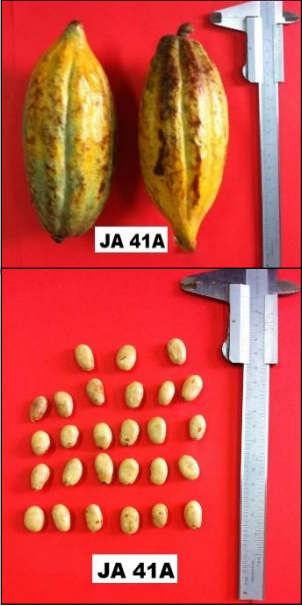




- **Localización:** cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm.
- **Descripción del árbol:** 4 años de edad, arquitectura erecta, un alto vigor, altura de 3.25 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.00 cm, 65 mazorcas.
- **Descripción de hoja:** forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación medio, color de brotes tiernos rojo oscuro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 33.50 cm, ancho 10.58 cm.
- **Descripción de flores:** antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio moderada, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.00 mm, ancho de sépalos de 2.90 mm, longitud estaminodio 5.80 mm, longitud de ovario 2.70 mm, ancho de ovario 1.80 mm, número de óvulos por ovario 138.0, longitud de estilo 2.10 mm, número de flores por cojinete 5.60, número de cojines por metro lineal 26.
- **Descripción de la mazorca:** color anaranjado, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal moderada, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 13.49 cm, ancho 7.38 cm, altura de caballete 1.01 cm, profundidad de surco 0.37 cm, grosor de cáscara 0.66 cm, peso de mazorca 282.69 g, número de semilla 38.0, índice de mazorca 27.41 mazorca.
- **Descripción de la semilla:** color rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.30 cm, Ancho 1.40 cm, Grosor 0.76 cm, peso seco de una semilla 0.96 g, Índice de semilla 104.17 , número de semilla seca por kg 1,041.67.
- **Análisis bromatológico:** pH de 3.40 y 18.40 grados brix en mucilago, humedad parcial 27.58%, humedad total 2.38%, grasa 33.47%, proteína 12.57%, fibra 22.68%, cenizas 4.60%, carbohidrato 26.68%, calcio 0.50 mg. L⁻¹, fosforo 0.20 mg.L⁻¹, potasio 11.37 mg.L⁻¹.

Jaime Arévalo 40A



- **Localización:** cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44'03.6", longitud oeste 89°40'48.9", altitud 383 msnm.
- **Descripción del árbol:** 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 13.00 cm, 7 mazorcas.
- **Descripción de hoja:** forma de la base redondeada, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación medio, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales moderada, longitud 30.10 cm, ancho 10.42 cm,
- **Descripción de flores:** antocianina débil en pedicelo, antocianina moderada en el sépalo, color de lígula amarillo crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.10 mm, ancho de sépalos de 3.10 mm, longitud estaminodio 6.40 mm, longitud de ovario 2.60 mm, ancho de ovario 1.80 mm, número de óvulos por ovario 64.0, longitud de estilo 2.20 mm, número de flores por cojinete 2.40, número de cojines por metro lineal 35.
- **Descripción de la mazorca:** color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa crema oscuro, longitud 17.38 cm, ancho 7.77 cm, altura de caballete 1.41 cm, profundidad de surco 0.38 cm, grosor de cáscara 1.18 cm, peso de mazorca 425.13 g, número de semilla 37.0 índice de mazorca 33.37 mazorca.
- **Descripción de la semilla:** color jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.21 cm, ancho 1.24 cm, grosor 0.80 cm, peso seco de semilla 0.81 g, Índice de semilla 123.46, número de semilla seca por kg 1,234.57.
- **Análisis bromatológico:** pH de 3.50 y 21.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 47.77%, humedad total 1.49%, grasa 46.51%, proteína 9.13%, fibra 20.36%, cenizas 5.24%, carbohidrato 18.76% calcio 0.50 mg.L⁻¹, fosforo 0.23 mg.L⁻¹, potasio 12.84 mg.L⁻¹.

<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 41A</p>  <p style="text-align: center;">JA 41A</p> <p style="text-align: center;">JA 41A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor intermedio, altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.00 cm, 14 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación oscuro, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 33.23 cm, ancho 12.07 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina ausente en el sépalo, color de lígula crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario amarillo crema 5 y 8/8, longitud sépalos 7.00 mm, ancho de sépalos de 2.80 mm, longitud estaminodio 6.80 mm, longitud de ovario 2.50 mm, ancho de ovario 1.80 mm, número de óvulos por ovario 124.0, longitud de estilo 2.60 mm, número de flores por cojinete 1.4, número de cojines por metro lineal 35. • Descripción de la mazorca: color amarillo verde, forma ovado, cáscara lisa o ligeramente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice entallado, color de pulpa blanco, longitud 16.76 cm, ancho 7.01 cm, altura de caballete 1.32 cm, profundidad de surco 0.34 cm, grosor de cáscara 1.06 cm, peso de mazorca 337.38 g, número de semilla 31.0, índice de mazorca 52.03 mazorca. • Descripción de la semilla: color crema, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal intermedia, longitud 1.81 cm, ancho 1.32 cm, grosor 0.72 cm, peso seco de semilla 0.62 g, índice de semilla 161.29, número de semilla seca por kg 1,612.90. • Análisis bromatológico: pH de 4.30 y 20.0 grados brix en mucilago, humedad parcial 34.59%, humedad total 2.93%, grasa 39.88%, proteína 12.68%, fibra 26.90%, cenizas 4.99%, carbohidrato 15.55%, calcio 1.00 mg.L⁻¹, fósforo 0.34 mg.L⁻¹, potasio 14.62 mg.L⁻¹.
<p style="text-align: center;">Jaime Arévalo 42A</p>  <p style="text-align: center;">JA 42A</p> <p style="text-align: center;">JA 42A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor recto, altura de 3.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 5.50 cm, 20 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base aguda, forma de ápice acuminado, con una intensidad de pigmentación medio, color de brotes tiernos rojo claro, pubescencia en brotes terminales débil, longitud 33.34 cm, ancho 11.42 cm, • Descripción de flores: antocianina moderada en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula amarillo, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario crema 5 y 8/6, longitud sépalos 7.20 mm, ancho de sépalos de 2.30 mm, longitud estaminodio 5.40 mm, longitud de ovario 4.75 mm, ancho de ovario 1.40 mm, número de óvulos por ovario 62.0, longitud de estilo 2.0 mm, número de flores por cojinete 7.80, número de cojines por metro lineal 32. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 13.35 cm, ancho 8.07 cm, altura de caballete 1.33 cm, profundidad de surco 0.34 cm, grosor de cáscara 1.29 cm, peso de mazorca 407.52 g, número de semilla 25.0 índice de mazorca 46.51 mazorca. • Descripción de la semilla: color jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.24 cm, ancho 1.49 cm, grosor 0.87 cm, peso seco de semilla 0.86 g, índice de semilla 116.28, número de semilla seca por kg 1,162.79. • Análisis bromatológico: pH de 4.50 y 14.40 grados brix en mucilago, humedad parcial 46.65%, humedad total 1.70%, grasa 30.70%, proteína 9.50%, fibra 27.00%, cenizas 5.85%, carbohidrato 26.95%, calcio 0.55 mg.L⁻¹, fósforo 0.22 mg.L⁻¹, potasio 14.72 mg.L⁻¹.

<p>Jaime Arévalo 43A</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Localización: cantón Cangrejera, Izalco, Sonsonate, propiedad de don Jaime Alonso Arévalo, latitud norte 13°44' 28.0", longitud oeste 89°40'52.0", altitud 385 msnm. • Descripción del árbol: 4 años de edad, arquitectura erecta, vigor vigoroso, altura de 3.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 5.50 cm, 35 mazorcas. • Descripción de hoja: forma de la base obtusa, forma de ápice apiculado, con una intensidad de pigmentación medio, color de brotes tiernos verde claro, pubescencia en brotes terminales moderada, longitud 35.63 cm, ancho 12.66 cm. • Descripción de flores: antocianina débil en pedicelo, antocianina débil en el sépalo, color de lígula crema, antocianina en estaminodio débil, color externo del ovario amarillo crema 5 y 8/8, longitud sépalos 6.80 mm, ancho de sépalos de 2.90 mm, longitud estaminodio 5.80 mm, longitud de ovario 2.20 mm, ancho de ovario 1.90 mm, número de óvulos por ovario 64.0, longitud de estilo 2.90 mm, número de flores por cojinete 2.80, número de cojines por metro lineal 40. • Descripción de la mazorca: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, contricción basal ausente, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 12.78 cm, ancho 7.94 cm, altura de caballete 1.58 cm, profundidad de surco 0.28 cm, grosor de cáscara 1.31 cm, peso de mazorca 356.80 g, número de semilla 30.0, índice de mazorca 54.64 mazorca. • Descripción de la semilla: color crema, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal intermedia, longitud 1.94 cm, ancho 1.18 cm, grosor 0.69 cm, peso seco de semilla 0.61 g, Índice de semilla 163.93, número de semilla seca por kg 1,639.34. • Análisis bromatológico: pH de 4.10 y 17.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 40.03%, humedad total 1.37%, grasa 30.99%, proteína 10.49%, fibra 25.10%, cenizas 6.09%, carbohidrato 27.33%, calcio 0.70 mg.L⁻¹, fosforo 0.31 mg.L⁻¹, potasio 16.77 mg.L⁻¹.

6. CONCLUSIONES

De los 41 árboles caracterizados, el JA 4A, 10A, 12A, 26A, 33A y 37A, presentaron valores de grasa arriba del 50%, siendo el árbol JA 33A el que mayor contenido de grasa reportó con 56.55%. Los 35 árboles restantes presentaron características de cacaos criollos por tener niveles de grasa abajo del 50%.

El árbol JA 26A presentó el mayor Índice de mazorca (79.37%) y el árbol JA 23A presentó el menor Índice de mazorca (16.34%), mientras que en cuanto a la variable índice de semilla al árbol JA 3A presentó el mayor valor con 169.49 semillas para formar 100 gramos de semilla seca y el menor valor lo presentó el árbol JA 23A con 65.36 semillas.

De los 41 árboles caracterizados 8 presentaron semillas de color crema y 6 árboles presentaron semillas de color rosa o jaspeadas, siendo esta característica fenotípica propia de cacaos criollos, destacándose los árboles JA 3A y JA 41A presentaron semillas completamente de color blanco.

En cuanto al número de mazorcas, estos fueron relativamente altos, con un valor promedio de 40 mazorcas por árbol.

Las semillas del árbol JA 12A, JA 23A y JA 42A presentaron el mayor porcentaje de grasa en fermentado con valores arriba del 50%.

Las semillas del árbol JA 28A presentaron el mayor valor de proteína cruda con 17.15%, mientras que las semillas del JA 3A presentaron el mayor valor de proteína cruda en fermentado con 23.61%.

Dentro del análisis de componentes principales se logró observar que el conjunto de variables cuantitativas del árbol y del análisis bromatológico de las semillas, este las agrupó en 14 componentes representando el 84.98% de la varianza total, siendo el análisis estadístico muy adecuado para este tipo de investigación.

Dentro del conglomerado uno, formado por los árboles: JA 3A, JA 11A, JA 41A y JA 43A; sobresalió por presentar los valores más altos en las siguientes variables: Potasio (JA 3A); Ceniza (JA 3A); Proteína cruda (JA 3A); Índice de semilla (JA 3A) y Número de semilla por kilogramo (JA 3A).

La elaboración del catálogo ilustrado, le permitirá al productor conocer los diferentes materiales existentes en su finca como las características morfológicas del árbol, flores mazorcas y semillas, así como también las características físicoquímicas de la semilla, le brindara un apoyo para poder comercializar sus cacaos, producto finales como el chocolate según las exigencias del mercado.

7. RECOMENDACIONES

De los 41 árboles caracterizados, el JA 3A y JA 41A en cuanto a características promisorias como semilla de color blanco, por lo tanto, es necesario que se sigan propagando a través del establecimiento es necesario que se sigan clonando mediante la técnica de injertación y estableciendo bancos de germoplasma en distintas condiciones ambientales y de suelos, además que se lleven a cabo investigaciones de adaptabilidad y producción

Los árboles JA 33A; JA 37A; JA 29A; JA 12A; JA 10A; JA 26A y JA 8A, es necesario que se sigan evaluando ya que presentaron altos contenidos de grasa en la semilla de cacao.

El árbol JA 26A se destacó por presentar el mayor índice de mazorca y el JA 3A, el mayor índice de semilla, por lo tanto, se deben seguir evaluando en futuras investigaciones.

Evaluar las condiciones físicas de los suelos y las posibles relaciones con la planta de cacao en sus diferentes etapas.

Continuar la prospección y colecta de germoplasma en el ámbito nacional estableciendo bancos de germoplasma y jardines clonales, con el objetivo de propagarlos masivamente en sistemas de producción de cacao en apoyo a los agricultores y programas de mejoramiento genético.

