

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**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.**

POR:

MAXIMILIANO LÓPEZ  
ERICK CHRISTOPHER GUARDADO DERAS

SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



**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**

POR:

MAXIMILIANO LÓPEZ  
ERICK CHRISTOPHER GUARDADO DERAS

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE DE 2017

**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 BERRÍOS**

**DOCENTES DIRECTORES**

F: \_\_\_\_\_

**Ing. Agr. M. Sc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRÍOS**

F: \_\_\_\_\_

**Dr. FRANCISCO LARA ASCENCIO**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION**

F: \_\_\_\_\_

**Ing. Agr. MARIO ALFREDO PÉREZ ASCENCIO**

## RESUMEN

La investigación sobre Caracterización morfoagronómica *in situ* de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) en lugares de prevalencia natural y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio, se ejecutó en el periodo de julio a diciembre 2016, en los municipios de Arcatao, Chalatenango; Tenancingo, Cuscatlán; San Luis Talpa y San Pedro Nonualco en La Paz y Ciudad Delgado en San Salvador, caracterizando un total de 47 árboles de cacao productivos. Se utilizaron descriptores morfoagronómicos propuestos por la Cocoa Research Unit-University of West Indians (Trinidad y Tobago), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP), y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela (INIA). Para la interpretación de datos se utilizó una estadística simple y análisis multivariado. Como resultados se encontraron 10 árboles de cacao con características del tipo “criollo de aroma fino”, con el 100% de semillas de color blanco, cuatro árboles con contenidos de grasa en semilla arriba del 50%. La variabilidad genética cuantitativa de los árboles seleccionados estuvo determinada por el 36.36% de los descriptores y mostraron coeficientes de variación mayores del 30%. Los análisis de componentes principales se evaluaron por el método de Cluster, identificando 11 conglomerados que reunieron características de 27 árboles. Finalmente se elaboró un catálogo de los árboles caracterizados.

**Palabras claves:** Morfología, caracterización, genética, fenotipos, germoplasma promisorio, descriptor, cacao criollo.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A Dios, por darnos la sabiduría y la fuerza necesaria para llevar a cabo esta investigación y culminar nuestros estudios.

A nuestros padres y demás familiares por darnos el apoyo económico y moral en todo momento hasta coronar nuestra carrera de Ingenieros Agrónomos.

A nuestros asesores Ing. Agr. M. Sc. Fidel Ángel Parada Berrios, Dr. Francisco Lara Ascencio, Lic. 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 disponibilidad para coordinar el proceso de la investigación.

Al Ing. Oscar Mauricio Carrillo Turcios, jefe del departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador por el apoyo en cuanto a los análisis químicos.

A los miembros de la Cooperativa Hacienda Santa Clara, por el acompañamiento, por ayudarnos a la identificación de áreas con árboles de cacao y también permitir llevar a cabo la investigación en los terrenos de dicha cooperativa.

A don Otoniel López, Marina Melgar, Emilio Mónico, por poner a disponibilidad sus parcelas de cacao para el desarrollo del estudio.

A nuestros amigos Elías Antonio Vázquez Osegueda, Noé, 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 agrícolas.

Maximiliano López

Erick Christopher Guardado Deras

## DEDICATORIA

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

A mis abuelitos, Joaquina López y Bonifacio Alas que desde el cielo siempre están conmigo.

A mi madre Antonia López y a mi tía Ángelina López por darme su apoyo incondicional.

A mis hermanos Mario y Roxana, mis primos Juan Carlos y Carlos Alfredo, y demás familiares que siempre me apoyaron moral y económicamente.

A mi novia Magdalena Flanco Cruz por su amor, cariño y comprensión, y por todo su apoyo moral y económico durante dicha etapa.

A mis suegros Gerardo Franco y Gertrudis Cruz por su aprecio y su apoyo moral e incondicional.

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 la Asociación Jovesolidés El Salvador por el apoyo desde el inicio hasta el final de los estudios.

Al Programa de becas de Desarrollo Humano Popular por poner la confianza en mí y apoyarme durante todo el proceso.

A mi Orientadora Licenciada Irma Alas por el apoyo incondicional durante todo el proceso de mi carrera.

Maximiliano López

## **DEDICATORIA**

A Dios, por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque realizó este sueño anhelado y me alimentó en este largo camino con el fruto del espíritu que es: amor, alegría, paz, paciencia, amabilidad, bondad, fidelidad, humildad y dominio propio, a través de diferentes tropiezos y éxitos.

A mis padres Yanira Elizabeth Deras de Guardado y Erick Cristian Guardado Perez por haberme dado la vida y brindarme apoyo incondicional en todo el largo camino de mi carrera; gracias a ellos soy quien soy, y estoy donde estoy.

A mi hermano Carlos Anthony Guardado Deras por brindarme todo el apoyo absoluto.

A la Universidad de El Salvador por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida, a las que les agradezco su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Erick Christopher Guardado Deras

## ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>   |           |
| <b>2. MARCO TEÓRICO</b>  | <b>2</b>  |
| 2.2.1. Descripción general y longevidad del cacao                  | 2         |
| 2.2.2. Raíz  | 2         |
| 2.2.3. Tallo y ramas   | 3         |
| 2.2.4. Hojas   | 3         |
| 2.2.5. Flor  | 3         |
| 2.2.5.1. Biología floral   | 3         |
| 2.2.5.2. Antesis   | 4         |
| 2.2.5.3. Fecundación   | 4         |
| 2.2.6. Fruto   | 4         |
| 2.2.7. Semilla   | 5         |
| 2.2.7.1. Germinación de la semilla                                 | 5         |
| 2.3. Genética del cacao  | <b>6</b>  |
| 2.3.1. Clasificación genética de los cacaos                        | 6         |
| 2.3.1.1. Cacaos criollos   | 6         |
| 2.3.1.2. Cacaos forasteros   | 6         |
| 2.3.1.3. Cacaos trinitarios  | 7         |
| 2.3.2. Variabilidad del cacao                                      | 7         |
| 2.3.3. Incompatibilidad en cacao                                   | 7         |
| <b>2.4. Tipos de propagación</b>                                   | <b>8</b>  |
| 2.4.1. Propagación sexual y asexual                                | 8         |
| 2.5. Mejoramiento genético en cacao                                | 8         |
| 2.5.1. Caracterización morfológica                                 | 9         |
| 2.5.1.1. Descriptores  | 9         |
| 2.5.1.2. Estado y uso de descriptores                              | 10        |
| <b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>                                     | <b>12</b> |
| 3.1. Localización  | 12        |
| 3.2. Caracterización climática                                     | 12        |
| 3.3. Material experimental   | 13        |
| 3.4. Herramientas para la caracterización                          | 13        |
| 3.5. Metodología de campo  | 13        |
| 3.5.1. Datos de pasaporte y codificación                           | 14        |
| 3.5.2. Georreferenciación del material                             | 14        |
| 3.5.3. Caracterización del material                                | 16        |
| 3.5.3.1. Variables cualitativas                                    | 16        |
| 3.5.3.2. Variables Cuantitativas                                   | 21        |
| 3.5.4. Metodología de laboratorio                                  | 24        |
| 3.5.4.1. Análisis bromatológico                                    | 24        |
| 3.5.4.2. Análisis de suelo   | 25        |
| 3.5.5. Metodología estadística                                     | 26        |
| 3.5.5.1. Estadística simple  | 26        |
| 3.5.5.2. Análisis de correlación                                   | 27        |
| 3.5.5.3. Análisis de componentes principales                       | 27        |
| 3.5.5.4. Análisis de conglomerado                                  | 27        |
| <b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>                                   | <b>28</b> |
| <b>4.1. Análisis descriptivo de variables cualitativas</b>         | <b>28</b> |
| 4.1.1. Ubicación geográfica de los árboles de cacao caracterizados | 28        |
| 4.1.2. Datos altitudinales y climatológicos                        | 28        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.1.3. Descripción cualitativa del árbol.....   | 28        |
| 4.1.3.1. Arquitectura del árbol.....  | 29        |
| 4.1.3.2. Forma de ramificación .....  | 29        |
| 4.1.3.3. Vigor del árbol.....   | 29        |
| 4.1.4. Descripción cualitativa de hojas de 47 árboles de cacao.....                   | 31        |
| 4.1.4.1. Forma de la base de la hoja.....   | 31        |
| 4.1.4.2. Forma de ápice de la hoja.....   | 31        |
| 4.1.4.3. Intensidad de pigmentación de color verde en hojas.....                      | 31        |
| 4.1.4.4. Color de brotes tiernos.....   | 31        |
| 4.1.4.5. Pubescencia en brotes terminales .....                                       | 32        |
| 4.1.5. Descripción cualitativa de las flores.....                                     | 33        |
| 4.1.5.1. Antocianina en pedicelo, sépalo y estaminodio .....                          | 33        |
| 4.1.5.2. Color de la lígula y color externo del ovario .....                          | 33        |
| 4.1.6. Descripción cualitativa de frutos de 31 árboles de cacao.....                  | 35        |
| 4.1.6.1. Forma del Fruto.....   | 35        |
| 4.1.6.2. Color del Fruto .....  | 35        |
| 4.1.6.3. Forma del ápice del fruto .....  | 35        |
| 4.1.6.4. Constricción basal del fruto .....   | 36        |
| 4.1.6.5. Morfología de la superficie del fruto (rugosidad).....                       | 36        |
| 4.1.6.6. Resistencia de cáscara.....  | 36        |
| 4.1.6.7. Color de la pulpa del fruto.....   | 36        |
| 4.1.7. Descripción cualitativa de semilla de cacao de 28 árboles .....                | 37        |
| 4.1.7.1. Forma de la semilla (sección longitudinal y transversal) .....               | 37        |
| 4.1.7.2. Color de semillas .....  | 38        |
| <b>4.2. Análisis descriptivo de variables cuantitativas de árboles de cacao .....</b> | <b>39</b> |
| 4.2.1. Descripción cuantitativa de árboles de cacao.....                              | 39        |
| 4.2.1.1. Altura de 47 árboles de cacao.....   | 39        |
| 4.2.1.2. Diámetro a la altura del pecho (DAP).....                                    | 39        |
| 4.2.1.3. Edad del árbol.....  | 40        |
| 4.2.1.4. Número de chupones.....  | 40        |
| 4.2.1.5. Número de cojinetes florales por metro lineal.....                           | 41        |
| 4.2.1.6. Números de flores por cojinete floral y frutos por árbol. ....               | 41        |
| 4.2.2. Descripción cuantitativa de hojas de cacao tipo criollo .....                  | 43        |
| 4.2.2.1. Longitud total, media y ancho de hoja de 47 árboles de cacao.....            | 43        |
| 4.2.3. Descripción cuantitativa de flores de 44 árboles de cacao .....                | 45        |
| 4.2.3.1. Longitud y ancho de sépalos.....   | 45        |
| 4.2.3.2. Longitud de los estaminodios .....   | 46        |
| 4.2.3.3. Longitud del estilo .....  | 46        |
| 4.2.3.4. Longitud y ancho de ovario.....  | 46        |
| 4.2.4. Descripción cuantitativa de frutos de 28 árboles de cacao .....                | 48        |
| 4.2.4.1. Longitud y ancho de fruto .....  | 48        |
| 4.2.4.2. Grosor de cáscara .....  | 49        |
| 4.2.4.3. Profundidad de surco en frutos .....   | 50        |
| 4.2.4.4. Altura de caballete .....  | 50        |
| 4.2.4.5. Peso de frutos.....  | 51        |
| 4.2.4.6. Número de semillas .....   | 51        |
| 4.2.5. Descripción cuantitativa de semillas de 28 árboles de cacao .....              | 54        |
| 4.2.5.1. Longitud, ancho y espesor de semilla .....                                   | 54        |
| 4.2.5.2. Peso seco de semilla .....   | 55        |
| 4.2.5.3. Índice de semilla .....  | 56        |
| 4.2.5.4. Número de semillas por kilogramo.....  | 56        |

|  |            |
|--|------------|
| 4.2.6. Análisis bromatológico de la semilla de 28 árboles de cacao .....             | 58         |
| 4.2.6.1. Humedad parcial y total .....   | 58         |
| 4.2.6.2. Grasa, proteína y fibra .....   | 59         |
| 4.2.6.3. Ceniza .....  | 60         |
| 4.2.6.4. Fósforo, Calcio y Potasio .....   | 61         |
| 4.2.6.6. pH del Suelos.....  | 64         |
| 4.2.6.7. Materia Orgánica .....  | 64         |
| 4.2.6.8. Salinidad y Conductividad .....   | 65         |
| <b>4.3. Estimación de variabilidad genética, a través de estadística simple.....</b> | <b>65</b>  |
| <b>4.4. Análisis factorial mediante el método de componentes principales .....</b>   | <b>67</b>  |
| <b>4.5. Análisis de correlación.....</b>   | <b>68</b>  |
| <b>4.6. Análisis de componentes principales y variables que influyeron.....</b>      | <b>71</b>  |
| <b>4.7. Análisis de conglomerados de 27 árboles de cacao caraterizados .....</b>     | <b>76</b>  |
| <b>5. CATÁLOGO DE 47 ÁRBOLES DE CACAO CARACTERIZADOS .....</b>                       | <b>92</b>  |
| <b>6. CONCLUSIONES.....</b>  | <b>139</b> |
| <b>7. RECOMENDACIONES .....</b>  | <b>141</b> |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>  | <b>142</b> |
| <b>9. ANEXO .....</b>  | <b>147</b> |

## INDICE DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. Clasificación taxonómica.....  | 2  |
| Cuadro 2. Parámetros fisicoquímicos del grano de cacao.....                                  | 5  |
| Cuadro 3. Características climatológicas de los sitios donde se encuentran los árboles ..... | 13 |
| Cuadro 4. Codificación y ubicación de los árboles de cacao caracterizados .....              | 15 |
| Cuadro 5. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos del árbol.....         | 30 |
| Cuadro 6. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos.....                   | 32 |
| Cuadro 7. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos de flores.....         | 34 |
| Cuadro 8. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos de frutos. ....        | 37 |
| Cuadro 9. Frecuencia para caracteres cualitativos de semilla .....                           | 38 |
| Cuadro 10. Características cuantitativas de arboles .....                                    | 42 |
| Cuadro 11. Características cuantitativas de hojas de 47 árboles. ....                        | 44 |
| Cuadro 12. Características cuantitativas de flores de 44 árboles.....                        | 47 |
| Cuadro 13. Características cuantitativas de frutos de 28 árboles de cacao.....               | 53 |
| Cuadro 14. Arboles con Semillas con potencial industrial y comercial .....                   | 55 |
| Cuadro 15. Características cuantitativas de semillas de 28 árboles.....                      | 57 |
| Cuadro 16. Analisis Bromatologico .....  | 63 |
| Cuadro 17. Estimación de la variabilidad genética de 47 árboles de cacao.....                | 66 |
| Cuadro 18. Comunalidades de los descriptores cuantitativos de cacao. ....                    | 67 |
| Cuadro 19. Correlaciones y significancia según descriptores en accesiones de cacao. ....     | 68 |
| Cuadro 20. Método Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y prueba de esfericidad de Bartlett.....          | 70 |
| Cuadro 21. Número de componentes principales y su correlación con la varianza .....          | 74 |
| Cuadro 22. Conglomerado 1: Santa Clara 1, Santa Clara 12 y Santa Clara 18.....               | 77 |
| Cuadro 23. Conglomerado 2: Santa Clara 2 .....   | 78 |
| Cuadro 24. Conglomerado 3: Santa Clara 4, 6 y 25 .....                                       | 80 |
| Cuadro 25. Conglomerado 4: Santa Clara 5, 10, 11, 24, 26.....                                | 81 |
| Cuadro 26. Conglomerado 5: Arcatao 1 ,8 y Santa Clara 7.....                                 | 82 |
| Cuadro 27. Conglomerado 6: San José Cortez 1, y Santa Clara 19 .....                         | 83 |
| Cuadro 28. Conglomerado 7: Arcatao 6, San José Cortez 2.....                                 | 85 |
| Cuadro 29. Conglomerado 8: San José Cortez 3 y Santa Clara 27 .....                          | 86 |
| Cuadro 30. Conglomerado 9: Santa Clara 9 y 3.....  | 87 |
| Cuadro 31. Conglomerado 10: Arcatao 2 .....  | 88 |
| Cuadro 32. Conglomerado 11: Arc 5, 4 y 3 .....   | 90 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios donde se caracterizaron los árboles de cacao.....   | 12 |
| Figura 2. Georreferenciación y caracterización del material .....                             | 16 |
| Figura 3. Arquitectura de árboles de cacao.....   | 17 |
| Figura 4. Observación de pubescencia en brotes terminales en campo. ....                      | 17 |
| Figura 5. Caracterización de hojas .....  | 18 |
| Figura 6. Caracterización de flores de cacao .....  | 19 |
| Figura 7. Color externo del ovario.....   | 19 |
| Figura 8. Caracterización del fruto. ....   | 20 |
| Figura 9. Caracterización de semillas de cacao.....   | 21 |
| Figura 10. Medición de altura del árbol.....  | 21 |
| Figura 11. Caracterización de hojas. ....   | 22 |
| Figura 12. Caracterización de flores de cacao .....   | 22 |
| Figura 13. Caracterización de frutos maduros de cacao.....                                    | 23 |
| Figura 14. Caracterización de semillas y frutos de cacao.....                                 | 23 |
| Figura 15. Alturas de 47 árboles de cacao caracterizados. ....                                | 39 |
| Figura 16. Diámetro del tallo de árboles de cacao caracterizados. ....                        | 40 |
| Figura 17. Longitud y ancho de sépalos de flores de cacao. ....                               | 46 |
| Figura 18. Longitudes y anchos de frutos de 28 árboles de cacao.....                          | 49 |
| Figura 19. Grosor de cáscara de frutos de 28 árboles de cacao. ....                           | 50 |
| Figura 20. Pesos de frutos de 28 árboles de cacao caracterizados. ....                        | 51 |
| Figura 21. Peso seco de semillas de cacao de 28 árboles caracterizados .....                  | 56 |
| Figura 22. Porcentaje de humedad parcial y total de las semillas de 28 árboles de cacao. .... | 58 |
| Figura 23. Porcentaje de grasa y fibra en la semilla de cacao de 28 árboles de cacao. ....    | 60 |
| Figura 24. Concentración de ceniza en la semilla de cacao de 28 árboles caracterizados. ....  | 61 |
| Figura 25. Concentración de Fósforo, Calcio y Potasio en la semilla de 28 árboles. ....       | 62 |
| Figura 26. Proporción de la varianza explicada por cada componente principal .....            | 76 |
| Figura 27. Fenograma de 27 árboles de cacao criollo en El Salvador. ....                      | 91 |

## INDICE DE ANEXO

|  |     |
|--|-----|
| Figura A- 1. Arquitectura del árbol de cacao propuestos por el INIA (2005) .....                 | 152 |
| Figura A - 2. Forma de ramificación del árbol de cacao propuestos por el INIA (2005). .....      | 152 |
| Figura A - 3. Pubescencia en brotes terminales propuestos por el INIA (2005). .....              | 153 |
| Figura A - 4. Longitud de hoja propuestos por el INIFAP (2014).....                              | 153 |
| Figura A - 5. Forma de base de la hoja propuestas por el INIFAP (2014).....                      | 153 |
| Figura A - 6. Pigmentación de color verde propuestas por el INIFAP (2014).....                   | 154 |
| Figura A - 7. Forma del ápice de la hoja propuestas por el INIFAP (2014) .....                   | 154 |
| Figura A - 8. Color de brotes propuestos por el INIFAP (2014).....                               | 154 |
| Figura A - 9. Longitud de sépalos propuestos por el INIFAP (2014) .....                          | 154 |
| Figura A - 10. Ancho de sépalo propuestos por el INIFAP (2014).....                              | 155 |
| Figura A - 11. Pigmentación de antocianina en Sépalos propuestos por el INIFAP (2014) .....      | 155 |
| Figura A - 12. Color de lígula propuestos por el INIFAP (2014) .....                             | 155 |
| Figura A - 13. Pigmentación de antocianina en estaminodios propuestos por el INIFAP (2014) ..... | 156 |
| Figura A - 14. Forma de frutos propuestos por el INIFAP (2014).....                              | 156 |
| Figura A - 15. Constricción basal propuestos por el INIFAP (2014).....                           | 156 |
| Figura A - 16. Forma de ápice propuestos por el INIFAP (2014) .....                              | 157 |
| Figura A - 17. Color de fruto propuestos por el INIFAP (2014).....                               | 157 |
| Figura A - 18. Longitud de fruto propuestos por el INIFAP (2014) .....                           | 157 |
| Figura A - 19. Diámetro de fruto propuestos por el INIFAP (2014).....                            | 158 |
| Figura A - 20. Morfología de la superficie del fruto.....  | 158 |
| Figura A - 21. Color de pulpa propuestos por el INIFAP (2014).....                               | 158 |
| Figura A - 22. Grosor de cáscara propuestos por el INIFAP (2014).....                            | 159 |
| Figura A - 23. Profundidad de surcos hasta el nivel del lomo por el INIFAP (2014).....           | 159 |
| Figura A - 24. Color de cotiledón propuestos por el INIFAP (2014). .....                         | 159 |
| Figura A - 25. Forma en la sección transversal propuestos por el INIFAP (2014).....              | 160 |
| Figura A - 26. Longitud y ancho de semilla propuestos por el INIFAP (2014).....                  | 160 |
| Figura A 27. Grosor de semilla propuestos por el INIFAP (2014). .....                            | 160 |
| Figura A - 28. Forma de la semilla en la sección transversal .....                               | 160 |
| <br>   |     |
| Cuadro A - 1. Guía para la recolección de datos en campo. ....                                   | 147 |
| Cuadro A - 2. Caracteres cualitativos de árbol. ....   | 161 |
| Cuadro A - 3. Caracteres cualitativos de hojas y brotes tiernos. ....                            | 162 |
| Cuadro A - 4. Caracteres cualitativos de flores. ....  | 163 |
| Cuadro A - 5. Caracteres cualitativos de frutos. ....  | 164 |
| Cuadro A - 6. Características de semillas .....  | 165 |
| Cuadro A - 7. Resultados del análisis de los suelos.....   | 165 |

## 1. INTRODUCCIÓN

En El Salvador, el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es una actividad que cada día está tomando mayor interés entre los productores, ya que ha sido tradicionalmente un rubro de mucho potencial productivo y de exportación, además, constituye una oportunidad para el desarrollo de un nuevo sector y la generación de empleo en el país, debido a que el mercado consumidor extiende cada vez más su demanda y diversidad de consumo.

En el país existen árboles de cacao con muy buenas características productivas, adaptabilidad y de buena calidad; sin embargo, a pesar de dichas ventajas, todavía no han sido tomados en cuenta por organismos o instituciones encargadas del rescate y conservación de éstos.

Otro factor importante es la pérdida de la variabilidad genética de las especies, por lo que el cultivo de cacao en el país tiene un nivel bajo de producción, debido a que siguen siendo sustituidos por germoplasma de cacao introducidos, los cuales presentan baja capacidad de adaptación a las condiciones variadas del clima; además, son poco vigorosas y con alta susceptibilidad a plagas y enfermedades (Dubón 2011).

Por ello, se requiere seleccionar materiales que proporcionen mejor adaptabilidad a las condiciones de las diferentes zonas de El Salvador. Por tal razón, esta investigación versa sobre la caracterización y selección de germoplasma de cacao promisorio con la finalidad de seleccionar los mejores materiales adaptados a las condiciones propias del lugar de origen, que puedan ser utilizados comercialmente, y que tengan aceptación en el mercado nacional e internacional, garantizando así resultados que beneficien a los productores. Por tanto, el objetivo principal de esta investigación fue identificar clones de cacao con características del tipo “criollo de aroma fino”, a partir de una caracterización in situ en lugares de prevalencia natural de la especie en El Salvador.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Clasificación taxonómica del cacao.

La sistemática de la especie *Theobroma cacao* L. ha sido bien investigada y la especie está claramente clasificada de la manera siguiente:

Cuadro 1. Clasificación taxonómica.

|            |                |
|------------|----------------|
| Reino      | Plantae        |
| Subreino   | Tracheobionta  |
| División   | Magnoliophyta  |
| Clase      | Magnoliopsida  |
| Subclase   | Dilleniidae    |
| Orden      | Malvales       |
| Familia    | Sterculiaceae  |
| Subfamilia | Byttnerioideae |
| Tribu      | Theobromeae    |
| Género     | Theobroma      |
| Especie    | Cacao          |

Fuente: Batista (2009).

### 2.2. Morfología y biología

#### 2.2.1. Descripción general y longevidad del cacao

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 diez 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, algunos de los cuales son centenarios, pero son casos aislados (Denys 1962).

#### 2.2.2. Raíz

La planta de cacao presenta un sistema radicular alorrizo, ya que tiene una raíz vertical cuyo origen lo constituye la radícula del embrión, alcanza hasta dos metros de profundidad y la función principal es dar anclaje y sostén a la planta; las raíces laterales o secundarias cuyo desarrollo ocurre en los primeros 30 a 50 cm de profundidad, dando origen a una serie de raicillas más finas y muy activas que son utilizadas por la planta para absorber nutrientes y agua, necesarios para realizar los procesos fisiológicos (Dubón 2011).

### **2.2.3. Tallo y ramas**

La planta de cacao se diferencia de otras especies por ser cauliflora, ya que forma flores y frutos en el tronco y ramas. Otra característica que presenta la planta es un marcado dimorfismo de crecimiento en las ramas, es decir, primero el crecimiento es vertical, denominado ortotrópico y constituye el tallo y los chupones; seguido de un crecimiento de ramas verticiladas hacia los lados (crecimiento plagiotrópico), que forma una estructura conocida como horqueta, técnicamente conocida como verticilo (Dubón 2011).

El cacao de tipo criollo normalmente desarrolla un verticilo de tres a cinco ramas laterales, las cuales presentan un espacio bien marcado entre sus puntos de origen. En el cacao forastero las ramas laterales del verticilo salen de un mismo punto. En ambos casos, cuando el árbol llega a adulto, las bases de las ramas laterales forman un solo anillo (Zambrano Pazmiño 2010).

### **2.2.4. Hojas**

Las hojas adultas son completamente verdes, lámina simple, entera, de forma ovalada, nervadura pinnada y ambas superficies lisas. El nervio central es prominente y el ápice de la hoja es agudo. Las hojas tienen tanto en la base como en la parte superior, una estructura abultada constituida por un tejido parenquimatoso, cargado de gránulos de almidón, a consecuencia de los rayos solares, orientan las hojas mediante movimientos de rotación, buscando posición en relación con sus necesidades de luz. El tamaño de las hojas es variable, lo cual depende de caracteres genéticos y de su posición en el árbol (Phillips y Echeverri 2014).

### **2.2.5. Flor**

#### **2.2.5.1. Biología floral**

Según Veraz (1993) citado por Peña (2003) las flores de cacao son pequeñas, carecen de nectarios, son de color rosado a blanco y hermafroditas (dos sexos), pentámera, de ovario súpero, cuya fórmula floral es:  $\times$ , K5, C5, A5+5, G (5), esto indica que la flor del cacao está constituida en su estructura floral por cinco sépalos, cinco pétalos, el androceo conformado por diez 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 fusionado desde la base donde cada uno puede contener de 5 a 15 óvulos.

### **2.2.5.2. 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).

### **2.2.5.3. Fecundación**

La fecundación 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 de cacao es su punto de absorción, que provoca su desprendimiento uno o dos días después, si no es fecundada; de un 3% a 5 % llega a fecundarse, de manera que la fecundación no es muy eficiente.

Un factor que influye en el bajo porcentaje de fecundación es la estructura muy singular 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 insectos del género *Forcipomya*, que es un microdíptero muy activo especialmente en horas tempranas de la mañana (Wood 1982).

### **2.2.6. Fruto**

Según García Carrión (2007) citado por APPCACAO (2008) los frutos de cacao son bayas con tamaños que oscilan de 10 – 42 cm, de forma variable (oblonga, elíptica, ovada, abovada,

esférica y oblata); de superficie lisa o rugosa, y de color rojo o verde al estado inmaduro, según los genotipos. El ápice puede ser agudo, obtuso, atenuado, redondeado, apezonado o dentado; la cáscara gruesa o delgada, y los surcos superficiales o profundos, El epicarpio y el endocarpio son carnosos estando separados por un mesocarpio fino y leñoso.

### 2.2.7. Semilla

En los frutos se pueden encontrar entre 20 a 60 semillas o almendras, cuyo tamaño y forma varían según el tipo genético. En el cacao criollo las semillas tienen de 3 a 4 cm de largo, casi ovaladas, alargadas, de color blanco o rosado 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 (Wood 1982).

Las semillas de cacao son ricas en almidón, proteínas, materias grasas y otros elementos que le confieren un valor nutritivo real (Salazar (1999)) citado por Cote y Jiménez (2005)).

Cuadro 2. Parámetros fisicoquímicos del grano de cacao.

| Parámetros            | Bajo         | Normal     | alto        |
|-----------------------|--------------|------------|-------------|
| Porcentaje de grasa   | Menor a 52   | 52 a 55    | Mayor a 55  |
| Tamaño de Grano       | Menor a 1.05 | 1.05 a 1.2 | Mayor a 1.2 |
| Porcentaje de humedad | 6 a 6.5      | 7 a 8      | Mayor a 8   |
| pH                    | Menor a 5    | 5 a 5.5    | Mayor a 5.5 |

Fuente: Pinzón (2004) citado por Cote y Jiménez (2005).

#### 2.2.7.1. Germinación de la semilla

La semilla de cacao está lista para germinar desde que el fruto está maduro. La madurez fisiológica de la semilla se alcanza mucho antes que el fruto esté maduro. La germinación de la semilla es epigea, se produce generalmente de cuatro a seis días. Los cotiledones salen a la superficie de diez a quince días después de la siembra, aparecen al principio revestido 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. Las primeras hojas verdaderas aparecen con el desarrollo, de diez a quince días después de la germinación (Braudeav 1970).

### **2.3. Genética del cacao**

El cacao es de naturaleza diploide y posee dos genes  $2n = 20$  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 (Malespín 1982).

#### **2.3.1. Clasificación genética de los cacaos**

Los cacaos cultivados presentan una variabilidad muy grande referente a los caracteres de color, dimensiones y forma de las distintas partes de la flor, del fruto o de la semilla. La calidad de las almendras en cuanto a sabor y aroma, además del factor genético, está influenciado por las características ambientales propias de cada región y culmina con un buen manejo postcosecha (Malespín 1982).

##### **2.3.1.1. Cacaos criollos**

Presentan frutos o mazorcas de color verde antes de la madurez, de forma generalmente alargada, con una punta muy acentuada en el extremo inferior y marcado con diez surcos muy profundos iguales o a veces repartidos en dos grupos alternos de cinco, uno de los dos menos acentuado. Semillas gruesas, de sección casi redonda, cotiledones frescos de color blanco o muy ligeramente pigmentados. Pericarpio en general muy rugoso, delgado y muy fácil de cortar, el mesocarpio delgado esta poco lignificado.

Los caracteres del grano (forma y color de los cotiledones) son los más importantes y también los frutos o mazorcas presentan una cierta variabilidad y se encuentran a veces cultivares criollos con frutos o mazorcas que pueden tener un extremo redondeado y una superficie casi lisa, es un cacao reconocido como fino de gran calidad, por su agradable sabor y exquisito aroma (Malespín 1982).

##### **2.3.1.2. Cacaos forasteros**

Según Motamayor (2001) y Enríquez (1992) citados por Duarte (2014), los cacaos forasteros se caracterizan por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente lisa y granos aplanados. Dentro de este grupo se destacan cultivares como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta.

### **2.3.1.3. Cacaos trinitarios**

Este es el grupo de cacaos que corresponde a la población híbrida derivada de criollos y forasteros, los cuales crecieron juntos en un mismo país o región. Estos árboles dan plantaciones bien heterogéneas con toda la segregación posible para el grosor de la cáscara, tamaño, color, textura de los frutos y semillas. En varios países de América las plantaciones son del complejo trinitario (Paredes y Enriquez 1978).

### **2.3.2. Variabilidad del cacao**

Las plantas de cacao que se originan por semillas, aunque provengan de un mismo fruto, presentaran en el campo algunas características similares, pero también muestran otras características importantes, entre ellos: combinación de genes entre padres, intercambio de polen producto de la polinización cruzada. La semilla híbrida es resultado del cruzamiento (polinización dirigida) entre clones seleccionados por sus excelentes características agronómicas, fitosanitarias y organolépticas. Sin embargo, existe un mayor grado de variabilidad genética entre plantas, aún entre descendientes de un mismo fruto (INTA 2010).

### **2.3.3. 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 auto incompatible. 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 interincompatible o incompatibilidad cruzada. En resumen, cuando la compatibilidad o incompatibilidad se presenta en la misma planta se denomina como autocompatible (AC) o autoincompatible (AI) y cuando el fenómeno ocurre entre plantas vecinas se dice que son incompatibles (IC) o interincompatibles (II).

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, pues 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).

## **2.4. Tipos de propagación**

### **2.4.1. Propagación sexual y asexual**

La propagación sexual se realiza por semilla y la asexual se puede realizar por medio de injerto utilizando varetas, yemas y también enraizamiento por acodo y estacas (Torres Calderón 2007).

## **2.5. Mejoramiento genético en cacao**

Según el INIA (2005), a través de programas de mejoramiento genético se puede seleccionar cultivares que presenten características de alta calidad, producción y adaptabilidad a las condiciones ambientales de un determinado lugar. Dichos programas de mejoramiento requieren de poblaciones básicas de amplia variabilidad genética, la cual, posiblemente, se encuentre conservada en los bancos de germoplasma.

Según Arciniegas (2005) citado por Ayesta (2009) las estrategias más frecuentes para el mejoramiento genético en cacao son:

1. Selección de clones, la cual ha sido empleada desde 1940. Consiste en propagar vegetativamente individuos superiores seleccionados a partir de una descendencia híbrida.
2. Selección de familias de origen sexual, técnica muy empleada que consiste en la creación de descendientes F1 o híbridos de clones que son empleados como progenitores de semilla híbrida, con los cuales se espera una fuerte heterosis para el rendimiento, vigor y precocidad.
3. Selección y caracterización de árboles elite en fincas de productores; que consiste en la obtención de información de la morfología y productividad de los genotipos previamente seleccionados con el fin de obtener material local de calidad, para propagar y mejorar las plantaciones.

Según Valls (1989) citado por Ayesta (2009) la información sobre caracteres morfológicos y agronómicos es insustituible. La identificación de esos rasgos mediante caracterización y la creación de colecciones núcleo (un subconjunto seleccionado por contener la variación máxima disponible en un pequeño número de muestras) son medidas que pueden estimular una utilización mayor y más eficaz de las colecciones.

### **2.5.1. Caracterización morfológica**

La caracterización morfológica de recursos fitogenéticos es la determinación de un conjunto de caracteres mediante el uso de descriptores definidos que permiten diferenciar taxonómicamente a las plantas. Algunos caracteres pueden ser altamente heredables, fácilmente observables y expresables en la misma forma en cualquier ambiente. Las características morfológicas se utilizan para estudiar la variabilidad genética, identificar plantas y para conservar los recursos genéticos. Por lo tanto, la caracterización es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación (Hernandez 2013).