Se recomienda la propagación vegetativa del germoplasma caracterizado, con mejores atributos de rendimiento y calidad y sobre todo las características de cacao criollo mas sobresalientes.

Realizar una caracterización molecular para poder saber el porcentaje de criollo que tiene cada árbol de la finca

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abadie, T; Berretta, A. 2001. Caracterización y Evaluación de Recursos Fitogenéticos. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del cono Sur (en línea). PROCISUR. Consultado el 3 abr. 2019. Disponible en: http://www.fagro.edu.uy/~fitotecnia/docs/Caracterizacion_y_Evaluacion_de_Recursos_Fitogeneticos
- Agama Parreño, JE. 2005. Selección de progenies y plantas elites de cacao (*Theobroma cacao L*) mediante la evaluación de características agronómicas y de resistencia a enfermedades. Tesis. Ing. A. Quito. EC. Universidad Central del Ecuador. 139 p.
- Aguilar, H. 2017. Actividades de poscosecha para lograr cacao de calidad, La Lima, Cortés, Honduras. 8 p.
- AOAC (Asociación Oficial de Químicos Analistas, Estados Unidos). 1970. Métodos oficiales de análisis (en línea). Filipinas, Estados Unidos. s.p. Consultado 31 may. 2017. Disponible en <http://www.eoma.aoac.org/>
- Arias de Linares, AY. 2019. El análisis bromatológico: contenido de grasa (entrevista), San Salvador, El Salvador.
- Ayesta Villega, ED. 2009. Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de (*Theobroma cacao L*) en Waslala, RAAN. Tesis. Ing. A. Managua, NI, UNA. 58 p.
- Bartley, D. 1989. Manejo de Germoplasma de Cacao (en línea). Turrialba. IICA. s.p. Consultado 10 mar. 2017. Disponible en <https://books.google.com.sv/books?id=wbdCxx->
- Batista, L. 2009. Guía Técnica El Cultivo del Cacao (en línea). Santo Domingo, DO. CEDAF (en línea). 232 p. Consultado 06 de feb. 2017. Disponible en <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>
- Braudeav, J. 1970. El cacao: técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, España. Colección agricultura tropical. 297 p.

- Calderón, E; Paredes, A. 1989. El Cultivo de Cacao: El Árbol de cacao. 2 Ed. Costa Rica, UNED. 50 p. (Serie Cultivos Mayores, N° 4)
- Camacho Obando, AJ; Prado, MN; Mendoza Martínez, T. s.f. La elaboración de ésta cartilla “Cosechando Cacao de Calidad” estuvo a cargo del equipo técnico de ProDeSoC - IPADE en Río San Juan (en línea). Managua, Nicaragua. 28 p.
- Castro, CS. 1987. Manual de cultivo del cacao. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo, Ecuador. 102 p.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). 2018. Cacao Diversidad de El Salvador Ministerio de Agricultura y Ganadería. 102 p.
- Choussy, F. 1950. Economía Agrícola Salvadoreña, volumen XVIII, San Salvador, El Salvador, p. 75-84.
- Cote Flóres, MS; Jiménes Betacourt, JH. 2005. Caracterización de Clones de Cacao Promisorios con énfasis en el contenido de micronutrientes. Tesis M. Sc. Química. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Fisicoquímicas Escuela de Ingeniería Química Bucaramanga. Colombia. 102 p.
- Cruz Montesinos, E. 2012. Caracterización de la Cadena de Valor de Cacao en El Salvador (en línea). San Salvador, El Salvador. 71 p. Consultado 3 jun. 2019. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B4134e/B4134e.pdf>
- Denys, H. 1962. El Cultivo de cacao y algunos trabajos y observaciones llevados a cabo en El Salvador. Tesis. Ing. Agr. San Salvador, SV. UES. 134 p.
- Díaz Cruz, A. 2013. Caracterización física de calidad en almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao L*) en Huehuetan, Chiapas. Tesis Ingeniero en Ciencias Agrarias. Huehuetan, Chiapas, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro (Centro Académico Regional Chiapas). 68 p.

- Dostert, N; Roque, J; Cano, A; Torre, M; Weigend, M. 2012. Hoja Botánica: Cacao. Trad Luebert, F. Lima, Perú. 19 p.
- Duarte Hernández, D. 2014. Caracterización Morfo agronómica de 26 materiales regionales e introducidos de cacao (*Theobroma cacao L*) en San Vicente Chucuri, Santander. Tesis. Ing. A. CO. UFPS. 139 p.
- Dubón, A. 2011. Manual de producción de cacao. Lima, Cortéz, Honduras. FHIA. 208 p.
- ES CACAO (Sociedad cooperativa de productores de cacao de El Salvador de R.L.y C.V.). 2011. Historia (en línea). s.p. Consultado 4 de Feb. 2017. Disponible en: https://www.escacao.com/ES_CACAO_Historia.html
- Estrada, WJ; Romero Castellano, XG; Moreno Peraza, JA. 2011. Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas (en línea). San Salvador, El Salvador. 22 p. Consultado 05 Feb. 2017. Disponible en http://infocafes.com/portal/wpcontent/uploads/2016/01/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf
- Figuroa Jerez, JF. 1997. Caracterización agromorfológica y Nutricional de 20 cultivares de Güicoy (*Cucurbita pepo*), nativos de Guatemala en el valle de Chimaltenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. GT. Universidad de San Carlos de Guatemala. 92 p.
- Franco, L; Hidalgo, R. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización de recursos Fitogenéticos. Cali, Col. IPGRI. 27 p
- Fowler, R. 1952. Características del Cacao Nacional. Turrialba. Costa Rica. p. 161-165.
- García Carrión, LF. 2012. Catálogo de cultivares del cacao del Perú (en línea). Lima, PE. Consultada 8 sep. 2013. Disponible en http://www.regionhuanuco.gob.pe/grde/.../cultivares_2012.pdf.

- Graziani de Fariñas, L; Ortiz de Bertorelli, L; Angulo, J; Parra, P. 2002. Características físicas del mazorca de cacao tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de cumboto, Venezuela. Aragua, UCV. s.p. Consultado 2 mar. 2017. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000300006.
- González Monroy, RM; Rojas Martínez, AE. 2014. La relevancia evolutiva de los ecotipos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) (en línea). Pachuca de soto, México. 49 p. Consultado 08 abr. 2019. Disponible en <http://www.elementos.buap.mx/num95/pdf/49.pdf>
- Gutiérrez Hernández, BE. 2011 Estudio agromorfológico y fisicoquímico de los ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Izalco y Nahulingo, en el departamento de Sonsonate en El Salvador (en línea). San Salvador, El Salvador. 116 p. Consultado 05 Feb. 2017. Disponible en: <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/IAL/ADTESGE0001258.pdf>
- IICA (El Instituto Interamericano de cooperación para agricultura). 1957. Manual del cultivo de cacao. Turrialba, Costa rica. OEA. 233 p.
- INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela). 1980. Descriptor de Caracteres Morfológicos en Cacao. Campo Experimental de San Juan Lagunillas-Mérida. Venezuela. 50 p.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuaria, Mexico). 2014. Manual grafico de descriptores varetales de cacao (*Theobroma cacao L*). Chiapas, Mexico. 72 p.
- IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos). 2000. Descriptores para café. *Coffea spp* y *Psilanthus spp.*, Roma, IT. 75 p.

- López, M; Guardado Deras, EC. 2018. 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. Tesis. Ing. Agr. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 179 p.
- Lucero, O. 2005. Técnicas de bromatología y análisis de alimentos, Riobamba. Ecuador, Xerox. 49 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2006. Plan estratégico de la cadena agropecuaria del cacao. MAG. La Libertad, SV. 16 p.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV). 2013. Estrategia nacional de biodiversidad. San Salvador, SV. 24 p.
- Medina, ZC. 1950. Informe final sobre el cultivo del cacao. Tesis especialista en cacao. Costa Rica. Turrialba. 40 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego del Perú). 2012. Manual de cacao. Lima Perú. Ed 2. 6 p.
- Molina Escalante, MO; Castillo Guerra, LO. 2014. Caracterización morfológica in situ de ojushte (*Brosimum alicastrum* Swartz) y su incidencia en la selección de germoplasma de alto potencial nutricional en El Salvador (en línea). 132 p. Consultado 08 feb. 2017. Disponible en <https://studylib.es/doc/7986096/--universidad-de-el-salvador>
- Moreira Duque, M. 1992. La poda del cacao. 2ed. Quevedo, Ecuador. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. 18 p.
- Navarro Marroquín, IS; Castro Galdámez, KL; Arriaza Fuentes, CA. 2008. Identificación, selección y caracterización de clones de marañón (*Anacardium occidentale*) con alto potencial genético de producción, en la Cooperativa ACOPASMA, cantón Tierra Blanca, Chirilagua, departamento de San Miguel. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV, UES. 174 p.

- Paredes Arce, M. 2003. Manual de cultivo del cacao (en línea). Lima, Perú. 100 p. Consultado 05 de feb. 2017. Disponible en <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/215.pdf>
- Peña Monserrate, GR. 2003. Caracterización morfológica de 57 accesiones de cacao (*Theobroma cacao* L) tipo nacional del banco de germoplasma de la estación experimental tropical Pichilingue. Tesis. Ing. Agr. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. 61 p.
- Pérez Zuñiga, JI. 2009. Evaluación y caracterización de selecciones clonales de cacao (*Theobroma cacao* L) del Programa de Mejoramiento del CATIE. Tesis MSc. Agricultura Ecológica. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Costa Rica. 149 p.
- Phillips, W. 2012. Cacao Cultura Moderna. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas). Turrialba, Costa Rica. 68 p.
- Pineda Magaña, GJ; Rivera Sánchez, ED. 2016 Determinación del análisis bromatológico proximal y minerales en pupusas a base de (*zea mays*), comercializadas dentro y en los alrededores del campus central de la Universidad de El Salvador (en línea). San Salvador, El Salvador. 240 p. consultado 3 de abr. 2019. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12932/1/16103692.pdf>
- Quiroz, J; Soria, J. (1994). Caracterización Fenotípica del cacao Nacional de Ecuador. Ecuador. INIAP. 125 p
- Ramírez Díaz, RA. 2011. Estudio Agromorfológico y Físicoquímico de Ecotipos de Cacao Cultivados en los Municipios de: Candelaria de La Frontera, Ciudad Arce, Coatepeque, Huizucar, Jayaque, y El Paisnal. Tesis. Ingeniero Agronomo. Antiguvo Cuscatlán, ES. Universidad Dr. José Matías Delgado. p. 20-83.
- Ramos Pérez, DM. 1994. Determinación de Materiales Promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L) en la hacienda cooperativa "La Carrera," Usulután. Tesis. Ing. Agr. San Salvador, SV. UES. 65 p.

- Rodríguez, JE. 2013. Tecnología moderna en la producción de cacao (en línea). San José, Costa Rica. 68 p. Consultado 05 de feb. 2017. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00359.pdf>
- Sánchez, JA. 1994. Establecimiento y manejo de cacao con sombra. Turrialba, Costa Rica. 81 p.
- Sari, AI; Susilo, AW. (2011). Indikasi Pengaruh Xenia pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L*) (en línea). Pelita Perkebunanis, p. 181-190. Consultado 24 jul. 2016. Disponible en <https://www.ccrjournal.com/index.php/ccrj/article/download/155/pdf>.
- SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, El Salvador). s.f. Climatología de Cuisnahuat y Caluco (en línea). Sonsonate, SV. 20 p. Consultado 12 de Jun. 2018. Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/Riesgo/extramapobreza/estudio/Sonsonate-lzalco.pdf>
- Tapia, ME; Severo, I; Canahua, A; Quispe, M; Gavidia, J; Mescoco, J. 2013. Las razas de quinuas en el Perú (en línea). Lima, Perú. 22 p. Consultado 08 abr. 2019. Disponible en <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2014/01/ANEXO-02-Tapia.pdf>
- Torres Calderón, EE. 2007. Identificación y caracterización in situ de germoplasma de mamey (*Mammea americana L*) en la Facultad de Ciencias Agronómica, con potencial genético en zonas productoras de El Salvador. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV, UES. 128 p.
- Torres Gutiérrez, LA. 2012. Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Tesis. Ing. Agr. Cuenca, Ecuador. 141 p.
- Vargas, T. 1995. Caracterización Fenotípica de cacao nacional de la colección la Buseta de la zona de Tenguel. Tesis. Ing. Agr. Guayaquil, EC. Universidad Agraria del Ecuador. 38 p.
- Vega, C; Munguia, R; Astorga, C; Orosco, L; Ayesta, E. 2013. Caracterización de árboles promisorios de cacao en fincas orgánicas de Waslala. Nicaragua. 25 p.

Vicencio Jácome, AV. 2001. Caracterización química del nivel de fermentación y estudio de los parámetros de calidad del cacao (*Theobroma cacao L*). Quito, EC. 2 ed. INIAP. 75 p.