Según Ramos Pérez (1994) la caracterización es un conjunto de datos que muestran las características de las accesiones con que contamos. Mediante este método se puede seleccionar materiales vegetales con características sobresalientes, por ejemplo: resistencia a patógenos. Además, Torres Calderón (2007) menciona que con la caracterización se extrae una serie de características cuantitativas y cualitativas, que permiten la selección de materiales y posterior utilización en programas de investigación o de otra naturaleza.

El CIAT (2004) citado por Duarte (2014), manifiesta que los recursos fitogenéticos se conservan para utilizarlos, y ello solo es posible si se conocen en detalle sus características o atributos y se visualizan sus posibles usos. Es decir, que para caracterizar un material vegetal es preciso recurrir al estudio de atributos morfológicos, estructurales o funcionales, contenidos en el germoplasma, como portador de las características hereditarias de la especie.

Según Bartley (2005) citado por Duarte (2014), el conocimiento de la diversidad de la especie *Theobroma cacao* es de considerable interés, valor científico y técnico. Sin embargo, la principal justificación de los esfuerzos de caracterización, conservación y evaluación de recursos genéticos del cacao reside en el estudio de la variabilidad de la expresión de los diversos caracteres, como fruto de la diversidad de la especie, para el mejoramiento genético de las variedades cultivadas con el fin de incrementar y aumentar el ingreso de los productores.

#### **2.5.1.1. Descriptores**

Cruz (2004) citado por Navarro Marroquín *et al.* (2008), menciona que un descriptor es el nombre que se le asigna a una característica o a una parte de la planta, fruto o semilla, el cual se quiere medir.

El IPGRI (2000) citado por Torres Calderón (2007), indica que un descriptor es una variable o atributo que se observa en un conjunto de elementos, ejemplo: altura de 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 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.
- De manejo: Proporcionan las bases para el manejo de las accesiones en el banco de germoplasma y ayudan durante su multiplicación y regeneración.
- Del sitio y el medio ambiente: En estos se describen los parámetros específicos del sitio y del medio ambiente, que son importantes cuando se realizan pruebas de caracterización y evaluación. Se incluyen en esta categoría los descriptores del sitio de recolección del germoplasma.

#### **2.5.1.2. Estado y uso de descriptores**

Engels (1981) 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.

El estado del descriptor se debe expresar en la unidad de medida usada: cm, ton/ha<sup>-1</sup>, o bien, la medida puede codificarse para facilitar el almacenamiento de datos con una escala de 1 a 10, estableciendo límites para cada grado (IPGRI (2000), citado por Navarro Marroquín *et al.* 2008).

Hasta hace unos años no se contaba con muchos descriptores de la especie de cacao, sin embargo, se han realizado dos estudios de caracterización de cacao en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Univesidad de El Salvador, donde el uso de los pocos descriptores fue fundamental para caracterizar la identidad de los árboles seleccionados.

Actualmente existen descriptores morfológicos y agronómicos muy importantes, entre estos se pueden mencionar el de la Cocoa Research Unit-University of West Indians (Trinidad y

Tobago), el Catalogo de Descriptores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el descriptor de Caracteres Morfológicos en Cacao propuesto por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), los cuales están organizados en seis puntos: Características de la planta, hojas, brotes, flor, fruto y semilla.

Estos descriptores son herramientas importantes para las caracterizaciones de las especies de cacao, ya que estas presentan una amplia diversidad genética; por lo tanto, el uso de dichos descriptores en la investigación es fundamental porque permitirá realizar una mejor selección y también facilitará el establecimiento de bancos de germoplasma de los mejores cultivares.

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1. Localización

El estudio se ejecutó en los municipios de Arcatao, Chalatenango; Tenancingo, Cuscatlán; San Luis Talpa y San Pedro Nonualco, La Paz; y Ciudad Delgado San Salvador (Figura 1), en el periodo de julio a diciembre 2016. Se realizó un proceso de identificación previa de las zonas, mediante entrevistas con personal de Organizaciones no Gubernamentales (ONGs), Alcaldías, Asociaciones de Desarrollo Comunales (ADESCOS), entre otros. Además, se realizaron visitas de campo para consultar y constatar la presencia natural de árboles de cacao criollo con almendra blanca.

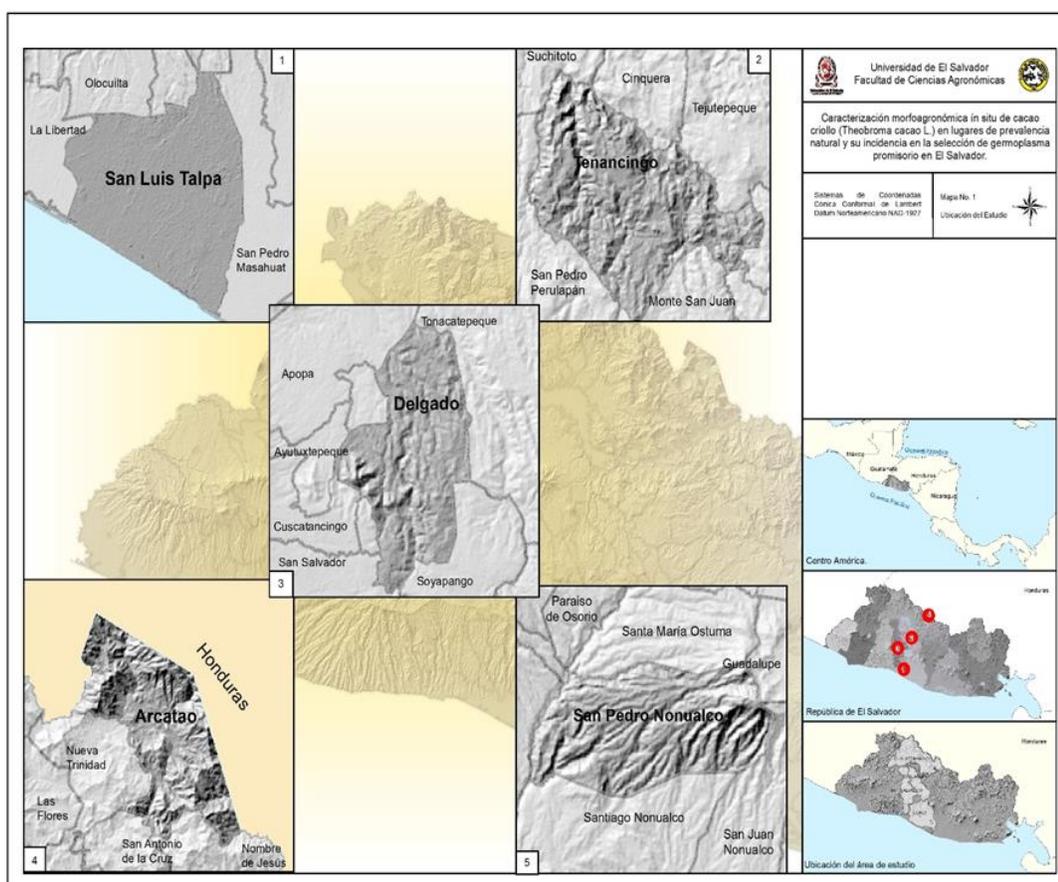


Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios donde se caracterizaron los árboles de cacao.

#### 3.2. Caracterización climática

Las características climáticas fueron tomadas de los registros de las estaciones meteorológicas principales del Sistema Nacional de Estudios Territoriales (SNET), más cercanas a los sitios en donde se encuentran los árboles de cacao caracterizados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Condiciones climatológicas de los departamentos donde se encuentran los árboles de cacao caracterizados.

| Departamento | Precipitación promedio anual (mm) | Humedad relativa (%) | Altura (msnm) | Temperatura promedio anual (° C). |
|--------------|-----------------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------------|
| Cuscatlán    | 1550                              | 76                   | 850           | 24.9                              |
| Chalatenango | 1600                              | 83                   | 650           | 24.1                              |
| San Salvador | 1550                              | 76                   | 615           | 23.8                              |
| La Paz       | 1400                              | 77                   | 31            | 26.7                              |

Fuente: MARN (2015).

### 3.3. Material experimental

Se caracterizaron *in situ* 47 árboles de cacao, distribuidos en distintas zonas del país: 27 en la cooperativa hacienda Santa Clara en San Luis Talpa y tres en San Pedro Nonualco departamento de La Paz; 11 en el cantón Cerro Grande de Arcatao, Chalatenango; tres en Tenancingo, Cuscatlán; y tres en Ciudad Delgado, San Salvador. De cada uno de los árboles se tomaron muestras de frutos, hojas, flores y varetas, para lo cual se utilizaron tijeras de podar, cortadores de yemas con extensor, bolsas plásticas de cinco libras, botes de vidrio y plástico, hielera para el traslado de las muestras al laboratorio.

### 3.4. Herramientas para la caracterización

Se utilizaron los descriptores de cacao propuestos por la Cocoa Research Unit-University of West Indians (Trinidad y Tobago), el Catálogo de Descriptores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP), y el descriptor de Caracteres Morfológicos en cacao propuesto por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estos sirvieron para comparar los atributos presentados por cada árbol y así caracterizar la identidad de las accesiones registradas.

Para la recolección de datos en campo, se elaboró una guía adaptada a los descriptores morfológicos y agronómicos de los árboles de cacao caracterizados. Ésta facilitó el proceso de toma de datos (Cuadro A - 1).

### 3.5. Metodología de campo

Consistió en identificar las fincas o sitios de presencia natural de los árboles de cacao, posteriormente se realizaron giras de colecta cada 15 días para recolección de los datos *in situ* en cuanto a las características del árbol, hojas, frutos, flores y semillas; también, se colectaron muestras de semillas para su análisis bromatológico y varetas para el

establecimiento de colecciones de los materiales caracterizados. Finalmente, de cada sitio se tomaron muestras de suelo, a las cuales se les realizó análisis de materia orgánica, conductividad eléctrica, salinidad y pH.

### **3.5.1. Datos de pasaporte y codificación**

Los datos de pasaporte fueron tomados al momento de la visita a cada sitio y fue sobre: nombre de los recolectores, fecha de recolección, departamento, municipio, cantón y caserío, nombre del propietario, nombre de la finca, área total de la finca, área con cacao, edad de la plantación y del árbol seleccionado. Además, se asignó un código a cada árbol, estructurado por el primer nombre del lugar de recolección o del propietario y el número con base al orden encontrado (Cuadro 4).

### **3.5.2. Georreferenciación del material**

Mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), marca GARMIN, modelo GPSMAP 60 CSx, con precisión de 6 m, configurado con los datos Datum WGS 84 y sistema de coordenadas geográficas, se logró georreferenciar a cada uno de los árboles con sus respectivas coordenadas geográficas y datos de altura sobre el nivel del mar (Figura 2a y cuadro 4).

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

| Número correlativo | Árbol | Código               | Abreviatura | Propietario                                 | Lugar de recolección  | Longitud (x) | Latitud (y) | Altitud (msnm) |
|--------------------|-------|----------------------|-------------|---|---|--------------|-------------|----------------|
| 1                  | 23    | Tenancingo 1         | TG 1        | Francisco Arevalo                           | Tenancingo, Cuscatlán   | 88°50'59.3"  | 13°50'59.3" | 544            |
| 2                  | 24    | Tenancingo 2         | TG 2        |   |   | 88°50'59.3"  | 13°50'59.3" | 545            |
| 3                  | 25    | Tenancingo 3         | TG 3        |   |   | 88°50'59.3"  | 13°50'59.3" | 546            |
| 4                  | 27    | Santa Clara 1        | ST1         | Asociación Cooperativa Hacienda Santa Clara | Hacienda Santa Clara, San Luis Talpa, La Paz                  | 89°04'38.4"  | 13°23'23.5" | 7              |
| 5                  | 28    | Santa Clara 2        | ST2         |   |   | 89°04'38.1"  | 13°23'22.2" | 7              |
| 6                  | 29    | Santa Clara 3        | ST3         |   |   | 89°04'37.5"  | 13°23'21.5" | 7              |
| 7                  | 30    | Santa Clara 4        | ST4         |   |   | 89°04'39.3"  | 13°23'20.8" | 7              |
| 8                  | 31    | Santa Clara 5        | ST5         |   |   | 89°04'38.1"  | 13°23'20.5" | 7              |
| 9                  | 32    | Santa Clara 6        | ST6         |   |   | 89°04'39.2"  | 13°23'25.4" | 7              |
| 10                 | 33    | Santa Clara 7        | ST7         |   |   | 89°04'39.2"  | 13°23'25.2" | 7              |
| 11                 | 34    | San José Cortez 1    | CD1         | José Emilio Mónico Juárez                   | Canton San José San José Cortez, Ciudad Delgado, San Salvador | 89°09'10.9"  | 13°45'22.2" | 562            |
| 12                 | 35    | San José Cortez 2    | CD2         |   |   | 89°09'10.8"  | 13°45'22.2" | 562            |
| 13                 | 36    | San José Cortez 3    | CD3         |   |   | 89°09'10.3"  | 13°45'22.7" | 562            |
| 14                 | 38    | Santa Clara 8        | ST8         | Hacienda Santa Clara                        | Hacienda Santa Clara, San Luis Talpa, La Paz.                 | 89°04'38.1"  | 13°23'20.1" | 7              |
| 15                 | 41    | Santa Clara 9        | ST9         |   |   | 89°04'37.5"  | 13°23'19.9" | 7              |
| 16                 | 43    | Santa Clara 10       | ST10        |   |   | 89°04'38.2"  | 13°23'19.7" | 7              |
| 17                 | 55    | Santa Clara 11       | ST11        |   |   | 89°04'40.8"  | 13°23'18.7" | 7              |
| 18                 | 56    | Santa Clara 12       | ST12        |   |   | 89°04'41.1"  | 13°23'18.5" | 7              |
| 19                 | 62    | Santa Clara 13       | ST13        |   |   | 89°04'40.2"  | 13°23'19.6" | 7              |
| 20                 | 63    | Santa Clara 14       | ST14        |   |   | 89°04'40.1"  | 13°23'20.8" | 7              |
| 21                 | 78    | Santa Clara 15       | ST15        |   |   | 89°04'41.1"  | 13°23'22.1" | 7              |
| 22                 | 81    | Santa Clara 16       | ST16        |   |   | 89°04'40.6"  | 13°23'23.5" | 7              |
| 23                 | 82    | Santa Clara 17       | ST17        |   |   | 89°04'40.2"  | 13°23'23.6" | 7              |
| 24                 | 92    | Santa Clara 18       | ST18        |   |   | 89°04'40.1"  | 13°23'24.1" | 7              |
| 25                 | 102   | Santa Clara 19       | ST19        |   |   | 89°04'40.0"  | 13°23'24.9" | 7              |
| 26                 | 106   | Santa Clara 20       | ST 20       |   |   | 89°04'40.5"  | 13°23'26.0" | 7              |
| 27                 | 112   | Santa Clara 21       | ST21        |   |   | 89°04'39.5"  | 13°23'26.2" | 7              |
| 28                 | 117   | Santa Clara 22       | ST22        |   |   | 89°04'39.8"  | 13°23'25.1" | 7              |
| 29                 | 123   | Santa Clara 23       | ST23        |   |   | 89°04'39.2"  | 13°23'24.9" | 7              |
| 30                 | 146   | Santa Clara 24       | ST24        |   |   | 89°04'38.4"  | 13°23'24.9" | 7              |
| 31                 | 151   | Santa Clara 25       | ST25        | 89°04'37.5"                                 | 13°23'22.7"   | 7            |             |                |
| 32                 | 169   | Santa Clara 26       | ST26        | 89°04'38.2"                                 | 13°23'23.0"   | 7            |             |                |
| 33                 | 170   | Santa Clara 27       | ST27        | 89°04'39.6"                                 | 13°23'23.3"   | 7            |             |                |
| 34                 | 195   | Arcatao 1            | AR1         | Marina Melgar                               | Cantón Cerro Grande, Arcatao, Chalatenango.                   | 88°46'52.9"  | 14°05'11.8" | 519            |
| 35                 | 196   | Arcatao 2            | AR2         |   |   | 88°46'52.9"  | 14°05'11.8" | 519            |
| 36                 | 197   | Arcatao 3            | AR3         |   |   | 88°46'52.9"  | 14°05'11.8" | 519            |
| 37                 | 198   | Arcatao 4            | AR4         |   |   | 88°46'52.9"  | 14°05'11.8" | 519            |
| 38                 | 199   | Arcatao 5            | AR5         |   |   | 88°46'52.9"  | 14°05'11.8" | 519            |
| 39                 | 201   | Arcatao 6            | AR6         |   |   | 88°46'52.9"  | 14°05'11.8" | 519            |
| 40                 | 202   | Arcatao 7            | AR7         |   |   | 88°46'52.9"  | 14°05'11.8" | 519            |
| 41                 | 203   | Arcatao 8            | AR8         |   |   | 88°46'52.9"  | 14°05'11.8" | 519            |
| 42                 | 204   | Arcatao 9            | AR9         |   |   | 88°46'52.9"  | 14°05'11.8" | 519            |
| 43                 | 205   | Arcatao 10           | AR10        |   |   | 88°46'52.9"  | 14°05'11.8" | 519            |
| 44                 | 207   | Arcatao 11           | AR11        |   |   | 88°46'52.9"  | 14°05'11.8" | 519            |
| 45                 | 209   | San Pedro Nonualco 1 | SPN 1       | Otoniel López Beltran                       | San Pedro Nonualco, La Paz.                                   | 88°56'41.5"  | 13°36'16.3" | 574            |
| 46                 | 210   | San Pedro Nonualco 2 | SPN 2       |   |   | 88°56'41.3"  | 13°36'16.2" | 574            |
| 47                 | 211   | San Pedro Nonualco 3 | SPN 3       |   |   | 88°56'42.5"  | 13°36'16.6" | 575            |

Fuente: Elaboración propia (2017).

### 3.5.3. Caracterización del material

Las muestras de hojas, flores, frutos y semillas 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 de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, donde se recopiló toda la información de cada muestra (Figura 2b). Para esta actividad se utilizaron herramientas y materiales como: descriptores de hojas, frutos, flores y semillas; pie de rey, cinta métrica y diamétrica, tijera, machete, franela, cajas petri, pinzas, papel milimetrado, tirro, bolígrafos, papel bond, cuaderno de apuntes, y equipos como: cámara digital y microscopio estereoscopio.



Figura 2. Georreferenciación y caracterización del material: a. Sistema de posicionamiento Global (GPS). b. Caracterización de muestras.

#### 3.5.3.1. Variables cualitativas

Las variables cualitativas las forman:

- Arquitectura, vigor, forma de ramificación y pubescencia de brotes de cada árbol de cacao seleccionado, las cuales, se compararon con las del descriptor de Caracteres Morfoagronómicos en cacao propuesto por el Instituto Nacional de Investigación Agrícolas (INIA) (2005) (Figura A-1 al A-3).
- 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, y comparándolo con el descriptor del árbol se concluyó los aspectos siguientes: 1 = erecto (Figura 3a); 2 = intermedia (Figura 3b); 3 = pendular (Figura 3c).



Figura 3. Arquitectura de árboles de cacao: a. erecta; b. intermedia; c. pendular.

- Vigor del árbol: se determinó de acuerdo a la apariencia de cada árbol y comparándolo con el descriptor se concluyó si es: 3 = débil, 5 = intermedia, 7 = vigoroso.
- Formación de ramificación: se determinó de acuerdo a la formación de ramas y a la presencia o no de verticilos: 1 = simple, 2 = intermedia, 3 = verticilada.
- Pubescencia de brotes terminales: se determinó en campo mediante la observación y manipulación de brotes terminales y se consideraron tres intensidades: débil, moderada y fuerte (Figura 4), luego se compararon con los descriptores del INIA (2005).



Figura 4. Observación de pubescencia en brotes terminales en campo.

- Hojas: cada hoja fue caracterizada y comparada con las figuras de hojas del manual gráfico de descriptores varietales de cacao del INIFAP (2014) (Figura A - 4 al A - 8).
- Pigmentación de 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 5a).

- 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 5b).
- Forma del ápice de la hoja: 1 = acuminado; 2 = apiculado; 3 = agudo (Figura 5c).
- Color del brote tierno: 1 = verde claro; 2 = verde medio; 3 = marrón; 4 = rojo claro; 5 = rojo medio; 6 = rojo oscuro (Figura 5d).



Figura 5. Caracterización de hojas; a. pigmentación de color verde; b. Forma de la base; c. Forma del ápice; d. Color del brote tierno.

- Flores: se desmenuzó cada flor en partes y cada una se comparó con los descriptores de flor presentes en el Manual Grafico de Descriptores Varietales de Cacao del INIFAP (2014) (Figura A – 9 al 13) y se determinó los atributos siguientes:
- Presencia de antocianina en el pedicelo: 1 = ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte (Figura 6a).
- Color de la lígula: 1 = crema, 2 = amarillo crema, 3 = amarillo (Figura 6b).
- Pigmentación de antocianina en los sépalos: 1 = ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte (Figura 6d).
- Pigmentación de antocianina en estaminodios: 1 = ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte (Figura 6e).

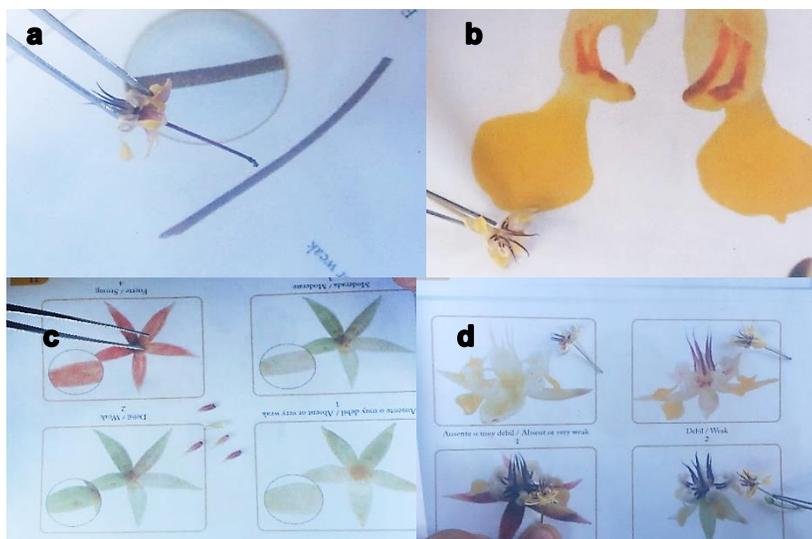


Figura 6. Caracterización de flores de cacao: a. antocianina en pedicelo; b. color de lígula; c. antocianina en sépalos; d. antocianina en estaminodios.

- Color externo del ovario: se determinó mediante la observación y comparación con la tabla de Munsell (Wilde s.f.) y se propusieron cuatro coloraciones: crema, amarillo, amarillo crema y verde claro (Figura 7a y 7b).

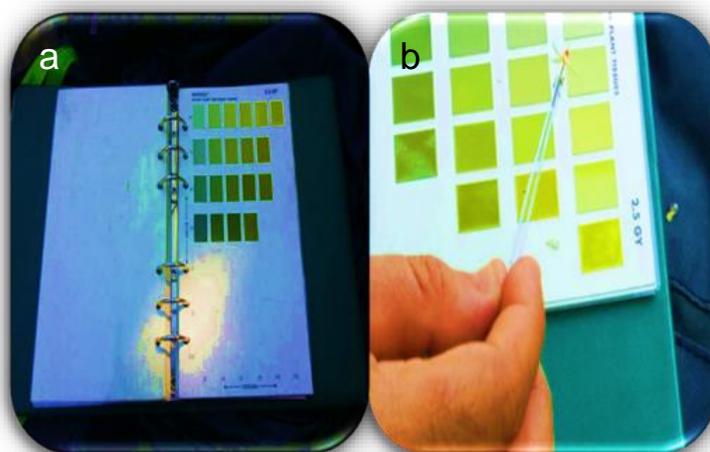


Figura 7. Color externo del ovario: a. tabla de Munsell; b. comparación del ovario con colores de la tabla de Munsell.

- Fruto: se observó y se comparó cada fruto maduro con los descriptores para frutos del manual gráfico de descriptores varietales de cacao del INIFAP (2014) (Figura A – 14 al 23) y se determinó las variables siguientes:
- Color del fruto maduro: 1 = amarillo verde, 2 = amarillo, 3 = anaranjado, 4 = rojo medio, 5 = rojo oscuro, 6 = púrpura (Figura 8a).

- Forma del fruto maduro: 1 = ovado, 2 = circular, 3 = elíptica, 4 = oblonga, 5 = obovado (Figura 8b).
- Constricción basal del fruto maduro: 1 = ausente, 2 = débil, 3 = moderada, 4 = fuerte (Figura 8c).
- Forma del ápice del fruto maduro: 1 = entallado, 2 = agudo, 3 = obtuso, 4 = redondeado (Figura 8d).
- Color de pulpa: 1 = blanco, 2 = crema claro, 3 = crema oscura (Figura 8e)
- Morfología de la superficie del fruto maduro: 1 = lisa o ligeramente rugosa, 2 = moderadamente rugosa, 3 = muy rugosa (Figura 8f).
- Resistencia de la cáscara en frutos maduros (dureza): se determinó a través del tacto haciendo un apretado manual al fruto y se establecieron 3 categorías (resistencia débil, moderada y fuerte (Figura 8f).

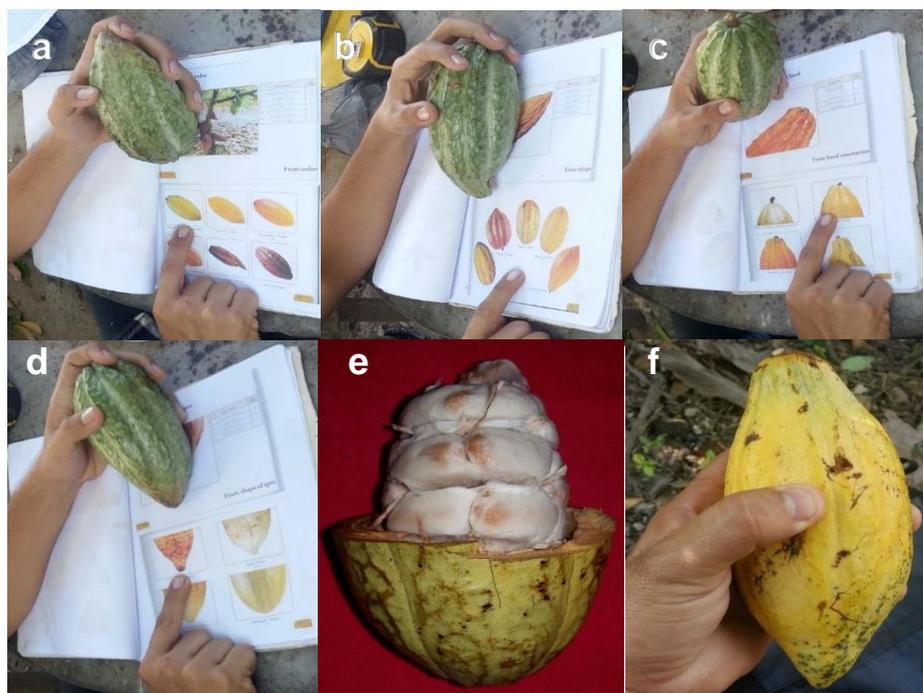


Figura 8. Caracterización del fruto: a. Color de fruto; b. forma del fruto; c. constricción basal del fruto; d. forma del ápice; e. color de pulpa; f. resistencia y rugosidad de cáscara.

- 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) (Figura A – 24 al 28).
- Forma de la semilla (sección longitudinal): 1 = oblonga, 2 = elíptica, 3 = ovada, 4. Irregular (Figura 9a).

- Forma de la semilla (sección transversal): 1 = aplanada, 2 = intermedia, 3 = redondeada (Figura 9b).
- Color de semilla: 1 = blanco, 2 = púrpura, 3 = café (Figura 9c).

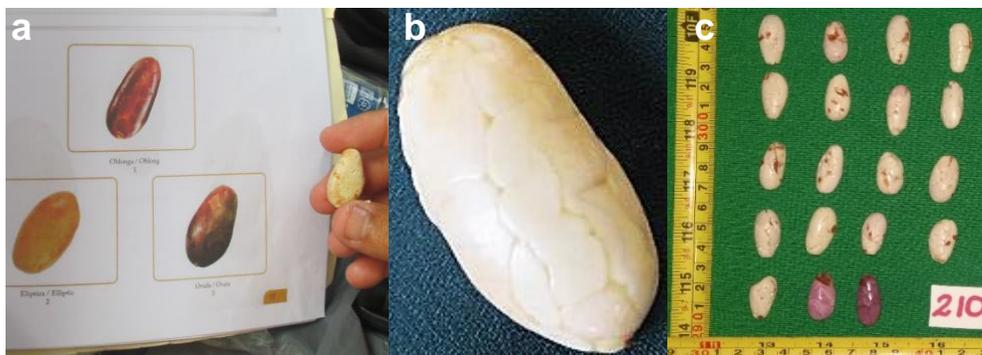


Figura 9. Caracterización de semillas de cacao: a. Forma, sección longitudinal; b. Forma, sección transversal; c. color de semilla.

### 3.5.3.2. Variables Cuantitativas

- Altura del árbol: se obtuvo por el método de las Unidades que se basa en el efecto visual y 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 (Figura 10a y 10b).

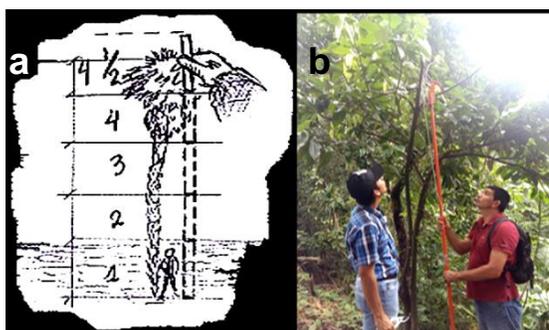


Figura 10. Medición de altura del árbol: a. método de las Unidades tomado del descriptor de Mamey, propuesto por Torres (2007) citado por Molina y Castillo (2014); b. altura en campo.

- Número de chupones: se observó si el árbol tenía el tallo principal o si solo contaba con chupones originados en la base del tallo principal.
- Número de frutos por árbol. En campo se realizó un conteo de los frutos existentes en cada árbol.

- Datos de Hojas: empleando una regla graduada de 60 cm y una cinta métrica, se midieron diez hojas maduras y se tomaron las dimensiones siguientes: longitud desde la base hasta la punta del ápice (Figura 11a), ancho de la hoja (Figura 11b) y longitud media desde la base hasta la parte más ancha de la hoja (Figura 11b). Los datos se compararon con las categorías del descriptor de hojas del INIFAP (2014) (Figura A - 4).



Figura 11. Caracterización de hojas: a. longitud total y media; b. ancho de la hoja.

- Número de cojinetes en tallo principal: se realizó un conteo directo de los cojinetes existentes en un metro lineal de cada árbol.
- Número de flores por cojinete: se realizó un conteo directo de flores presentes en cinco cojinetes por cada árbol seleccionado.
- Longitud de filamentos: con el uso de un microscopio estereoscópico y papel milimetrado se midieron la longitud de estaminodios (Figura 12a), longitud del estilo (Figura 12b), longitud y ancho del ovario (Figura 12b) y longitud y ancho de sépalos (Figura 12c), comparado con el descriptor respectivo (Figura A – 9 al 10).

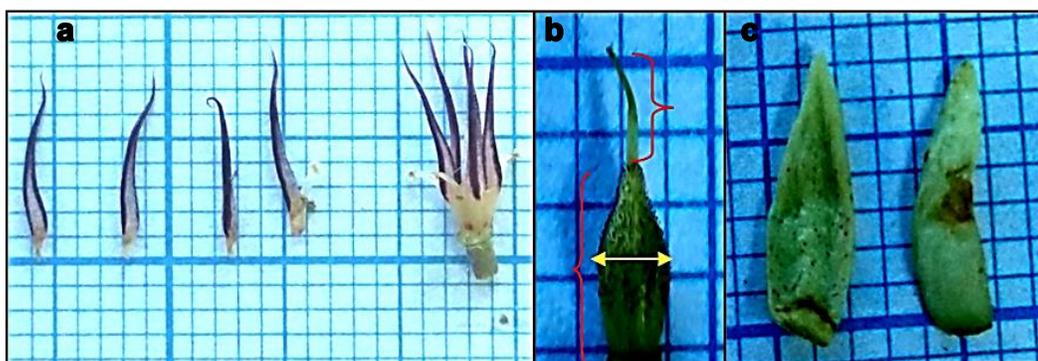


Figura 12. Caracterización de flores de cacao: a. longitud de estaminodios; b. longitud y ancho de ovario y longitud de estilo; c. longitud y ancho de sépalos.

- Frutos: se colectaron al menos cinco frutos maduros y haciendo uso de un pie de rey, se recopilaron datos de longitud del fruto desde la base hasta la punta del ápice (Figura 13a), diámetro del fruto maduro (Figura 13b), grosor de cáscara, altura de caballete y profundidad del surco (Figura 13c). Posteriormente estas características se compararon con los descriptores de frutos propuestos por el INIFAP (2014) (Figura A – 18 al 19). Además, se realizó un conteo de las semillas contenidas en cada fruto.



Figura 13. Caracterización de frutos maduros de cacao: a. Longitud; b. Diámetro; c. Grosor de cáscara, profundidad del surco y altura de caballete.

- Peso del fruto: mediante el uso de una balanza semi-analítica, se pesaron los frutos colectados y se obtuvo un valor promedio (Figura 14a). También se tomaron cinco semillas al azar, se pesaron y sus valores se promediaron (Figura 14b), además, se utilizó un pie de rey para recopilar los datos de longitud de la semilla (Figura 14c), ancho de semilla (Figura 14c), grosor de semilla (Figura 14d). Finalmente se compararon con los descriptores correspondientes.



Figura 14. Caracterización de semillas y frutos de cacao: a. peso del fruto; b. peso de semilla; c. longitud y ancho de semilla; d. espesor.

### **3.5.4. Metodología de laboratorio**

#### **3.5.4.1. Análisis bromatológico**

El análisis bromatológico de las muestras de semilla colectadas de 27 árboles se realizó en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, con la finalidad de determinar: Humedad parcial y total, porcentaje de proteína, grasa, fibra cruda y minerales (Calcio, Fósforo y Potasio).

Los métodos usados para cada análisis fueron los propuestos por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC 1990).

##### **3.5.4.1.1. Humedad parcial**

Se pesó la porción de muestra de las semillas frescas, en una bolsa de papel perforada, 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 seca y posteriormente se pesó para calcular el porcentaje de humedad parcial (AOAC 1990).

##### **3.5.4.1.2. Humedad total**

Se pesaron 10 g de muestra molida y seca en una caja de aluminio, se colocó en una estufa de vacío a temperatura de 105° C por seis horas, transfiriendola a un desecador por un tiempo de 20 minutos y posteriormente se pesó para calcular el porcentaje de humedad total (AOAC 1990).

##### **3.5.4.1.3. Determinación de grasa**

Se realizó por el método de Soxhlet (AOAC 1990), utilizando como solvente éter de petróleo, el proceso consistió en colocar en papel filtro dos gramos de muestra de semilla de cacao molida y se colocó en un dedal de extracción limpio y seco. El dedal con la muestra se colocó 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 se pesó.

#### **3.5.4.1.4. Determinación de proteína cruda**

Se realizó siguiendo el método de Kjeldahl (AOAC 1990), el cual consiste en tres procesos: digestión, destilación y titulación. 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<sub>2</sub>) y anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>), mientras que el nitrógeno que quedó retenido como sulfato de amonio ((N<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), posteriormente se transformó en amoníaco y se destiló sobre un ácido estándar débil para formar la respectiva sal amoniaca, que al final se tituló con una solución ácida estandarizada. Finalmente fue calculado el porcentaje de nitrógeno empleando la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \% \text{ de Nitrógeno} &= ((\text{ml HCl muestra} - \text{ml HCl testigo}) * N (\text{HCl}) * 0.014 * 100) / \text{peso de muestra} \\ &= \% \text{ de proteína cruda} = \% \text{ Nitrógeno} * 6.25. \end{aligned}$$

#### **3.5.4.1.5. Determinación de cenizas**

Se realizó a través de la incineración o calcinación de la muestra en un horno de mufla a 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).

#### **3.5.4.1.6. Determinación de Calcio, Fósforo y Potasio**

Se trató la ceniza con ácido clorhídrico y agua bidestilada, se llevó a ebullición y luego se filtró a través de un papel filtro número 42 para separar los minerales, para su posterior cuantificación por el método de fotometría de llama (AOAC 1990).

#### **3.5.4.1.7. Determinación de fibra cruda**

Se realizó utilizando el método gravimétrico, que la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con solución de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas (AOAC 1990).

### **3.5.4.2. Análisis de suelo**

#### **3.5.4.2.1. Determinación de pH**

Para dicho análisis primero se calibró el equipo con una solución buffer con pH 4, posteriormente se tomó una muestra de 10 g de suelo y se diluyó en 50 ml de agua destilada

en un beaker de 100 ml y se agitó durante cinco minutos con un agitador eléctrico, finalmente se procedió a la lectura en el potenciómetro (AOAC 1990).

#### **3.5.4.2.2. Determinación de materia orgánica**

Se realizó por el método de digestión húmeda de Walkley Modificado. Consistió en la Oxidación de la materia orgánica de 0.1 g del suelo con dicromato de potasio en medio ácido y posterior valoración del exceso de dicromato añadido con una sal ferrosa provocando formación de  $\text{CO}_2$ . Como indicador de oxidación reducción se utilizó difenilamina. Para calcular el porcentaje de materia orgánica se introdujo un factor empírico (0.74) que toma en cuenta la fracción de carbono realmente oxidada en las condiciones experimentales, este factor empírico se llama "Factor de recuperación Walkley" (AOAC 1990).

#### **3.5.4.2.3. Determinación de Calcio, Fósforo y Potasio**

Se realizó por el método de fotometría de llama (AOAC 1990)., que consistió en aspirar una solución acuosa de sales inorgánicas en la llama caliente de un quemador, donde una fracción significativa de sus constituyentes metálicos se redujo al estado elemental. Por tanto, se produjo dentro de la llama una solución gaseosa o plasma que contenía una concentración significativa de partículas elementales

### **3.5.5. Metodología estadística**

Para el análisis de los datos o atributos cualitativos se utilizó 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 23.

#### **3.5.5.1. Estadística simple**

Se utilizó para estimar y describir el comportamiento de las diferentes accesiones en relación a cada carácter, mediante la estimación de valores promedio, máximo, mínimos, desviación estándar y coeficiente de variación. Para la interpretación de los coeficientes de variación, se utilizó la escala siguiente: 0 – 10 altamente homogéneos, 10 – 20 homogéneo, 20 a 30 moderadamente homogéneo, y de 30 – 40 heterogéneo, mayores de 40 altamente heterogéneo

### **3.5.5.2. Análisis de correlación**

Se utilizó para indicar el grado de asociación entre los valores de una variable con los valores de otra mediante un coeficiente de correlación “r de Pearson”, el cual sirvió para asociar variables de 27 árboles de cacao criollo con diferentes unidades de medidas, por ejemplo: longitud del fruto (cm), altura del árbol (m), longitud del ovario (mm) y peso del fruto (g).

### **3.5.5.3. Análisis de componentes principales**

Con este método se realizó la transformación lineal sobre las variables originales de 27 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.

### **3.5.5.4. Análisis de conglomerado**

Se aplicó a las variables cuantitativas de 27 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 se fundamentan en la estadística descriptiva como la frecuencia relativa, media, varianza y coeficiente de variación para variables cualitativas, y para las variables cuantitativas se realizaron los análisis de correlación, análisis de componentes principales y análisis de conglomerado.

### **4.1. Análisis descriptivo de variables cualitativas**

#### **4.1.1. Ubicación geográfica de los árboles de cacao caracterizados**

Se caracterizaron 47 árboles de cacao 27 en la Cooperativa Hacienda Santa Clara, San Luis Talpa y tres en San Pedro Nonualco en La Paz; 11 en el cantón Cerro Grande en Arcatao, Chalatenango; tres en Tenancingo, Cuscatlán y tres en Ciudad Delgado, San Salvador.

#### **4.1.2. Datos altitudinales y climatológicos**

Los árboles de cacao caracterizados se encontraron entre los siete y los 575 msnm; siendo los 27 árboles de la Cooperativa Hacienda Santa Clara los que se ubicaron a una menor altitud, con temperatura promedio anual de 26.6°C, precipitación promedio anual de 1,400 mm, humedad relativa de 77%; los tres árboles de San Pedro Nonualco, La Paz se encontraron a una mayor elevación 575 msnm. Estas condiciones son favorables para el desarrollo adecuado de las plantas y están relacionadas con los requerimientos mencionados por Dostert, *et al.* (2012) donde afirma que el cultivo requiere lluvias uniformemente repartidas a lo largo del año de un total de 1,500 – 2,000 mm.

Por otra parte, en estudios de caracterización de clones de cacao promisorio, Cote y Jiménez (2005) mencionan que la temperatura óptima es de 25.5° C, con una variación de 23° a 28° C, se considera que, de 100 a 800 msnm, se encuentra la mejor faja para este cultivo, sin embargo, serán para el caso de plantaciones que producen bien hasta los 1,100 metros de altura sobre el nivel del mar, así como otras que prosperan satisfactoriamente casi al nivel del mar.

#### **4.1.3. Descripción cualitativa del árbol**

Esta descripción se realizó a una población total de 47 árboles de cacao de los cuatro sitios de estudio. Las características de cada árbol se compararon con los descriptores propuestos por el INIA (2005) (Figura A-1(a, b y c); A-2; A-3).

#### **4.1.3.1. Arquitectura del árbol**

El 85.11% de los árboles caracterizados presentaron arquitectura erecta, 10.64% arquitectura intermedia y el 4.26% arquitectura péndulosa (Cuadro 5). Según el INIA (2005), la arquitectura está formada por el ángulo entre las ramas principales o entre éstas y el tronco principal. Se considera un árbol erecto cuando el ángulo entre las ramas es menor a 90°, entre 91-135° es intermedio y mayor a 136° se denomina pendular o decumbente.

La arquitectura de los árboles depende del manejo en cuanto a podas que estos reciban durante las etapas tempranas de desarrollo y también de la vegetación alrededor de ellos; cabe destacar que, los materiales caracterizados no han recibido ningún manejo agronómico, ya que se encuentran en condiciones aisladas y rústicas, excepto los árboles San Pedro Nonualco 1, 2 y 3, que, si han tenido manejo agronómico adecuado, por lo que presentan características más sobresalientes respecto al resto de árboles.

Moreira (1992) encontró, en estudios de diversos centros de investigación de cacao, que la arquitectura está influenciada por la poda y que el árbol debe ser podado metódicamente desde su primera fase de crecimiento, con el fin de darle buena conformación y mantenerlo en mejores condiciones de producción.

#### **4.1.3.2. Forma de ramificación**

De los árboles caracterizados, el 59.57% poseen ramificación intermedia, 23.40% simple y 17.02% verticilada (Cuadro 5).

El INIA (2005) 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 más de tres o más ramas. Respecto a estas características sobresalieron los árboles Tenancingo 1, 2 y 3, Santa Clara 1, 2, 14, 23, 26 y 27, Arcatao 11 y San José Cortez 3 por presentar ramificación simple, siendo esta mayormente encontrada en los árboles con características fenotípicas a cacao criollo (Figura A-2).

#### **4.1.3.3. Vigor del árbol**

El 70.21% de los árboles caracterizados presentaron vigor intermedio, 19.15% vigor débil, donde destacaron los árboles Tenancingo 1, 2 y 3 por encontrarse en abandono y 10.64% fueron árboles vigorosos ya que presentaban mayor cantidad de frutos, hojas y ramas bien

desarrolladas (Cuadro 5). La mayoría de estos árboles no han tenido ningún manejo y tienen aproximadamente 80 años de edad, excepto los árboles San Pedro Nonualco 1, 2 y 3 que tienen ocho años de edad y poseen un manejo agronómico adecuado y constante, el cual se vió reflejado en el estado vegetativo y productivo de cada árbol.

García Carrión (2012) en estudios de caracterización de cacao, describió el vigor de los árboles con los mismos criterios: débil, intermedio o vigoroso, donde el 100 % de los árboles caracterizados presentó vigor débil. Así mismo, Agama (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 (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 y el perforador del fruto del cacao.

La mayoría de árboles caracterizados presentaron arquitectura erecta, forma de ramificación intermedia y vigor intermedio, siendo estas características coincidentes con las condiciones ambientales y el estado de abandono en que se encontraban por muchos años (Cuadro 5).

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

| Variable               | Característica | Árboles | Frecuencia (%) |
|------------------------|----------------|---------|----------------|
| Arquitectura del árbol | Erecta         | 40      | 85.11%         |
|                        | Intermedio     | 5       | 10.64%         |
|                        | Pendulosa      | 2       | 4.26%          |
| Ramificación           | Intermedia     | 28      | 59.57%         |
|                        | Simple         | 11      | 23.40%         |
|                        | Verticilada    | 8       | 17.02%         |
| Vigor del árbol        | Débil          | 9       | 19.15%         |
|                        | Intermedio     | 33      | 70.21%         |
|                        | Vigoroso       | 5       | 10.64%         |
| Total general          |                | 47      | 100.00%        |

**Fuente:** Elaboración propia con el uso del descriptor propuesto por el INIA (2005).

#### **4.1.4. Descripción cualitativa de hojas de 47 árboles de cacao**

##### **4.1.4.1. Forma de la base de la hoja**

El 44.68% presentaron hojas con base obtusa; 40.43% hojas con base aguda, 12.77% hojas con base oblonga y 2.13% hojas con base cordiforme (Cuadro 6). Al respecto, Gutiérrez (2011), en su estudio agromorfológico y fisicoquímico de los ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Izalco y Nahulingo, Sonsonate, El Salvador, reportó árboles con características de hojas con base aguda y redondeada. Por otra parte, Phillips (2012) en un estudio de caracterización de cacao de tipo trinitario en Costa Rica también encontró que los clones internacionales CCN-51, ICS-95, PMCT-58 presentaban hojas con base obtusa.

##### **4.1.4.2. Forma de ápice de la hoja**

El 46.81% mostraron hojas con ápice apiculado, 31.91% hojas con ápice agudo y 21.28% hojas con ápice acuminado (Cuadro 6) Gutiérrez (2011). En el estudio agromorfológico y fisicoquímico de los ecotipos de cacao trinitarios cultivados en los municipios de Izalco y Nahulingo, Sonsonate, El Salvador, encontró que el 100% de la población de los árboles resultaron con hojas de ápice acuminado; Además, UPOV (2011), en el proyecto cacao, reportó los clones IMC-67 y POUND-7 con hojas de forma de ápice agudo.

##### **4.1.4.3. Intensidad de pigmentación de color verde en hojas**

El 91.70 % de las hojas de los árboles caracterizados presentaron una intensidad de pigmentación verde oscuro, 6.97% pigmentación verde medio y 1.33% pigmentación verde claro (Cuadro 6). Al respecto, Calderón y Paredes (1989) mencionan que la pigmentación varía desde hojas muy pigmentadas hasta hojas sin pigmentos, y que las más pigmentadas por lo general se encuentran entre los cacaos criollos y los trinitarios, y las menos pigmentadas se encuentran entre cacaos amazónicos.

##### **4.1.4.4. Color de brotes tiernos**

El 44.59% de los árboles presentaron brotes de color verde claro, 31.50% brotes rojo claro, 11.11% brotes de color rojo medio, 8.75% brotes de color marrón y el 4.05% brotes color rojo oscuro (Cuadro 6). El INIA (2005) menciona que el color de las hojas tiernas está asociado a la presencia de antocianina y difiere del resto de las hojas. Además, Duarte (2014) señala que el nivel de ésta 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. Por otra parte, Marcano (2007) citado por Duarte

(2014), en un estudio de caracterización agromorfológica menciona que la pigmentación en hojas jóvenes es un carácter muy importante para la clasificación de grupos de clones de cacao.

#### 4.1.4.5. Pubescencia en brotes terminales

El 95.95% de los árboles caracterizados presentaron pubescencia débil, 3.46% pubescencia fuerte y 0.59% pubescencia moderada (Cuadro 6). Sobresalió la característica fenotípica de pubescencia fuerte en los árboles San José Cortez 1, 2, 3 y Tenancingo 1, 2, 3, que tienen alta tendencia a cacaos de tipo criollo (Figura A - 3). Marcano (2007) citado por Duarte (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 ésta imperceptible en los últimos.

La forma de la base de la hoja obtusa, con ápice apiculado e intensidad de color verde oscuro predominó en la mayor cantidad de árboles identificados. Además, prevaleció el color de brotes verde claro, pubescencia débil y fuerte en los árboles de cacao con mayor tendencia fenotípica a criollos.

Cuadro 6. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos de hojas.

| Variables                                 | Característica | Árboles | Frecuencia (%) |
|---|----------------|---------|----------------|
| Forma de la base de la hoja               | Aguda          | 19      | 40.43%         |
|   | Cordiforme     | 1       | 2.13%          |
|   | Oblonga        | 6       | 12.77%         |
|   | Obtusa         | 21      | 44.68%         |
| Forma del ápice                           | Acuminado      | 10      | 21.28%         |
|   | Agudo          | 15      | 31.91%         |
|   | Apiculado      | 22      | 46.81%         |
| Intensidad de Pigmentación de color verde | Claro          | 2       | 1.33%          |
|   | Medio          | 6       | 6.97%          |
|   | Oscuro         | 39      | 91.70%         |
| Color de brotes tiernos                   | Marrón         | 4       | 8.75%          |
|   | Rojo claro     | 14      | 31.50%         |
|   | Rojo medio     | 7       | 11.11%         |
|   | Verde claro    | 19      | 44.59%         |
|   | Rojo oscuro    | 3       | 4.05%          |
| Pubescencia de brotes terminales          | Débil          | 40      | 95.95%         |
|   | Fuerte         | 6       | 3.46%          |
|   | Moderada       | 1       | 0.59%          |
| Total                                     |                | 47      | 100.00%        |

**Fuente:** Elaboración propia con el uso del descriptor propuesto por el INIFAP (2014).

#### **4.1.5. Descripción cualitativa de las flores**

Para la descripción de esta variable se incluyeron muestras de 44 árboles de cacao de tipo trinitario con mayor tendencia fenotípica a criollos.

##### **4.1.5.1. Antocianina en pedicelo, sépalo y estaminodio**

El 36.36% presentaron pedicelos con antocianina débil, 29.55% pedicelos con antocianina fuerte, 29.55% moderada y 4.55% ausente o muy débil (Cuadro 7). Estas características son propias de los cacaos de tipo criollo caracterizados.

Fowler (1952) y Soria (1966) citados por Quiroz y Soria (1994), encontraron presencia de color rojo del pedicelo o antocianina fuerte como distintivo particular de los tipos nacionales de origen forastero, lo cual no se refleja en los cultivares de la presente investigación.

En cuanto a los sépalos, el 47.73% de los árboles seleccionados poseen antocianina moderada, 36.36% débil y 15.91% fuerte (Cuadro 7).

Quiroz y Soria (1994) encontraron que una de las características fenotípicas distintivas que presentaron los genotipos nacionales de origen forastero o sus híbridos, es la falta de pigmentación en los sépalos y ausente en los otros genotipos.

Se encontró tres niveles de antocianina en estaminodios: 63.64% de los árboles caracterizados presentaron antocianina moderada, 25% antocianina fuerte y el 11.36% antocianina débil (Cuadro 7).

Vargas (1995) en el estudio de caracterización fenotípica de cacao trinitario, caracterizados en Guayaquil, Ecuador, encontró el 100% de pigmentación fuerte en los estaminodios, lo cual difiere con los resultados de la presente investigación, ya que los niveles de antocianina encontrados en los cultivares caracterizados fueron de moderados a débil, muy característico de los cacaos de tipo criollo.

##### **4.1.5.2. Color de la lígula y color externo del ovario**

En el cuadro 7 se observa que el 45.45% de los árboles caracterizados mostraron lígulas de color amarillo crema, 36.36% presentaron lígula de color crema, 18.18% lígulas de color amarillo. Se encontraron cuatro colores externos de ovario: 63.64% posee color crema,

27.27% ovarios de color amarillo crema, 4.55% ovarios de color amarillo y 4.55% verde claro (Cuadro 7). Estas características fueron fundamentales en la investigación, ya que los árboles con mayor tendencia a tipos criollos presentaron filamentos con coloraciones débiles mientras que los tipos trinitarios coloraciones fuertes.

Enríquez y Soria (1981), Bekele y Butler (1998), citados por Romina y Astorga (2005) en su investigación de tesis estudiaron las características útiles de la flor y encontraron diferencias marcadas entre cultivares que provienen de poblaciones diferentes. Los caracteres que ellos encontraron concuerdan con los que resultaron discriminantes para los grupos de cacao encontrados en el estudio caracterización de los cacaos del Alto Beni Bolivia. La coloración del pedúnculo, sépalo, ovario y lígula se puede usar para separar o agrupar clones.

En la mayoría de los árboles caracterizados en este estudio prevalecieron las características de antocianina fuerte y moderada en sépalos y estaminodios, color amarillo crema en lígulas y crema en ovario (Cuadro 7).

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

| Variables                   | Característica          | Árboles | Frecuencia (%) |
|-----------------------------|-------------------------|---------|----------------|
| Antocianina en pedicelo     | Ausente                 | 2       | 4.55%          |
|                             | Débil                   | 16      | 36.36%         |
|                             | Fuerte                  | 13      | 29.55%         |
|                             | Moderada                | 13      | 29.55%         |
| Antocianina en sépalo       | Débil                   | 16      | 36.36%         |
|                             | Fuerte                  | 7       | 15.91%         |
|                             | Moderada                | 21      | 47.73%         |
| Antocianina en estaminodios | Débil                   | 5       | 11.36%         |
|                             | Fuerte                  | 11      | 25.00%         |
|                             | Moderada                | 28      | 63.64%         |
| Color de ligula             | Amarillo crema          | 20      | 45.45%         |
|                             | Crema                   | 16      | 36.36%         |
|                             | Amarillo                | 8       | 18.18%         |
| Color externo del ovario    | Amarillo (5Y 8/10)      | 2       | 4.55%          |
|                             | Amarillo crema (5Y 8/8) | 12      | 27.27%         |
|                             | Crema (5Y 8/6)          | 28      | 63.64%         |
|                             | Verde claro (2.5GY 8/6) | 2       | 4.55%          |
| Total                       |                         | 44      | 100.00%        |

**Fuente:** Elaboración propia con el uso del descriptor propuesto por el INIFAP (2014).

#### **4.1.6. Descripción cualitativa de frutos de 31 árboles de cacao**

##### **4.1.6.1. Forma del Fruto**

El 77.42% de la población de árboles seleccionados poseen frutos con forma ovada, 19.35% frutos de forma oblonga y 3.23% forma abovada (Cuadro 8). Estas características coinciden con las propuestas por García Carrión (2012), quien menciona que la forma del fruto posee cinco características: ovado, circular, elíptica, oblonga y obovado. Además, Fowler (1952) expresa que el fruto es una baya, su forma varía considerablemente y ha servido para determinar ecotipos de origen y definir cultivares dentro de la especie. Los frutos son generalmente ovalados, pero pueden ser alargados hasta casi redondos.

##### **4.1.6.2. Color del Fruto**

Se encontraron cinco colores de frutos maduros: 80.65% son frutos de color amarillo verde; 6.45% color púrpura, 6.45% anaranjado, 3.23% color amarillo y 3.23% presentaron color rojo medio (Cuadro 8). Los caracteres encontrados son propios de cultivares de tipo criollo, aunque sobresale el color amarillo verde, el cual fue más representativo en los árboles que presentaron características criollas.

Fowler (1952) afirma que los frutos 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 el fruto está maduro, el color verde del mismo se vuelve amarillo, mientras en los frutos de las variedades rojas se torna de carmesí a bermejo y finalmente a un color más o menos anaranjado.

##### **4.1.6.3. Forma del ápice del fruto**

De los árboles caracterizados el 51.61% presentaron forma obtusa, 29.03% tienen ápice entallado; 16.13% ápice agudo y el 3.23% posee ápice redondeado representativo del árbol Arcatao 6 (Cuadro 8). Estas características coinciden con las mencionadas por García (2011), ya que encontró en su investigación formas de ápice entallado y agudo en cultivares de tipo criollo.

#### **4.1.6.4. Constricción basal del fruto**

El 48.39% de los árboles de cacao en estudio poseen constricción débil; 29.03% constricción ausente, 16.13% constricción moderada y 6.45% constricción fuerte (Cuadro 8).

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.

#### **4.1.6.5. Morfología de la superficie del fruto (rugosidad)**

El 87.10% de los árboles que se caracterizaron presentaron superficie moderadamente rugosa; 9.68% morfología lisa o ligeramente rugosa, y 3.23% muy rugosos, representativo del árbol San José Cortez 1 (Cuadro 8).

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

#### **4.1.6.6. Resistencia de cáscara**

EL 58.06% de los árboles poseen frutos con resistencia fuerte al tacto; 25.81% presentaron resistencia moderada, estos son: Arcatao 1, Santa Clara 11, San José Cortez 3, 2, 1; 16.13% posee frutos con resistencia débil (Cuadro 8).

Medina (1950) menciona que los tipos criollos tienen mazorca cuya cáscara es delgada y blanda, mientras el forastero posee cáscara dura.

#### **4.1.6.7. Color de la pulpa del fruto**

El INIFAP (2014) propone tres colores de pulpa: blanco, crema claro y crema oscura. Los resultados indican que 87.10% de los árboles estudiados presentaron frutos con pulpa de color blanco; 9.68% pulpa de color crema claro y el 3.23% pulpa de color crema oscuro (Cuadro 8). Por otra parte, Graziani *et al.* (2002) determinó en la pulpa mucilaginoso de tres tipos de

cacaos estudiados con la misma coloración y aspecto en tres parcelas, es decir, color blanco opaco, aspecto casi siempre húmedo y moderadamente abundante.

La mayor parte de los árboles estudiados poseen frutos en forma ovada, de color amarillo verde con ápice obtuso, constricción basal débil, superficie moderadamente rugosa, resistencia de cáscara débil y pulpa de color blanco, siendo estas características sobresalientes en los cacaos de tipo criollos seleccionados y caracterizados (Cuadro 8).

Cuadro 8. Frecuencia absoluta y relativa para caracteres cualitativos de frutos.

| Variable               | Característica            | Árboles | Frecuencia (%) |
|------------------------|---------------------------|---------|----------------|
| Forma del fruto        | Oblonga                   | 6       | 19.35%         |
|                        | Obovado                   | 1       | 3.23%          |
|                        | Ovado                     | 24      | 77.42%         |
| Color del fruto        | Amarillo                  | 1       | 3.23%          |
|                        | Anaranjado                | 2       | 6.45%          |
|                        | Amarillo verde            | 25      | 80.65%         |
|                        | Purpura                   | 2       | 6.45%          |
|                        | Rojo medio                | 1       | 3.23%          |
| Forma del ápice        | Agudo                     | 5       | 16.13%         |
|                        | Entallado                 | 9       | 29.03%         |
|                        | Obtuso                    | 16      | 51.61%         |
|                        | Redondeado                | 1       | 3.23%          |
| Constricción basal     | Ausente                   | 9       | 29.03%         |
|                        | Débil                     | 15      | 48.39%         |
|                        | Fuerte                    | 2       | 6.45%          |
|                        | Moderada                  | 5       | 16.13%         |
| Rugosidad              | Lisa o ligeramente rugosa | 3       | 9.68%          |
|                        | Moderadamente rugosa      | 27      | 87.10%         |
|                        | Muy rugosa                | 1       | 3.23%          |
| Resistencia de cáscara | Débil                     | 5       | 16.13%         |
|                        | Fuerte                    | 18      | 58.06%         |
|                        | Moderada                  | 8       | 25.81%         |
| Color de la Pulpa      | Blanco                    | 27      | 87.10%         |
|                        | Crema claro               | 3       | 9.68%          |
|                        | Crema oscuro              | 1       | 3.23%          |
| Total                  |                           | 31      | 100.00%        |

Fuente: Elaboración propia con el uso del descriptor propuesto por el INIFAP (2014).

#### 4.1.7. Descripción cualitativa de semilla de cacao de 28 árboles

##### 4.1.7.1. Forma de la semilla (sección longitudinal y transversal)

En la forma longitudinal el 87.73% de los árboles caracterizados presentaron frutos con semillas de forma ovada, 8.19% forma elíptica, 2.98% oblonga y el 1.10% forma irregular. En la forma transversal, el 86.66% de los árboles mostraron semillas con forma intermedia,

12.27% forma aplanada y 1.07% forma redondeada (Cuadro 9). Las características encontradas están más ligadas a cacaos de tipo criollo y difieren de los encontrados por Ramírez (2011) en su investigación en el municipio de Jayaque, donde encontró semillas de forma oblonga en la sección longitudinal y en los frutos colectados en Ciudad Arce semillas de forma intermedia.

#### 4.1.7.2. Color de semillas

El 41.38% de los árboles caracterizados presentaron semillas de color púrpura, 27.59% semillas de color blanco, 20.69% semilla de color jaspeado, 3.45% semillas de color rosado y 3.45% de color morado (Cuadro 9).

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, rosado y púrpura a las cuales se les denominó color jaspeado. Al respecto Sari y Susilo (2011) concluyeron que en el cultivo de cacao se producen granos de colores diferentes en el mismo fruto, esto dependerá del origen del polen que fecundan a la flor, generando efectos positivos y negativos en las características cualitativas y cuantitativas de la semilla, a este fenómeno se le conoce como Xenia.

Cuadro 9. Frecuencia para caracteres cualitativos de semilla.

| Variables                        | Característica | Árboles   | Frecuencia (%) |
|----------------------------------|----------------|-----------|----------------|
| Forma longitudinal de la semilla | Elíptica       | 2         | 8.19%          |
|                                  | Irregular      | 1         | 1.10%          |
|                                  | Oblonga        | 1         | 2.98%          |
|                                  | Ovada          | 25        | 87.73%         |
| Forma transversal de la semilla  | Aplanada       | 6         | 12.27%         |
|                                  | Intermedia     | 22        | 86.66%         |
|                                  | Redondeada     | 1         | 1.07%          |
| Color de semilla                 | Blanco         | 9         | 31.03%         |
|                                  | Jaspeado       | 6         | 20.69%         |
|                                  | Morado         | 1         | 3.45%          |
|                                  | Púrpura        | 12        | 41.38%         |
|                                  | Rosado         | 1         | 3.45%          |
| <b>Total</b>                     |                | <b>29</b> | <b>100</b>     |

**Fuente:** Elaboración propia con el uso del descriptor propuesto por INIFAP (2014).

## 4.2. Análisis descriptivo de variables cuantitativas de árboles de cacao

### 4.2.1. Descripción cuantitativa de árboles de cacao

#### 4.2.1.1. Altura de 47 árboles de cacao

Los árboles de mayor altura encontrados son el Arcatao 3 y 5, Santa Clara 1 y 26, con 10 m de altura cada uno. El árbol que presentó la menor altura fue Tenancingo 3 con una altura de 1.35 m y el resto de árboles se ubican dentro del rango de 1.4 a 9 m (Figura 15). Además, de los 47 árboles, la altura promedio que se obtuvo fue de 6 m, con una desviación estándar de 2.54 m y un coeficiente de variación de 42.34%, lo cual indica que el comportamiento de la variable es altamente heterogéneo (Cuadro 10). Estudios realizados por Ayesta (2009) reporta alturas promedio de árboles de 3.59 m, con un mínimo de 2 m para los árboles ID-205 y 206, y un máximo de 7 m para el árbol ID-357.

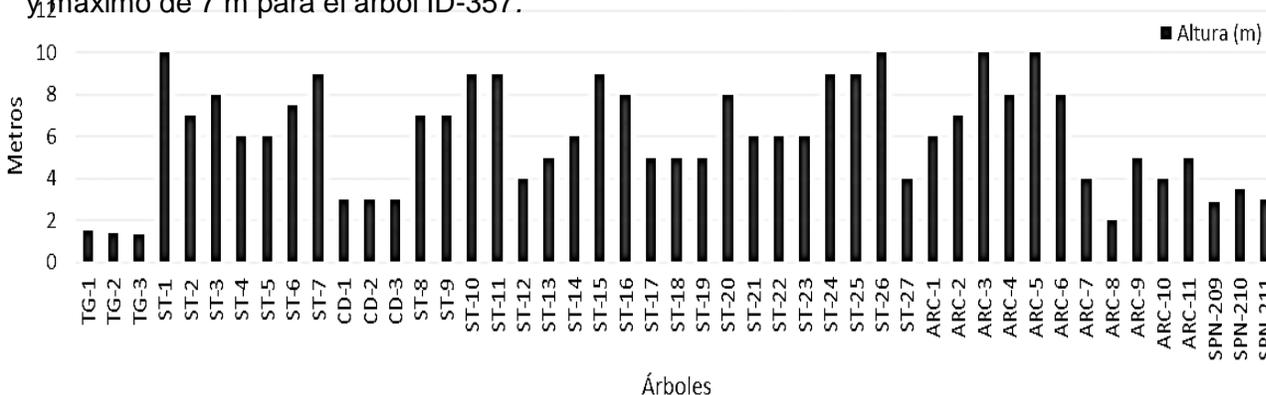


Figura 15. Alturas de 47 árboles de cacao caracterizados.

#### 4.2.1.2. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Los árboles caracterizados presentaron un diámetro a la altura del pecho promedio de 9.56 cm, donde el árbol Santa Clara 3 presentó el máximo diámetro de 20.4 cm y el diámetro mínimo lo reportó el árbol Tenancingo 2 con un valor de 3.8 cm, los árboles restantes oscilan en un rango promedio de 4.2 a 19.1 cm (Figura. 16). Se encontró una desviación estándar de 4.14 cm y un coeficiente de variación de 43.35%, que significa que la variable diámetro mostró alta heterogeneidad (Cuadro 10).

Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango mencionado por Ayesta (2009) en su investigación, donde concluye que el diámetro basal promedio encontrado en el tronco fue de 18.8 cm y varió de 6.05 cm para el árbol ID-243 y 32.28 cm para el árbol ID-167, además

expuso que, esta variable no es afectada por el manejo que proporciona el agricultor, pero sí por la edad del árbol y factores de fertilidad del suelo.

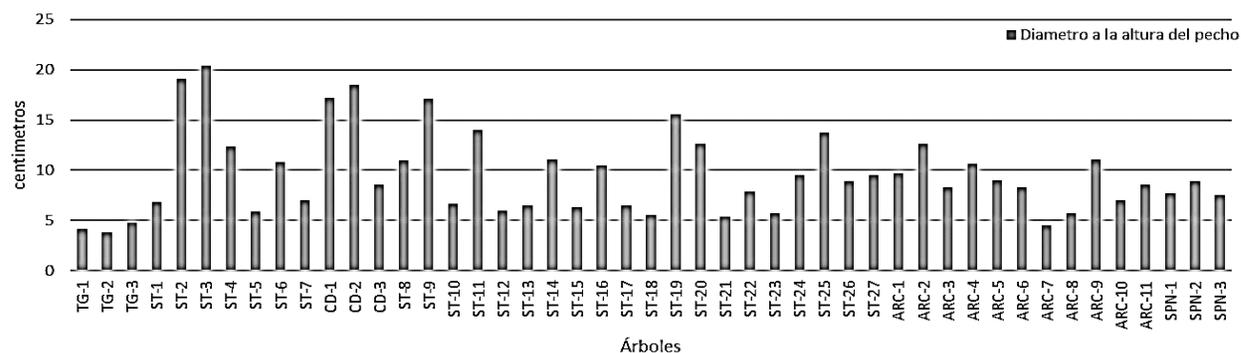


Figura 16. Diámetro del tallo de árboles de cacao caracterizados.

#### 4.2.1.3. Edad del árbol

Los árboles encontrados en la cooperativa hacienda Santa Clara son los que presentaron mayor edad, 80 años aproximadamente, y los que presentaron edades menores son los de San Pedro Nonualco con ocho años, Ciudad Delgado 45 años y Tenancingo 65 años; el promedio encontrado fue de 71 años, con una desviación estándar de 18.84 años y un coeficiente de variación de 26.61%, es decir que esta variable presentó comportamiento moderadamente homogéneo (Cuadro 10).

Estudios realizados por Fowler (1952) indican que a medida que el árbol envejece, el tronco se inclina convirtiéndolo en una característica muy pronunciada, la cual es muy poco común en plantaciones de criollos y trinitarios.

#### 4.2.1.4. Número de chupones

La población de los árboles estudiados en promedio presentó tres chupones, el máximo número de chupones basales fue 10 y lo reportó el árbol Santa Clara 4 y el valor mínimo de chupones fue uno, resto de árboles oscilan de dos a ocho chupones, otros no presentaron chupones basales ya que han tenido algún manejo agronómico tal es el caso de los árboles San Pedro Nonualco 1, 2 y 3 (Cuadro 10).

La desviación estándar encontrada fue de 2.61 chupones y el coeficiente de variación es de 87.09%, que indica que el comportamiento de esta variable respecto a la media es altamente heterogéneo (Cuadro 10).

Lass (1985) citado por IICA (1991), afirma que el manejo de chupones basales es útil para la rehabilitación de los árboles, lo cual favorece la producción de frutos. Alvin (sf) citado por IICA (1991), dedujo que los chupones dependen de la alimentación de la planta madre, sin embargo, cuando se anillan chupones de cuatro o más pulgadas de diámetro, los frutos colocados arriba del anillo no resultan afectados, mientras que los colocados bajo el anillo si se marchitaron.