Villeda Castillo, DA. 2014. Caracterización morfoagronómica de 15 accesiones de sorgo (*Sorghum bicolor L*) Tesis. Msc. A. San Salvador, ES. Universidad de El Salvador. p. 74-93.

Wood, GA. 1982. Cacao. México, D.F. México. Editorial Continental. 363 p.

Zambrano Pazmiño, LA. 2010. Establecimiento, manejo y capacitación en vivero de cacao (*Theobroma cacao. L*) utilizando dos tipos de injertos en la comunidad de Naranjal II del cantón Quininde, Provincia de Esmeraldas (en línea). Tesis Ing. Agr. MANABI, EC. UTEMA. 92 p. Consultado 6 Feb. 2017. Disponible en <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/238/1/TESIS%20CACAO%20L%20UIS%20ZAMBRANO.pdf>.

9. ANEXOS

Cuadro A 1. Guía para la toma de datos en campo

Descriptor para la caracterización de cacao



Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Fitotecnia



Datos de Pasaporte:

Nombre de los Recolectores: _____

Fecha de recolección de la información: _____

Departamento: _____ Municipio: _____ Cantón: _____

Latitud: _____ Longitud: _____

Área total de finca: _____ Área con cacao: _____ Edad de la plantación: _____

Altura sobre el nivel del mar: _____

Edad del árbol con características deseables: _____

Nombre de la finca o parcela: _____

Nombre del productor: _____ Edad del productor: _____

Número correlativo de árbol: _____

Caracterización morfoagronómica.

Árbol

Arquitectura del árbol	Valor asignado
Erecta	
Pendulosa	
Intermedia	
Vigor del árbol	Valor asignado
Débil	
Intermedio	
Vigoroso	
Forma de ramificación del árbol	Valor asignado
Simple	
Intermedia	
Verticilada	

Número de chupones/árbol:	
DAP (diámetro a altura de pecho):	
Altura del árbol :	
Número de mazorcas:	

Hojas (10 hojas de la parte intermedia del árbol)

Forma de la hoja.	Numero de hojas por árbol.										total	 X	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Largo en cm:													
Ancho en cm.													
Forma de la base de la hoja													
Aguda													
Obtusa													
Redondeada													
Cordiforme													
Ápice de las hojas													
Acuminado													
Apiculado													
Agudo													
Intensidad de Pigmentación verde en hojas													
Claro													
Medio													
Oscuro													
Color de brotes tiernos													
Verde claro													
Verde medio													
Marrón													
Rojo claro													
Rojo medio													
Rojo oscuro													
Pubescencia en ramas y brotes terminales													
Débil													
Moderada													
fuerte													

Estructura Floral (tomar 5 flores/árbol)

Cojines florales	1	2	3	4	5	Total	 X
N° de flores por cojín:							
N° de cojines por metro lineal							
Presencia de antocianina del pedicelo							
Ausente							
Débil							
Moderada							
Fuerte							
Sépalos							
Pigmentación de antocianina en el sépalo							
Ausente							

Débil							
Moderada							
Fuerte							
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	Total	\bar{x}
Anchura de sépalo en mm:							
Longitud de sépalo en mm:							
Color de Lígula							
Crema							
Amarillo crema							
Amarillo							
Estaminodios							
	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	Total	\bar{x}
Largo de estaminodios en mm:							
Antocianina en estaminodio							
Ausente							
Débil							
Moderada							
Fuerte							
Ovario							
	O 1	O 2	O 3	O 4	O 5	Total	\bar{x}
Largo en mm:							
Ancho en mm:							
Color externo:							
Numero de óvulos por ovario							
Largo de estilo en mm:							

Mazorca

Color de la mazorca madura.	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
Amarillo verde					
Amarillo					
Anaranjado					
Rojo medio					
Rojo oscuro					
Purpura					
Forma de la mazorca madura	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
Ovado					
Circular					
Elíptica					
Oblonga					
Obovado					
Morfología de la Superficie de la mazorca	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
Lisa o ligeramente rugosa					
Moderadamente rugosa					
Muy rugosa					
Constricción basal de la mazorca	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
Ausente					
Débil					
Moderada					

Fuerte							
Forma del ápice de la mazorca	F1	F2	F3	F4	F5		
Entallado							
Agudo							
Obtuso							
Redondeado							
Dimensiones y datos de la mazorca	F1	F2	F3	F4	F5	Total	\bar{x}
Longitud de la mazorca en cm							
Diámetro de la mazorca en cm							
Altura de caballete en cm							
Profundidad de surco en la mazorca en cm							
Grosor de cáscara de la mazorca en cm							
Peso de semilla + mucilago + placenta en g							
Peso de cáscara de la mazorca sin mucilago en g							
Peso de mazorca en g							
Resistencia de la cáscara en mazorca fisiológicamente madura (dureza)							
Débil							
Moderada							
Fuerte							
Color de pulpa de la mazorca							
Blanco							
Crema claro							
Crema oscuro							

Semilla

Forma de la semilla (sección Longitudinal)	S1	S2	S3	S4	S5		
Oblonga							
Elíptica							
Ovada							
Irregular							
Forma de semilla (sección transversal)	S1	S2	S3	S4	S5		
Aplanada							
Intermedia							
Redondeada							
Color de la semilla.							
Blanco							
Crema							
Rosa							
Rojo oscuro							
Purpura oscuro							
Dimensiones de la semilla	S1	S2	S3	S4	S5	Total	\bar{x}
Largo de semilla en mm							
Ancho de semilla en mm							
Espesor de semilla en mm							
Peso seco en gramos:							
Peso de la semilla humedad en g							
Peso seco de la semilla en g							
Análisis de mucilago							

PH del mucilago	
Grados brix del mucilago	

Descripción de la coloración de semillas dentro de la mazorca			
Color	Frecuencia de coloración		
	Mazorca 1	Mazorca 2	Total
Total de semillas			
Blanco			
Crema			
Rosa			
Rojo oscuro			
Purpura oscuro			

Cuadro A 2. Caracteres cualitativos de árbol

N°	N° del árbol	Arquitectura	Vigor	Forma de ramificación
1	JA 3A	Erecta	intermedio	verticilada
2	JA 4A	Erecta	vigoroso	verticilada
3	JA 5A	Erecta	vigoroso	simple
4	JA 6A	Erecta	intermedio	simple
5	JA 7A	Pendulosa	intermedio	simple
6	JA 8A	Erecta	vigoroso	simple
7	JA 9A	Erecta	vigoroso	intermedia
8	JA 10A	Erecta	vigoroso	intermedia
9	JA 11A	Erecta	intermedio	intermedia
10	JA 12A	Erecta	intermedio	intermedia
11	JA 13A	Erecta	vigoroso	intermedia
12	JA 14A	Erecta	vigoroso	intermedia
13	JA 15A	Erecta	intermedio	intermedia
14	JA 16A	Erecta	vigoroso	intermedia
15	JA 17A	Erecta	vigoroso	intermedia
16	JA 18A	Erecta	vigoroso	simple
17	JA 19A	Erecta	intermedio	simple
18	JA 20A	Erecta	intermedio	intermedia
19	JA 21A	Erecta	vigoroso	intermedia
20	JA 22A	Erecta	intermedio	simple
21	JA 23A	Erecta	intermedio	intermedia
22	JA 24A	Erecta	intermedio	intermedia
23	JA 25A	Erecta	vigoroso	simple
24	JA 26A	Erecta	intermedio	intermedia
25	JA 27A	Erecta	intermedio	intermedia
26	JA 28A	Erecta	vigoroso	simple
27	JA 29A	Erecta	vigoroso	simple
28	JA 30A	Erecta	intermedio	intermedia
29	JA 31A	Erecta	intermedio	verticilada
30	JA 32A	Erecta	intermedio	simple
31	JA 33A	Erecta	intermedio	simple
32	JA 34A	Erecta	vigoroso	intermedia
33	JA 35A	Erecta	intermedio	intermedia
34	JA 36A	Erecta	vigoroso	simple
35	JA 37A	Erecta	vigoroso	simple
36	JA 38A	Erecta	intermedio	simple
37	JA 39A	Erecta	vigoroso	simple
38	JA 40A	Erecta	vigoroso	simple
39	JA 41A	Erecta	intermedio	simple
40	JA 42A	Erecta	intermedio	intermedia
41	JA 43A	Erecta	vigoroso	simple

Cuadro A 3. Caracteres cualitativos de hojas y brotes tiernos

N°	N° del árbol	Forma de base	Ápice	Intensidad de pigmentación verde	Color del brote	Pubescencia en ramas y brotes terminales
1	JA 3A	Obtusa	Apiculado	Medio	Verde claro	Débil
2	JA 4A	Obtusa	Apiculado	Medio	Rojo claro	Débil
3	JA 5A	Aguda	Apiculado	Medio	Verde claro	Débil
4	JA 6A	Obtusa	Apiculado	Medio	Rojo claro	Débil
5	JA 7A	Obtusa	Apiculado	Medio	Rojo claro	Débil
6	JA 8A	Aguda	Apiculado	Medio	Rojo claro	Débil
7	JA 9A	Obtusa	Agudo	oscuro	Verde medio	Débil
8	JA 10A	Obtusa	Apiculado	oscuro	Verde medio	Débil
9	JA 11A	Redondeada	Agudo	Medio	Rojo claro	Débil
10	JA 12A	Obtusa	Apiculado	oscuro	Verde claro	Débil
11	JA 13A	Obtusa	Apiculado	Medio	Rojo medio	Débil
12	JA 14A	Obtusa	Apiculado	Medio	Rojo claro	Débil
13	JA 15A	Aguda	Apiculado	oscuro	Rojo claro	Débil
14	JA 16A	Obtusa	Apiculado	oscuro	Verde medio	Débil
15	JA 17A	Obtusa	Agudo	oscuro	Rojo claro	Débil
16	JA 18A	Obtusa	Apiculado	Medio	Rojo oscuro	Débil
17	JA 19A	Aguda	Apiculado	Medio	Rojo claro	Débil
18	JA 20A	Obtusa	Agudo	oscuro	Verde claro	Débil
19	JA 21A	Obtusa	Apiculado	oscuro	Rojo claro	Débil
20	JA 22A	Obtusa	Apiculado	Medio	Rojo claro	Débil
21	JA 23A	Aguda	Apiculado	oscuro	Rojo claro	Débil
22	JA 24A	Obtusa	Agudo	oscuro	Rojo oscuro	Débil
23	JA 25A	Obtusa	Apiculado	oscuro	Verde claro	Débil
24	JA 26A	Obtusa	Apiculado	Medio	Rojo claro	Débil
25	JA 27A	Aguda	Apiculado	Medio	Verde medio	Débil
26	JA 28A	Obtusa	Apiculado	oscuro	Verde claro	Débil
27	JA 29A	Obtusa	Apiculado	oscuro	Rojo claro	Débil
28	JA 30A	Aguda	Apiculado	Medio	Rojo claro	Débil
29	JA 31A	Obtusa	Apiculado	oscuro	Verde claro	Moderada
30	JA 32A	Redondeada	Apiculado	oscuro	Verde claro	Débil
31	JA 33A	Obtusa	Apiculado	Medio	Verde claro	Débil
32	JA 34A	Obtusa	Apiculado	oscuro	Rojo claro	Débil
33	JA 35A	Obtusa	Apiculado	Medio	Verde medio	Débil
34	JA 36A	Obtusa	Apiculado	Medio	Rojo claro	Débil
35	JA 37A	Obtusa	Acuminado	oscuro	Rojo claro	Débil
36	JA 38A	Obtusa	Apiculado	Medio	Verde medio	Débil
37	JA 39A	Obtusa	Apiculado	Medio	Rojo oscuro	Débil
38	JA 40A	Redondeada	Apiculado	Medio	Verde claro	Moderada
39	JA 41A	Obtusa	Apiculado	oscuro	Verde claro	Débil
40	JA 42A	Aguda	Acuminado	Medio	Rojo claro	Débil
41	JA 43A	Obtusa	Apiculado	Medio	Verde claro	Moderada