#### **4.2.1.5. Número de cojinetes florales por metro lineal**

Los árboles caracterizados en promedio presentaron 19.24 cojinetes por metro lineal y el máximo valor lo presentó el árbol Santa Clara 2 con 45 cojinetes florales por metro lineal. El menor número de cojinetes florales fue de ocho cojinetes florales por metro lineal presentado por los árboles Arcatao 11 y el Tenancingo 1, mientras que el resto de árboles presentaron de nueve a 28 cojinetes; la desviación estándar fue de 7.17 y el coeficiente de variación de 37.28%, lo que indica que el comportamiento de dicha variable es moderadamente homogéneo (Cuadro 10).

#### **4.2.1.6. Números de flores por cojinete floral y frutos por árbol.**

El mayor número de flores por cojinete lo presentó el árbol Santa Clara 3 con 16.6, mientras el valor mínimo se encontró en el árbol Tenancingo 1 con dos flores, los árboles restantes oscilaron entre 3.8 a 13.2 flores por cojinete. Además, de los 47 árboles se obtuvo un promedio de siete, desviación estándar de 3.41 flores y coeficiente de variación de 49.33%, que permite concluir que existe mucha heterogeneidad en dicha variable (Cuadro 10).

En cuanto al número de frutos, Santa Clara 15 registró el mayor valor con 130 frutos y el mínimo de frutos fue el árbol Tenancingo 3 con un fruto, en el resto de árboles varió en el rango de 2 a 120 frutos; el promedio de frutos obtenido de los 47 árboles es 44.40, la desviación estándar encontrada es de 31.50 frutos y el coeficiente de variación es de 70.94%, esto indica que es notable una alta heterogeneidad en cuanto al número de frutos por árbol (Cuadro 10).

Naundirf y Villamil (s.f.) citados por IICA (1957) concluyeron que existe una relación entre el desarrollo de las flores, frutos y la producción de hormonas: un fruto que crece sobre un cojinete con unas pocas flores tiene más oportunidades de desarrollarse que un fruto nacido sobre un cojinete con muchas flores

Cuadro 10. Características cuantitativas de árboles de cacao.

| Árbol             | Alturas (m) | Diametro a altura de pecho (DAP) (cm) | Número Chupones | Cojinetes /m | Número Flores/ Cojinete | Número de Frutos /árbol | Edad /árbol |
|-------------------|-------------|---------------------------------------|-----------------|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------|
| Tenancingo 1      | 1.50        | 4.20                                  | 0               | 8            | 2.00                    | 3                       | 65          |
| Tenancingo 2      | 1.40        | 3.80                                  | 0               | 10           | 6.00                    | 2                       | 65          |
| Tenancingo 3      | 1.35        | 4.80                                  | 0               | 16           | 9.00                    | 1                       | 65          |
| Santa Clara 1     | 10.0        | 6.80                                  | 6               | 27           | 4.80                    | 32                      | 80          |
| Santa Clara 2     | 7.00        | 19.10                                 | 5               | 45           | 7.00                    | 47                      | 80          |
| Santa Clara 3     | 8.00        | 20.40                                 | 5               | 28           | 16.60                   | 8                       | 80          |
| Santa Clara 4     | 6.00        | 12.40                                 | 10              | 25           | 8.80                    | 43.5                    | 80          |
| Santa Clara 5     | 6.00        | 5.90                                  | 7               | 19           | 8.20                    | 28                      | 80          |
| Santa Clara 6     | 7.50        | 10.85                                 | 6               | 21           | 7.20                    | 90                      | 80          |
| Santa Clara 7     | 9.00        | 7.00                                  | 3               | 21           | 7.00                    | 25                      | 80          |
| San José Cortez 1 | 3.00        | 17.20                                 | 0               | 14           | 0.00                    | 60                      | 45          |
| San José Cortez 2 | 3.00        | 18.50                                 | 1               | 12           | 0.00                    | 20                      | 45          |
| San José Cortez 3 | 3.00        | 8.60                                  | 0               | 10           | 0.00                    | 7                       | 45          |
| Santa Clara 8     | 7.00        | 11.03                                 | 4               | 18           | 9.00                    | 70                      | 80          |
| Santa Clara 9     | 7.00        | 17.09                                 | 5               | 17           | 10.80                   | 26                      | 80          |
| Santa Clara 10    | 9.00        | 6.70                                  | 5               | 18           | 5.40                    | 43                      | 80          |
| Santa Clara 11    | 9.00        | 14.02                                 | 6               | 20           | 10.20                   | 25                      | 80          |
| Santa Clara 12    | 4.00        | 6.00                                  | 6               | 19           | 11.25                   | 15                      | 80          |
| Santa Clara 13    | 5.00        | 6.49                                  | 6               | 23           | 9.60                    | 9                       | 80          |
| Santa Clara 14    | 6.00        | 11.08                                 | 3               | 25           | 7.40                    | 55                      | 80          |
| Santa Clara 15    | 9.00        | 6.30                                  | 5               | 30           | 6.80                    | 130                     | 80          |
| Santa Clara 16    | 8.00        | 10.5                                  | 3               | 15           | 4.00                    | 61                      | 80          |
| Santa Clara 17    | 5.00        | 6.50                                  | 5               | 19           | 6.80                    | 80                      | 80          |
| Santa Clara 18    | 5.00        | 5.50                                  | 3               | 19           | 4.60                    | 25                      | 80          |
| Santa Clara 19    | 5.00        | 15.60                                 | 3               | 21           | 0.00                    | 40                      | 80          |
| Santa Clara 20    | 8.00        | 12.60                                 | 3               | 23           | 4.80                    | 39                      | 80          |
| Santa Clara 21    | 6.00        | 5.40                                  | 4               | 35           | 9.00                    | 105                     | 80          |
| Santa Clara 22    | 6.00        | 7.90                                  | 4               | 14.5         | 11.80                   | 38                      | 80          |
| Santa Clara 23    | 6.00        | 5.70                                  | 4               | 25           | 7.20                    | 65                      | 80          |
| Santa Clara 24    | 9.00        | 9.50                                  | 3               | 23           | 7.28                    | 90                      | 80          |
| Santa Clara 25    | 9.00        | 13.75                                 | 5               | 19           | 13.20                   | 60                      | 80          |
| Santa Clara 26    | 10.00       | 8.90                                  | 8               | 14           | 6.75                    | 120                     | 80          |
| Santa Clara 27    | 4.00        | 9.50                                  | 2               | 22           | 12.72                   | 60                      | 80          |
| Arcatao 1         | 6.00        | 9.70                                  | 0               | 9            | 6.60                    | 45                      | 74          |
| Arcatao 2         | 7.00        | 12.60                                 | 0               | 16           | 3.80                    | 50                      | 74          |
| Arcatao 3         | 10.00       | 8.30                                  | 5               | 11           | 4.20                    | 74                      | 74          |
| Arcatao 4         | 8.00        | 10.60                                 | 3               | 15           | 8.40                    | 67                      | 74          |
| Arcatao 5         | 10.00       | 9.00                                  | 1               | 11           | 7.60                    | 56                      | 74          |
| Arcatao 6         | 8.00        | 8.30                                  | 1               | 17           | 6.40                    | 13                      | 74          |
| Arcatao 7         | 4.00        | 4.50                                  | 1               | 13           | 6.40                    | 20                      | 74          |

| Árbol                            | Alturas (m)  | DAP (cm)     | Número Chupones | Cojinetes /m | Número Flores/ Cojinete | Número de Frutos /árbol | Edad /árbol  |
|----------------------------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-------------------------|-------------------------|--------------|
| Arcatao 8                        | 2.00         | 5.70         | 0               | 26           | 5.20                    | 13                      | 74           |
| Arcatao 9                        | 5.00         | 11.10        | 0               | 27           | 6.80                    | 0                       | 74           |
| Arcatao 10                       | 4.00         | 7.00         | 0               | 23           | 6.40                    | 0                       | 74           |
| Arcatao 11                       | 5.00         | 8.60         | 0               | 8            | 4.60                    | 0                       | 74           |
| San Pedro Nonualco 1             | 2.90         | 7.70         | 0               | 15           | 7.60                    | 54                      | 8            |
| San Pedro Nonualco 2             | 3.50         | 8.90         | 0               | 18           | 7.20                    | 24                      | 8            |
| San Pedro Nonualco 3             | 3.00         | 7.50         | 0               | 20           | 8.40                    | 15                      | 8            |
| <b>Promedio</b>                  | <b>6.00</b>  | <b>9.56</b>  | <b>3.00</b>     | <b>19.24</b> | <b>6.91</b>             | <b>44.40</b>            | <b>70.81</b> |
| <b>Desviación estándar</b>       | <b>2.54</b>  | <b>4.14</b>  | <b>2.61</b>     | <b>7.17</b>  | <b>3.41</b>             | <b>31.50</b>            | <b>18.84</b> |
| <b>Coefficiente de variación</b> | <b>42.34</b> | <b>43.35</b> | <b>87.09</b>    | <b>37.28</b> | <b>49.33</b>            | <b>70.94</b>            | <b>26.61</b> |

Fuente: Elaboración propia con datos del descriptor propuesto por INIFAP (2014).

#### 4.2.2. Descripción cuantitativa de hojas de cacao tipo criollo

##### 4.2.2.1. Longitud total, media y ancho de hoja de 47 árboles de cacao

El árbol que presentó la mayor longitud de hoja fue el Tenancingo 2 con 41.43 cm, el valor mínimo se registró en las hojas del árbol Arcatao 11 con 19.9 cm. El promedio de longitud de hoja de los 47 árboles fue de 31.95 cm, desviación estándar de 4.90 cm y el coeficiente de variación de 15.32 % que indica que existe homogeneidad, es decir que el comportamiento de dicha variable es estable para todos los árboles (Cuadro 11).

El árbol Santa Clara 11 presentó la máxima longitud media con 22.97 cm y el árbol San José Cortez 3 presentó el valor mínimo de 10.58 cm, los árboles restantes oscilan entre 6.9 a 21.63 cm. El promedio encontrado es de 16.83 cm, la desviación estándar es de 2.84 cm y el coeficiente de variación es de 16.88%, lo que indica que existe poca variabilidad en el comportamiento de dicha variable (Cuadro 11).

El árbol San Pedro Nonualco 1 ostentó el máximo ancho con 15.75 cm, el valor mínimo lo mostró el árbol Arcatao 11 con 6.92 cm, el resto se mantiene en el rango de 8.36 a 13.94 cm. Los 47 árboles encontrados se registró un promedio de 11.12 cm, desviación estándar de 2.19 cm y un coeficiente de variación de 19.72% indicando así que existe homogeneidad en dicha variable (Cuadro 11).

Estos resultados son cercanos a los encontrados por Zambrano Mendoza (2000) en una caracterización fenológica de cacao en Ecuador donde reportó el clon CCN-51 del grupo 12

con hojas más largas de 41.90 cm, mientras que las más anchas las presentó el grupo ocho con el clon EET-449 y 11.60 cm. También son próximos a los encontrados por Ramírez (2011) en su Estudio Agromorfológico y Fisicoquímico de Ecotipos de Cacao cultivados en los municipios de Candelaria la Frontera, Ciudad Arce, Coatepeque, Huizucar, Jayaque y el Paisnal, El Salvador donde encontró que el promedio de las hojas mide 36.56 cm de largo y 12.7 cm de ancho.

Cuadro 11. Características cuantitativas de hojas de 47 árboles de cacao.

| Árboles           | Longitud (cm) | Longitud media (cm) | Ancho (cm) |
|-------------------|---------------|---------------------|------------|
| Tenancingo 1      | 28.50         | 16.15               | 11.02      |
| Tenancingo 2      | 41.437        | 21.63               | 13.82      |
| Tenancingo 3      | 36.57         | 19.77               | 13.04      |
| Santa Clara 1     | 32.11         | 17.15               | 12.32      |
| Santa Clara 2     | 34.18         | 19.38               | 11.73      |
| Santa Clara 3     | 31.211        | 16.44               | 10.47      |
| Santa Clara 4     | 33.57         | 18.22               | 12.19      |
| Santa Clara 5     | 40.38         | 21.40               | 14.40      |
| Santa Clara 6     | 40.56         | 20.70               | 12.01      |
| Santa Clara 7     | 24.858        | 15.16               | 8.70       |
| San José Cortez 1 | 25.48         | 12.45               | 10.68      |
| San José Cortez 2 | 27.89         | 14.40               | 10.82      |
| San José Cortez 3 | 21.50         | 10.58               | 8.36       |
| Santa Clara 8     | 29.38         | 15.10               | 9.51       |
| Santa Clara 9     | 30.61         | 16.20               | 11.02      |
| Santa Clara 10    | 37.35         | 18.80               | 13.60      |
| Santa Clara 11    | 40.29         | 22.97               | 12.59      |
| Santa Clara 12    | 36.21         | 18.49               | 13.94      |
| Santa Clara 13    | 28.25         | 15.92               | 9.91       |
| Santa Clara 14    | 32.05         | 16.95               | 12.11      |
| Santa Clara 15    | 34.09         | 18.10               | 12.80      |
| Santa Clara 16    | 31.49         | 16.60               | 11.61      |
| Santa Clara 17    | 37.92         | 21.21               | 13.75      |
| Santa Clara 18    | 27.57         | 12.85               | 9.60       |
| Santa Clara 19    | 34.16         | 15.65               | 12.55      |
| Santa Clara 20    | 33.80         | 15.60               | 12.09      |
| Santa Clara 21    | 34.16         | 16.65               | 12.55      |
| Santa Clara 22    | 32.30         | 17.50               | 11.40      |
| Santa Clara 23    | 27.55         | 14.20               | 8.80       |
| Santa Clara 24    | 30.80         | 17.30               | 10.79      |
| Santa Clara 25    | 35.90         | 18.60               | 11.59      |
| Santa Clara 26    | 36.064        | 19.85               | 12.72      |

| Árboles                          | Longitud (cm) | Longitud media (cm) | Ancho (cm)   |
|----------------------------------|---------------|---------------------|--------------|
| Arcatao 1                        | 27.60         | 15.3                | 9.50         |
| Arcatao 2                        | 27.36         | 14.73               | 8.71         |
| Arcatao 3                        | 29.58         | 15.90               | 10.01        |
| Arcatao 4                        | 25.25         | 13.40               | 8.73         |
| Arcatao 5                        | 26.727        | 14.270              | 9.68         |
| Arcatao 6                        | 34.01         | 18.10               | 10.97        |
| Arcatao 7                        | 31.55         | 18.10               | 10.97        |
| Arcatao 8                        | 35.52         | 17.40               | 11.83        |
| Arcatao 9                        | 36.49         | 19.10               | 2.48         |
| Arcatao 10                       | 37.10         | 20.00               | 11.90        |
| Arcatao 11                       | 19.9          | 11.00               | 6.92         |
| San Pedro Nonualco 1             | 29.57         | 10.75               | 15.75        |
| San Pedro Nonualco 2             | 30.05         | 16.6                | 9.90         |
| San Pedro Nonualco 3             | 29.65         | 15.85               | 10.85        |
| <b>Promedio</b>                  | <b>31.95</b>  | <b>16.83</b>        | <b>11.12</b> |
| <b>Desviación estándar</b>       | <b>4.90</b>   | <b>2.84</b>         | <b>2.19</b>  |
| <b>Coefficiente de variación</b> | <b>15.32</b>  | <b>16.88</b>        | <b>19.72</b> |

Fuente: Elaboración propia con datos del descriptor propuesto por INIFAP (2014).

#### 4.2.3. Descripción cuantitativa de flores de 44 árboles de cacao

##### 4.2.3.1. Longitud y ancho de sépalos

El árbol Santa Clara 11 presentó el valor máximo de longitud de sépalos con 7.8 mm, mientras el árbol San Pedro Nonualco 2 registró el valor mínimo con cinco mm, y el resto de árboles presentaron sépalos que oscilan en un rango de 5.06 a 7.70 mm (Figura 17). Se obtuvo un promedio de 5.99 mm, una desviación estándar de 0.71 mm y un coeficiente de variación de 11.92% considerando esta variable homogénea (Cuadro 12).

Se obtuvo un ancho promedio de sépalo de 1.84 mm, donde el árbol Santa Clara 12 presentó el máximo ancho con 2.9 mm, el árbol 151 del mismo sitio presentó el ancho mínimo con 1.06 mm, los restantes oscilan entre 1.08 a 2.44 mm (Figura 17). Se encontró una desviación estándar de 0.34 mm y un coeficiente de variación de 18.58%, lo cual indica que el comportamiento de dicha variable es homogéneo (Cuadro 12). Los resultados son bastante cercanos a los mencionados por Dostert et al. (2012) en la botánica de cacao en la cual indica que los sépalos son (verdosos) blancos o rosa claros de cinco a ocho milímetro de largo, 1.5-2 mm de ancho, angostamente lanceolados, persistentes y fusionados en la base.

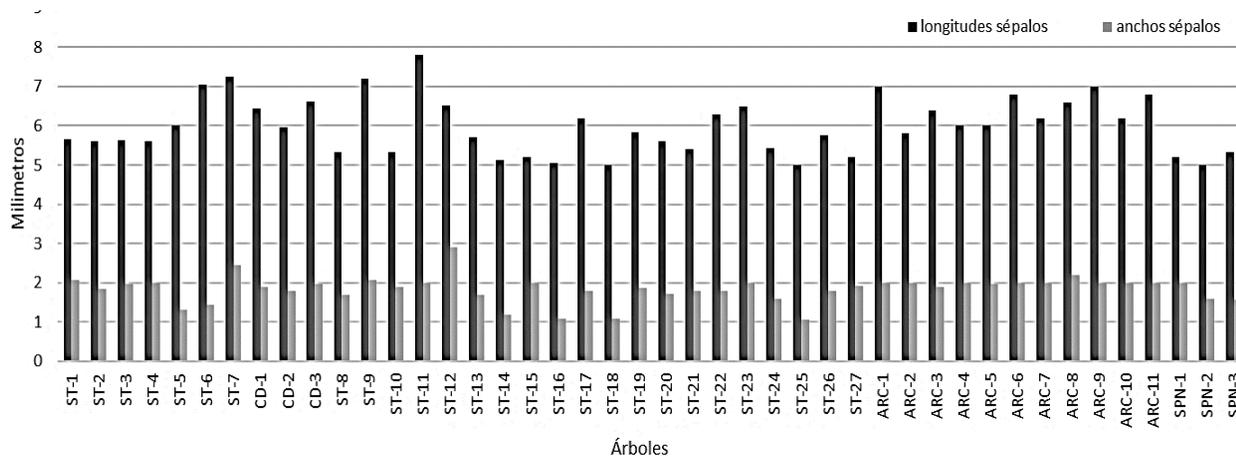


Figura 17. Longitud y ancho de sépalos de flores de cacao.

#### 4.2.3.2. Longitud de los estaminodios

El árbol Santa Clara 23 mostró el valor máximo de longitud de estaminodio con 7.14 mm, mientras que el árbol Santa Clara 6 también de dicho sitio resultó con el valor mínimo de 4.4 mm; el promedio de la variable es de 5.48 mm y los estaminodios de los arboles restantes oscilan entre 4.8 a 6.16 mm. La desviación estándar fue de 0.52 mm y el coeficiente de variación 9.47%, es decir, que esta variable es altamente homogénea (Cuadro 12).

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

#### 4.2.3.3. Longitud del estilo

El árbol Santa Clara 13 presentó el estilo de la flor con mayor longitud con 2.38 mm, el árbol Santa Clara 21 también del mismo sitio reportó el valor mínimo con 0.84 mm, los restantes árboles poseen estilos que oscilan entre 1.06 y 2.3 mm; el promedio de esta variable es de 1.58 mm, con una desviación estándar de 0.35 mm y un coeficiente de variación de 26.46%, es decir, que el comportamiento de dicha variable es moderadamente homogéneo (Cuadro 12). Al respecto, Quiroz y Soria (1994) en estudios de caracterización presentaron un largo promedio de estilo de 2.80 mm.

#### 4.2.3.4. Longitud y ancho de ovario

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

en cuanto a esta variable oscilan entre 1.08 y 2.2 mm; el promedio de esta variable es de 1.64 mm con una desviación estándar de 0.35 mm y un coeficiente de variación de 21.56%, esto significa que esta variable es moderadamente homogénea (Cuadro 12).

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 - 1.9 mm; el promedio obtenido es de 1.28 mm, con una desviación estándar de 0.25 mm y un coeficiente de variación de 19.67%, esto significa que esta variable es homogénea (Cuadro 12).

Estos resultados se aproximan a los reportados por Quiroz y Soria (1994) quienes reportan que el diámetro de los árboles nacionales caracterizado posee un promedio de 1.49 mm y también se encuentran dentro de los mencionados por Dostert, *et al.* (2012) que mencionan que el ovario es de 2 a 3 mm de largo, anguloso ovado, ligeramente pentagonal y pentámero. Los óvulos se disponen en dos filas con 6 a 12 óvulos por fila. También son muy afines con los estudios realizado por Zambrano Mendoza (2000) que reporta que el ovario más ancho lo obtuvo el grupo dos con los clones EET 571, 559, 445 y 574 (1.78 mm).

Cuadro 12. Características cuantitativas de las flores de 44 árboles de cacao.

| Árboles           | Longitud sépalos (mm) | Ancho sépalos (mm) | Longitud estaminodio (mm) | Longitud ovario (mm) | Ancho ovario (mm) | Longitud de estilo (mm) |
|-------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|----------------------|-------------------|-------------------------|
| Santa Clara 1     | 5.66                  | 2.08               | 5.14                      | 1.76                 | 1.32              | 2.00                    |
| Santa Clara 2     | 5.6                   | 1.84               | 5.76                      | 1.76                 | 1.40              | 1.6                     |
| Santa Clara 3     | 5.63                  | 1.96               | 5.45                      | 1.76                 | 1.36              | 1.80                    |
| Santa Clara 4     | 5.60                  | 2.00               | 5.24                      | 1.34                 | 1.20              | 2.08                    |
| Santa Clara 5     | 6.00                  | 1.32               | 5.10                      | 1.28                 | 1.04              | 1.46                    |
| Santa Clara 6     | 7.04                  | 1.44               | 4.40                      | 1.46                 | 1.22              | 1.56                    |
| Santa Clara 7     | 7.24                  | 2.44               | 6.40                      | 2.2                  | 1.22              | 1.58                    |
| San José Cortez 1 | 6.44                  | 1.88               | 5.54                      | 1.72                 | 1.14              | 1.58                    |
| San José Cortez 2 | 5.96                  | 1.78               | 5.08                      | 1.94                 | 1.22              | 1.80                    |
| San José Cortez 3 | 6.62                  | 1.96               | 4.86                      | 1.48                 | 1.06              | 1.70                    |
| Santa Clara 8     | 5.32                  | 1.68               | 5.12                      | 1.32                 | 1.20              | 1.70                    |
| Santa Clara 9     | 7.20                  | 2.06               | 5.90                      | 1.38                 | 1.00              | 2.22                    |
| Santa Clara 10    | 5.34                  | 1.90               | 4.94                      | 1.44                 | 1.14              | 2.22                    |
| Santa Clara 11    | 7.80                  | 2.00               | 5.20                      | 1.38                 | 1.16              | 2.34                    |
| Santa Clara 12    | 6.52                  | 2.90               | 6.12                      | 1.30                 | 1.00              | 2.14                    |
| Santa Clara 13    | 5.72                  | 1.70               | 5.1                       | 1.80                 | 1.06              | 2.38                    |

| Árboles                          | Longitud sépalos (mm) | Ancho sépalos (mm) | Longitud estaminodio (mm) | Longitud ovario (mm) | Ancho ovario (mm) | Longitud de estilo (mm) |
|----------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|----------------------|-------------------|-------------------------|
| Santa Clara 14                   | 5.14                  | 1.18               | 6.16                      | 1.12                 | 1.00              | 1.60                    |
| Santa Clara 15                   | 5.20                  | 2.00               | 5.52                      | 1.44                 | 1.12              | 1.90                    |
| Santa Clara 16                   | 5.06                  | 1.08               | 5.46                      | 1.02                 | 1.02              | 1.4                     |
| Santa Clara 17                   | 6.20                  | 1.80               | 5.56                      | 1.34                 | 1.04              | 1.62                    |
| Santa Clara 18                   | 5.00                  | 1.08               | 5.68                      | 1.08                 | 1.06              | 1.48                    |
| Santa Clara 19                   | 5.84                  | 1.86               | 5.54                      | 1.38                 | 1.18              | 2.00                    |
| Santa Clara 20                   | 5.60                  | 1.72               | 5.14                      | 1.16                 | 1.10              | 2.06                    |
| Santa Clara 21                   | 5.40                  | 1.8                | 5.82                      | 1.92                 | 1.22              | 0.84                    |
| Santa Clara 22                   | 6.30                  | 1.78               | 5.92                      | 1.84                 | 1.10              | 2.00                    |
| Santa Clara 23                   | 6.48                  | 2.00               | 7.14                      | 1.98                 | 1.10              | 1.60                    |
| Santa Clara 24                   | 5.42                  | 1.60               | 5.40                      | 1.60                 | 1.42              | 2.00                    |
| Santa Clara 25                   | 5.00                  | 1.06               | 5.10                      | 2.04                 | 1.40              | 1.50                    |
| Santa Clara 26                   | 5.76                  | 1.78               | 5.20                      | 1.94                 | 1.22              | 1.70                    |
| Santa Clara 27                   | 5.20                  | 1.92               | 5.08                      | 1.74                 | 1.24              | 1.92                    |
| Arcatao 1                        | 7.00                  | 2.00               | 5.80                      | 1.90                 | 1.4               | 1.02                    |
| Arcatao 2                        | 5.80                  | 2.00               | 5.40                      | 1.86                 | 1.42              | 1.06                    |
| Arcatao 3                        | 6.40                  | 1.90               | 6.00                      | 2.02                 | 1.42              | 1.10                    |
| Arcatao 4                        | 6.00                  | 2.00               | 5.40                      | 1.86                 | 1.28              | 0.94                    |
| Arcatao 5                        | 6.00                  | 1.96               | 6.60                      | 1.94                 | 1.66              | 1.08                    |
| Arcatao 6                        | 6.80                  | 2.00               | 5.40                      | 1.94                 | 1.9               | 1.26                    |
| Arcatao 7                        | 6.20                  | 2.00               | 6.00                      | 2.18                 | 1.76              | 1.36                    |
| Arcatao 8                        | 6.60                  | 2.20               | 5.80                      | 2.24                 | 1.72              | 1.18                    |
| Arcatao 9                        | 7.00                  | 2.00               | 5.80                      | 1.96                 | 1.94              | 1.14                    |
| Arcatao 10                       | 6.20                  | 2.00               | 5.40                      | 2.04                 | 1.76              | 1.14                    |
| Arcatao 11                       | 6.80                  | 2.00               | 5.20                      | 1.92                 | 1.68              | 1.12                    |
| San Pedro Nonualco 1             | 5.20                  | 2.00               | 4.90                      | 1.02                 | 1.04              | 1.06                    |
| San Pedro Nonualco 2             | 5.00                  | 1.60               | 4.90                      | 1.14                 | 1.20              | 1.10                    |
| San Pedro Nonualco 3             | 5.32                  | 1.56               | 4.80                      | 1.18                 | 1.40              | 1.22                    |
| <b>Promedio</b>                  | <b>5.99</b>           | <b>1.84</b>        | <b>5.48</b>               | <b>1.64</b>          | <b>1.28</b>       | <b>1.58</b>             |
| <b>Desviación estandar</b>       | <b>0.71</b>           | <b>0.34</b>        | <b>0.52</b>               | <b>0.35</b>          | <b>0.25</b>       | <b>0.42</b>             |
| <b>Coefficiente de variación</b> | <b>11.91</b>          | <b>18.58</b>       | <b>9.47</b>               | <b>21.56</b>         | <b>19.67</b>      | <b>26.46</b>            |

Fuente: Elaboración propia con datos del descriptor propuesto por INIFAP (2014).

#### 4.2.4. Descripción cuantitativa de frutos de 28 árboles de cacao

##### 4.2.4.1. Longitud y ancho de fruto

El valor máximo de longitud de fruto lo presentó el árbol San Pedro Nonualco 2 con 20 cm, mientras el árbol Santa Clara 13 tuvo valor mínimo de 9.5 cm, los demás árboles mostraron frutos con longitudes entre 10 - 19.8 cm (Figura 18). De los 28 árboles, se obtuvo una longitud

promedio de fruto de 15.88, desviación estándar de 2.71 cm y un coeficiente de variación de 17.08%, esto quiere decir que existe homogeneidad en dicha variable (Cuadro 13).

El promedio encontrado es cercano al valor promedio presentado por Quiroz y Soria (1994), donde los frutos de los germoplasmas nacionales caracterizados en Ecuador poseen un promedio de 16.68 cm. En relación con las longitudes máximas y mínimas son bastante similares a los reportados por Vargas (1995), donde la mayor longitud de mazorca en el CCAT se registró en el árbol 004 con 20 cm y la menor longitud la presentó el 126 con 11.17 cm.

El árbol San Pedro Nonualco 2 presentó el diámetro máximo de 9.05 cm, el árbol Arcatao 1 y 3 presentaron frutos con el diámetro mínimo con 5 cm (Figura 18). El promedio obtenido fue de 7.57 cm, una desviación de 1.12 cm y un coeficiente de variación de 14.78%, esto quiere decir que existe homogeneidad (Cuadro 13). Estos resultados coinciden con los mencionados por Ayesta (2009) donde el diámetro del fruto varió de 6.77 cm para el árbol ID-269 a 11.83 cm en el árbol ID-298, con promedio de 9.1 cm.

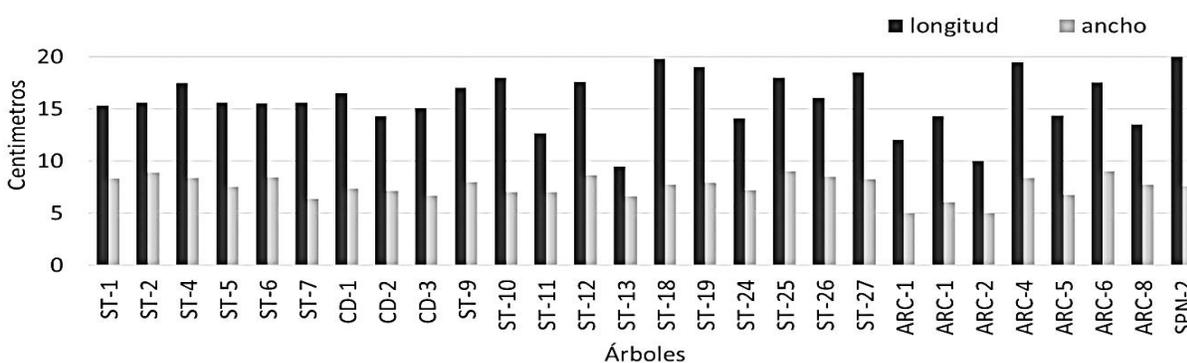


Figura 18. Longitudes y anchos de frutos de 28 árboles de cacao.

#### 4.2.4.2. Grosor de cáscara

El árbol Arcatao 4 presentó frutos con un máximo grosor de cáscara de 1.4 cm y el árbol San José Cortez 1 presentó el valor mínimo con 0.1 cm, los demás árboles presentaron valores entre 0.24 y 1.35 cm (Figura 19). El promedio obtenido fue de 0.75 cm, una desviación estándar de 0.32 cm y un coeficiente de variación de 43.32%, esto quiere decir que esta variable es altamente heterogénea, es decir, que existe variabilidad en cuanto a dicha variable entre frutos de los árboles caracterizados (Cuadro 13).

Graziani *et al.* (2002) observó que el cacao criollo registró los menores valores de esta variable en las tres parcelas estudiadas, en tanto que el trinitario mostró el valor más alto en la parcela

B y el forastero en la C. El tipo criollo presentó las mazorcas con menor espesor, mientras que en los frutos de cacao trinitario y forastero amazónico fueron similares.

Braudeav (1970) reportó que el espesor de cáscara de los cacaos criollos 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 frutos presentan un grosor de cáscara delgado, es decir que, tienen bastante tendencia fenotípica a criollos.

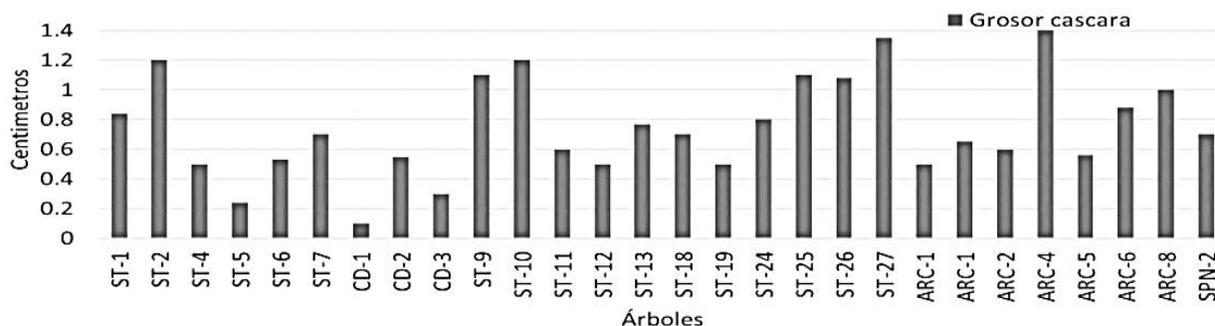


Figura 19. Grosor de cáscara de frutos de 28 árboles de cacao.

#### 4.2.4.3. Profundidad de surco en frutos

El árbol Arcatao 3 presentó la máxima profundidad de surco 0.8 cm y los árboles Santa Clara 2 y 4 presentaron la profundidad de surco menor con 0.1 cm, los demás árboles presentaron valores entre 0.14 y 0.60 cm; El promedio de esta variable fue de 0.30 cm, con una desviación de 0.15 cm y un coeficiente de variación de 50.03%, es decir que el comportamiento de dicha variable es altamente heterogéneo entre frutos (Cuadro 13).

#### 4.2.4.4. Altura de caballete

El árbol Arcatao 5 presentó la máxima altura con 2 cm y el árbol San José Cortez 3 presentó el menor valor con 0.5 cm; los restantes árboles se mantuvieron en un rango entre 0.6 y 1.4 cm; el promedio encontrado fue de 1.03 cm, desviación de 0.31 cm y coeficiente de variación de 30.51%, considerando heterogéneo el comportamiento de dicha variable (Cuadro 13).

Estos resultados coinciden con los mencionados por Ayesta (2009) en estudios de caracterización donde dice que el espesor del caballete promedio encontrado fue de 1.80 cm, variando entre 0.77 cm para el árbol ID-269 y 2.97 cm árbol ID-298.

#### 4.2.4.5. Peso de frutos

El valor máximo lo presentó el fruto del árbol San Pedro Nonualco 2 con 645.65 g, el valor mínimo lo presentó el fruto del árbol Santa Clara 7 con 314.97 g, los restantes frutos de los demás árboles oscilan entre 323.27 y 577.65 g (Figura 20). El promedio encontrado fue de 461.24 g, con una desviación estándar de 92.62 g y un coeficiente de variación de 20.08%, lo que indica que existe homogeneidad en esta variable (Cuadro 13). Los valores encontrados están dentro del rango mencionado por Dostert, *et al.* (2012), quienes manifiestan que los pesos de los frutos de cacao oscilan entre 200 y 1,000 g.

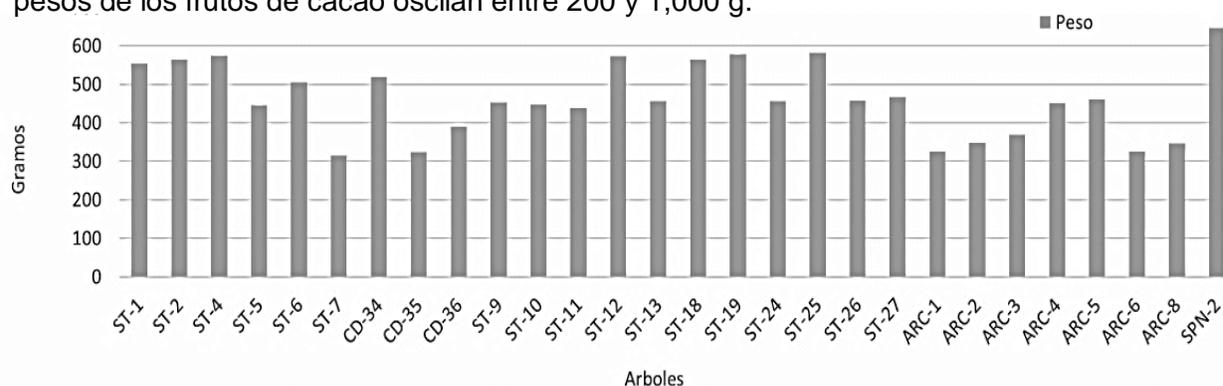


Figura 20. Pesos de frutos de 28 árboles de cacao caracterizados.

#### 4.2.4.6. Número de semillas

El árbol Santa Clara 2 reportó el valor máximo con 57 semillas por fruto y el árbol Arcatao 2 presentó el valor mínimo con 12 semillas, los demás árboles tenían entre 18 y 56 semillas. El promedio es de 33.97, desviación estándar es de 11.89 y el coeficiente de variación de 35%, mostrando así heterogeneidad en el comportamiento de dicha variable (Cuadro 13).

Vega *et al* (2013) reportaron que las mazorcas de cacao de Waslala, Nicaragua contenían en promedio 39 semillas, con un rango de 20 - 49 unidades.

Pérez (2009) en su investigación, presentó que los cacaos de fenotipos criollos conservaron la mínima cantidad de semilla por mazorca, en comparación a los fenotipos forasteros y trinitarios. Estos resultados coinciden con los de la presente investigación, ya que los árboles San José Cortez 1, 2, 3; los Arcatao 1, 2, 3, 4 y 5, reportaron de 14 a 24 semillas por fruto, siendo estos los árboles con mayor tendencia fenotípica a criollos.

#### **4.2.4.7. Índice de frutos**

El mayor número de mazorcas para obtener un kilogramo de semillas lo reportó el árbol Arcatao 1 con 139.82 frutos y el número mínimo de frutos lo registró el árbol Santa Clara 6 con 14.62 frutos. Se obtuvo un promedio de 37.41 frutos, una desviación estándar de 27 y un coeficiente de variación de 72.15%, siendo esta variable altamente heterogénea (Cuadro 13).

Cuadro 13. Características cuantitativas de frutos de 28 árboles de cacao.

| Árbol                            | Longitud (cm) | Ancho (cm)   | Grosor cascara (cm) | Profundidad de surco (cm) | Altura de caballete (cm) | Peso de fruto (g) | Número de semillas | Índice de frutos (g) |
|----------------------------------|---------------|--------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| ST-1                             | 15.34         | 8.3          | 0.84                | 0.14                      | 1.13                     | 553.86            | 54                 | 21.53                |
| ST-2                             | 15.60         | 8.9          | 1.2                 | 0.1                       | 1.3                      | 563.86            | 45                 | 28.49                |
| ST-4                             | 17.45         | 8.36         | 0.5                 | 0.1                       | 0.6                      | 573.86            | 44                 | 18.78                |
| ST-5                             | 15.55         | 7.55         | 0.24                | 0.18                      | 0.93                     | 445.61            | 56                 | 18.49                |
| ST-6                             | 15.50         | 8.45         | 0.53                | 0.465                     | 0.665                    | 504.72            | 57                 | 14.62                |
| ST-7                             | 15.57         | 6.35         | 0.7                 | 0.27                      | 0.84                     | 314.97            | 37                 | 38.61                |
| CD-1                             | 16.50         | 7.3          | 0.1                 | 0.54                      | 0.64                     | 518.67            | 28                 | 21.57                |
| CD-2                             | 14.25         | 7.15         | 0.55                | 0.55                      | 0.94                     | 323.27            | 26                 | 39.41                |
| CD-3                             | 15.05         | 6.65         | 0.3                 | 0.2                       | 0.5                      | 389.14            | 29                 | 53.88                |
| ST-9                             | 17.00         | 8            | 1.1                 | 0.3                       | 1.3                      | 452.8             | 36                 | 49.60                |
| ST-10                            | 18.00         | 7            | 1.2                 | 0.3                       | 1.2                      | 447.8             | 30                 | 32.55                |
| ST-11                            | 12.67         | 6.975        | 0.6                 | 0.2                       | 1.1                      | 438.7             | 30                 | 36.36                |
| ST-12                            | 17.57         | 8.6          | 0.5                 | 0.15                      | 0.6                      | 572.3             | 30                 | 32.68                |
| ST-13                            | 9.50          | 6.6          | 0.77                | 0.16                      | 0.66                     | 456.4             | 40                 | 46.47                |
| ST-18                            | 19.8          | 7.7          | 0.7                 | 0.5                       | 1.2                      | 564.32            | 35                 | 31.06                |
| ST-19                            | 19            | 7.9          | 0.5                 | 0.5                       | 1                        | 577.65            | 40                 | 17.86                |
| ST-21                            | 18.5          | 9.3          | 0.8                 | 0.2                       | 1.2                      | 450.2             | 36                 | 24.22                |
| ST-24                            | 14.1          | 7.2          | 0.8                 | 0.2                       | 1                        | 455.68            | 43                 | 24.51                |
| ST-25                            | 18            | 9            | 1.1                 | 0.2                       | 1.3                      | 580.62            | 34                 | 26.04                |
| ST-26                            | 16            | 8.5          | 1.08                | 0.32                      | 1.2                      | 456.52            | 40                 | 34.40                |
| ST-27                            | 18.5          | 8.25         | 1.35                | 0.25                      | 1.2                      | 465.23            | 45                 | 105.04               |
| ARC-1                            | 12            | 5            | 0.5                 | 0.3                       | 0.9                      | 325.69            | 14                 | 139.82               |
| ARC-2                            | 14.25         | 6            | 0.65                | 0.6                       | 1.1                      | 348.25            | 12                 | 20.23                |
| ARC -3                           | 10            | 5            | 0.06                | 0.08                      | 0.8                      | 369.24            | 24                 | 23.09                |
| ARC-4                            | 19.5          | 8.4          | 1.4                 | 0.4                       | 2                        | 450.03            | 21                 | 24.58                |
| ARC-5                            | 14.333        | 6.733        | 0.560               | 0.153                     | 0.833                    | 460.3             | 18                 | 61.73                |
| ARC-6                            | 17.5          | 9.05         | 0.88                | 0.48                      | 1.3                      | 325.6             | 18                 | 32.89                |
| ARC-8                            | 13.5          | 7.7          | 1                   | 0.3                       | 1.4                      | 345.15            | 40                 | 28.99                |
| SPN-2                            | 20            | 7.6          | 0.7                 | 0.4                       | 1.1                      | 645.65            | 23                 | 21.53                |
| <b>Promedio</b>                  | <b>15.88</b>  | <b>7.57</b>  | <b>0.75</b>         | <b>0.30</b>               | <b>1.03</b>              | <b>461.24</b>     | <b>33.97</b>       | <b>37.41</b>         |
| <b>Desviación estándar</b>       | <b>2.71</b>   | <b>1.12</b>  | <b>0.32</b>         | <b>0.15</b>               | <b>0.31</b>              | <b>92.62</b>      | <b>11.89</b>       | <b>27</b>            |
| <b>Coefficiente de variación</b> | <b>17.08</b>  | <b>14.78</b> | <b>43.32</b>        | <b>50.03</b>              | <b>30.51</b>             | <b>20.08</b>      | <b>35.00</b>       | <b>72.15</b>         |

Fuente: Elaboración propia con datos del descriptor propuesto por INIFAP (2014).

## 4.2.5. Descripción cuantitativa de semillas de 28 árboles de cacao

### 4.2.5.1. Longitud, ancho y espesor de semilla

El árbol Santa Clara 19 registró la máxima longitud de 2.66 cm y el árbol Santa Clara 6 reportó la mínima con 1.52 cm, los demás valores oscilan entre 1.6 y 2.64 cm; el promedio fue de 2.13 cm, una desviación de 0.30 cm y un coeficiente de variación de 14.01%, esto indica que esta variable es homogénea (Cuadro 15).

Ayesta (2009) en su investigación expresa que la longitud de la semilla varió de 2 cm para el árbol ID-337 a 4 cm en el árbol ID-298, con un promedio de 2.7 cm, similar al promedio obtenido.

El árbol San José Cortez 2 presentó el máximo ancho de semilla con 1.44 cm y el valor mínimo lo expresó el árbol Arcatao 1 con 0.6 cm, las restantes semillas oscilan entre 0.70 y 1.42 cm. Se obtuvo un promedio de 1.16 cm, una desviación estándar 0.23 cm y un coeficiente de variación de 20.17%, lo que indica que la variable es moderadamente homogénea (Cuadro 15). Estos resultados son bastante cercanos a los mencionados por Ayesta (2009) quien mostró un promedio de 1.4 cm, con máximo de 2.1 cm en el árbol ID-265 y un mínimo de 0.9 cm para el árbol ID-357.

El árbol Arcatao 5 presentó el máximo espesor de 1.18 y el árbol Santa Clara 7 el mínimo espesor de 0.21 cm, el resto oscila entre 0.46 y 1.09 cm. Se obtuvo un promedio de 0.73 cm, desviación estándar de 0.22 cm y el coeficiente de variación de 30.40%, esto quiere decir que existe heterogeneidad en el comportamiento de dicha variable (Cuadro 15).

Estos resultados se aproximan a los mostrados por Ayesta (2009), donde señala que espesor de la semilla presentó un valor máximo de 2 cm (ID-108) y un valor mínimo de 0.2 cm (ID-302), el espesor promedio de las semillas fue de 0.9 cm. Además, estos valores coinciden con los de Dostert, *et al.* (2012), ya que manifiesta que las semillas de cacao son café-rojizas, ovadas, ligeramente comprimidas y miden de 20 a 30 mm de largo, 12 -16 mm de ancho y 7 -12 mm de grosor.

#### 4.2.5.2. Peso seco de semilla

El árbol Arcatao 5 reportó el peso máximo de semilla con 2.26 g y el árbol Santa Clara 13 el peso mínimo con 0.54 g, los restantes oscilan entre 0.56 y 2.06 g (Figura 21). El promedio es de 1.05 g, desviación estándar de 0.47 g y el coeficiente de variación 43.48%, esto quiere decir que esta variable es altamente heterogénea (Cuadro 15). Estos resultados se encuentran cercanos a los valores reportados por Arciniegas (2005) citado por Ayesta (2009), quien registró un índice de semillas promedio de 1.2 g en clones de cacao.

El peso de la semilla de cacao es un parámetro de interés para la comercialización y dentro de los 28 árboles de cacao que se lograron caracterizar, destacan germoplasmas que reportaron semillas con pesos mayores a 1 g. Estos resultados se compararon con las categorías mencionadas por CORPOICA y Nacionales de chocolates (sf) citados por ECOCAO (2009), donde reportan categorizado el grano de cacao en tres rangos: grano grande (igual o mayor a 1.7 g / grano), grano mediano (1.4 a 1.6 g / grano), grano pequeño (menor o igual a 1.3 g / grano).

Los árboles Arcatao 3, 4 y 5, y San José Cortez 1, entran en la categoría de grano grande de cacao ya que presentaron igual o mayor valor a 1.7 g / grano, mientras que los árboles Santa Clara 19 y Arcatao 7 en categoría mediano y el resto se ubicaron en la categoría de grano pequeño (Cuadro 14).

Cuadro 14. Árboles de cacao con semillas con potencial industrial y comercial

| Número de Árbol | Índices de semilla (g) | Tamaño del grano |
|-----------------|------------------------|------------------|
| ST 4            | 1.21                   | Pequeño          |
| ST 6            | 1.2                    | Pequeño          |
| CD 1            | 1.65                   | Grande           |
| ST 10           | 1.02                   | Pequeño          |
| ST 12           | 1.02                   | Pequeño          |
| ST 25           | 1.2                    | Pequeño          |
| ST 19           | 1.45                   | Mediano          |
| ARC 3           | 2.06                   | Grande           |
| ARC 4           | 2.06                   | Grande           |
| ARC 5           | 2.26                   | Grande           |
| ARC 6           | 1.45                   | Mediano          |
| Promedio        | 1.48                   |                  |

**Fuente:** Elaboración propia con el uso de requerimientos comerciales de la semilla propuestos CORPOICA y Nacionales de chocolates citados por ECOCAO (2009).

#### 4.2.5.3. Índice de semilla

El mayor valor lo presentó el árbol Arcatao 5 con 2.26 g y el valor mínimo lo presentó el árbol Santa Clara 13 con 0.54 g, los restantes índices oscilan entre 0.56 y 2.06 g. El promedio obtenido fue de 1.07 g, desviación estándar de 0.47 g y un coeficiente de variación de 43.48%, resultando una variable altamente heterogénea (Cuadro 15).

#### 4.2.5.4. Número de semillas por kilogramo

El árbol que registró mayor cantidad de semillas secas para formar un kilogramo fue el Santa Clara 13 con 1,858.74 y el que registro el menor valor fue el Arcatao 5 con 442.48. Además, se registró un índice promedio de 1,084.73 semillas, una desviación estándar de 392.12 semillas y un coeficiente de variación de 36.14%, lo que indica que existe heterogeneidad en el comportamiento de dicha variable (Cuadro 15).

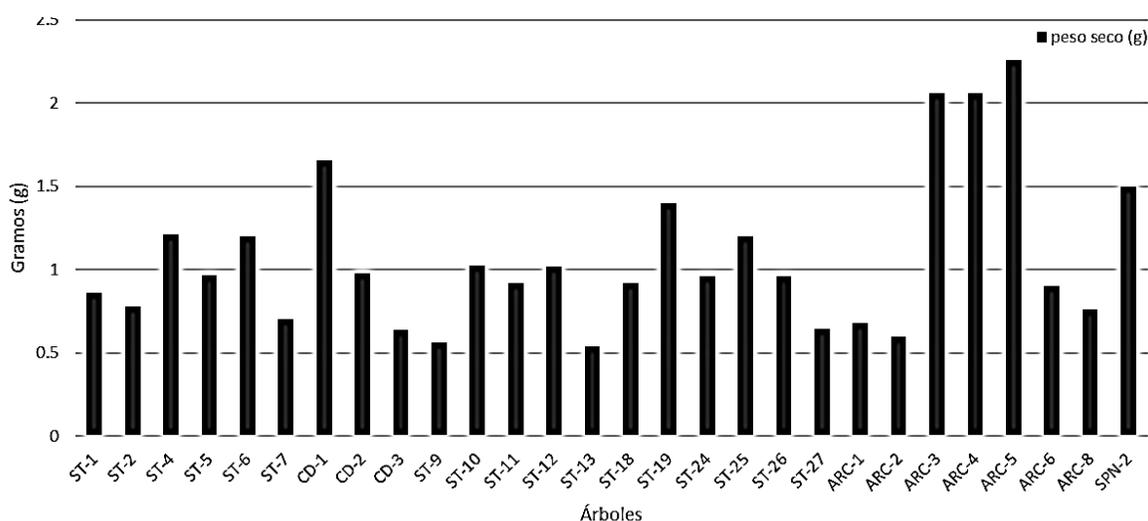


Figura 21. Peso seco de semillas de cacao de 28 árboles caracterizados

Cuadro 15. Características cuantitativas de semillas de 28 árboles de cacao.

| Árbol                            | Longitud (cm) | Ancho (cm)   | Espesor (cm) | Peso seco (g) | Índice de semilla | Número de semillas / kg |
|----------------------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------------|
| Santa Clara 1                    | 2.42          | 1.5          | 0.72         | 0.86          | 0.86              | 1162.79                 |
| Santa Clara 2                    | 1.94          | 1.2          | 0.52         | 0.78          | 0.78              | 1282.05                 |
| Santa Clara 4                    | 2.38          | 1.36         | 0.84         | 1.21          | 1.21              | 826.45                  |
| Santa Clara 5                    | 2.04          | 1.42         | 0.82         | 0.966         | 0.966             | 1035.20                 |
| Santa Clara 6                    | 2.08          | 1.204        | 0.78         | 1.2           | 1.2               | 833.33                  |
| Santa Clara 7                    | 1.524         | 0.708        | 0.218        | 0.7           | 0.7               | 1428.57                 |
| San José Cortez 1                | 2.082         | 1.114        | 0.638        | 1.656         | 1.656             | 603.86                  |
| San José Cortez 2                | 2.416         | 1.442        | 0.886        | 0.976         | 0.976             | 1024.59                 |
| San José Cortez 3                | 1.754         | 0.904        | 0.464        | 0.64          | 0.64              | 1562.50                 |
| Santa Clara 9                    | 2.2           | 1.16         | 0.82         | 0.56          | 0.56              | 1785.71                 |
| Santa Clara 10                   | 1.88          | 1.02         | 0.72         | 1.024         | 1.024             | 976.56                  |
| Santa Clara 11                   | 1.967         | 1.133        | 0.600        | 0.917         | 0.917             | 1090.91                 |
| Santa Clara 12                   | 2.08          | 1.16         | 0.72         | 1.02          | 1.02              | 980.39                  |
| Santa Clara 13                   | 2.02          | 1.1          | 0.78         | 0.538         | 0.538             | 1858.74                 |
| Santa Clara 18                   | 1.96          | 1.02         | 0.6          | 0.92          | 0.92              | 1086.96                 |
| Santa Clara 19                   | 2.66          | 1.4          | 0.64         | 1.4           | 1.4               | 714.29                  |
| Santa Clara 24                   | 2.16          | 1.138        | 0.792        | 0.96          | 0.96              | 1041.67                 |
| Santa Clara 25                   | 2.458         | 1.122        | 0.796        | 1.2           | 1.2               | 833.33                  |
| Santa Clara 26                   | 2.304         | 1.28         | 0.802        | 0.96          | 0.96              | 1041.67                 |
| Santa Clara 27                   | 2.432         | 1.36         | 0.674        | 0.646         | 0.646             | 1547.99                 |
| Arcatao 1                        | 1.6           | 0.6          | 0.34         | 0.68          | 0.68              | 1470.59                 |
| Arcatao 2                        | 1.62          | 0.64         | 0.38         | 0.596         | 0.596             | 1677.85                 |
| Arcatao 3                        | 2.06          | 1.28         | 1.092        | 2.06          | 2.06              | 485.44                  |
| Arcatao 4                        | 2.4           | 1.4          | 1.16         | 2.062         | 2.062             | 484.97                  |
| Arcatao 5                        | 2.64          | 1.4          | 1.18         | 2.26          | 2.26              | 442.48                  |
| Arcatao 6                        | 1.98          | 1.12         | 0.88         | 0.9           | 0.9               | 1111.11                 |
| Arcatao 8                        | 2.32          | 1.28         | 0.74         | 0.76          | 0.76              | 1315.79                 |
| San Pedro Nonualco 2             | 2.32          | 1.04         | 0.84         | 1.5           | 1.5               | 666.67                  |
| <b>Promedio</b>                  | <b>2.13</b>   | <b>1.16</b>  | <b>0.73</b>  | <b>1.07</b>   | <b>1.07</b>       | <b>1084.73</b>          |
| <b>Desviación estándar</b>       | <b>0.30</b>   | <b>0.23</b>  | <b>0.22</b>  | <b>0.47</b>   | <b>0.47</b>       | <b>392.12</b>           |
| <b>Coefficiente de variación</b> | <b>14.01</b>  | <b>20.17</b> | <b>30.40</b> | <b>43.48</b>  | <b>43.48</b>      | <b>36.14</b>            |

Fuente: Elaboración propia con datos del descriptor propuesto por INIFAP (2014).

#### 4.2.6. Análisis bromatológico de la semilla de 28 árboles de cacao

El análisis bromatológico permite conocer las características nutricionales de los germoplasmas de cacao caracterizados, entre los parámetros del análisis bromatológico se cuentan: Humedad total y parcial, ceniza, proteína, fibra, grasa, fosforo, calcio y potasio, contenidos en la semilla.

##### 4.2.6.1. Humedad parcial y total

El material que presentó mayor humedad parcial fue Arcatao 4 con un valor de 51.99%, mientras que el menor valor lo mostró el árbol Santa Clara 18, con un valor de 24.38% (Figura 22). La humedad parcial promedio en las semillas de los 28 árboles fue de 34.52%, la desviación estándar fue de 7.53% y el coeficiente de variación de 21.82%, lo cual indica que el comportamiento de dicha variable fue moderadamente homogéneo (Cuadro 16).

El árbol Arcatao 3 presentó la mayor humedad total con 3.29 %, el menor valor lo tuvo el material Arcatao 2 con 1.11%. La humedad total promedio en las semillas de los 28 árboles fue de 2.47%, una desviación estándar de 2.15% y un coeficiente de variación de 87%, lo anterior indica que en la población existe alta heterogeneidad en dicha variable.

Acuña y Hernández (2010) manifiestan que la humedad de los granos decrece a una velocidad vertiginosa por 120 horas hasta alcanzarse el criterio 8% establecido por FEDECACAO para evitar la infestación de microorganismos en el almacenamiento; además , destacan que un valor de humedad inferior en esta etapa afectaría la calidad de los granos obtenidos, alterando negativamente las propiedades organolépticas, asimismo, el grado de maduración, el contenido de agua y el tratamiento inicial de estos determinan la intensidad y el tipo de proceso del tostado.

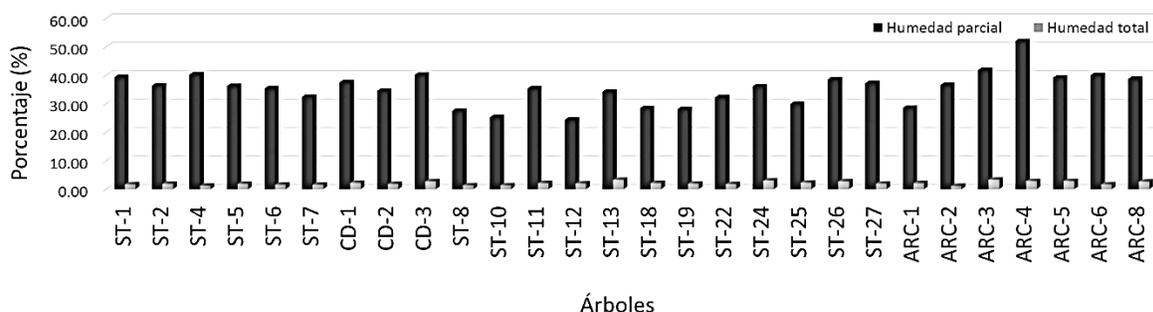


Figura 22. Porcentaje de humedad parcial y total de las semillas de 28 árboles de cacao.

#### **4.2.6.2. Grasa, proteína y fibra**

El árbol Santa Clara 22 presentó el mayor valor de grasa con 62.57 % el menor valor lo mostró el árbol Arcatao 5 con 30.20%. (Figura 23). El contenido promedio de grasa en las semillas de los 28 árboles fue de 44.09%, la desviación estándar fue de 7.94%, y el coeficiente de variación fue de 18.01%, lo que implica que existe homogeneidad en los árboles respecto a dicho contenido (Cuadro 16).

Pinzón (2004) citado por Cote y Jiménez (2005), respecto al contenido de grasa reportaron los siguientes parámetros: bajo (menor a 52%), normal (52 a 55%) y alto (mayor a 55%). De acuerdo a lo mencionado por dicho autor, los árboles Santa Clara 7, 10 y 22 sobresalieron por presentar alto contenido de grasa en la semilla 56. 67%, 59.69% y 62.57% respectivamente (Cuadro 16)

Enríquez (1994) citado por Vicencio (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 mayor al 52%, mientras que el cacao fino o de aroma tiene un porcentaje menor al 50%. Esto coincide con los resultados de esta investigación ya que 24 de los árboles presentaron semillas con porcentajes de grasa menores al 52.85% (Cuadro 16).

En cuanto al contenido de proteína, el árbol Santa Clara 22 presentó el mayor valor con 34.93%, el árbol Santa Clara 26 mostró el menor valor con 25.22%. El contenido promedio de proteína en las semillas de los 28 árboles fue de 29.26%, con una desviación estándar de 2.47%, y coeficiente de variación de 8.44%, que indica un comportamiento altamente homogéneo en los árboles, respecto a esta variante (Cuadro 16).

Respecto al contenido de fibra, el árbol Santa Clara 10 presentó el mayor valor de 24.90%, mientras que el menor valor lo mostró el árbol Santa Clara 4, con 2.3% (figura 23). El contenido promedio de fibra cruda en las semillas de los 28 árboles fue de 13.03%, una desviación estándar de 6.56% y un coeficiente de variación de 49.98%, lo que indica que existe una alta heterogeneidad en esta variable (Cuadro 16)

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 (colon) y ejercen una acción reguladora del peristaltismo, a la vez que facilitan la evacuación de las heces fecales.

Pinzón (2004) citado por Cote y Jiménez (2005) reportó los clones ICS-95 con 53.12% de grasa, 2.56% de fibra y 13.56% de proteína; CCN-51 con 52.48% de grasa, 3.09% de fibra y 12.38% de proteína; ICS 60 con 54.37% de grasa, 3.18% de fibra y 15.43% proteína, ICS 39 con 54.95% de grasa, 4.44% de fibra y 15.06% de proteína y CAP-34 con 53.55% de grasa, 3.95% de fibra y 13.94% de proteína.

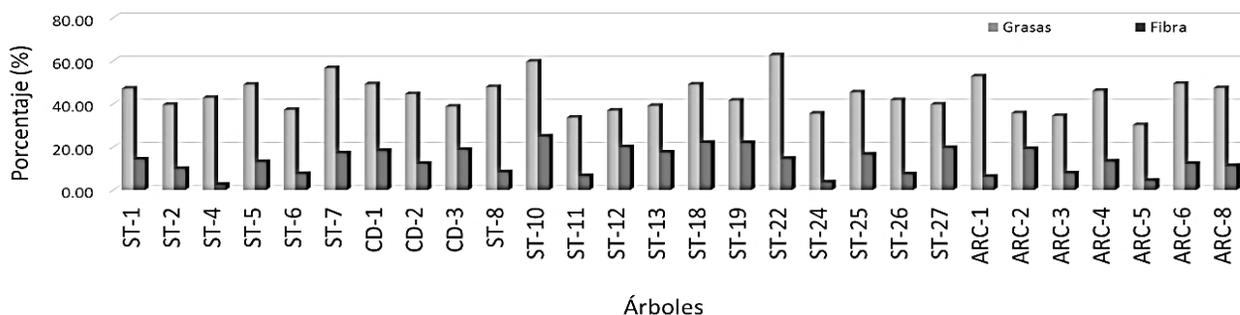


Figura 23. Porcentaje de grasa y fibra en la semilla de cacao de 28 árboles de cacao.

#### 4.2.6.3. Ceniza

La determinación de cenizas es importante porque permite cuantificar cada uno de los minerales presentes en una muestra de materia prima, tejidos vegetales, y animales, alimentos elaborados para consumo humano y animal, además sirve para conocer la cantidad de materia orgánica y la cantidad total de nutrientes digeribles y evaluar la calidad de los alimentos.

El árbol San José Cortez 3, presentó el mayor valor con 7.11% de ceniza, mientras que el menor valor lo mostró el árbol Santa Clara 5 con 3.48%, los restantes oscilan entre 3.57-6.40% (Figura 24). El contenido promedio de ceniza en las semillas de los 28 árboles fue de 4.96%, la desviación estándar fue de 1.03% y el coeficiente de variación fue de 20.92% lo que implica es moderadamente homogéneo el comportamiento de dicha variable (Cuadro 16).

Los resultados obtenidos supera los mencionados por Enríquez (1994) citado por Vicencio (2001) que, 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 cacao fino y de aroma con porcentajes superiores al 3%, por lo tanto, se afirma que los 28 árboles caracterizados se catalogan como cacaos de aroma fino.

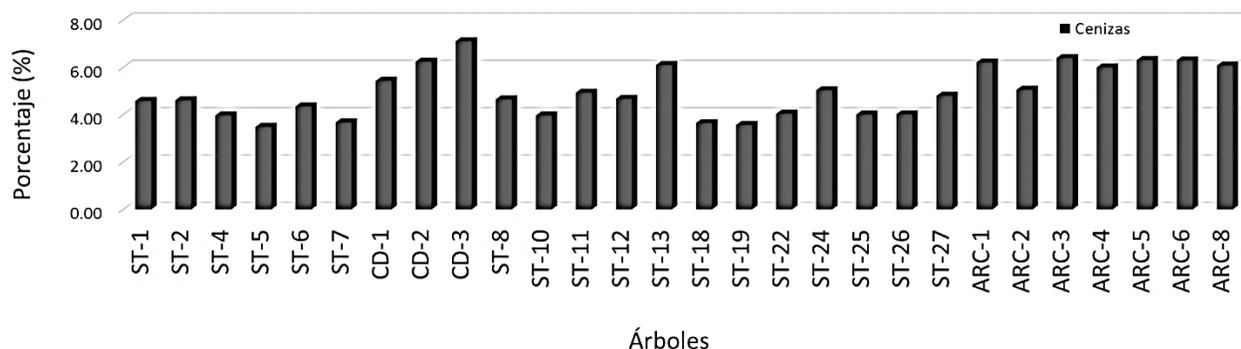


Figura 24. Concentración de ceniza en la semilla de cacao de 28 árboles caracterizados.

#### 4.2.6.4. Fósforo, Calcio y Potasio

El árbol Santa Clara 13 presentó el mayor valor con 2.06% de Fósforo, el menor valor lo mostró el árbol Santa Clara 5 con 0.83% (Figura 25). El contenido promedio de Fósforo en las semillas de los 28 árboles fue de 1.37%, la desviación estándar fue de 0.28% y el coeficiente de variación de 21.02%, lo que indica un comportamiento moderadamente homogéneo en los árboles. (Cuadro 16).

El árbol Santa Clara 2 presentó el mayor valor con 0.89% de Calcio, el menor valor lo mostró el árbol Arcatao 2 con 0.37% los restantes se mantienen en un rango entre 0.40 y 0.80% (Figura 25). El contenido promedio de Calcio en las semillas de los 28 árboles fue de 0.53%, la desviación estándar fue de 0.13%, y el coeficiente de variación fue de 24.6%, lo que implica que existe en el comportamiento del Calcio es moderadamente homogéneo. (Cuadro 16).

El árbol Santa Clara 14 presentó el mayor valor con 1.89% de Potasio, el menor valor lo mostró el árbol Santa Clara 5, con 1%, los restantes oscilan entre 1.0 - 1.77% (Figura 25), el contenido promedio de Potasio en las semillas de los 28 árboles fue de 1.34%, la desviación estándar

fue de 0.24% y el coeficiente de variación de 18.61%, lo que implica que existe homogeneidad con respecto a dicho contenido (Cuadro 16).

Según Unicef (2004) citado por Cote y Jiménez (2005), 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.

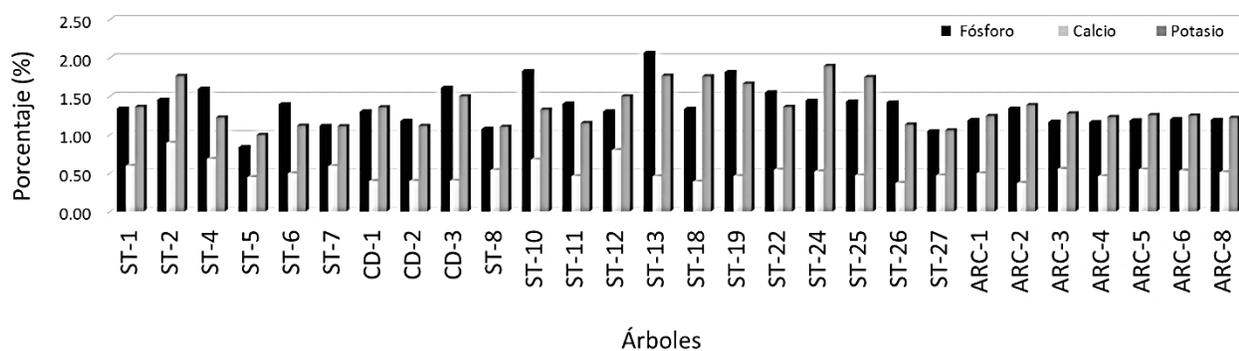


Figura 25. Concentración de Fósforo, Calcio y Potasio en la semilla de 28 árboles de cacao caracterizados.