Cuadro A 4. Caracteres cualitativos de flores

N°	N° del árbol	Presencia de antocianina del pedicelo	Pigmentación de antocianina en sépalo	Color de lígula	Antocianina en estaminodio	Color externo del ovario
1	JA 3A	Débil	Moderada	Amarillo crema	Débil	Crema
2	JA 4A	Débil	Ausente	Amarillo crema	Débil	Crema
3	JA 5A	Ausente	Ausente	Amarillo	Débil	Crema
4	JA 6A	Débil	Débil	Amarillo	Débil	Crema
5	JA 7A	Débil	Ausente	Amarillo crema	Débil	Crema
6	JA 8A	Ausente	Débil	Amarillo	Débil	Crema
7	JA 9A	Débil	Ausente	Amarillo crema	Ausente	Crema
8	JA 10A	Débil	Débil	Amarillo	Débil	Crema
9	JA 11A	Débil	Débil	Amarillo	Débil	Crema
10	JA 12A	Débil	Débil	Amarillo crema	Débil	Crema
11	JA 13A	Ausente	Ausente	Amarillo	Débil	Crema
12	JA 14A	Débil	Débil	Amarillo crema	Moderada	Crema
13	JA 15A	Débil	Débil	Amarillo crema	Moderada	Crema
14	JA 16A	Débil	Ausente	Amarillo	Débil	Crema
15	JA 17A	Ausente	Moderada	Amarillo crema	Débil	Crema
16	JA 18A	Fuerte	Moderada	Amarillo crema	Moderada	Crema
17	JA 19A	Débil	Débil	Amarillo	Débil	Crema
18	JA 20A	Ausente	Débil	Amarillo crema	Débil	Crema
19	JA 21A	Débil	Débil	Amarillo	Débil	Crema
20	JA 22A	Débil	Débil	Amarillo crema	Débil	Crema
21	JA 23A	Moderada	Débil	Amarillo crema	Moderada	Crema
22	JA 24A	Ausente	Débil	Amarillo crema	Débil	Crema
23	JA 25A	Débil	Débil	Amarillo	Débil	Crema
24	JA 26A	Débil	Débil	Amarillo crema	Moderada	Crema
25	JA 27A	Fuerte	Débil	Amarillo	Moderada	Crema
26	JA 28A	Ausente	Débil	Amarillo	Débil	Crema
27	JA 29A	Débil	Débil	Amarillo	Débil	Crema
28	JA 30A	Moderada	Débil	Amarillo	Débil	Crema
29	JA 31A	Ausente	Débil	Amarillo crema	Ausente	Crema
30	JA 32A	Ausente	Ausente	Crema	Ausente	Crema
31	JA 33A	Ausente	Débil	Crema	Ausente	Amarillo crema
32	JA 34A	Débil	Débil	Amarillo	Débil	Crema
33	JA 35A	Ausente	Ausente	Amarillo	Moderada	Crema
34	JA 36A	Moderada	Moderada	Amarillo crema	Débil	Crema
35	JA 37A	Ausente	Débil	Amarillo crema	Débil	Crema
36	JA 38A	Moderada	Moderada	Amarillo	Moderada	Crema
37	JA 39A	Débil	Débil	Amarillo crema	Moderada	Crema
38	JA 40A	Débil	Moderada	Amarillo crema	Débil	Crema
39	JA 41A	Débil	Ausente	Crema	Débil	Amarillo crema
40	JA 42A	Moderada	Débil	Amarillo	Débil	Crema
41	JA 43A	Débil	Débil	Crema	Débil	Amarillo crema

Cuadro A 5. Caracteres cualitativos de las mazorcas

N°	N° del árbol	Color de la mazorca	Forma de la mazorca	Morfología de la superficie de la mazorca	Constricción basal de la mazorca	Forma ápice de la mazorca	Resistencia de cáscara de la mazorca	Color de pulpa de la mazorca
1	JA 3A	Amarillo	Ovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Agudo	Débil	Blanco
2	JA 4A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Entallado	Débil	Blanco
3	JA 5A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Entallado	Débil	Crema claro
4	JA 6A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Obtuso	Fuerte	Crema claro
5	JA 7A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Agudo	Fuerte	Crema claro
6	JA 8A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Agudo	Fuerte	Blanco
7	JA 9A	Amarillo	Ovado	Moderadamente rugosa	Fuerte	Entallado	Débil	Blanco
8	JA 10A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Entallado	Fuerte	Crema claro
9	JA 11A	Amarillo verde	Ovado	Lisa o ligeramente rugosa	Débil	Obtuso	Débil	Crema claro
10	JA 12A	Amarillo	Elíptica	Moderadamente rugosa	Ausente	Redondeado	Fuerte	Crema claro
11	JA 13A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Obtuso	Moderada	Crema claro
12	JA 14A	Amarillo	Elíptica	Moderadamente rugosa	Ausente	Redondeado	Fuerte	Blanco
13	JA 15A	Amarillo	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Obtuso	Fuerte	Blanco
14	JA 16A	Amarillo	Circular	Moderadamente rugosa	Ausente	Redondeado	Fuerte	Crema oscuro
15	JA 17A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Obtuso	Moderada	Crema claro
16	JA 18A	Rojo medio	Obovado	Moderadamente rugosa	Débil	Entallado	Fuerte	Crema claro
17	JA 19A	Anaranjado	Ovado	Lisa o ligeramente rugosa	Moderada	Obtuso	Moderada	Crema claro
18	JA 20A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Agudo	Fuerte	Crema claro
19	JA 21A	Rojo medio	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Agudo	Moderada	Crema claro
20	JA 22A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Entallado	Fuerte	Crema claro
21	JA 23A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Ausente	Entallado	Fuerte	Blanco
22	JA 24A	Rojo medio	Ovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Entallado	Débil	Crema claro
23	JA 25A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Ausente	Obtuso	Fuerte	Blanco
24	JA 26A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Agudo	Fuerte	Crema oscuro
25	JA 27A	Amarillo	Obovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Entallado	Fuerte	Crema claro
26	JA 28A	Amarillo	Elíptica	Lisa o ligeramente rugosa	Ausente	Redondeado	Fuerte	Blanco
27	JA 29A	Amarillo	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Agudo	Moderada	Crema oscuro
28	JA 30A	Amarillo verde	Ovado	Lisa o ligeramente rugosa	Débil	Agudo	Moderada	Crema claro
29	JA 31A	Amarillo	Obovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Agudo	Fuerte	Crema claro
30	JA 32A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Agudo	Moderada	Blanco
31	JA 33A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Agudo	Moderada	Crema claro
32	JA 34A	Amarillo	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Entallado	Fuerte	Crema claro
33	JA 35A	Amarillo	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Obtuso	Fuerte	Blanco
34	JA 36A	Amarillo	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Agudo	Fuerte	Crema claro
35	JA 37A	Amarillo verde	Ovado	Moderadamente rugosa	Débil	Entallado	Fuerte	Crema claro
36	JA 38A	Amarillo verde	Elíptica	Moderadamente rugosa	Débil	Redondeado	Fuerte	Blanco
37	JA 39A	Anaranjado	Ovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Obtuso	Débil	Crema claro
38	JA 40A	Amarillo	Ovado	Moderadamente rugosa	Moderada	Entallado	Moderada	Crema oscuro
39	JA 41A	Amarillo verde	Ovado	Lisa o ligeramente rugosa	Débil	Entallado	Moderada	Blanco
40	JA 42A	Amarillo	Ovado	Moderadamente rugosa	Ausente	Obtuso	Fuerte	Crema claro
41	JA 43A	Amarillo	Ovado	Moderadamente rugosa	Ausente	Obtuso	Fuerte	Crema claro

Cuadro A 6. Caracteres cualitativos de semilla

N°	N° del árbol	Forma sección longitudinal	Forma sección transversal	color semilla
1	JA 3A	Oblonga	Aplanada	Crema
2	JA 4A	Ovada	Aplanada	Rojo oscuro
3	JA 5A	Elíptica	Intermedia	Blanco
4	JA 6A	Oblonga	Aplanada	Crema
5	JA 7A	Elíptica	Aplanada	Rojo oscuro
6	JA 8A	Ovada	Intermedia	Rosa
7	JA 9A	Oblonga	Aplanada	Purpura oscuro
8	JA 10A	Oblonga	Aplanada	Purpura oscuro
9	JA 11A	Elíptica	Intermedia	Rojo oscuro
10	JA 12A	Ovada	Intermedia	Purpura oscuro
11	JA 13A	Irregular	Intermedia	Rojo oscuro
12	JA 14A	Ovada	Aplanada	Purpura oscuro
13	JA 15A	Ovada	Intermedia	Purpura oscuro
14	JA 16A	Ovada	Intermedia	Crema
15	JA 17A	Oblonga	Aplanada	Rojo oscuro
16	JA 18A	Oblonga	Aplanada	Rosa
17	JA 19A	Oblonga	Intermedia	Purpura oscuro
18	JA 20A	Ovada	Intermedia	Crema
19	JA 21A	Ovada	Redondeada	Rosa
20	JA 22A	Ovada	Intermedia	Purpura oscuro
21	JA 23A	Ovada	Intermedia	Rosa
22	JA 24A	Ovada	Redondeada	Rojo oscuro
23	JA 25A	Elíptica	Aplanada	Crema
24	JA 26A	Ovada	Intermedia	Rojo oscuro
25	JA 27A	Ovada	Intermedia	Rojo oscuro
26	JA 28A	Ovada	Intermedia	Purpura oscuro
27	JA 29A	Oblonga	Intermedia	Rosa
28	JA 30A	Ovada	Aplanada	Rosa
29	JA 31A	Ovada	Intermedia	Rojo oscuro
30	JA 32A	Elíptica	Aplanada	Crema
31	JA 33A	Ovada	Intermedia	Crema
32	JA 34A	Ovada	Intermedia	Purpura oscuro
33	JA 35A	Ovada	Intermedia	Purpura oscuro
34	JA 36A	Ovada	Aplanada	Rojo oscuro
35	JA 37A	Ovada	Aplanada	Rojo oscuro
36	JA 38A	Ovada	Intermedia	Purpura oscuro
37	JA 39A	Ovada	Intermedia	Rojo oscuro
38	JA 40A	Ovada	Intermedia	Purpura oscuro
39	JA 41A	Elíptica	Intermedia	Blanco
40	JA 42A	Ovada	Intermedia	Crema
41	JA 43A	Elíptica	Intermedia	Rojo oscuro

Cuadro A 7. Análisis bromatológico de las semillas de 41 árboles de cacao



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA



CUIDAD UNIVERSITARIA 19 DE JULIO DE 2018

RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

Ing. Agr. M.Sc. Fidel Ángel Parada Berrios
Jefe del Departamento de Fitotecnia
Presente

Estimado ingeniero envié resultado de análisis realizados en el laboratorio, que se detallan en la siguiente tabla (41 muestra de semillas del fruto de cacao).

Árboles	Grasa (%)	Fibra (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)	Carbohidrato (%)	Ca (mg.L ⁻¹)	P (mg.L ⁻¹)	K (mg.L ⁻¹)	PH del mucilago	Grados brix del mucilago
JA 3A	47.11	13.27	5.61	7.14	26.87	0.70	0.31	18.82	3.50	18.00
JA 4A	54.74	13.51	9.23	5.44	17.08	0.70	0.26	12.86	3.40	18.41
JA 5A	48.53	12.09	9.35	6.44	23.59	0.50	0.24	16.67	3.50	17.50
JA 6A	38.27	16.87	8.77	5.13	30.96	2.19	0.34	16.58	3.90	15.20
JA 7A	41.99	14.29	8.26	6.19	29.27	0.70	0.33	14.17	3.40	16.50
JA 8A	50.17	12.95	7.85	5.69	23.34	0.50	0.30	14.34	4.60	18.10
JA 9A	35.99	7.71	11.28	4.50	40.52	0.80	0.33	12.11	4.70	15.80
JA 10A	52.45	13.94	11.22	5.84	16.55	0.55	0.34	14.76	3.50	17.70
JA 11A	41.23	10.28	15.52	6.20	26.77	0.70	0.28	15.18	3.70	24.10
JA 12A	53.12	21.79	12.66	4.99	7.44	0.45	0.26	12.82	3.57	18.97
JA 13A	32.54	22.09	14.75	4.29	26.33	1.30	0.32	12.52	4.60	20.10
JA 14A	49.14	23.41	14.80	3.49	9.16	0.50	0.28	11.33	4.00	22.10
JA 15A	36.06	27.49	14.52	3.64	18.29	0.70	0.28	9.99	4.20	21.40
JA 16A	44.24	12.28	8.78	5.59	29.11	0.30	0.25	15.36	4.50	20.80
JA 17A	46.44	9.86	12.37	5.85	25.48	0.65	0.29	14.84	5.40	24.80
JA 18A	43.19	19.09	10.37	3.89	23.46	1.60	0.30	12.92	4.90	24.80
JA 19A	29.65	25.15	15.02	3.39	26.79	0.50	0.26	10.12	4.50	23.50
JA 20A	48.52	14.02	10.61	5.34	21.51	0.60	0.26	13.92	3.90	12.40
JA 21A	44.81	17.59	9.44	6.30	21.86	0.70	0.31	16.34	4.30	24.10
JA 22A	35.43	33.50	16.25	3.49	11.33	0.80	0.31	9.48	3.90	19.50
JA 23A	44.42	23.56	16.65	3.59	11.78	0.70	0.32	10.47	4.00	20.10
JA 24A	49.53	14.17	9.39	5.55	21.36	0.65	0.04	14.75	3.60	17.50
JA 25A	49.50	14.10	10.04	5.19	21.17	0.80	0.29	13.36	4.00	16.50
JA 26A	52.05	9.62	12.18	3.90	22.27	0.60	0.29	12.74	4.50	18.50
JA 27A	38.94	21.42	10.88	5.68	23.08	0.80	0.30	15.40	5.40	11.20