Cuadro 16. Analisis Bromatológico de semillas de 28 árboles de cacao.

| Árboles                 | Cenizas (%) | Grasas (%) | Proteínas (%) | Fósforo (%) | Calcio (%) | Potasio (%) | Fibra (%) | Humedad Parcial (%) | Humedad Total (%) |
|-------------------------|-------------|------------|---------------|-------------|------------|-------------|-----------|---------------------|-------------------|
| Santa Clara 1           | 4.58        | 47.18      | 28.93         | 1.34        | 0.59       | 1.36        | 14.26     | 39.30               | 1.69              |
| Santa Clara 2           | 4.61        | 39.57      | 28.03         | 1.45        | 0.89       | 1.76        | 9.92      | 36.29               | 1.85              |
| Santa Clara 4           | 3.97        | 42.87      | 29.26         | 1.59        | 0.69       | 1.22        | 2.39      | 40.20               | 1.21              |
| Santa Clara 5           | 3.48        | 49.00      | 29.97         | 0.83        | 0.45       | 1.00        | 13.10     | 36.20               | 1.85              |
| Santa Clara 6           | 4.35        | 37.28      | 28.48         | 1.40        | 0.50       | 1.12        | 7.49      | 35.30               | 1.59              |
| Santa Clara 7           | 3.67        | 56.67      | 30.30         | 1.11        | 0.59       | 1.11        | 17.16     | 32.38               | 1.56              |
| San José Cortez 1       | 5.43        | 49.21      | 32.43         | 1.30        | 0.39       | 1.36        | 18.15     | 37.50               | 2.21              |
| San José Cortez 2       | 6.24        | 44.60      | 29.82         | 1.18        | 0.40       | 1.11        | 12.23     | 34.50               | 1.78              |
| San José Cortez 3       | 7.11        | 38.77      | 33.13         | 1.61        | 0.40       | 1.50        | 18.71     | 40.12               | 2.74              |
| Santa Clara 9           | 4.65        | 47.93      | 32.61         | 1.07        | 0.54       | 1.10        | 8.28      | 27.50               | 1.33              |
| Santa Clara 10          | 3.96        | 59.69      | 31.38         | 1.83        | 0.68       | 1.33        | 24.90     | 25.20               | 1.32              |
| Santa Clara 11          | 4.94        | 33.69      | 28.63         | 1.40        | 0.46       | 1.15        | 6.50      | 35.29               | 2.07              |
| Santa Clara 12          | 4.67        | 36.98      | 30.67         | 1.30        | 0.80       | 1.50        | 20.00     | 24.38               | 1.96              |
| Santa Clara 13          | 6.10        | 39.12      | 29.64         | 2.06        | 0.46       | 1.77        | 17.47     | 34.20               | 3.25              |
| Santa Clara 18          | 3.65        | 49.05      | 26.50         | 1.33        | 0.39       | 1.76        | 22.00     | 28.40               | 2.140             |
| Santa Clara 19          | 3.57        | 41.56      | 30.67         | 1.81        | 0.46       | 1.66        | 21.85     | 28.07               | 1.91              |
| Santa Clara 22          | 4.04        | 62.57      | 34.93         | 1.55        | 0.54       | 1.36        | 14.50     | 32.20               | 1.75              |
| Santa Clara 24          | 5.04        | 35.54      | 28.72         | 1.44        | 0.52       | 1.89        | 3.59      | 36.07               | 2.96              |
| Santa Clara 25          | 4.01        | 45.46      | 28.81         | 1.43        | 0.47       | 1.75        | 16.50     | 29.86               | 2.28              |
| Santa Clara 26          | 4.02        | 41.81      | 25.22         | 1.42        | 0.37       | 1.13        | 7.28      | 38.54               | 2.73              |
| Santa Clara 27          | 4.80        | 39.79      | 27.56         | 1.04        | 0.47       | 1.06        | 19.58     | 37.20               | 1.92              |
| Arcatao 1               | 6.21        | 52.85      | 25.88         | 1.18        | 0.50       | 1.24        | 6.26      | 28.50               | 2.06              |
| Arcatao 2               | 5.05        | 35.79      | 30.71         | 1.34        | 0.37       | 1.39        | 19.15     | 36.52               | 1.11              |
| Arcatao 3               | 6.40        | 34.46      | 31.38         | 1.17        | 0.55       | 1.28        | 7.83      | 41.76               | 3.29              |
| Arcatao 4               | 6.00        | 46.06      | 25.40         | 1.16        | 0.46       | 1.23        | 13.24     | 51.99               | 2.83              |
| Arcatao 5               | 6.31        | 30.20      | 28.10         | 1.18        | 0.55       | 1.26        | 4.36      | 39.17               | 2.83              |
| Arcatao 6               | 6.30        | 49.46      | 25.40         | 1.20        | 0.53       | 1.25        | 12.22     | 40.01               | 1.66              |
| Arcatao 8               | 6.08        | 47.40      | 26.64         | 1.19        | 0.51       | 1.22        | 11.20     | 38.69               | 2.61              |
| Promedio                | 4.96        | 44.09      | 29.26         | 1.37        | 0.53       | 1.34        | 13.03     | 34.52               | 2.47              |
| Desviación estándar     | 1.03        | 7.94       | 2.47          | 0.28        | 0.13       | 0.24        | 6.51      | 7.53                | 2.15              |
| Coficiente de variación | 20.92       | 18.01      | 8.44          | 21.02       | 24.59      | 18.61       | 49.98     | 21.82               | 87                |

Fuente: Elaboración propia (2017)

#### **4.2.6.5. Análisis de suelo**

El análisis de suelo en esta investigación fue fundamental ya que sirvió como herramienta para evaluar los niveles de materia orgánica, pH, conductividad eléctrica y salinidad, de los cuatro sitios donde se encontraron los 47 árboles de cacao caracterizados (Cuadro A - 6).

#### **4.2.6.6. pH del Suelos**

En la figura 43 se observa que la muestra de suelo de Arcatao, Chalatenango presentó la máxima concentración de iones Hidrógeno con 6.57 y la menor concentración de pH fue en el suelo de la Hacienda Cooperativa Santa Clara con 6.28. La concentración de pH promedio fue de 6.36, desviación de 0.15 y un coeficiente de variación de 2.36%, considerando esta variable altamente homogénea.

Estos resultados se encuentran dentro de los parámetros expresados por Camacho (1982) citado por Cote y Jiménez (2005), donde menciona que el pH óptimo para el cultivo de cacao es de 6.5, con un rango entre 5.5 y 7.5. Además, sostiene que suelos demasiado ácidos son pobres en nutrientes y en los muy alcalinos puede haber problemas con el Calcio. El suelo debe contener los elementos esenciales: Nitrógeno, Fósforo y Potasio en cantidades suficientes.

#### **4.2.6.7. Materia Orgánica**

El suelo de la hacienda cooperativa Santa Clara presentó la mayor concentración de materia orgánica con 4.66%, la menor concentración la registró el suelo de Arcatao con 2.95%. La concentración promedio de materia orgánica de los cuatro lugares muestreados fue de 3.17% con una desviación estándar de 1.41 y un coeficiente de variación de 44.53%, considerando un comportamiento altamente heterogéneo para dicha variable.

Cote y Jiménez (2005) testifican que el componente biológico suelo fue considerado por muchos años de poca importancia, pero en la actualidad se reconoce su función como eje fundamental en el incremento de la disponibilidad de los componentes orgánicos y sintéticos aplicados como fertilizantes. Además, destaca que la materia orgánica ayuda a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y se traducen en incremento en su nivel productivo.

#### **4.2.6.8. Salinidad y Conductividad**

La concentración de sales se presentó en los suelos de la hacienda cooperativa Santa Clara con 1.8%, y el menor valor en los suelos de Arcatao con 0.08%. La concentración promedio de sales de los cuatros lugares muestreados fue de 1.16%, una desviación de 0.81% y un coeficiente de variación de 70.14% esto quiere decir que esta variable es heterogénea o que tiene niveles muy variados de un sitio a otro.

La mayor conductividad eléctrica se registró en el suelo de la hacienda cooperativa Santa Clara con 3,440  $\mu\text{s/cm}$  (microSiemens) y el valor menor se presentó en el suelo de San Pedro Nonualco con 174  $\mu\text{s/cm}$ . El promedio de conductividad de los cuatros lugares muestreados fue de 2,165.43  $\mu\text{s/cm}$ , una desviación de 1,562.09  $\mu\text{s/cm}$  y un coeficiente de variación de 72.13%, esto quiere decir que esta variable es altamente heterogénea.

Los resultados indican que los suelos de la hacienda cooperativa Santa Clara poseen altos niveles de salinidad en comparación con los suelos de San Pedro Nonualco, La Paz, Arcatao Chalatenango y Ciudad Delgado. Sin embargo, el cultivo de cacao se adapta muy bien a dichas condiciones. Además, en los sitios donde el nivel de materia orgánica es bajo el cultivo de cacao es una excelente alternativa para mejorarlo.

#### **4.3. Estimación de variabilidad genética, a través de estadística simple**

En el cuadro 17, se observa la existencia de descriptores que mostraron alta heterogeneidad, con coeficientes de variación que oscilan entre 40 y 87.08%, 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 altura, diámetro a altura del pecho (DAP), número chupones, frutos por árbol, número cojinetes, flores por cojinete, peso seco e índice de fruto y de semilla, humedad total y porcentaje de fibra en la semilla.

Por lo tanto, fue necesario realizar análisis de correlación, componentes principales y conglomerados, con la intención de identificar que variables se caracterizan en el mismo sentido y determinar la formación de grupos de árboles, los cuales al menos en una variable conservan similitudes.

Por otra parte, la variabilidad genética cuantitativa de los árboles seleccionados estuvo determinada por el 36.36% de los descriptores, y mostraron coeficientes de variación mayores del 30%.

Cuadro 17. Estimación de la variabilidad genética de 47 árboles de cacao.

| Descriptores                                     | Media  | Desviación estandar | Coefficiente de variación |
|--|--------|---------------------|---------------------------|
| <b>CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS DEL ÁRBOL</b>    |        |                     |                           |
| Alturas (m)                                      | 6.02   | 2.54                | 42.33                     |
| DAP (Diámetro a la Altura del pecho (cm))        | 9.55   | 4.14                | 43.34                     |
| Número de chupones                               | 3      | 2.61                | 87.08                     |
| Número de cojinetes                              | 19.24  | 7.17                | 37.27                     |
| Número de flores por cojinete                    | 6.91   | 3.4                 | 49.33                     |
| Número de frutos por árbol                       | 44.39  | 31.49               | 70.93                     |
| Edad por árbol (años)                            | 75.02  | 8.95                | 11.93                     |
| <b>CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS DE LAS HOJAS</b> |        |                     |                           |
| Longitud (cm)                                    | 31.95  | 4.89                | 15.32                     |
| Ancho (cm)                                       | 16.88  | 2.83                | 16.87                     |
| Longitud media (cm)                              | 11.11  | 2.19                | 19.71                     |
| <b>CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS DE LA FLOR</b>   |        |                     |                           |
| Longitud de sépalos (cm)                         | 5.99   | 0.71                | 11.92                     |
| Ancho de sépalos (mm)                            | 1.84   | 0.34                | 18.58                     |
| Longitud estaminodio (cm)                        | 5.48   | 0.52                | 9.47                      |
| Longitud de ovario (mm)                          | 1.64   | 0.35                | 21.56                     |
| Ancho de ovario (mm)                             | 1.28   | 0.25                | 19.67                     |
| Longitud de estilo (mm)                          | 1.58   | 0.35                | 26.46                     |
| <b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FRUTO</b>         |        |                     |                           |
| Longitud de fruto (cm)                           | 15.88  | 2.71                | 17.08                     |
| Ancho de fruto (cm)                              | 7.56   | 1.12                | 14.78                     |
| Grosos de cáscara (cm)                           | 0.75   | 0.32                | 43.32                     |
| Profundidad de surco (cm)                        | 0.29   | 0.15                | 50.03                     |
| Altura de caballete (cm)                         | 1.03   | 0.31                | 30.51                     |
| Peso de fruto (g)                                | 461.24 | 92.62               | 20.08                     |
| <b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SEMILLA</b>     |        |                     |                           |
| Longitud (cm)                                    | 2.13   | 0.29                | 14.00                     |
| Ancho (cm)                                       | 1.16   | 0.23                | 20.16                     |
| Espesor (cm)                                     | 0.73   | 0.221               | 30.39                     |
| Peso seco. (g)                                   | 1.06   | 0.46                | 43.47                     |
| Número de semillas                               | 33.96  | 11.88               | 34.99                     |
| <b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA SEMILLA</b>    |        |                     |                           |
| Humedad total (%)                                | 2.47   | 2.15                | 86.99                     |
| Cenizas (%)                                      | 4.96   | 1.03                | 20.92                     |
| Grasas (%)                                       | 44.09  | 7.94                | 18.00                     |
| Proteínas (%)                                    | 29.25  | 2.47                | 8.44                      |
| Fósforo (%)                                      | 1.37   | 0.28                | 21.02                     |
| Calcio (%)                                       | 0.53   | 0.13                | 24.59                     |
| Potasio (%)                                      | 1.34   | 0.24                | 18.61                     |
| Fibra (%)  | 13.03  | 6.51                | 49.98                     |
| Humedad parcial (%)                              | 34.51  | 7.53                | 21.82                     |
| Humedad total (%)                                | 2.47   | 2.15                | 87.00                     |

Fuente: **Elaboración propia.**

#### 4.4. 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 27 árboles y 39 descriptores cuantitativos sujetos del análisis descriptivo.

En el cuadro 18, 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 la longitud de sépalo es la peor explicada, ya que el modelo factorial solo es capaz de reproducir el 72.1% de su variable original.

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 76.4 % para el caso del porcentaje de grasa en semilla a 97.2 % correspondiente al peso seco de semilla e índice de semilla respectivamente; determinándose de manera general que los 38 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; por ende, se procedió a realizar la interpretación de la información.

Cuadro 18. Comunalidades de los descriptores cuantitativos de cacao.

| Sección | Descriptor               | Inicial | Extracción | Porcentaje (%) |
|---------|--------------------------|---------|------------|----------------|
| Hoja    | Longitud                 | 1.000   | .967       | 96.7           |
|         | Longitud Media           | 1.000   | .966       | 96.6           |
|         | Ancho                    | 1.000   | .914       | 91.4           |
| Árbol   | Altura                   | 1.000   | .804       | 80.4           |
|         | Diámetro altura de pecho | 1.000   | .880       | 88             |
|         | Número de chupones       | 1.000   | .854       | 85.4           |
|         | Número de cojinetes      | 1.000   | .918       | 91.8           |
|         | Número de flores         | 1.000   | .809       | 80.9           |
|         | Número de frutos         | 1.000   | .767       | 76.7           |
|         | Edad.                    | 1.000   | .874       | 87.4           |
| Flores  | Sépalos                  | 1.000   | .721       | 72.1           |
|         | Ancho de sépalos         | 1.000   | .816       | 81.6           |
|         | Longitud de estaminodios | 1.000   | .864       | 86.4           |
|         | Longitud de ovario       | 1.000   | .795       | 79.5           |
|         | Ancho de ovario          | 1.000   | .900       | 90             |
|         | Longitud de estilo       | 1.000   | .842       | 84.2           |
| Fruto   | Longitud de fruto        | 1.000   | .864       | 86.4           |
|         | Ancho de fruto           | 1.000   | .821       | 82.1           |
|         | Grosor de cáscara        | 1.000   | .915       | 91.5           |
|         | Profundidad de Surco     | 1.000   | .848       | 84.8           |

|                   | Descriptor              | Inicial | Extraccion | Porcentaje (%) |
|-------------------|-------------------------|---------|------------|----------------|
|                   | Altura de caballete     | 1.000   | .827       | 82.7           |
|                   | Peso de fruto           | 1.000   | .896       | 89.6           |
|                   | Número semilla          | 1.000   | .938       | 93.8           |
|                   | Índice de fruto         | 1.000   | .866       | 86.6           |
| Número de semilla | Longitud de semilla     | 1.000   | .826       | 82.6           |
|                   | Ancho de semilla        | 1.000   | .934       | 93.4           |
|                   | Espesor de semilla      | 1.000   | .890       | 89             |
|                   | Peso seco de semilla    | 1.000   | .972       | 97.2           |
|                   | Índice de semilla       | 1.000   | .972       | 97.2           |
|                   | Número de semillas / kg | 1.000   | .960       | 96             |
| Análisis químico  | Ceniza                  | 1.000   | .914       | 91.4           |
|                   | Grasa                   | 1.000   | .764       | 76.4           |
|                   | Proteína                | 1.000   | .771       | 77.1           |
|                   | Fósforo                 | 1.000   | .843       | 84.3           |
|                   | Calcio                  | 1.000   | .859       | 85.9           |
|                   | Potasio                 | 1.000   | .898       | 89.8           |
|                   | Fibra                   | 1.000   | .820       | 82             |
|                   | Humedad parcial         | 1.000   | .831       | 83.1           |
|                   | Humedad total           | 1.000   | .896       | 89.6           |

Fuente: Método de extracción: Análisis de Comunalidades.

#### 4.5. Análisis de correlación

En el cuadro 19 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).

Cuadro 19. Correlaciones y significancia según descriptores en accesiones de cacao.

| Componentes de árboles      | Variables              | Coefficientes de correlación | Nivel de significancia |
|-----------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|
| Longitud de hoja            | Longitud media de hoja | 0.93                         | 0.000                  |
|                             | Ancho de hoja          | 0.88                         | 0.000                  |
|                             | Número de chupones     | 0.58                         | 0.001                  |
| Longitud media de hoja      | Ancho de hojas         | 0.77                         | 0.000                  |
|                             | Número de chupones     | 0.64                         | 0.000                  |
|                             | Flores por cojinetes   | 0.56                         | 0.002                  |
|                             | Edad del árbol         | 0.61                         | 0.001                  |
| Ancho de hoja               | Número de chupones     | 0.59                         | 0.001                  |
| Número de chupones          | Edad del árbol         | 0.56                         | 0.002                  |
|                             | Ceniza                 | -0.57                        | 0.002                  |
| Número de cojinetes         | Calcio                 | 0.60                         | 0.001                  |
| Flores por cojinetes        | edad del árbol         | 0.67                         | 0.000                  |
| Ancho de ovario             | longitud de ovario     | 0.65                         | 0.000                  |
| Longitud de estilo          | Ancho de ovario        | -0.59                        | 0.001                  |
| Longitud de fruto           | Ancho de fruto         | 0.68                         | 0.000                  |
| Grosor de cáscara           | Altura de caballete    | 0.79                         | 0.00                   |
| Peso del fruto              | Ancho de fruto         | 0.58                         | 0.001                  |
| Número de semilla por fruto | Número de Chupones     | 0.58                         | 0.001                  |
|                             | Número de Cojinetes    | 0.60                         | 0.001                  |
|                             | Índice de fruto        | -0.60                        | 0.001                  |
|                             | Ceniza                 | -0.57                        | 0.002                  |
|                             | Espesor de semilla     | 0.69                         | 0.000                  |
| Longitud de semilla         | Índice de fruto        | -0.59                        | 0.001                  |

| Componentes de árboles | Variables             | Coefficientes de correlación | Nivel de significancia |
|------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|
| Ancho de semilla       | Longitud de semilla   | 0.86                         | 0.000                  |
|                        | Espesor de semilla    | 0.74                         | 0.000                  |
|                        | Índice de fruto       | -0.73                        | 0.000                  |
| Espesor de semilla     | peso seco             | 0.68                         | 0.000                  |
|                        | Índice de semillas    | 0.68                         | 0.000                  |
|                        | Número de semillas/kg | -0.61                        | 0.001                  |
| Peso seco              | Índice de semillas    | 1                            | 0.000                  |
|                        | Número de semillas/kg | -0.91                        | 0.000                  |
| Número de semilla      | índice de fruto       | 0.58                         | 0.001                  |
|                        | Índice de semilla     | -0.91                        | 0.000                  |
| Fósforo.               | Potasio               | 0.59                         | 0.001                  |
| Edad                   | Ceniza                | -0.57                        | 0.002                  |
| Profundidad de surco   | Calcio                | -0.56                        | 0.002                  |

**Fuente:** Análisis de correlacione elaborado con SPSS versión 23.

Los resultados mostraron las correlaciones positivas en un rango que va de 1.00 en la correlación peso seco e índice de semilla hasta 0.56 en la correlación número de flores por cojinete y edad del árbol, donde al menos 65 correlaciones resultaron ser altamente significativas estadísticamente.

Al analizar la matriz de correlación, se observó que existen correlaciones lineales altamente significativas entre los descriptores y la mayores correlaciones directas o positivas la tienen los descriptores: peso seco de semilla e índice de semilla con valores de  $r = 1.00$ ; la longitud de hoja y longitud media de la hoja también tiene una fuerte relación lineal positiva ( $r = 0.93$ ). Además, en ambos casos, dicha asociación fue altamente significativa ( $p < 0.01$ ); ello implica que al aumentar el peso de semilla también aumenta el índice de semilla; similar comportamiento presentó la relación lineal positiva entre el grosor de cáscara con la altura de caballete ( $r = 0.79$ ).

Por otro lado, resultaron correlaciones lineales positivas entre la longitud media de la hoja y el ancho de hoja  $r = 0.77$ , número de chupones  $r = 0.64$ , número de flores por cojinete  $r = 0.56$ , edad del árbol  $r = 0.61$ .

De igual manera, el número de chupones y la edad del árbol  $r = 0.56$ , número de cojinetes y contenido de calcio  $r = 0.60$ , flores por cojinete y edad del árbol  $r = 0.67$ , ancho de ovario y longitud de ovario  $r = 0.65$ , longitud de fruto y ancho de fruto  $r = 0.67$ , peso del fruto con el ancho de fruto  $r = 0.58$ , número de semillas con número de chupones  $r = 0.58$ , número de

cojinetes 0.60, espesor de semilla  $r=0.69$ , ancho de semilla con longitud de semilla  $r = 0.86$ , espesor de semilla  $r = 0.74$ , espesor de semilla con peso seco e índice de semilla  $r = 0.68$ , número de semillas con índice de fruto  $r = 0.58$  y Fósforo con Potasio  $r = 0.59$ , esto indica que al aumentar el comportamiento en una variable también aumentarían los valores en las demás variables o viceversa ( $p < 0.000$ ).

Además, se observaron correlaciones lineales negativas del número de chupones y número de semillas por fruto con el contenido de cenizas en la semilla  $r = -0.57$ , longitud de estilo con longitud de ovario  $r = -0.59$ , longitud y ancho de semilla con el índice de fruto  $r = -0.59$  y  $-0.73$ , espesor de semillas con número de semillas / kg  $r = -0.61$ , y peso seco con número de semillas/kg  $r = -0.91$ . Estos resultados indican que al aumentar la cantidad de chupones y la cantidad de semillas por fruto, el contenido de ceniza y los microelementos disminuirán tanto en la semilla como en las demás secciones de la planta y similar comportamiento para el resto de descriptores.

Muchos minerales inorgánicos se concentrarán en el desarrollo provocando deficiencias en otras secciones de la planta; para que esto no ocurra, es importante el manejo agronómico de las plantaciones de cacao para optimizar la producción y que los minerales se concentren en mayor proporción en áreas deseables para el productor.

También se estimó que, al aumentar la cantidad de chupones, los frutos podrían sufrir deficiencias y presentar malformaciones. El fruto necesita una excelente hidratación, gran cantidad de agua asimismo la formación de chupones. Por lo tanto, la profundidad de surco podría ser una característica de selección ya que frutos muy rugosos pueden acumular humedad en los espacios entre surcos lo cual podría favorecer para el ataque de hongos.

Lo anterior, es certificado con el coeficiente determinante encontrado (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 Barlett que se obtuvo un valor de KMO de 0.349 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

|  |      |             |
|--|------|-------------|
| <b>Medidas de adecuación muestral de Kaiser- Meyer-Olkin</b> |      | <b>.349</b> |
| <b>Chi-cuadrado aproximado</b>                               |      | 502.694     |
| <b>Prueba de esfericidad de</b>                              | gl   | 276         |
| <b>Bartlett</b>  |      |             |
|  | Sig. | 0.000       |

Fuente: Método KMO y prueba de esfericidad de Bartlett.

#### 4.6. Análisis de componentes principales y variables que influyeron en la formación

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

En la investigación, se obtuvieron valores propios 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 11 componentes, expresan la variabilidad existente total en la especie con 86.68% de confiabilidad, de igual manera a través de los autovalores iniciales que presentaron un valor menor que uno a partir del componente 11 (el criterio de selección indica que valores menores que uno, no indican variabilidad y por lo tanto su comportamiento es homogéneo). También en la figura 26 se aprecia el corte y la formación de un ángulo de 45° justamente sobre el componente 11, en donde al menos con una característica participa de la varianza total.

Según Ferrán (2001) citado por Villeda (2014) afirma que, si los autovalores son muy parecidos a uno, cada factor asociado a una única variable y la conclusión será que no existen subconjuntos de variables relacionadas entre sí.

El primer componente obtenido en la investigación contribuyó con 20.73 % de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron para la formación de este fueron: longitud de semilla, ancho de semilla, grosor de semilla, peso seco de semilla e índice de semilla, estas

contribuyeron positivamente mientras que el número de semilla por kilogramo e índice de fruto contribuyeron negativamente al componente (Cuadro 21 y 22).

El segundo componente, contribuyó con 15.11 % de la varianza total explicada, las variables que contribuyeron para la formación de este fueron: longitud de hoja, longitud media de hoja, ancho, chupones y edad; todas de manera positiva, mientras que la concentración de ceniza aportó asociación de manera negativa (Cuadro 21 y 22).

El tercer componente, aportó con 10.66 % de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron son las siguientes: número de flores, ancho de fruto, grosor de cáscara y altura caballete que contribuyeron positivamente y el contenido de proteína contribuyó de manera negativa (Cuadro 21 y 22).

El cuarto componente aportó con 8.89 % de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron son: chupones, longitud de estilo y proteína que tuvieron un comportamiento positivo mientras el ancho de ovario y el largo de ovario aportaron una asociación negativa a la varianza (Cuadro 21 y 22).

El quinto componente contribuyó con 6.51% de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron fueron: cojinetes florales y número de semillas que contribuyeron positivamente y la variable índice de fruto lo hizo de manera negativa (Cuadro 21 y 22).

El sexto componente, contribuyó con 5.76% y las variables que participaron fueron: longitud de ovario y humedad parcial positivamente y la humedad total aportó de manera negativa de la varianza total explicada (Cuadro 21 y 22).

En el séptimo componente, contribuyó con 6.51% de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron son: largo de sépalo el cual aporta negativamente a la varianza total de estudio y potasio y fosforo contribuyeron positivamente (Cuadro 21 y 22).

En el octavo componente, contribuyó con 4.07% de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron fueron: ancho de sépalo, largo de estaminodios y el calcio, los cuales

contribuyeron positivamente y la profundidad de surco aportó asociación de forma negativa con una carga del factor de (-0.473) (Cuadro 21 y 22).

El noveno componente, participó con 3.38% de la varianza total explicada, las variables que se relacionaron fueron: longitud de frutos, grasas y fibra con cargas del factor de 0.60, 0.79, 0.67 positivamente (Cuadro 21 y 22).

En el décimo componente, contribuyeron con 3.11 % de la varianza total explicada, las variables: altura del árbol y número frutos contribuyeron de manera positiva (Cuadro 21 y 22).

En el componente 11 contribuyeron con 2.87 % de la varianza total explicada, las variables diámetro a la altura de pecho (DAP) con una asociación de forma positiva con 0.90 (Cuadro 21 y 22).

Cuadro 21. Número de componentes principales de 28 árboles de cacao y su correlación con la varianza total explicada.

| Componentes | Autovalores iniciales |            |             | sumas de extracción de carga al cuadrado |            |             | Suma de rotación de cargas al cuadrado |               |             |
|-------------|-----------------------|------------|-------------|--|------------|-------------|--|---------------|-------------|
|             | Total                 | % varianza | % acumulado | total                                    | % varianza | % acumulado | Total                                  | % de varianza | % acumulado |
| 1           | 8.087                 | 20.735     | 20.735      | 8.087                                    | 20.735     | 20.735      | 5.452                                  | 13.979        | 13.979      |
| 2           | 4.895                 | 15.116     | 35.85       | 5.895                                    | 15.116     | 35.85       | 4.986                                  | 12.785        | 26.765      |
| 3           | 4.16                  | 10.666     | 46.516      | 4.16                                     | 10.666     | 46.516      | 3.308                                  | 8.482         | 35.247      |
| 4           | 3.467                 | 8.891      | 55.407      | 3.467                                    | 8.891      | 55.407      | 3.216                                  | 8.247         | 43.493      |
| 5           | 2.54                  | 6.513      | 61.92       | 2.54                                     | 6.513      | 61.92       | 2.662                                  | 6.827         | 50.32       |
| 6           | 2.245                 | 5.757      | 67.677      | 2.245                                    | 5.757      | 67.677      | 2.627                                  | 6.735         | 57.055      |
| 7           | 2.173                 | 5.572      | 73.249      | 2.173                                    | 5.572      | 73.249      | 2.561                                  | 6.566         | 63.621      |
| 8           | 1.589                 | 4.074      | 77.322      | 1.589                                    | 4.074      | 77.322      | 2.544                                  | 6.523         | 70.144      |
| 9           | 1.322                 | 3.389      | 80.711      | 1.332                                    | 3.389      | 80.711      | 2.386                                  | 6.118         | 76.262      |
| 10          | 1.216                 | 3.117      | 83.828      | 1.216                                    | 3.117      | 83.828      | 2.339                                  | 5.998         | 82.259      |
| 11          | 1.119                 | 2.869      | 86.697      | 1.119                                    | 2.869      | 86.697      | 1.731                                  | 4.438         | 86.697      |
| 12          | 0.775                 | 1.987      | 88.684      |  |            |             |  |               |             |
| 13          | 0.75                  | 1.924      | 90.608      |  |            |             |  |               |             |
| 14          | 0.638                 | 1.635      | 92.243      |  |            |             |  |               |             |
| 15          | 0.538                 | 1.379      | 93.623      |  |            |             |  |               |             |
| 16          | 0.467                 | 1.197      | 94.819      |  |            |             |  |               |             |
| 17          | 0.445                 | 1.142      | 95.961      |  |            |             |  |               |             |
| 18          | 0.366                 | 0.938      | 96.9        |  |            |             |  |               |             |
| 19          | 0.281                 | 0.772      | 97.621      |  |            |             |  |               |             |
| 20          | 0.263                 | 0.675      | 98.296      |  |            |             |  |               |             |
| 21          | 0.202                 | 0.519      | 98.814      |  |            |             |  |               |             |
| 22          | 0.15                  | 0.384      | 99.199      |  |            |             |  |               |             |
| 23          | 0.128                 | 0.328      | 99.527      |  |            |             |  |               |             |
| 24          | 0.084                 | 0.216      | 99.743      |  |            |             |  |               |             |
| 25          | 0.068                 | 0.175      | 99.918      |  |            |             |  |               |             |
| 26          | 0.032                 | 0.082      | 100         |  |            |             |  |               |             |

Fuente: Método de extracción de Componentes principales con SPSS versión 23.

Cuadro 22. Matriz de componentes principales rotados por descriptor de 28 árboles de cacao.

| Variables                                 | Componente |        |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
|---|------------|--------|--------|-------|--------|--------|-----|--------|--------|-------|-------|--|
|   | 1          | 2      | 3      | 4     | 5      | 6      | 7   | 8      | 9      | 10    | 11    |  |
| Longitud de hoja(cm)                      |            | 0.969  |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Longitud media de hoja (cm)               |            | 0.905  |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Ancho de hoja (cm)                        |            | 0.879  |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Altura de árbol (m)                       |            |        |        |       |        |        |     |        |        | 0.807 |       |  |
| DAP (Diámetro a la altura del pecho) (cm) |            |        |        |       |        |        |     |        |        |       | 0.909 |  |
| Número de chupones                        |            | 0.552  |        |       | 0.475  |        |     |        |        |       |       |  |
| Número de cojinetes/m                     |            |        |        |       |        | 0.655  |     |        |        |       |       |  |
| Número de flores/cojinete                 |            |        |        | 0.577 |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Número de frutos /árbol                   |            |        |        |       |        |        |     |        |        | 0.701 |       |  |
| Edad /árbol                               |            | 0.514  |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Longitud de sépalos (mm)                  |            |        |        |       |        |        |     | -0.576 |        |       |       |  |
| Ancho de sépalos (mm)                     |            |        |        |       |        |        |     |        | 0.696  |       |       |  |
| Longitud de estaminodio (mm)              |            |        |        |       |        |        |     |        | 0.744  |       |       |  |
| Longitud de ovario (mm)                   |            |        |        |       | -0.605 |        | 0.5 |        |        |       |       |  |
| Ancho de ovario (mm)                      |            |        |        |       | -0.878 |        |     |        |        |       |       |  |
| Longitud de estilo (mm)                   |            |        |        |       | 0.724  |        |     |        |        |       |       |  |
| Longitud de fruto (cm)                    |            |        |        |       |        |        |     |        |        | 0.597 |       |  |
| Ancho de fruto (cm)                       |            |        |        | 0.514 |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Grosor cáscara (cm)                       |            |        |        | 0.9   |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Profundidad de surco (cm)                 |            |        |        |       |        |        |     |        | -0.471 |       |       |  |
| Altura de caballete (cm)                  |            |        |        | 0.802 |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Número de semillas                        |            |        |        |       |        | 0.807  |     |        |        |       |       |  |
| Longitud de semillas(cm)                  | 0.738      |        |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Ancho de semillas (cm)                    | 0.742      |        |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Grosor de semillas (cm)                   | 0.822      |        |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Peso seco (g)                             | 0.896      |        |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Índice de semillas                        | 0.896      |        |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Número de semilla/kg                      | -0.889     |        |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Índice de frutos                          | -0.669     |        |        |       |        | -0.553 |     |        |        |       |       |  |
| Ceniza (%)                                |            | -0.486 |        |       |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Grasa (%)                                 |            |        |        |       |        |        |     |        |        |       | 0.788 |  |
| Proteína (%)                              |            |        | -0.496 | 0.603 |        |        |     |        |        |       |       |  |
| Fósforo (%)                               |            |        |        |       |        |        |     | 0.854  |        |       |       |  |
| Calcio (%)                                |            |        |        |       |        |        |     |        | 0.813  |       |       |  |
| Potasio (%)                               |            |        |        |       |        |        |     | 0.827  |        |       |       |  |
| Fibra (%)                                 |            |        |        |       |        |        |     |        |        | 0.672 |       |  |
| Humedad parcial (%)                       |            |        |        |       |        |        |     | 0.725  |        |       |       |  |
| Humedad Total (%)                         |            |        |        |       |        |        |     | -0.827 |        |       |       |  |

Fuente: Matriz de componentes principales rotados con SPSS versión 23.

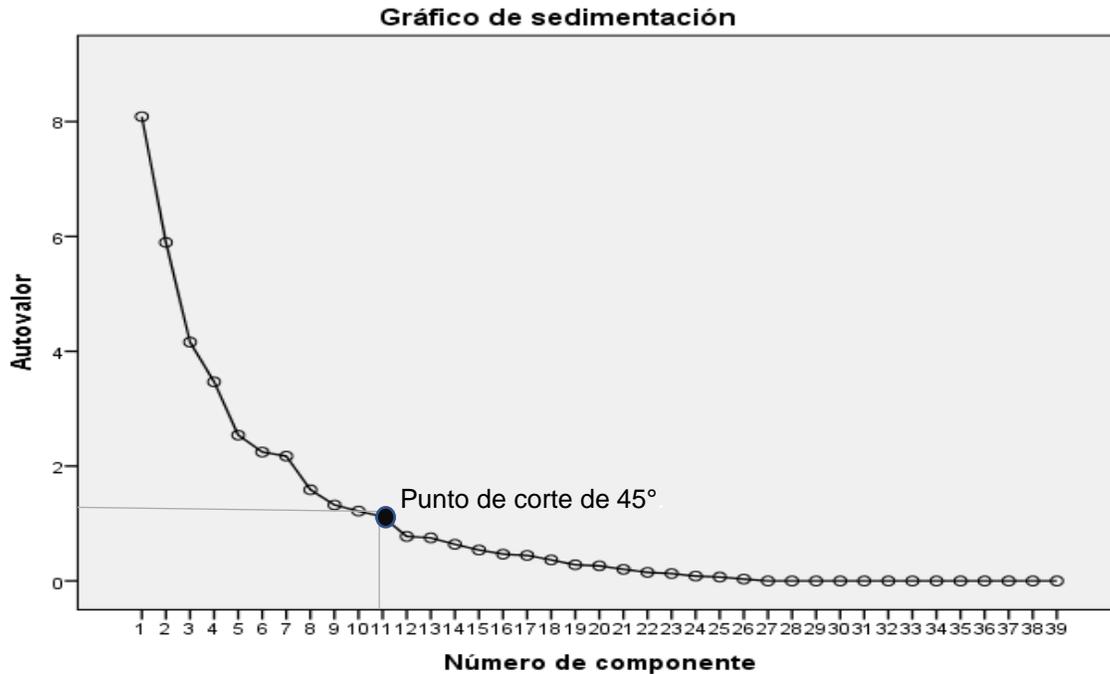


Figura 26. Proporción de la varianza explicada por cada componente principal en la caracterización de árboles de cacao.

#### 4.7. Análisis de conglomerados de 27 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 (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 fenograma (Figura 27), donde se muestra el proceso de agrupamiento entre los casos y la distancia en la que se produce cada agrupamiento. En tal sentido, un fenograma es la representación gráfica del historial de conglomerados que proporciona información muy valiosa sobre el número final de conglomerado.

El conglomerado uno está formado por los árboles: Santa Clara 1, 12 y 18; estos materiales fueron influenciados por las variables: longitud y ancho de semilla, grosor de cáscara, peso seco, y el índice de semilla. Estas variables están estrechamente relacionadas debido a la similitud y homogeneidad existente entre las mismas. Este grupo asociado con las características del fruto sobresalió por presentar el mayor promedio en cuanto a humedad total en la semilla 5.56%. Además, presentó el menor promedio de DAP 6.10 cm, longitud de ovario 1.38 cm y humedad total 24.41%; el resto de los descriptores tuvieron comportamiento intermedio (Cuadro 23).

Al analizar el cuadro 23 se observa que los descriptores de la sección hojas presentaron homogeneidad con coeficiente de variación (CV) de 10 y 20%, en árbol el descriptor DAP con mayor homogeneidad y CV de 10.75%, en flores el descriptor de longitud de estaminodio presentó alta homogeneidad con CV de 8.69%, en el fruto se destacaron los descriptores ancho y peso del fruto ya que registraron alta homogeneidad CV de 5.59 y 1.64%, en cuanto a semilla los descriptores número de semillas por kilogramo y peso seco de semilla presentaron alta homogeneidad CV de 8.51 y 8.66% .En la sección de análisis bromatológico los descriptores de contenido de fósforo y proteína mostraron alta heterogeneidad con CV de 1.63 y 7.31%.

Cuadro 23. Conglomerado 1: árboles de cacao Santa Clara 1, Santa Clara 12 y Santa Clara 18

| Secciones | Variables                                 | N | Media | Desv. típ. | Mínimo | Máximo | CV    |
|-----------|---|---|-------|------------|--------|--------|-------|
| HOJAS     | Longitud (cm)                             | 3 | 31.96 | 4.32       | 27.57  | 36.21  | 13.52 |
|           | Longitud media (cm)                       | 3 | 16.16 | 2.95       | 12.85  | 18.49  | 18.23 |
|           | Ancho (cm)                                | 3 | 11.95 | 2.19       | 9.60   | 13.94  | 18.35 |
| ÁRBOL     | Altura (m)                                | 3 | 6.33  | 3.21       | 4.00   | 10.00  | 50.76 |
|           | DAP (Diámetro a la altura del pecho) (cm) | 3 | 6.10  | .66        | 5.50   | 6.80   | 10.75 |
|           | Número de chupones                        | 3 | 5.00  | 1.73       | 3.00   | 6.00   | 34.64 |
|           | Número de cojinetes/m                     | 3 | 21.67 | 4.62       | 19.00  | 27.00  | 21.32 |
|           | Número de flores/cojinete                 | 3 | 6.88  | 3.78       | 4.60   | 11.25  | 54.96 |
|           | Número de frutos /árbol                   | 3 | 24.00 | 8.54       | 15.00  | 32.00  | 35.60 |
|           | Edad de árbol                             | 3 | 80.00 | .00        | 80.00  | 80.00  | 0.00  |
| FLORES    | Ancho sépalos (mm)                        | 3 | 2.02  | .91        | 1.08   | 2.90   | 45.12 |
|           | Longitud de sépalos (mm)                  | 3 | 5.73  | .76        | 5.00   | 6.52   | 13.31 |
|           | Longitud de estaminodio (mm)              | 3 | 5.65  | .49        | 5.14   | 6.12   | 8.69  |
|           | Longitud de ovario (mm)                   | 3 | 1.38  | .35        | 1.08   | 1.76   | 25.14 |
|           | Ancho de ovario (mm)                      | 3 | 1.13  | .17        | 1.00   | 1.32   | 15.10 |
|           | Longitud de estilo (mm)                   | 3 | 1.87  | .35        | 1.48   | 2.14   | 18.56 |
| FRUTO     | Longitud (cm)                             | 3 | 17.57 | 2.23       | 15.35  | 19.80  | 12.68 |
|           | Ancho (cm)                                | 3 | 8.20  | .46        | 7.70   | 8.60   | 5.59  |

|                      | Variables                 | N | Media   | Desv. típ. | Mínimo | Máximo  | CV     |
|----------------------|---------------------------|---|---------|------------|--------|---------|--------|
|                      | Grosor cáscara (cm)       | 3 | .68     | .17        | .50    | .84     | 25.13  |
|                      | Profundidad de surco (cm) | 3 | .26     | .21        | .14    | .50     | 77.86  |
|                      | Altura de caballete (cm)  | 3 | .98     | .33        | .60    | 1.20    | 33.59  |
|                      | Peso de fruto (g)         | 3 | 563.49  | 9.25       | 553.86 | 572.30  | 1.64   |
| <b>SEMILLA</b>       | Número de semillas        | 3 | 39.67   | 12.66      | 30.00  | 54.00   | 31.92  |
|                      | Longitud (cm)             | 3 | 2.15    | .24        | 1.96   | 2.42    | 11.08  |
|                      | Ancho (cm)                | 3 | 1.23    | .25        | 1.02   | 1.50    | 20.12  |
|                      | Grosor (cm)               | 3 | .68     | .07        | .60    | .72     | 10.19  |
|                      | Peso seco (g)             | 3 | .93     | .08        | .86    | 1.02    | 8.66   |
|                      | Índice de semillas        | 3 | .93     | .08        | .86    | 1.02    | 8.66   |
|                      | Número de semilla/kg      | 3 | 1076.71 | 91.63      | 980.39 | 1162.79 | 8.51   |
|                      | Índice de frutos          | 3 | 28.42   | 6.02       | 21.53  | 32.68   | 21.19  |
| <b>BROMATOLÓGICO</b> | Ceniza (%)                | 3 | 4.30    | .57        | 3.65   | 4.67    | 13.15  |
|                      | Grasa (%)                 | 3 | 44.40   | 6.50       | 36.98  | 49.05   | 14.64  |
|                      | Proteína (%)              | 3 | 28.70   | 2.10       | 26.50  | 30.67   | 7.31   |
|                      | Fósforo (%)               | 3 | 1.32    | .02        | 1.30   | 1.34    | 1.63   |
|                      | Calcio (%)                | 3 | .59     | .21        | .39    | .80     | 34.46  |
|                      | Potasio (%)               | 3 | 1.54    | .20        | 1.36   | 1.76    | 13.09  |
|                      | Fibra (%)                 | 3 | 18.75   | 4.02       | 14.26  | 22.00   | 21.42  |
|                      | Humedad parcial (%)       | 3 | 24.41   | 14.88      | 9.54   | 39.30   | 60.97  |
|                      | Humedad Total (%)         | 3 | 5.56    | 6.47       | 1.69   | 13.03   | 116.38 |

El conglomerado dos lo integró el árbol Santa Clara 2 y fue influenciado por las variables longitud, longitud media y ancho de hoja, número de chupones y edad del árbol. Este grupo asociado con las características de arquitectura y vigor del árbol sobresalió por tener promedios mayores de DAP 19.10 cm, número de cojinetes por metro lineal 45, ancho de fruto 8.90 cm, grosor de cáscara 1.20 cm, altura de caballete 1.30 cm, peso de fruto 563.86 g el porcentaje de calcio 0.89% y potasio 1.76%, además destacó por presentar menor promedio de longitud de sépalo 5.60 mm, profundidad de surco 0.10 cm; mientras que el resto de descriptores mostraron valores intermedios (Cuadro 24).

Al analizar el cuadro 24 se observa que todos los descriptores presentaron alta homogeneidad con coeficientes de variación cero, es decir que no existe variabilidad entre los descriptores ya que solo agrupa las características de un solo árbol.

Cuadro 24. Conglomerado 2: árbol de cacao Santa Clara 2

| Secciones    | Variables                                 | N | Media | Desv. típ. | Mínimo | Máximo | CV |
|--------------|---|---|-------|------------|--------|--------|----|
| <b>HOJAS</b> | Longitud (cm)                             | 1 | 34.18 | 0          | 34.18  | 34.18  | 0  |
|              | Longitud media (cm)                       | 1 | 19.38 | 0          | 19.38  | 19.38  | 0  |
|              | Ancho(cm)                                 | 1 | 11.73 | 0          | 11.73  | 11.73  | 0  |
| <b>ÁRBOL</b> | Altura (m)                                | 1 | 7.00  | 0          | 7.00   | 7.00   | 0  |
|              | DAP (Diámetro a la altura del pecho) (cm) | 1 | 19.10 | 0          | 19.10  | 19.10  | 0  |
|              | Número de chupones                        | 1 | 5.00  | 0          | 5.00   | 5.00   | 0  |
|              | Número de cojinetes/m                     | 1 | 45.00 | 0          | 45.00  | 45.00  | 0  |
|              | Número de flores/cojinete                 | 1 | 7.00  | 0          | 7.00   | 7.00   | 0  |

|                      | Variables                    | N | Media   | Desv. tip. | Mínimo  | Máximo  | CV |
|----------------------|------------------------------|---|---------|------------|---------|---------|----|
|                      | Número de frutos /árbol      | 1 | 47.00   | 0          | 47.00   | 47.00   | 0  |
|                      | Edad por árbol               | 1 | 80.00   | 0          | 80.00   | 80.00   | 0  |
| <b>FLORES</b>        | Ancho de sépalos (mm)        | 1 | 1.84    | 0          | 1.84    | 1.84    | 0  |
|                      | Longitud de sépalos (mm)     | 1 | 5.60    | 0          | 5.60    | 5.60    | 0  |
|                      | Longitud de estaminodio (mm) | 1 | 5.76    | 0          | 5.76    | 5.76    | 0  |
|                      | Longitud de ovario (mm)      | 1 | 1.76    | 0          | 1.76    | 1.76    | 0  |
|                      | Ancho de ovario (mm)         | 1 | 1.40    | 0          | 1.40    | 1.40    | 0  |
|                      | Longitud de estilo (mm)      | 1 | 1.60    | 0          | 1.60    | 1.60    | 0  |
| <b>FRUTO</b>         | Longitud (cm)                | 1 | 15.60   | 0          | 15.60   | 15.60   | 0  |
|                      | Ancho (cm)                   | 1 | 8.90    | 0          | 8.90    | 8.90    | 0  |
|                      | Grosor cáscara (cm)          | 1 | 1.20    | 0          | 1.20    | 1.20    | 0  |
|                      | Profundidad de surco (cm)    | 1 | .10     | 0          | .10     | .10     | 0  |
|                      | Altura de caballete (cm)     | 1 | 1.30    | 0          | 1.30    | 1.30    | 0  |
|                      | Peso de fruto (g)            | 1 | 563.86  | 0          | 563.86  | 563.86  | 0  |
| <b>SEMILLA</b>       | Número de semillas           | 1 | 45.00   | 0          | 45.00   | 45.00   | 0  |
|                      | Longitud (cm)                | 1 | 1.94    | 0          | 1.94    | 1.94    | 0  |
|                      | Ancho (cm)                   | 1 | 1.20    | 0          | 1.20    | 1.20    | 0  |
|                      | Grosor (cm)                  | 1 | .52     | 0          | .52     | .52     | 0  |
|                      | Peso seco (g)                | 1 | .78     | 0          | .78     | .78     | 0  |
|                      | Índice de semillas           | 1 | .78     | 0          | .78     | .78     | 0  |
|                      | Número de semilla/kg         | 1 | 1282.05 | 0          | 1282.05 | 1282.05 | 0  |
|                      | Índice de frutos             | 1 | 28.49   | 0          | 28.49   | 28.49   | 0  |
| <b>BROMATOLÓGICO</b> | Ceniza (%)                   | 1 | 4.61    | 0          | 4.61    | 4.61    | 0  |
|                      | Grasa (%)                    | 1 | 39.57   | 0          | 39.57   | 39.57   | 0  |
|                      | Proteína (%)                 | 1 | 28.03   | 0          | 28.03   | 28.03   | 0  |
|                      | Fósforo (%)                  | 1 | 1.45    | 0          | 1.45    | 1.45    | 0  |
|                      | Calcio (%)                   | 1 | .89     | 0          | .89     | .89     | 0  |
|                      | Potasio (%)                  | 1 | 1.76    | 0          | 1.76    | 1.76    | 0  |
|                      | Fibra (%)                    | 1 | 9.92    | 0          | 9.92    | 9.92    | 0  |
|                      | Humedad parcial (%)          | 1 | 36.29   | 0          | 36.29   | 36.29   | 0  |
|                      | Humedad total (%)            | 1 | 1.85    | 0          | 1.85    | 1.85    | 0  |

El conglomerado tres, está formado por los árboles: Santa Clara 4, 6 y 25; estos materiales fueron influenciados por las variables número de flores por cojinete y ancho de fruto, espesor de cáscara, altura de caballete. Este grupo asociado con las características productivas de flores y frutos sobresalió de los demás conglomerados por poseer mayor promedio en cuanto a número de Chupones por árbol con siete, número de semillas 45 y longitud de semilla 2.31 cm. También se destacó por mostrar el menor ancho de sépalo 1.50 mm, longitud de estaminodios 4.91 mm, índice de fruto 19.30 y ceniza 4.11%; el resto de descriptores tuvieron comportamiento intermedio (Cuadro 25).

Al analizar el cuadro 25 se observa que los descriptores de la sección hojas son altamente homogéneos con coeficiente de variación (CV) entre 0 y 10%, en árbol el descriptor DAP fue el más homogéneo con CV de 11.77%, en flores el descriptor ancho de ovario y longitud de

estaminodio presentaron alta homogeneidad con CV de 8.65 y 9.16%, en el fruto se destacaron los descriptores ancho, peso y longitud de fruto por presentar alta homogeneidad con CV de 4.03, 7.60 y 7.74%, en cuanto a semilla 6 de 8 de descriptores presentaron alta homogeneidad con CV entre 0 y 10%. En la sección de análisis bromatológico los descriptores de contenido de ceniza, grasa, proteína y fósforo mostraron alta homogeneidad con CV de entre 0 y 10%.

Cuadro 25. Conglomerado 3: árboles de cacao Santa Clara 4, 6 y 25

| Secciones            | Variables                                 | N | Media  | Desv. típ. | Mínimo | Máximo | CV    |
|----------------------|---|---|--------|------------|--------|--------|-------|
| <b>HOJAS</b>         | Longitud (cm)                             | 3 | 36.68  | 3.56       | 33.57  | 40.56  | 9.70  |
|                      | Longitud media (cm)                       | 3 | 19.18  | 1.33       | 18.23  | 20.70  | 6.95  |
|                      | Ancho (cm)                                | 3 | 11.93  | .31        | 11.59  | 12.19  | 2.59  |
| <b>ÁRBOL</b>         | Altura (m)                                | 3 | 7.50   | 1.50       | 6.00   | 9.00   | 20.00 |
|                      | DAP (Diámetro a la altura del pecho) (cm) | 3 | 12.33  | 1.45       | 10.85  | 13.75  | 11.77 |
|                      | Número de chupones                        | 3 | 7.00   | 2.65       | 5.00   | 10.00  | 37.80 |
|                      | Número de cojinetes/m                     | 3 | 21.67  | 3.06       | 19.00  | 25.00  | 14.10 |
|                      | Número de flores/cojinete                 | 3 | 9.73   | 3.11       | 7.20   | 13.20  | 31.92 |
|                      | Número de frutos /árbol                   | 3 | 64.50  | 23.57      | 43.50  | 90.00  | 36.55 |
|                      | Edad de árbol                             | 3 | 80.00  | .00        | 80.00  | 80.00  | 0.00  |
| <b>FLORES</b>        | Ancho de sépalo (mm)                      | 3 | 1.50   | .47        | 1.06   | 2.00   | 31.52 |
|                      | Longitud de sépalo (mm)                   | 3 | 5.88   | 1.05       | 5.00   | 7.04   | 17.83 |
|                      | Longitud de estaminodio (mm)              | 3 | 4.91   | .45        | 4.40   | 5.24   | 9.16  |
|                      | Longitud de ovario (mm)                   | 3 | 1.61   | .37        | 1.34   | 2.04   | 23.20 |
|                      | Ancho de ovario (mm)                      | 3 | 1.27   | .11        | 1.20   | 1.40   | 8.65  |
|                      | Longitud de estilo (mm)                   | 3 | 1.71   | .32        | 1.50   | 2.08   | 18.62 |
| <b>FRUTO</b>         | Longitud (cm)                             | 3 | 16.98  | 1.31       | 15.50  | 18.00  | 7.74  |
|                      | Ancho (cm)                                | 3 | 8.60   | .35        | 8.36   | 9.00   | 4.03  |
|                      | Grosor cáscara (cm)                       | 3 | .71    | .34        | .50    | 1.10   | 47.62 |
|                      | Profundidad de surco (cm)                 | 3 | .26    | .19        | .10    | .47    | 73.97 |
|                      | Altura de caballete (cm)                  | 3 | .86    | .39        | .60    | 1.30   | 45.23 |
|                      | Peso de fruto (g)                         | 3 | 553.07 | 42.01      | 504.72 | 580.62 | 7.60  |
| <b>SEMILLA</b>       | Número de semillas                        | 3 | 45.00  | 11.53      | 34.00  | 57.00  | 25.63 |
|                      | Longitud (cm)                             | 3 | 2.31   | .20        | 2.08   | 2.46   | 8.65  |
|                      | Ancho (cm)                                | 3 | 1.23   | .12        | 1.12   | 1.36   | 9.84  |
|                      | Grosor (cm)                               | 3 | .81    | .03        | .78    | .84    | 3.86  |
|                      | Peso seco (g)                             | 3 | 1.20   | .01        | 1.20   | 1.21   | 0.48  |
|                      | Índice de semillas                        | 3 | 1.20   | .01        | 1.20   | 1.21   | 0.48  |
|                      | Número de semillas/kg                     | 3 | 831.04 | 3.98       | 826.45 | 833.33 | 0.48  |
|                      | Índice de frutos                          | 3 | 19.30  | 4.97       | 14.62  | 24.51  | 25.72 |
| <b>BROMATOLÓGICO</b> | Ceniza (%)                                | 3 | 4.11   | .21        | 3.97   | 4.35   | 5.11  |
|                      | Grasa (%)                                 | 3 | 41.87  | 4.18       | 37.28  | 45.46  | 9.99  |
|                      | Proteína (%)                              | 3 | 28.85  | .39        | 28.48  | 29.26  | 1.35  |
|                      | Fósforo (%)                               | 3 | 1.47   | .11        | 1.40   | 1.59   | 7.15  |
|                      | Calcio (%)                                | 3 | .55    | .12        | .47    | .69    | 21.35 |
|                      | Potasio (%)                               | 3 | 1.36   | .34        | 1.12   | 1.75   | 24.83 |
|                      | Fibra (%)                                 | 3 | 8.79   | 7.14       | 2.39   | 16.50  | 81.25 |
|                      | Humedad parcial (%)                       | 3 | 35.12  | 5.17       | 29.86  | 40.20  | 14.73 |
|                      | Humedad total (%)                         | 3 | 1.69   | .54        | 1.21   | 2.28   | 32.03 |

El conglomerado cuatro se conforma por los árboles: Santa Clara 5, 10, 11, 24 y 26.; estos materiales fueron influenciados por las variables número de chupones, longitud de estilo y

proteína. Este grupo asociado con las características de fruto y presencia de proteína en la semilla sobresalió por presentar el mayor promedio de longitud de hoja 36.98 cm, longitud media 20.06 cm y ancho de hoja 12.82cm (Cuadro 26).

Al analizar el cuadro 26 se observa que los descriptores de las secciones hojas y flores presentaron homogeneidad con coeficientes de variación (CV) de 10 y 20%, de igual manera en la sección del árbol los descriptores altura y numero de cojinetes/m, en fruto el descriptor de longitud de fruto y altura de caballete, en semilla el ancho y grosor y en el análisis bromatológico humedad parcial y ceniza. También en la sección semilla se presentó alta homogeneidad para los descriptores peso seco, índice de semillas, número de semillas/kg y la longitud de semilla con CV entre 0-10%, y de igual manera el descriptor contenido de proteína en la sección de análisis bromatológico.

Cuadro 26. Conglomerado 4: árboles de cacao Santa Clara 5, 10, 11, 24, 26.

| Secciones     | Variables                                 | N    | Media   | Desv. típ. | Mínimo | Máximo  | CV    |
|---------------|---|------|---------|------------|--------|---------|-------|
| HOJAS         | Longitud (cm)                             | 5.00 | 36.98   | 3.93       | 30.80  | 40.38   | 10.62 |
|               | Longitud media (cm)                       | 5.00 | 20.06   | 2.21       | 17.30  | 22.97   | 11.01 |
|               | Ancho (cm)                                | 5.00 | 12.82   | 1.35       | 10.79  | 14.40   | 10.53 |
| ÁRBOL         | Altura (m)                                | 5.00 | 8.60    | 1.52       | 6.00   | 10.00   | 17.63 |
|               | DAP (Diámetro a la altura del pecho) (cm) | 5.00 | 9.00    | 3.18       | 5.90   | 14.02   | 35.28 |
|               | Número de chupones                        | 5.00 | 5.80    | 1.92       | 3.00   | 8.00    | 33.16 |
|               | Número de cojinetes/m                     | 5.00 | 18.80   | 3.27       | 14.00  | 23.00   | 17.40 |
|               | Número de flores/cojinete                 | 5.00 | 7.57    | 1.79       | 5.40   | 10.20   | 23.62 |
|               | Número de frutos /árbol                   | 5.00 | 61.20   | 41.92      | 25.00  | 120.00  | 68.50 |
|               | Edad de árbol                             | 5.00 | 80.00   | .00        | 80.00  | 80.00   | .00   |
| FLORES        | Ancho de sépalos (mm)                     | 5.00 | 1.72    | .27        | 1.32   | 2.00    | 15.62 |
|               | Longitud de sépalos (mm)                  | 5.00 | 6.06    | 1.01       | 5.34   | 7.80    | 16.59 |
|               | Longitud de estaminodio (mm)              | 5.00 | 5.17    | .17        | 4.94   | 5.40    | 3.24  |
|               | Longitud de ovario (mm)                   | 5.00 | 1.53    | .26        | 1.28   | 1.94    | 16.88 |
|               | Ancho de ovario (mm)                      | 5.00 | 1.20    | .14        | 1.04   | 1.42    | 11.79 |
|               | Longitud de estilo (mm)                   | 5.00 | 1.94    | .36        | 1.46   | 2.34    | 18.72 |
| FRUTO         | Longitud (cm)                             | 5.00 | 15.27   | 2.01       | 12.68  | 18.00   | 13.17 |
|               | Ancho (cm)                                | 5.00 | 7.45    | .63        | 6.98   | 8.50    | 8.50  |
|               | Grosor cáscara (cm)                       | 5.00 | .78     | .38        | .24    | 1.20    | 49.02 |
|               | Profundidad de surco (cm)                 | 5.00 | .24     | .06        | .18    | .32     | 27.00 |
|               | Altura de caballete (cm)                  | 5.00 | 1.09    | .12        | .93    | 1.20    | 11.08 |
|               | Peso de fruto (g)                         | 5.00 | 448.86  | 7.42       | 438.70 | 456.52  | 1.65  |
| SEMILLA       | Número de semillas                        | 5.00 | 39.80   | 10.78      | 30.00  | 56.00   | 27.08 |
|               | Longitud (cm)                             | 5.00 | 2.07    | .17        | 1.88   | 2.30    | 8.03  |
|               | Ancho (cm)                                | 5.00 | 1.20    | .15        | 1.02   | 1.42    | 12.89 |
|               | Grosor (cm)                               | 5.00 | .75     | .09        | .60    | .82     | 12.11 |
|               | Peso seco (g)                             | 5.00 | .97     | .04        | .92    | 1.02    | 3.97  |
|               | Índice de semillas                        | 5.00 | .97     | .04        | .92    | 1.02    | 3.97  |
|               | Número de semilla/kg                      | 5.00 | 1037.20 | 40.64      | 976.56 | 1090.91 | 3.92  |
|               | Índice de frutos                          | 5.00 | 27.53   | 7.04       | 18.49  | 36.36   | 25.57 |
| BROMATOLÓGICO | Ceniza (%)                                | 5.00 | 4.29    | .67        | 3.48   | 5.04    | 15.67 |
|               | Grasa (%)                                 | 5.00 | 43.95   | 10.65      | 33.69  | 59.69   | 24.23 |
|               | Proteína (%)                              | 5.00 | 28.78   | 2.29       | 25.22  | 31.38   | 7.94  |
|               | Fósforo (%)                               | 5.00 | 1.38    | .36        | .83    | 1.83    | 25.69 |

| <b>Variables</b>    | <b>N</b> | <b>Media</b> | <b>Desv. típ.</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>CV</b> |
|---------------------|----------|--------------|-------------------|---------------|---------------|-----------|
| Calcio (%)          | 5.00     | .49          | .11               | .37           | .68           | 23.07     |
| Potasio (%)         | 5.00     | 1.30         | .35               | 1.00          | 1.89          | 27.17     |
| Fibra (%)           | 5.00     | 11.07        | 8.46              | 3.59          | 24.90         | 76.44     |
| Humedad parcial (%) | 5.00     | 34.26        | 5.21              | 25.20         | 38.54         | 15.20     |
| Humedad total (%)   | 5.00     | 2.19         | .67               | 1.32          | 2.96          | 30.44     |

El conglomerado cinco, agrupó las características de los árboles Arcatao 1, 8 y Santa Clara 7. Estos materiales fueron influenciados por las variables: número de cojinetes por metro lineal y número de semillas por fruto. Dicho grupo asociado con parámetros productivos sobresalió por presentar los mayores promedios en cuanto a: ancho de sépalos 2.21 mm, longitud de sépalos 6.95 mm, longitud de estaminodios 6 mm, longitud de ovario 2.11 mm y grasa 52.31%. También resaltó por tener el menor contenido de fósforo 1.16% y potasio 1.19%. El resto de los descriptores ostentaron un comportamiento intermedio (Cuadro 27).

Al analizar el cuadro 27 se observa que los descriptores de la secciones hojas y árbol presentaron alta heterogeneidad con coeficientes de variación (CV) mayores a 40 %, en flores, los descriptores longitud de sépalos y estaminodios presentaron comportamiento homogéneo con CV entre 10 y 20%, mientras que el resto de descriptores tuvieron resultados altamente homogéneos con CV de 0 a 10%, de igual forma en fruto, los descriptores grosor de cáscara y profundidad de surco, en semilla, el espesor , peso seco e índice de semilla y en la sección de análisis bromatológico, los descriptores fósforo, calcio y potasio.

Cuadro 27. Conglomerado 5: árboles de cacao Arcatao 1 ,8 y Santa Clara 7

| <b>Secciones</b> | <b>Variables</b>                          | <b>N</b> | <b>Media</b> | <b>Desv. típ.</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>CV</b> |
|------------------|---|----------|--------------|-------------------|---------------|---------------|-----------|
| <b>HOJAS</b>     | Longitud (cm)                             | 3.00     | 29.33        | 5.54              | 24.86         | 35.52         | 184.55    |
|                  | Longitud media (cm)                       | 3.00     | 15.95        | 1.25              | 15.16         | 17.40         | 41.83     |
|                  | Ancho (cm)                                | 3.00     | 10.01        | 1.63              | 8.70          | 11.83         | 54.20     |
| <b>ÁRBOL</b>     | Altura (m)                                | 3.00     | 5.67         | 3.51              | 2.00          | 9.00          | 117.06    |
|                  | DAP (Diámetro a la altura del pecho) (cm) | 3.00     | 7.47         | 2.04              | 5.70          | 9.70          | 68.01     |
|                  | Número de chupones                        | 3.00     | 1.00         | 1.73              | .00           | 3.00          | 57.74     |
|                  | Número de cojinetes/m                     | 3.00     | 18.67        | 8.74              | 9.00          | 26.00         | 291.23    |
|                  | Número de flores/cojinete                 | 3.00     | 6.27         | .95               | 5.20          | 7.00          | 31.51     |
|                  | Número de frutos /árbol                   | 3.00     | 27.67        | 16.17             | 13.00         | 45.00         | 538.86    |
|                  | Edad /árbol                               | 3.00     | 76.00        | 3.46              | 74.00         | 80.00         | 115.47    |
| <b>FLORES</b>    | Ancho de sépalos (mm)                     | 3.00     | 2.21         | .22               | 2.00          | 2.44          | 7.34      |
|                  | Longitud de sépalos (mm)                  | 3.00     | 6.95         | .32               | 6.60          | 7.24          | 10.78     |
|                  | Longitud de estaminodio (mm)              | 3.00     | 6.00         | .35               | 5.80          | 6.40          | 11.55     |
|                  | Longitud de ovario (mm)                   | 3.00     | 2.11         | .19               | 1.90          | 2.24          | 6.19      |
|                  | Ancho de ovario (mm)                      | 3.00     | 1.45         | .25               | 1.22          | 1.72          | 8.44      |
|                  | Longitud de estilo (mm)                   | 3.00     | 1.26         | .29               | 1.02          | 1.58          | 9.61      |
| <b>FRUTO</b>     | Longitud (cm)                             | 3.00     | 13.69        | 1.80              | 12.00         | 15.58         | 59.84     |
|                  | Ancho (cm)                                | 3.00     | 6.35         | 1.35              | 5.00          | 7.70          | 45.00     |
|                  | Grosor cáscara (cm)                       | 3.00     | .73          | .25               | .50           | 1.00          | 8.39      |

|                      | <b>Variables</b>          | <b>N</b> | <b>Media</b> | <b>Desv. típ.</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>CV</b> |
|----------------------|---------------------------|----------|--------------|-------------------|---------------|---------------|-----------|
|                      | Profundidad de surco (cm) | 3.00     | .29          | .02               | .27           | .30           | 0.64      |
|                      | Altura de caballete (cm)  | 3.00     | 1.05         | .31               | .84           | 1.40          | 10.29     |
|                      | Peso de fruto (g)         | 3.00     | 328.60       | 15.30             | 314.97        | 345.15        | 510.06    |
| <b>SEMILLA</b>       | Número de semillas        | 3.00     | 30.33        | 14.22             | 14.00         | 40.00         | 474.15    |
|                      | Longitud (cm)             | 3.00     | 1.81         | .44               | 1.52          | 2.32          | 14.64     |
|                      | Ancho (cm)                | 3.00     | .86          | .37               | .60           | 1.28          | 12.18     |
|                      | Grosor (cm)               | 3.00     | .43          | .27               | .22           | .74           | 9.10      |
|                      | Peso seco (g)             | 3.00     | .71          | .04               | .68           | .76           | 1.39      |
|                      | Índice de semillas        | 3.00     | .71          | .04               | .68           | .76           | 1.39      |
|                      | Número de semilla/kg      | 3.00     | 1404.98      | 80.05             | 1315.79       | 1470.59       | 2668.33   |
|                      | Índice de frutos          | 3.00     | 58.85        | 40.11             | 32.89         | 105.04        | 1336.88   |
| <b>BROMATOLÓGICO</b> | Ceniza (%)                | 3.00     | 5.32         | 1.43              | 3.67          | 6.21          | 47.64     |
|                      | Grasa (%)                 | 3.00     | 52.31        | 4.66              | 47.40         | 56.67         | 155.37    |
|                      | Proteína (%)              | 3.00     | 27.61        | 2.36              | 25.88         | 30.30         | 78.70     |
|                      | Fósforo (%)               | 3.00     | 1.16         | .04               | 1.11          | 1.19          | 1.41      |
|                      | Calcio (%)                | 3.00     | .53          | .05               | .50           | .59           | 1.71      |
|                      | Potasio (%)               | 3.00     | 1.19         | .07               | 1.11          | 1.24          | 2.37      |
|                      | Fibra (%)                 | 3.00     | 11.54        | 5.46              | 6.26          | 17.16         | 181.93    |
|                      | Humedad parcial (%)       | 3.00     | 33.19        | 5.14              | 28.50         | 38.69         | 171.44    |
|                      | Humedad total (%)         | 3.00     | 2.08         | .53               | 1.56          | 2.61          | 17.51     |

El conglomerado seis juntó los árboles: San José Cortez 1 y Santa Clara 19; estos materiales fueron influenciados por las variables longitud de ovario y humedad parcial. Además, se caracterizó por presentar la mayor longitud promedio de fruto 17.75 cm, proteína 31.55% y fibra 20%. También se destacó por tener el menor promedio de longitud media de hoja 14.05 cm, número de flores por cojinetes 0.00, grosor de cáscara 0.30 cm, altura de caballete 0.82 cm; el resto de descriptores tuvieron comportamiento intermedio (Cuadro 28).

Al analizar el cuadro 28 se observa que en la sección hojas, los descriptores presentaron homogeneidad pero sobresalió el descriptor longitud media de hoja con comportamiento altamente homogéneo con coeficiente de variación entre 0-10%, asimismo en árbol el descriptor edad del árbol, en flores, los descriptores longitud y ancho de sépalos, longitud de estaminodios y ovario, en fruto, los descriptores peso de fruto y profundidad de surco, en semilla, los descriptores peso seco, índice de semilla y número de semillas/kg y en la sección de análisis bromatológico, los descriptores grasa, proteína, fósforo, calcio y potasio.