JA 28A	37.53	20.73	17.15	4.08	20.51	0.60	0.30	11.85	4.00	21.50
JA 29A	53.47	9.61	9.88	6.59	20.45	0.60	0.33	17.57	3.50	17.40
JA 30A	43.17	16.87	11.64	4.80	23.52	0.40	0.31	12.07	3.00	16.50
JA 31A	44.12	25.35	12.07	4.29	14.17	0.55	0.29	11.11	3.80	20.60
JA 32A	45.08	9.46	11.69	4.20	29.57	0.70	0.24	11.14	3.50	18.00
JA 33A	56.55	12.90	9.50	5.94	15.11	0.50	0.25	15.78	4.00	19.80
JA 34A	37.24	28.48	13.02	4.80	16.46	0.55	0.29	13.26	3.30	19.50
JA 35A	38.95	19.94	14.92	3.64	22.55	0.80	0.27	11.27	3.70	11.20
JA 36A	45.30	13.59	9.79	6.69	24.63	0.90	0.35	17.36	4.00	13.20
JA 37A	54.44	14.43	12.18	4.75	14.20	0.70	0.27	12.01	4.10	14.50
JA 38A	37.49	32.90	13.18	3.44	12.99	0.40	0.23	10.62	4.40	15.20
JA 39A	33.47	22.68	12.57	4.60	26.68	0.50	0.20	11.37	3.40	18.40
JA 40A	46.51	20.36	9.13	5.24	18.76	0.50	0.23	12.84	3.50	21.50
JA 41A	39.88	26.90	12.68	4.99	15.55	1.00	0.34	14.62	4.30	20.00
JA 42A	30.70	27.00	9.50	5.85	26.95	0.55	0.20	14.72	4.50	14.40
JA 43A	30.99	25.10	10.49	6.09	27.33	0.70	0.31	16.77	4.10	17.50



Lic. M.Sc. Ada Yanira Arias de Linares
Docente investigador




Lic. M.Sc. Freddy Alexander Carranza
Jefe del Departamento de Química Agrícola

Cuadro A 8. Análisis bromatológico de las semillas de 41 árboles de cacao fermentado



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA



CUIDAD UNIVERSITARIA 19 DE JULIO DE 2018


RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

Ing. Agr. M.Sc. Fidel Ángel Parada Berrios
Jefe del Departamento de Fitotecnia
Presente


Estimado ingeniero envió resultado de análisis realizados en el laboratorio, que se detallan en la siguiente tabla (41 muestra de semillas del fruto de cacao fermentado).

Árboles	Grasa (%)	Fibra (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)	Carbohidrato (%)	Ca (mg.l ⁻¹)	P (mg.l ⁻¹)	K (mg.l ⁻¹)
JA 3A	37.61	24.55	23.61	6.05	8.18	1.00	0.32	17.94
JA 4A	43.76	13.49	12.26	5.70	24.79	0.75	0.26	14.28
JA 5A	39.06	13.57	10.52	6.09	30.76	0.85	0.21	15.45
JA 6A	24.89	17.85	12.33	5.84	39.09	1.20	0.23	14.33
JA 7A	39.63	12.29	11.90	5.70	30.48	0.80	0.30	14.49
JA 8A	35.43	20.93	11.25	6.29	26.10	0.50	0.27	16.03
JA 9A	43.46	21.22	14.88	8.74	11.70	0.90	0.31	15.10
JA 10A	39.72	18.98	10.25	5.59	25.46	0.60	0.28	14.51
JA 11A	28.55	17.16	9.87	5.15	39.27	1.00	0.25	13.89
JA 12A	59.50	16.98	11.17	5.18	7.17	0.60	0.22	13.71
JA 13A	39.26	20.66	14.24	5.64	20.20	0.80	0.27	14.57
JA 14A	34.84	24.45	11.02	3.58	26.11	1.79	0.27	11.09
JA 15A	44.89	12.08	17.14	3.89	22.00	0.70	0.26	12.57
JA 16A	34.73	17.59	12.05	6.55	28.98	0.60	0.25	18.34
JA 17A	40.37	13.39	16.07	6.55	23.62	0.70	0.16	14.73
JA 18A	41.77	13.50	15.99	5.08	23.66	1.10	0.27	13.93
JA 19A	42.60	34.43	11.28	2.54	9.15	1.00	0.20	7.77
JA 20A	47.68	12.80	11.62	5.34	22.56	0.70	0.25	13.74
JA 21A	34.26	12.57	12.63	8.08	32.46	1.25	0.25	14.12
JA 22A	46.56	28.98	11.20	2.64	10.62	1.79	0.26	8.32
JA 23A	51.06	9.37	14.96	4.14	20.47	0.90	0.31	12.41

JA 24A	42.25	12.39	9.51	6.00	29.85	1.05	0.29	15.92
JA 25A	37.54	14.83	14.55	5.09	27.99	1.00	0.27	13.39
JA 26A	42.24	14.84	9.58	4.39	28.95	2.30	0.30	17.61
JA 27A	40.86	14.09	14.38	6.85	23.82	0.70	0.28	18.14
JA 28A	38.19	22.49	6.52	3.75	29.05	1.79	0.26	11.24
JA 29A	47.31	13.43	11.06	6.70	21.50	0.90	0.29	17.10
JA 30A	44.73	19.29	13.66	12.68	9.64	0.40	0.27	12.58
JA 31A	48.61	20.44	10.43	4.94	15.58	0.40	0.20	11.60
JA 32A	44.63	14.83	14.44	4.65	21.45	0.75	0.26	12.11
JA 33A	39.71	13.36	12.62	5.85	28.46	0.70	0.28	15.29
JA 34A	36.78	32.07	10.22	4.74	16.19	0.60	0.27	11.21
JA 35A	43.86	10.80	14.88	3.84	26.62	0.90	0.27	12.27
JA 36A	42.23	30.81	10.17	2.99	13.80	1.90	0.27	9.88
JA 37A	43.25	13.40	17.96	3.69	21.70	0.70	0.25	11.23
JA 38A	47.72	10.06	19.28	3.54	19.40	0.70	0.21	10.28
JA 39A	43.60	15.77	11.39	4.54	24.70	1.00	0.22	12.96
JA 40A	25.67	27.26	7.81	5.65	33.61	1.05	0.31	14.67
JA 41A	36.91	20.10	12.08	6.34	24.57	1.15	0.31	16.48
JA 42A	56.63	18.46	12.45	6.80	5.66	1.00	0.31	18.04
JA 43A	32.99	26.74	9.75	5.34	25.18	0.60	0.30	14.17


 Lic. M.Sc. Ada Yanira Arias de Linares
 Docente investigador




 Lic. M.Sc. Freddy Alexander Carranza
 Jefe del Departamento de Química Agrícola

Cuadro A 9. Análisis de correlaciones negativas y nivel de significancia

Componentes del árbol y análisis bromatológico	Variables relacionadas	Coefficiente de correlación	Nivel de significancia
Proteína	Potasio	-0.75	0.043
Potasio	Proteína	-0.75	0.043
Proteína	Ceniza	-0.75	0.021
Ceniza	Proteína	-0.75	0.021
Peso seco del total de semillas	Índice de semilla	-0.72	0.004
Peso seco del total de semillas	Número de semilla por kilogramo	-0.72	0.004
Índice de semilla	Peso seco del total de semilla	-0.72	0.004
Numero de semillas por kilogramo	Peso seco del total de semilla	-0.72	0.004
Índice de mazorca	Índice de semilla	-0.71	0.032
Índice de mazorca	Número de semilla por kilogramo	-0.71	0.032

Fuente: Elaboración propia con datos de SPSS versión 25.

Cuadro A 10. Análisis de correlaciones positivas y nivel de significancia

Componentes del árbol y análisis bromatológico	Variables relacionadas	Coefficiente de correlación	Nivel de significancia
Peso del mazorca	Peso del mucilago incluyendo la placenta	0.61	0.034
Peso de mucilago incluyendo la placenta	Peso del mazorca	0.61	0.034
Peso húmedo del total de semillas	Número de semilla por mazorca	0.68	0.017
Numero de semilla por mazorca	Peso húmedo del total de semilla	0.68	0.017
Peso seco del total de semillas	Número de semilla por mazorca	0.69	0.026
Índice de semilla	Índice de mazorca	0.71	0.032
Numero de semillas por kilogramo	Índice de mazorca	0.71	0.032
Espesor de cascara	Peso de mazorca	0.73	0.004
Peso del mazorca	Espesor de cascara	0.73	0.004
Diámetro del mazorca	Peso de mazorca	0.73	0.009
Peso del mazorca	Diámetro del mazorca	0.73	0.009
Diámetro del mazorca	Peso de cascara sin mucilago	0.74	0.009
Peso de cascara sin mucilago	Diámetro del mazorca	0.74	0.009
Peso seco del total de semillas	Peso seco de una semilla	0.76	0.000
Peso seco de una semilla	Peso seco del total de semilla	0.76	0.000
Peso húmedo del total de semillas	Peso seco del total de semilla	0.81	0.003
Peso seco del total de semillas	Peso húmedo del total de semilla	0.81	0.003
Espesor de caballete	Espesor de cascara	0.82	0.029
Espesor de cascara	Espesor de caballete	0.82	0.029
Largo de la semilla	Ancho de semilla	0.84	0.000
Ancho de la semilla	Largo de semilla	0.84	0.000
Índice de semilla	Número de semilla por kilogramo	0.95	0.049
Numero de semillas por kilogramo	Índice de semilla	0.95	0.049

Fuente: Elaboración propia con datos de SPSS versión 25.

Descriptores de árbol de cacao propuestos por el INIA 1980

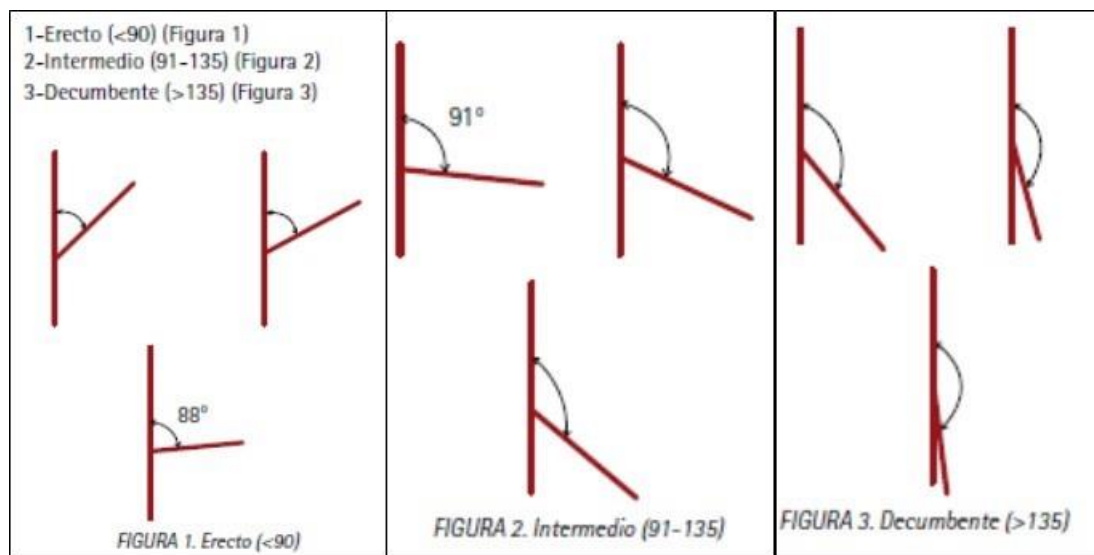


Figura A 1. Arquitectura del árbol de cacao propuesto por el INIA (1980)

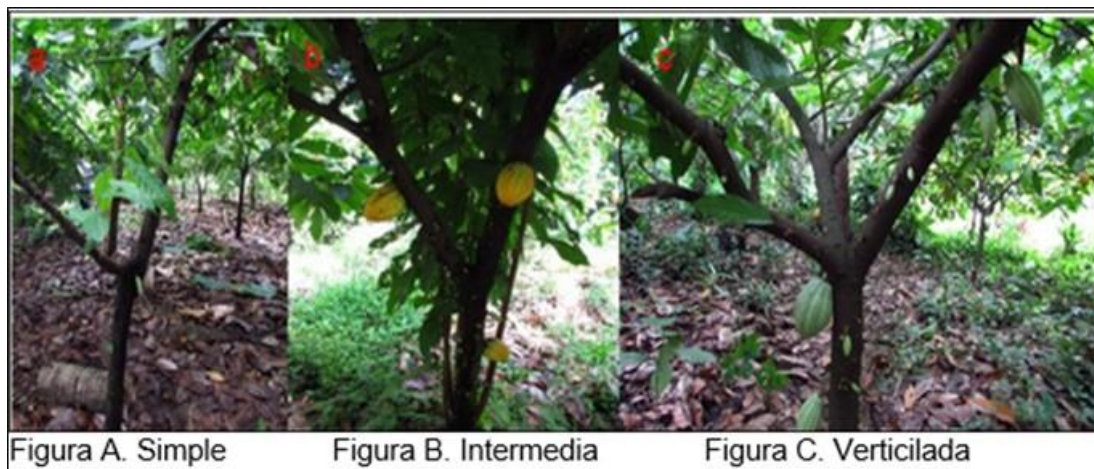


Figura A 2. Forma de ramificación del árbol de cacao propuesto por el INIA (1980)

Descriptores de hojas tomados del descriptor del INIFAP 2014 y CATIE (Phillips 2012)

Nivel / Level	cm	Nota / Note
Pequeño / Small	24.98 - 27.19	3
Mediano / Medium	29.40-31.60	5
Grande / Large	33.81 - 36.02	7




Figura A 3. Longitud de hoja propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

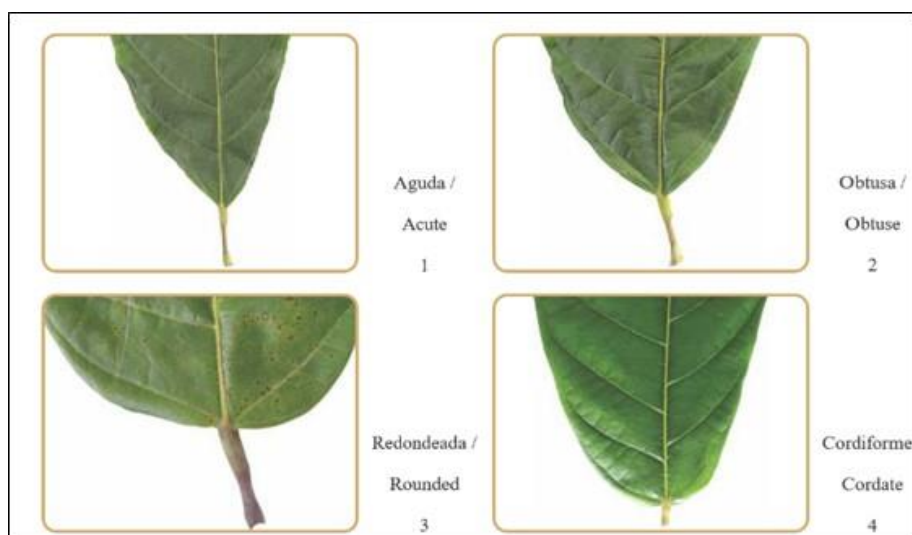


Figura A 4. Forma de base de la hoja propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

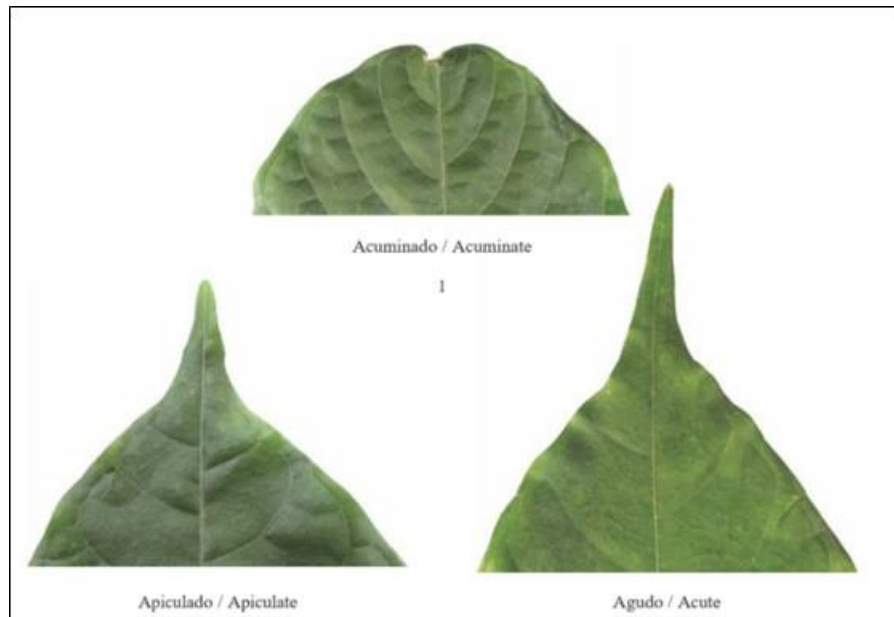


Figura A 5. Forma del ápice de la hoja propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

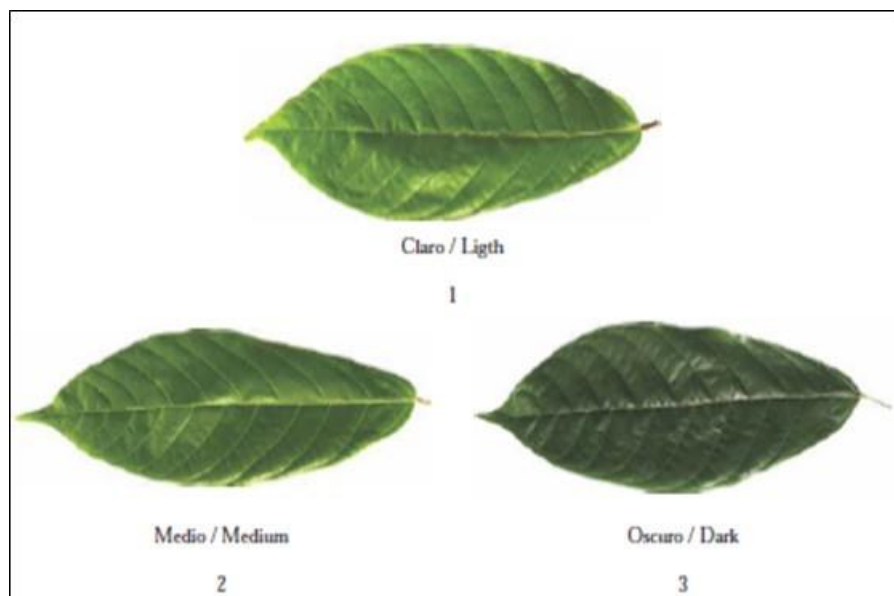


Figura A 6. Pigmentación de color verde propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

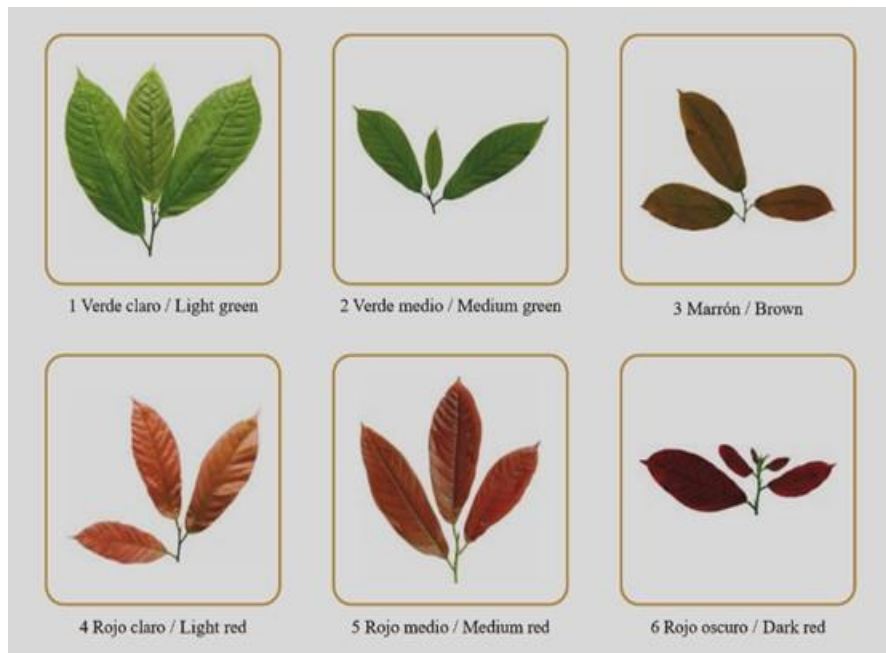


Figura A 7. Color de brotes tiernos propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)



Figura A 8. Pubescencia en brotes terminales propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

Descriptores de flores propuestos por el INIFAP 2014

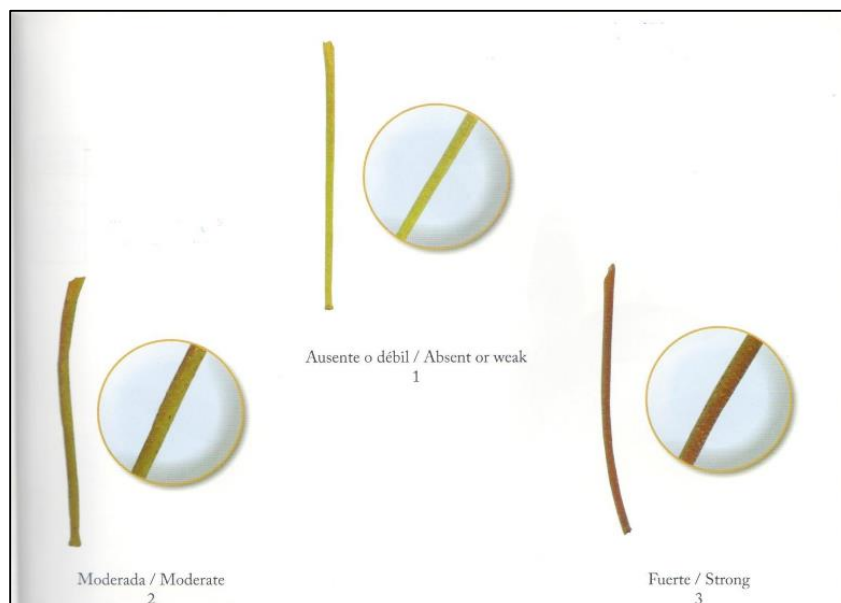


Figura A 9. Presencia de antocianina del pedicelo propuesto por el INIFAP (2014)

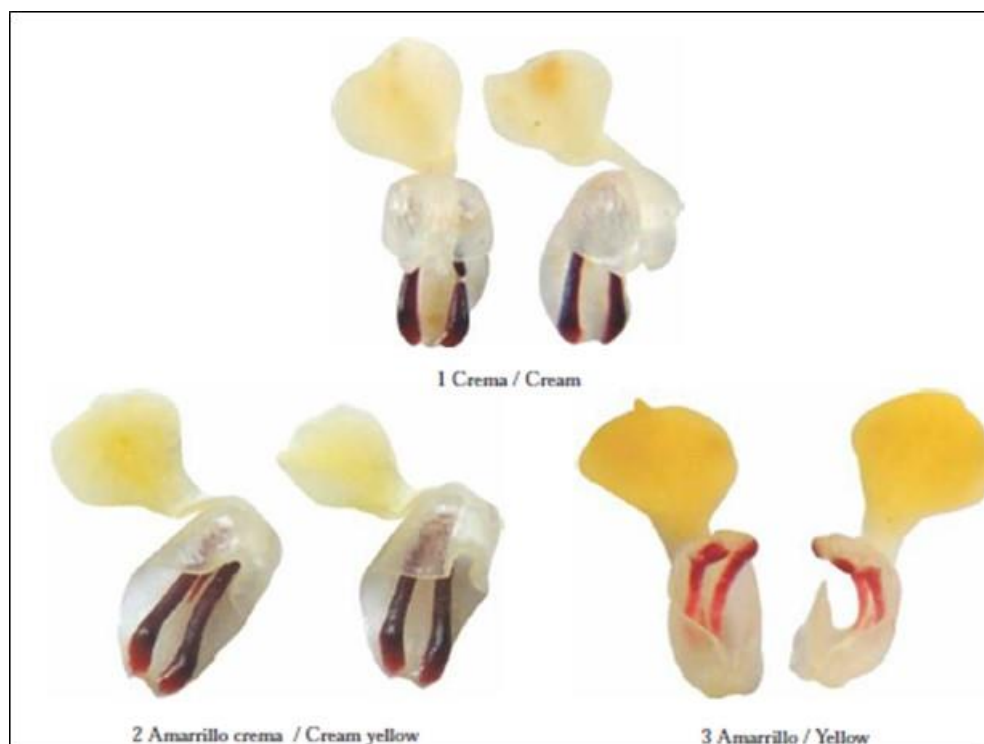


Figura A 10. Color de la lígula propuesto por el INIFAP (2014)

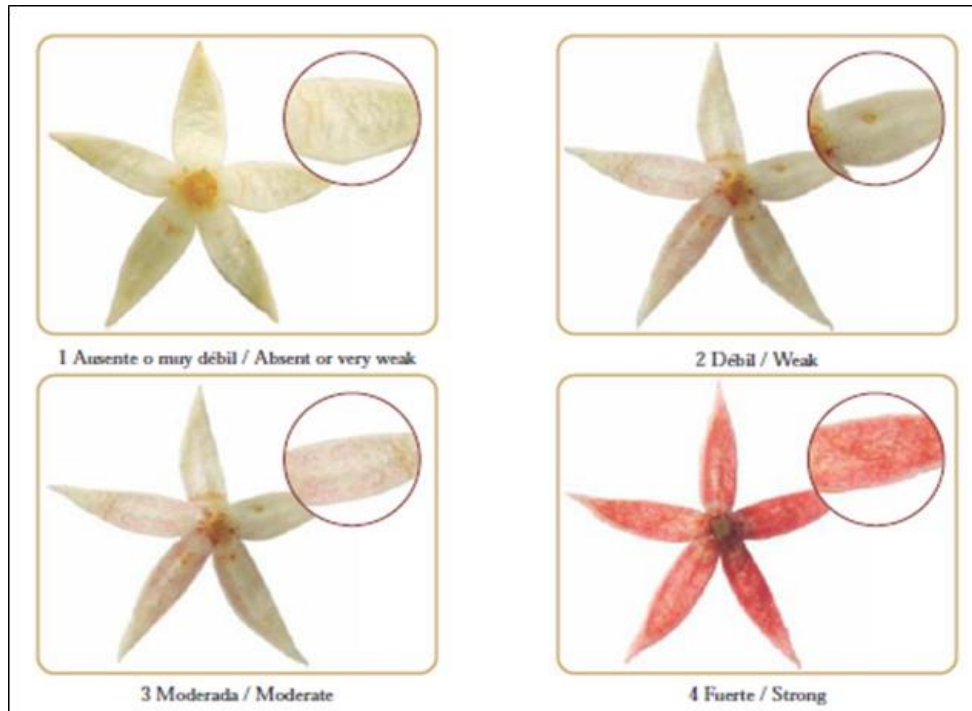


Figura A 11. Pigmentación de antocianina en sépalos propuesto por el INIFAP (2014)

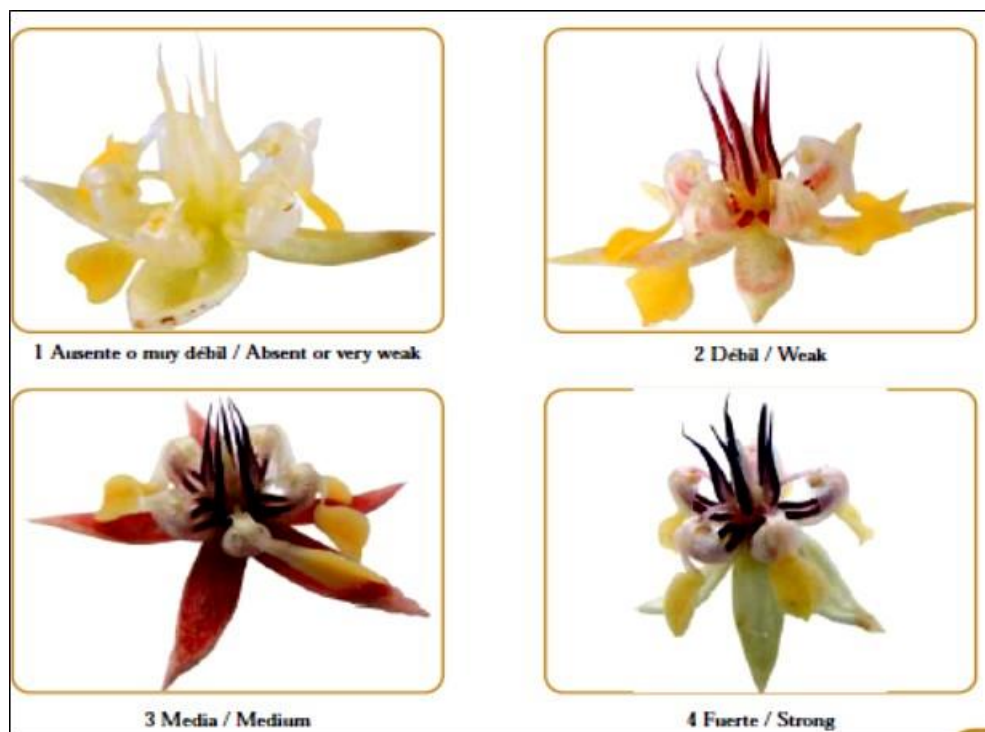


Figura A 12. Pigmentación de antocianina en estaminodio propuesto por el INIFAP (2014)

	Nivel / Level	mm	Nota / Note
	Corta / Short	4.24 – 5.09	3
	Media / Medium	5.94 – 6.78	5
	Larga / Long	7.63 – 8.48	7

Figura A 13. Longitud de sépalos propuesto por el INIFAP (2014)


	Nivel / Level	mm	Nota / Note
	Estrecho / Narrow	0.95 – 1.30	3
	Medio / Medium	1.64 – 1.99	5
	Ancho / Broad	2.33 – 2.68	7

Figura A 14. Antocianina en estaminodio propuesto por el INIFAP (2014)

Descriptores de mazorcas propuestos por INIFAP 2014 y CATIE (Phillips 2012)

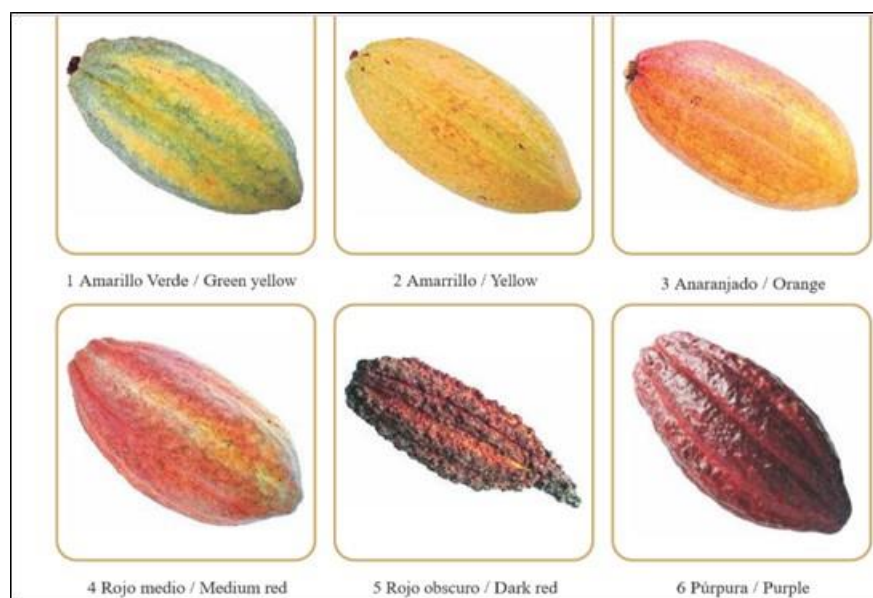


Figura A 15. Color de la mazorca propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

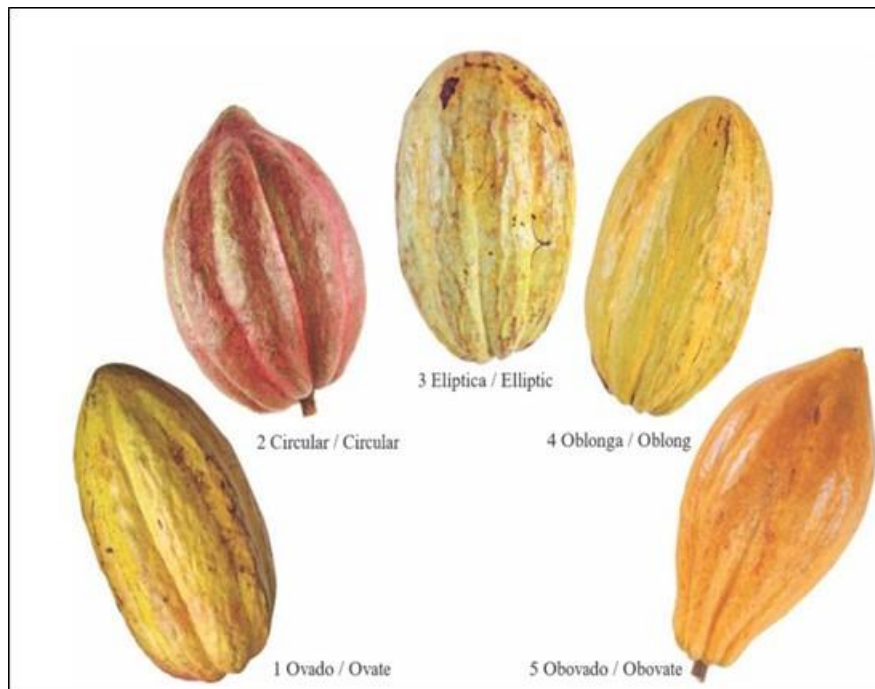


Figura A 16. Forma de las mazorcas propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)



Figura A 17. Constricción basal de las mazorcas propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

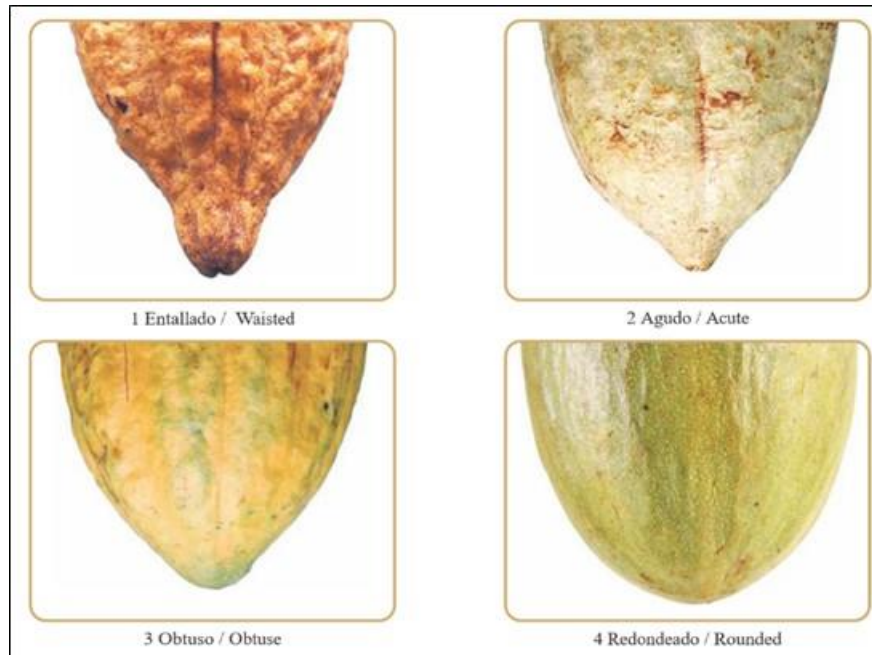


Figura A 18. Forma de apice de las mazorcas propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)



Figura A 19. Color de pulpa de la mazorca propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

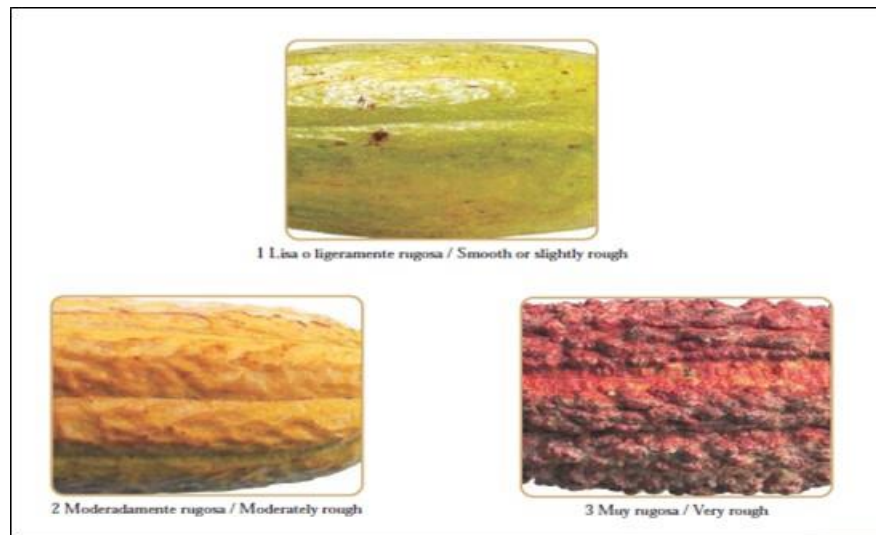


Figura A 20. Morfología de la superficie de la mazorca (rugosidad) propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

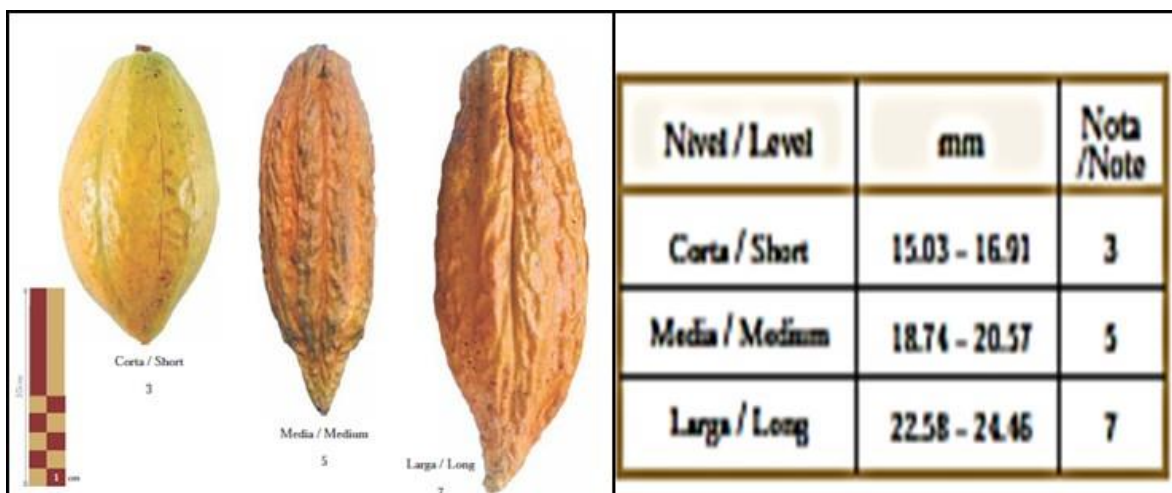


Figura A 21. Longitud de la mazorca propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

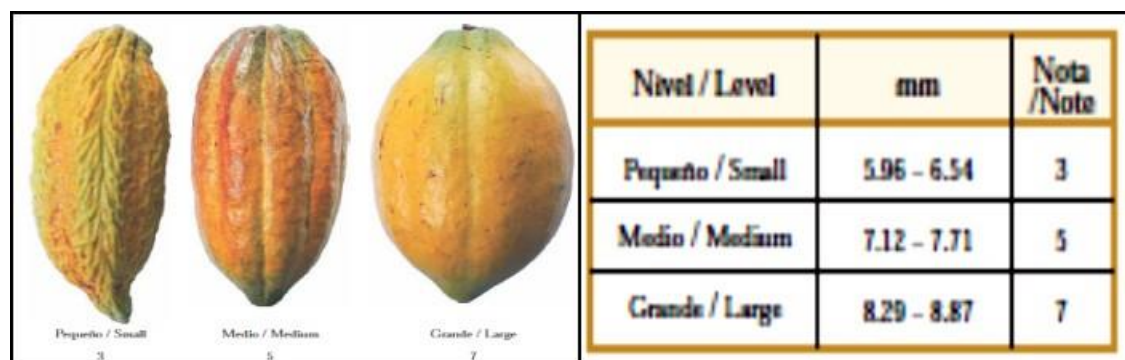


Figura A 22. Diámetro de la mazorca propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

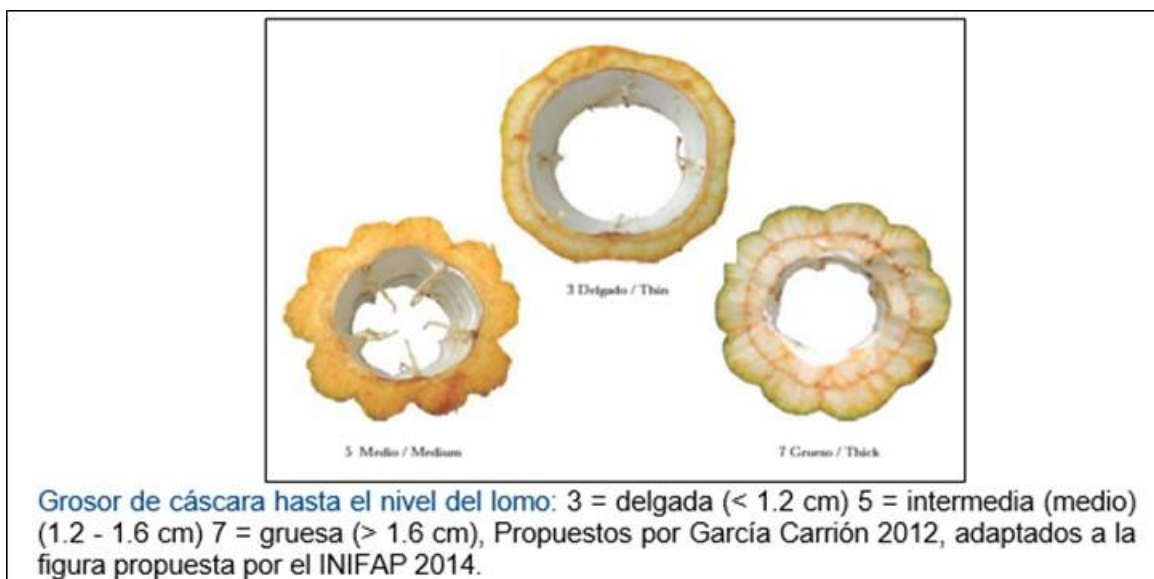


Figura A 23. Grosor de cáscara de las mazorcas propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

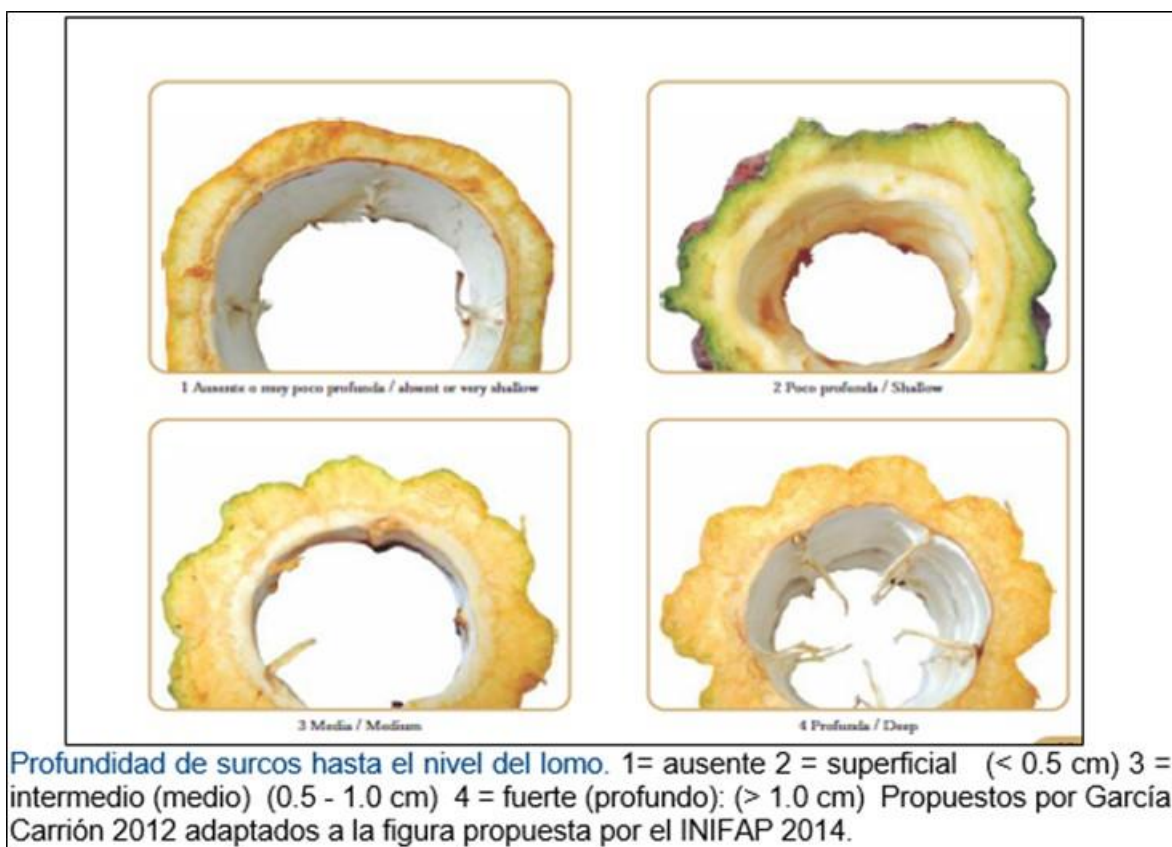


Figura A 24. Profundidad de surco en la mazorca propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

Descriptor de semillas propuesto por el INIFAP 2014 y CATIE (Phillips 2012)

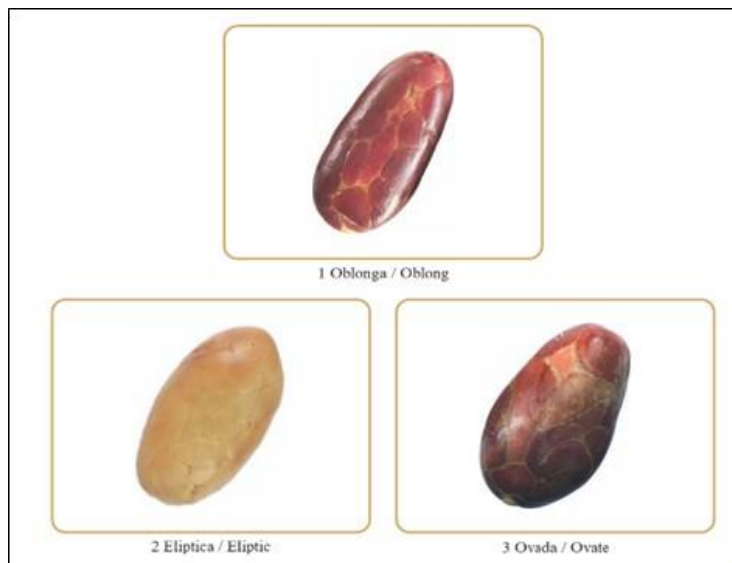


Figura A 25. Forma de sección transversal propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

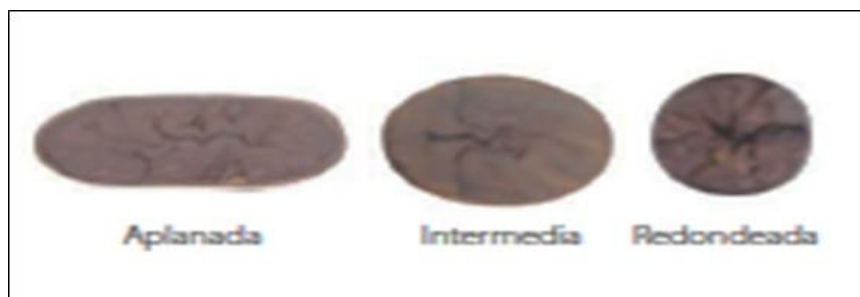


Figura A 26. Forma de sección longitudinal propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

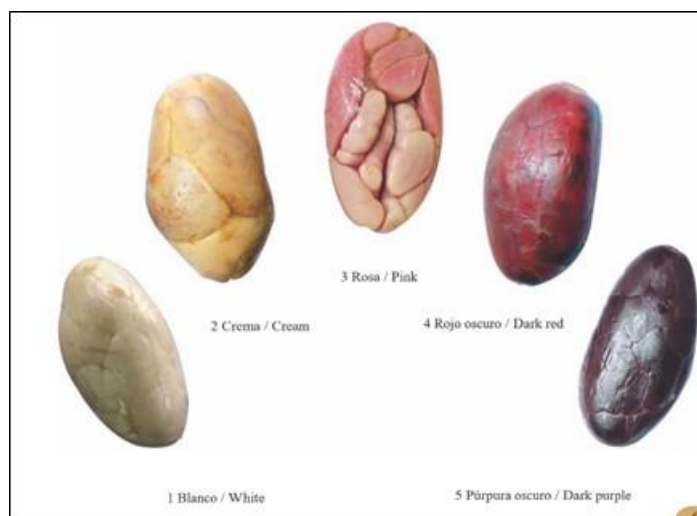


Figura A 27. Color de la semilla propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)


	Nivel / Level	cm	Nota / Note
	Corta / Short	2.01 - 2.12	3
	Media / Medium	2.24 - 2.35	5
	Larga / Long	2.47 - 2.58	7
	Nivel / Level	cm	Nota / Note
	Estrecha / Narrow	1.06 - 1.15	3
	Media / Medium	1.23 - 1.32	5
Ancha / Broad	1.40 - 1.49	7	

Figura A 28. Longitud y ancho de la semilla propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)

	Nivel / Level	mm	Nota / Note
	Delgado / Thin	3.84 - 7.04	1
	Medio / Medium	7.04 - 10.24	2
	Groso / Thick	10.24 - 13.44	3

Figura A 29. Grosor de semilla propuesto por el INIFAP (2014) y CATIE (Phillips 2012)