Cuadro 28. Conglomerado 6: árboles de cacao San José Cortez 1, y Santa Clara 19

| <b>Secciones</b> | <b>Variables</b>    | <b>N</b> | <b>Media</b> | <b>Desv. típ.</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>CV</b> |
|------------------|---------------------|----------|--------------|-------------------|---------------|---------------|-----------|
| <b>HOJAS</b>     | Longitud (cm)       | 2        | 29.82        | 6.14              | 25.48         | 34.16         | 18.88     |
|                  | Longitud media (cm) | 2        | 14.05        | 2.26              | 12.45         | 15.65         | 7.87      |
|                  | Ancho (cm)          | 2        | 11.62        | 1.32              | 10.68         | 12.55         | 16.25     |
| <b>ÁRBOL</b>     | Altura (m)          | 2        | 4.00         | 1.41              | 3.00          | 5.00          | 61.97     |

|                      | <b>Variables</b>                          | <b>N</b> | <b>Media</b> | <b>Desv. típ.</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>CV</b> |
|----------------------|---|----------|--------------|-------------------|---------------|---------------|-----------|
|                      | DAP (Diámetro a la altura del pecho) (cm) | 2        | 16.40        | 1.13              | 15.60         | 17.20         | 27.33     |
|                      | Número de chupones                        | 2        | 1.50         | 2.12              | .00           | 3.00          | 173.21    |
|                      | Número de cojinetes/m                     | 2        | 17.50        | 4.95              | 14.00         | 21.00         | 46.80     |
|                      | Número de flores/cojinete                 | 2        | .00          | .00               | .00           | .00           | 15.08     |
|                      | Número de frutos /árbol                   | 2        | 50.00        | 14.14             | 40.00         | 60.00         | 58.43     |
|                      | Edad /árbol                               | 2        | 62.50        | 24.75             | 45.00         | 80.00         | 4.56      |
| <b>FLORES</b>        | Ancho de sépalos (mm)                     | 2        | 1.87         | .01               | 1.86          | 1.88          | 9.95      |
|                      | Longitud de sépalos (mm)                  | 2        | 6.14         | .42               | 5.84          | 6.44          | 4.65      |
|                      | Longitud de estaminodio (mm)              | 2        | 5.54         | .00               | 5.54          | 5.54          | 5.77      |
|                      | Longitud de ovario (mm)                   | 2        | 1.55         | .24               | 1.38          | 1.72          | 8.79      |
|                      | Ancho de ovario (mm)                      | 2        | 1.16         | .03               | 1.14          | 1.18          | 17.51     |
|                      | Longitud de estilo (mm)                   | 2        | 1.79         | .30               | 1.58          | 2.00          | 22.89     |
| <b>FRUTO</b>         | Longitud (cm)                             | 2        | 17.75        | 1.77              | 16.50         | 19.00         | 13.11     |
|                      | Ancho (cm)                                | 2        | 7.60         | .42               | 7.30          | 7.90          | 21.26     |
|                      | Grosor cáscara (cm)                       | 2        | .30          | .28               | .10           | .50           | 34.32     |
|                      | Profundidad de surco (cm)                 | 2        | .52          | .03               | .50           | .54           | 6.66      |
|                      | Altura de caballete (cm)                  | 2        | .82          | .25               | .64           | 1.00          | 29.51     |
|                      | Peso de fruto (g)                         | 2        | 548.16       | 41.71             | 518.67        | 577.65        | 4.66      |
| <b>SEMILLA</b>       | Número de semillas                        | 2        | 34.00        | 8.49              | 28.00         | 40.00         | 46.89     |
|                      | Longitud (cm)                             | 2        | 2.37         | .41               | 2.08          | 2.66          | 24.21     |
|                      | Ancho (cm)                                | 2        | 1.26         | .20               | 1.11          | 1.40          | 42.36     |
|                      | Grosor (cm)                               | 2        | .64          | .00               | .64           | .64           | 63.11     |
|                      | Peso seco (g)                             | 2        | 1.53         | .18               | 1.40          | 1.66          | 5.84      |
|                      | Índice de semillas                        | 2        | 1.53         | .18               | 1.40          | 1.66          | 5.84      |
|                      | Número de semilla/kg                      | 2        | 659.08       | 78.08             | 603.86        | 714.29        | 5.70      |
| Índice de frutos     | 2   | 19.71    | 2.62         | 17.86             | 21.57         | 68.15         |           |
| <b>BROMATOLÓGICO</b> | Ceniza (%)                                | 2        | 4.50         | 1.31              | 3.57          | 5.43          | 26.86     |
|                      | Grasa (%)                                 | 2        | 45.39        | 5.41              | 41.56         | 49.21         | 8.91      |
|                      | Proteína (%)                              | 2        | 31.55        | 1.24              | 30.67         | 32.43         | 8.55      |
|                      | Fósforo (%)                               | 2        | 1.56         | .36               | 1.30          | 1.81          | 3.64      |
|                      | Calcio (%)                                | 2        | .43          | .05               | .39           | .46           | 9.63      |
|                      | Potasio (%)                               | 2        | 1.51         | .22               | 1.36          | 1.66          | 5.98      |
|                      | Fibra (%)                                 | 2        | 20.00        | 2.62              | 18.15         | 21.85         | 47.30     |
|                      | Humedad parcial (%)                       | 2        | 32.79        | 6.67              | 28.07         | 37.50         | 15.50     |
| Humedad total (%)    | 2   | 2.06     | .21          | 1.91              | 2.21          | 25.29         |           |

El conglomerado siete, se formó por los árboles: Arcatao 6 y San José Cortez 2; estos materiales fueron influenciados por las variables contenido de fósforo y potasio. Este grupo asociado con parámetros químicos resaltó por ostentar el mayor ancho de ovario 1.56 mm y ceniza 6.27%. También destacó por tener la menor edad por árbol 59.5 años, peso de fruto 324.43 g, proteína 27.61 %; para el resto de descriptores las accesiones tuvieron comportamiento intermedio (Cuadro 29).

Al analizar el cuadro 29 se observa que en la sección hojas, los descriptores presentaron homogeneidad pero sobresalió el descriptor ancho de hoja con comportamiento altamente

homogéneo con coeficiente de variación entre 0-10%, asimismo en árbol el descriptor número chupones por árbol, en flores, los descriptores longitud y ancho de sépalos, longitud de estaminodios y ovario, en fruto, el descriptor peso de fruto, en semilla, los descriptores espesor, peso seco, índice de semilla y número de semillas/kg y en la sección de análisis bromatológico, los descriptores de contenido de ceniza, grasa, fósforo, potasio, fibra y humedad total.

Cuadro 29. Conglomerado 7: árboles de cacao Arcatao 6, San José Cortez 2

| Secciones     | Variables                                 | N    | Media   | Desv. típ. | Mínimo  | Máximo  | CV     |
|---------------|---|------|---------|------------|---------|---------|--------|
| HOJAS         | Longitud (cm)                             | 2.00 | 30.95   | 4.33       | 27.89   | 34.01   | 13.98  |
|               | Longitud media (cm)                       | 2.00 | 16.25   | 2.62       | 14.40   | 18.10   | 16.10  |
|               | Ancho (cm)                                | 2.00 | 10.90   | .11        | 10.82   | 10.97   | 0.97   |
| ÁRBOL         | Altura (m)                                | 2.00 | 5.50    | 3.54       | 3.00    | 8.00    | 64.28  |
|               | DAP (Diámetro a la altura del pecho) (cm) | 2.00 | 13.40   | 7.21       | 8.30    | 18.50   | 53.82  |
|               | Número de chupones                        | 2.00 | 1.00    | .00        | 1.00    | 1.00    | 0.00   |
|               | Número de cojinetes/m                     | 2.00 | 14.50   | 3.54       | 12.00   | 17.00   | 24.38  |
|               | Número de flores/cojinete                 | 2.00 | 3.20    | 4.53       | .00     | 6.40    | 141.42 |
|               | Número de frutos /árbol                   | 2.00 | 16.50   | 4.95       | 13.00   | 20.00   | 30.00  |
|               | Edad /árbol                               | 2.00 | 59.50   | 20.51      | 45.00   | 74.00   | 34.46  |
| FLORES        | Ancho de sépalos (mm)                     | 2.00 | 1.89    | .16        | 1.78    | 2.00    | 8.23   |
|               | Longitud de sépalos (mm)                  | 2.00 | 6.38    | .59        | 5.96    | 6.80    | 9.31   |
|               | Longitud de estaminodio (mm)              | 2.00 | 5.24    | .23        | 5.08    | 5.40    | 4.32   |
|               | Longitud de ovario (mm)                   | 2.00 | 1.94    | .00        | 1.94    | 1.94    | 0.00   |
|               | Ancho de ovario (mm)                      | 2.00 | 1.56    | .48        | 1.22    | 1.90    | 30.82  |
|               | Longitud de estilo (mm)                   | 2.00 | 1.53    | .38        | 1.26    | 1.80    | 24.96  |
| FRUTO         | Longitud (cm)                             | 2.00 | 15.88   | 2.30       | 14.25   | 17.50   | 14.48  |
|               | Ancho (cm)                                | 2.00 | 8.10    | 1.34       | 7.15    | 9.05    | 16.59  |
|               | Grosor cáscara (cm)                       | 2.00 | .72     | .23        | .55     | .88     | 32.64  |
|               | Profundidad de surco (cm)                 | 2.00 | .52     | .05        | .48     | .55     | 9.61   |
|               | Altura de caballete (cm)                  | 2.00 | 1.12    | .25        | .94     | 1.30    | 22.73  |
|               | Peso de fruto (g)                         | 2.00 | 324.44  | 1.65       | 323.27  | 325.60  | 0.51   |
| SEMILLA       | Número de semillas                        | 2.00 | 22.00   | 5.66       | 18.00   | 26.00   | 25.71  |
|               | Longitud (cm)                             | 2.00 | 2.20    | .31        | 1.98    | 2.42    | 14.03  |
|               | Ancho (cm)                                | 2.00 | 1.28    | .23        | 1.12    | 1.44    | 17.77  |
|               | Grosor (cm)                               | 2.00 | .88     | .00        | .88     | .89     | 0.48   |
|               | Peso seco (g)                             | 2.00 | .94     | .05        | .90     | .98     | 5.73   |
|               | Índice de semillas                        | 2.00 | .94     | .05        | .90     | .98     | 5.73   |
|               | Número de semilla/kg                      | 2.00 | 1067.85 | 61.18      | 1024.59 | 1111.11 | 5.73   |
|               | Índice de frutos                          | 2.00 | 50.57   | 15.78      | 39.41   | 61.73   | 31.21  |
| BROMATOLÓGICO | Ceniza (%)                                | 2.00 | 6.27    | .04        | 6.24    | 6.30    | 0.65   |
|               | Grasa (%)                                 | 2.00 | 47.03   | 3.44       | 44.60   | 49.46   | 7.31   |
|               | Proteína (%)                              | 2.00 | 27.61   | 3.13       | 25.40   | 29.82   | 11.32  |
|               | Fósforo (%)                               | 2.00 | 1.19    | .02        | 1.18    | 1.20    | 1.40   |
|               | Calcio (%)                                | 2.00 | .46     | .09        | .40     | .53     | 20.39  |
|               | Potasio (%)                               | 2.00 | 1.18    | .10        | 1.11    | 1.25    | 8.07   |
|               | Fibra (%)                                 | 2.00 | 12.23   | .01        | 12.22   | 12.23   | 0.06   |
|               | Humedad parcial (%)                       | 2.00 | 37.26   | 3.90       | 34.50   | 40.01   | 10.46  |
|               | Humedad total (%)                         | 2.00 | 1.72    | .08        | 1.66    | 1.78    | 4.93   |

El conglomerado ocho, agrupó los caracteres de los árboles San José Cortez 3 y Santa Clara 27, estos materiales fueron influenciados por las variables ancho de sépalos, longitud de

estaminodios y calcio. Este grupo asociado con características productivas y y presencia de calcio en la semilla destacó por tener la menor altura promedio 3.5 m (Cuadro 30).

Al analizar el cuadro 30 se observa que en la sección hojas , el descriptor ancho de hoja fue el más homogéneo con coeficiente de variación 23.55% y el los descriptores altamente homogéneos con coeficientes de variación de 0 a 10% se registraron en la sección en árbol en el descriptor DAP, en flores, en el descriptor ancho de sépalos, longitud de estaminodios y estilo, en semilla, peso seco, índice de semilla y número de semillas/kg y en la sección de análisis bromatológico, los descriptores de contenido de ceniza, grasa, fibra y humedad parcial. Mientras tanto en la sección de frutos los descriptores de longitud y ancho de fruto, profundidad de surco y peso de fruto presentaron comportamiento homogéneo con CV entre 10 y 20%.

Cuadro 30. Conglomerado 8: árboles de cacao San José Cortez 3 y Santa Clara 27

| Secciones | Variables                    | Media | N       | Desv. típ. | Mínimo  | Máximo  | CV     |
|-----------|------------------------------|-------|---------|------------|---------|---------|--------|
| HOJAS     | Longitud (cm)                | 2.00  | 27.32   | 8.23       | 21.50   | 33.14   | 30.13  |
|           | Longitud media (cm)          | 2.00  | 14.52   | 5.56       | 10.58   | 18.45   | 38.34  |
|           | Ancho(cm)                    | 2.00  | 10.03   | 2.36       | 8.36    | 11.70   | 23.55  |
| ÁRBOL     | Altura (m)                   | 2.00  | 3.50    | .71        | 3.00    | 4.00    | 20.20  |
|           | DAP(cm)                      | 2.00  | 9.05    | .64        | 8.60    | 9.50    | 7.03   |
|           | Número de chupones           | 2.00  | 1.00    | 1.41       | .00     | 2.00    | 141.42 |
|           | Número de cojinetes/m        | 2.00  | 16.00   | 8.49       | 10.00   | 22.00   | 53.03  |
|           | Número de flores/cojinete    | 2.00  | 6.36    | 8.99       | .00     | 12.72   | 141.42 |
|           | Número de frutos /árbol      | 2.00  | 33.50   | 37.48      | 7.00    | 60.00   | 111.87 |
|           | Edad /árbol                  | 2.00  | 62.50   | 24.75      | 45.00   | 80.00   | 39.60  |
| FLORES    | Ancho de sépalos (mm)        | 2.00  | 1.94    | .03        | 1.92    | 1.96    | 1.46   |
|           | Longitud de sépalos (mm)     | 2.00  | 5.91    | 1.00       | 5.20    | 6.62    | 16.99  |
|           | Longitud de estaminodio (mm) | 2.00  | 4.97    | .16        | 4.86    | 5.08    | 3.13   |
|           | Longitud de ovario (mm)      | 2.00  | 1.61    | .18        | 1.48    | 1.74    | 11.42  |
|           | Ancho de ovario (mm)         | 2.00  | 1.15    | .13        | 1.06    | 1.24    | 11.07  |
|           | Longitud de estilo (mm)      | 2.00  | 1.81    | .16        | 1.70    | 1.92    | 8.59   |
| FRUTO     | Longitud (cm)                | 2.00  | 16.78   | 2.44       | 15.05   | 18.50   | 14.54  |
|           | Ancho (cm)                   | 2.00  | 7.45    | 1.13       | 6.65    | 8.25    | 15.19  |
|           | Grosor cáscara (cm)          | 2.00  | .83     | .74        | .30     | 1.35    | 90.00  |
|           | Profundidad de surco (cm)    | 2.00  | .23     | .04        | .20     | .25     | 15.71  |
|           | Altura de caballete (cm)     | 2.00  | .85     | .49        | .50     | 1.20    | 58.23  |
|           | Peso de fruto (g)            | 2.00  | 427.19  | 53.80      | 389.14  | 465.23  | 12.59  |
| SEMILLA   | Número de semillas           | 2.00  | 37.00   | 11.31      | 29.00   | 45.00   | 30.58  |
|           | Longitud (cm)                | 2.00  | 2.09    | .48        | 1.75    | 2.43    | 22.91  |
|           | Ancho (cm)                   | 2.00  | 1.13    | .32        | .90     | 1.36    | 28.48  |
|           | Grosor (cm)                  | 2.00  | .57     | .15        | .46     | .67     | 26.10  |
|           | Peso seco (g)                | 2.00  | .64     | .00        | .64     | .65     | 0.66   |
|           | Índice de semillas           | 2.00  | .64     | .00        | .64     | .65     | 0.66   |
|           | Número de semilla/kg         | 2.00  | 1555.24 | 10.26      | 1547.99 | 1562.50 | 0.66   |

|                      | <b>Variables</b>    | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Desv. típ.</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>CV</b> |
|----------------------|---------------------|--------------|----------|-------------------|---------------|---------------|-----------|
|                      | Índice de frutos    | 2.00         | 44.14    | 13.77             | 34.40         | 53.88         | 31.21     |
| <b>BROMATOLÓGICO</b> | Ceniza (%)          | 2.00         | 5.95     | 1.63              | 4.80          | 7.11          | 27.39     |
|                      | Grasa (%)           | 2.00         | 39.28    | .73               | 38.77         | 39.79         | 1.85      |
|                      | Proteína (%)        | 2.00         | 30.35    | 3.94              | 27.56         | 33.13         | 12.99     |
|                      | Fósforo (%)         | 2.00         | 1.32     | .40               | 1.04          | 1.61          | 30.16     |
|                      | Calcio (%)          | 2.00         | .43      | .05               | .40           | .47           | 11.33     |
|                      | Potasio (%)         | 2.00         | 1.28     | .31               | 1.06          | 1.50          | 24.51     |
|                      | Fibra (%)           | 2.00         | 19.15    | .62               | 18.71         | 19.58         | 3.21      |
|                      | Humedad parcial (%) | 2.00         | 38.66    | 2.06              | 37.20         | 40.12         | 5.34      |
|                      | Humedad total (%)   | 2.00         | 2.33     | .58               | 1.92          | 2.74          | 24.89     |

El conglomerado nueve, agrupó los caracteres del árbol: Santa Clara 9 y 13; estos materiales fueron influenciados por las variables: longitud de fruto, contenido de grasa y contenido de fibra. Este grupo asociado con características de fruto sobresalió por presentar el mayor promedio de edad de árbol 80 años, número de flores por cojinetes 10.2 mm, longitud de estilo 2.3 mm, número de semilla por kilogramo 1822.21 semillas y fósforo 1.57%. También ostentó el menor índice de semilla y peso seco 0.549 g respectivamente, longitud de fruto 13.25 cm y ancho de ovario 1.03 mm; para el resto de los descriptores se presentó un comportamiento intermedio (Cuadro 31).

Al analizar el cuadro 31 se observa que en la sección hojas y semillas los descriptores presentaron alta homogeneidad con coeficiente de variación entre 0-10%, asimismo en árbol, el descriptor número de flores por cojinete y edad del árbol, en flores, los descriptores anchos de ovario y longitud de estilo, en fruto, el descriptor peso de fruto y en la sección de análisis bromatológico, los descriptores de contenido de proteína. Además, en la sección frutos el descriptor ancho de fruto presentó comportamiento homogéneo con CV de 13.56%.

Cuadro 31. Conglomerado 9: árboles de cacao Santa Clara 9 y 3

| <b>Secciones</b> | <b>Variables</b>                          | <b>N</b> | <b>Media</b> | <b>Desv. típ.</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>CV</b> |
|------------------|---|----------|--------------|-------------------|---------------|---------------|-----------|
| <b>HOJAS</b>     | Longitud (cm)                             | 2        | 29.43        | 1.67              | 28.25         | 30.61         | 5.67      |
|                  | Longitud media (cm)                       | 2        | 16.06        | .20               | 15.92         | 16.20         | 1.23      |
|                  | Ancho (cm)                                | 2        | 10.47        | .78               | 9.91          | 11.02         | 7.50      |
| <b>ÁRBOL</b>     | Altura (m)                                | 2        | 6.00         | 1.41              | 5.00          | 7.00          | 23.57     |
|                  | DAP (Diámetro a la altura del pecho) (cm) | 2        | 11.79        | 7.50              | 6.49          | 17.09         | 63.57     |
|                  | Número de chupones                        | 2        | 5.50         | .71               | 5.00          | 6.00          | 12.86     |
|                  | Número de cojinetes/m                     | 2        | 20.00        | 4.24              | 17.00         | 23.00         | 21.21     |
|                  | Número de flores/cojinete                 | 2        | 10.20        | .85               | 9.60          | 10.80         | 8.32      |
|                  | Número de frutos /árbol                   | 2        | 17.50        | 12.02             | 9.00          | 26.00         | 68.69     |
|                  | Edad /árbol                               | 2        | 80.00        | .00               | 80.00         | 80.00         | .00       |
| <b>FLORES</b>    | Ancho de sépalos (mm)                     | 2        | 1.88         | .25               | 1.70          | 2.06          | 13.54     |
|                  | Longitud de sépalos (mm)                  | 2        | 6.46         | 1.05              | 5.72          | 7.20          | 16.20     |
|                  | Longitud de estaminodio (mm)              | 2        | 5.50         | .57               | 5.10          | 5.90          | 10.29     |

|                      | Variablen                 | N | Media   | Desv. típ. | Mínimo  | Máximo  | CV    |
|----------------------|---------------------------|---|---------|------------|---------|---------|-------|
|                      | Longitud de ovario (mm)   | 2 | 1.59    | .30        | 1.38    | 1.80    | 18.68 |
|                      | Ancho de ovario (mm)      | 2 | 1.03    | .04        | 1.00    | 1.06    | 4.12  |
|                      | Longitud de estilo (mm)   | 2 | 2.30    | .11        | 2.22    | 2.38    | 4.92  |
| <b>FRUTO</b>         | Longitud (cm)             | 2 | 13.25   | 5.30       | 9.50    | 17.00   | 40.02 |
|                      | Ancho (cm)                | 2 | 7.30    | .99        | 6.60    | 8.00    | 13.56 |
|                      | Grosor cáscara (cm)       | 2 | .94     | .23        | .77     | 1.10    | 24.96 |
|                      | Profundidad de surco (cm) | 2 | .23     | .10        | .16     | .30     | 43.04 |
|                      | Altura de caballete (cm)  | 2 | .98     | .45        | .66     | 1.30    | 46.18 |
|                      | Peso de fruto (g)         | 2 | 454.60  | 2.55       | 452.80  | 456.40  | .56   |
| <b>SEMILLA</b>       | Número de semillas        | 2 | 38.00   | 2.83       | 36.00   | 40.00   | 7.44  |
|                      | Longitud (cm)             | 2 | 2.11    | .13        | 2.02    | 2.20    | 6.03  |
|                      | Ancho (cm)                | 2 | 1.13    | .04        | 1.10    | 1.16    | 3.75  |
|                      | Grosor (cm)               | 2 | .80     | .03        | .78     | .82     | 3.54  |
|                      | Peso seco (g)             | 2 | .55     | .02        | .54     | .56     | 2.83  |
|                      | Índice de semillas        | 2 | .55     | .02        | .54     | .56     | 2.83  |
|                      | Número de semilla/kg      | 2 | 1822.23 | 51.63      | 1785.71 | 1858.74 | 2.83  |
| <b>BROMATOLÓGICO</b> | Índice de frutos          | 2 | 48.04   | 2.22       | 46.47   | 49.60   | 4.61  |
|                      | Ceniza (%)                | 2 | 5.38    | 1.02       | 4.65    | 6.10    | 19.04 |
|                      | Grasa (%)                 | 2 | 43.53   | 6.23       | 39.12   | 47.93   | 14.31 |
|                      | Proteína (%)              | 2 | 31.12   | 2.10       | 29.64   | 32.61   | 6.74  |
|                      | Fósforo (%)               | 2 | 1.57    | .70        | 1.07    | 2.06    | 44.72 |
|                      | Calcio (%)                | 2 | .50     | .06        | .46     | .54     | 11.49 |
|                      | Potasio (%)               | 2 | 1.44    | .47        | 1.10    | 1.77    | 32.85 |
|                      | Fibra (%)                 | 2 | 12.88   | 6.50       | 8.28    | 17.47   | 50.47 |
|                      | Humedad parcial (%)       | 2 | 30.85   | 4.74       | 27.50   | 34.20   | 15.36 |
|                      | Humedad total (%)         | 2 | 2.29    | 1.36       | 1.33    | 3.25    | 59.29 |

El conglomerado diez, agrupó únicamente las características de árbol Arcatao 2; este fue influenciado por las variables altura de árbol y número de frutos y sobresalió por presentar la profundidad promedio mayor de surco 0.60 cm, índice de fruto 139.82. Además, se destacó por presentar el menor ancho de hoja 8.71 cm, número de chupones 0.00, ancho de fruto 6 cm número de semillas 12, longitud de semilla 1.62 cm, ancho de semilla 0.64 cm; grosor 0.38 cm, grasa 35.79% calcio 0.37% y humedad total 1.11 % para el resto de descriptores las accesiones tuvieron comportamiento intermedio (Cuadro 32).

Al analizar el cuadro 32 se observa que todos los descriptores presentaron alta homogeneidad con coeficientes de variación cero, es decir que no existe variabilidad entre los descriptores ya que solo agrupa las características de un solo árbol.

Cuadro 32. Conglomerado 10: árbol de cacao Arcatao 2

| Secciones    | Variablen                                 | Media | N     | Desv. típ. | Mínimo | Máximo | CV |
|--------------|---|-------|-------|------------|--------|--------|----|
| <b>HOJAS</b> | Longitud (cm)                             | 1     | 27.36 | .00        | 27.36  | 27.36  | 0  |
|              | Longitud de media                         | 1     | 14.73 | .00        | 14.73  | 14.73  | 0  |
|              | Ancho (cm)                                | 1     | 8.71  | .00        | 8.71   | 8.71   | 0  |
| <b>ÁRBOL</b> | Altura (m)                                | 1     | 7.00  | .00        | 7.00   | 7.00   | 0  |
|              | DAP (diámetro a la Altura del pecho) (cm) | 1     | 12.60 | .00        | 12.60  | 12.60  | 0  |
|              | Número de chupones                        | 1     | .00   | .00        | .00    | .00    | 0  |

|                      | <b>Variab</b>                | <b>Media</b> | <b>N</b> | <b>Desv. típ.</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>CV</b> |
|----------------------|------------------------------|--------------|----------|-------------------|---------------|---------------|-----------|
|                      | Número de cojinetes/m        | 1            | 16.00    | .00               | 16.00         | 16.00         | 0         |
|                      | Número de flores/cojinete    | 1            | 3.80     | .00               | 3.80          | 3.80          | 0         |
|                      | Número de frutos /árbol      | 1            | 50.00    | .00               | 50.00         | 50.00         | 0         |
|                      | Edad /árbol                  | 1            | 74.00    | .00               | 74.00         | 74.00         | 0         |
| <b>FLORES</b>        | Ancho sépalos (mm)           | 1            | 2.00     | .00               | 2.00          | 2.00          | 0         |
|                      | Longitud de sépalos (mm)     | 1            | 5.80     | .00               | 5.80          | 5.80          | 0         |
|                      | Longitud de estaminodio (mm) | 1            | 5.40     | .00               | 5.40          | 5.40          | 0         |
|                      | Longitud de ovario (mm)      | 1            | 1.86     | .00               | 1.86          | 1.86          | 0         |
|                      | Ancho de ovario (mm)         | 1            | 1.42     | .00               | 1.42          | 1.42          | 0         |
|                      | Longitud de estilo (mm)      | 1            | 1.06     | .00               | 1.06          | 1.06          | 0         |
| <b>FRUTO</b>         | Longitud (cm)                | 1            | 14.25    | .00               | 14.25         | 14.25         | 0         |
|                      | Ancho (cm)                   | 1            | 6.00     | .00               | 6.00          | 6.00          | 0         |
|                      | Grosor cáscara (cm)          | 1            | .65      | .00               | .65           | .65           | 0         |
|                      | Profundidad de surco (cm)    | 1            | .60      | .00               | .60           | .60           | 0         |
|                      | Altura de caballete (cm)     | 1            | 1.10     | .00               | 1.10          | 1.10          | 0         |
|                      | Peso de fruto (g)            | 1            | 348.25   | .00               | 348.25        | 348.25        | 0         |
| <b>SEMILLA</b>       | Número de semillas           | 1            | 12.00    | .00               | 12.00         | 12.00         | 0         |
|                      | Longitud (cm)                | 1            | 1.62     | .00               | 1.62          | 1.62          | 0         |
|                      | Ancho (cm)                   | 1            | .64      | .00               | .64           | .64           | 0         |
|                      | Grosor (cm)                  | 1            | .38      | .00               | .38           | .38           | 0         |
|                      | Peso seco (g)                | 1            | .60      | .00               | .60           | .60           | 0         |
|                      | Índice de semillas           | 1            | .60      | .00               | .60           | .60           | 0         |
|                      | Número de semilla/kg         | 1            | 1677.85  | .00               | 1677.85       | 1677.85       | 0         |
| Índice de frutos     | 1                            | 139.82       | .00      | 139.82            | 139.82        | 0             |           |
| <b>BROMATOLÓGICO</b> | Ceniza                       | 1            | 5.05     | .00               | 5.05          | 5.05          | 0         |
|                      | Grasa                        | 1            | 35.79    | .00               | 35.79         | 35.79         | 0         |
|                      | Proteína                     | 1            | 30.71    | .00               | 30.71         | 30.71         | 0         |
|                      | Fósforo                      | 1            | 1.34     | .00               | 1.34          | 1.34          | 0         |
|                      | Calcio                       | 1            | .37      | .00               | .37           | .37           | 0         |
|                      | Potasio                      | 1            | 1.39     | .00               | 1.39          | 1.39          | 0         |
|                      | Fibra                        | 1            | 19.15    | .00               | 19.15         | 19.15         | 0         |
|                      | Humedad parcial              | 1            | 36.52    | .00               | 36.52         | 36.52         | 0         |
|                      | Humedad total                | 1            | 1.11     | .00               | 1.11          | 1.11          | 0         |

El conglomerado 11, agrupó los arboles Arcatao 3, 4 y 5. Estos materiales fueron influenciados por las variables diámetro a la altura de pecho. Este grupo asociado con el el vigor del árbol sobresalió por presentar la mayor altura promedio 9.33 m, número de frutos por árbol 65.67, ancho de semilla 1.36 cm, grosor de semilla 1.14 cm, peso seco semilla 2.13 g, índice de semilla 2.13 g y humedad parcial 44.31 %; y menores promedios de longitud de hoja 27.19 cm, número de cojinetes por metro lineal 12.33, longitud de estilo 1.04 mm, número de semillas por kilogramo 470.96 y fibra cruda 8.48 %; el resto de descriptores tuvieron comportamiento intermedio (Cuadro 33).

Al analizar el cuadro 33 se observa que en la sección hojas los descriptores presentaron alta homogeneidad con coeficiente de variación entre 0-10%, asimismo en árbol, el descriptor edad del árbol, en flores, los descriptores longitud y ancho de sépalos, longitud ovario y estilo, en semilla, los descriptores ancho, espesor, pesos seco, índice de semilla, número de semillas/kg

e índice de frutos y en la sección de análisis bromatológico, los descriptores de contenido ceniza, fósforo, potasio y humedad total. Además, en la sección árbol los descriptores altura, DAP, número de cojinetes y número de frutos por árbol presentaron comportamiento homogéneo con CV entre 10 y 20% y de igual manera en fruto el descriptor peso de fruto.

Cuadro 33. Conglomerado 11: árboles de cacao Arcatao 5, 4 y 3

| Secciones     | Variables                                 | N    | Media  | Desv. típ. | Mínimo | Máximo | CV    |
|---------------|---|------|--------|------------|--------|--------|-------|
| HOJAS         | Longitud (cm)                             | 3.00 | 27.19  | 2.20       | 25.25  | 29.58  | 8.10  |
|               | Longitud media (cm)                       | 3.00 | 14.52  | 1.27       | 13.40  | 15.90  | 8.74  |
|               | Ancho (cm)                                | 3.00 | 9.47   | .66        | 8.73   | 10.01  | 7.02  |
| ÁRBOL         | Altura (m)                                | 3.00 | 9.33   | 1.15       | 8.00   | 10.00  | 12.37 |
|               | DAP (diámetro a la Altura del pecho) (cm) | 3.00 | 9.30   | 1.18       | 8.30   | 10.60  | 12.68 |
|               | Número de chupones                        | 3.00 | 3.00   | 2.00       | 1.00   | 5.00   | 66.67 |
|               | Número de cojinetes/m                     | 3.00 | 12.33  | 2.31       | 11.00  | 15.00  | 18.72 |
|               | Número de flores/cojinete                 | 3.00 | 6.73   | 2.23       | 4.20   | 8.40   | 33.12 |
|               | Número de frutos /árbol                   | 3.00 | 65.67  | 9.07       | 56.00  | 74.00  | 13.82 |
|               | Edad /árbol                               | 3.00 | 74.00  | .00        | 74.00  | 74.00  | 0.00  |
| FLORES        | Ancho de sépalos (mm)                     | 3.00 | 1.95   | .05        | 1.90   | 2.00   | 2.58  |
|               | Longitud de sépalos (mm)                  | 3.00 | 6.13   | .23        | 6.00   | 6.40   | 3.77  |
|               | Longitud de estaminodio (mm)              | 3.00 | 6.00   | .60        | 5.40   | 6.60   | 10.00 |
|               | Longitud de ovario (mm)                   | 3.00 | 1.94   | .08        | 1.86   | 2.02   | 4.12  |
|               | Ancho de ovario (mm)                      | 3.00 | 1.45   | .19        | 1.28   | 1.66   | 13.22 |
|               | Longitud de estilo (mm)                   | 3.00 | 1.04   | .09        | .94    | 1.10   | 8.38  |
| FRUTO         | Longitud (cm)                             | 3.00 | 14.61  | 4.76       | 10.00  | 19.50  | 32.55 |
|               | Ancho (cm)                                | 3.00 | 6.71   | 1.70       | 5.00   | 8.40   | 25.33 |
|               | Grosor cáscara (cm)                       | 3.00 | .85    | .47        | .56    | 1.40   | 55.53 |
|               | Profundidad de surco (cm)                 | 3.00 | .24    | .14        | .15    | .40    | 55.38 |
|               | Altura de caballete (cm)                  | 3.00 | 1.21   | .68        | .80    | 2.00   | 56.43 |
|               | Peso de fruto (g)                         | 3.00 | 426.52 | 49.87      | 369.24 | 460.30 | 11.69 |
|               | Número de semillas                        | 3.00 | 21.00  | 3.00       | 18.00  | 24.00  | 14.29 |
| SEMILLA       | Longitud (cm)                             | 3.00 | 2.37   | .29        | 2.06   | 2.64   | 12.31 |
|               | Ancho (cm)                                | 3.00 | 1.36   | .07        | 1.28   | 1.40   | 5.09  |
|               | Grosor (cm)                               | 3.00 | 1.14   | .05        | 1.09   | 1.18   | 4.03  |
|               | Peso seco (g)                             | 3.00 | 2.13   | .11        | 2.06   | 2.26   | 5.40  |
|               | Índice de semillas                        | 3.00 | 2.13   | .11        | 2.06   | 2.26   | 5.40  |
|               | Número de semilla/ kg                     | 3.00 | 470.96 | 24.67      | 442.48 | 485.44 | 5.24  |
|               | Índice de frutos                          | 3.00 | 22.63  | 2.21       | 20.23  | 24.58  | 9.78  |
| BROMATOLÓGICO | Ceniza (%)                                | 3.00 | 6.24   | .21        | 6.00   | 6.40   | 3.37  |
|               | Grasa (%)                                 | 3.00 | 36.91  | 8.21       | 30.20  | 46.06  | 22.25 |
|               | Proteína (%)                              | 3.00 | 28.29  | 3.00       | 25.40  | 31.38  | 10.59 |
|               | Fósforo (%)                               | 3.00 | 1.17   | .01        | 1.16   | 1.18   | 1.01  |
|               | Calcio (%)                                | 3.00 | .52    | .05        | .46    | .55    | 10.05 |
|               | Potasio (%)                               | 3.00 | 1.25   | .02        | 1.23   | 1.28   | 1.86  |
|               | Fibra (%)                                 | 3.00 | 8.48   | 4.48       | 4.36   | 13.24  | 52.79 |
|               | Humedad parcial (%)                       | 3.00 | 44.31  | 6.78       | 39.17  | 51.99  | 15.30 |
|               | Humedad total (%)                         | 3.00 | 2.98   | .27        | 2.83   | 3.29   | 8.90  |

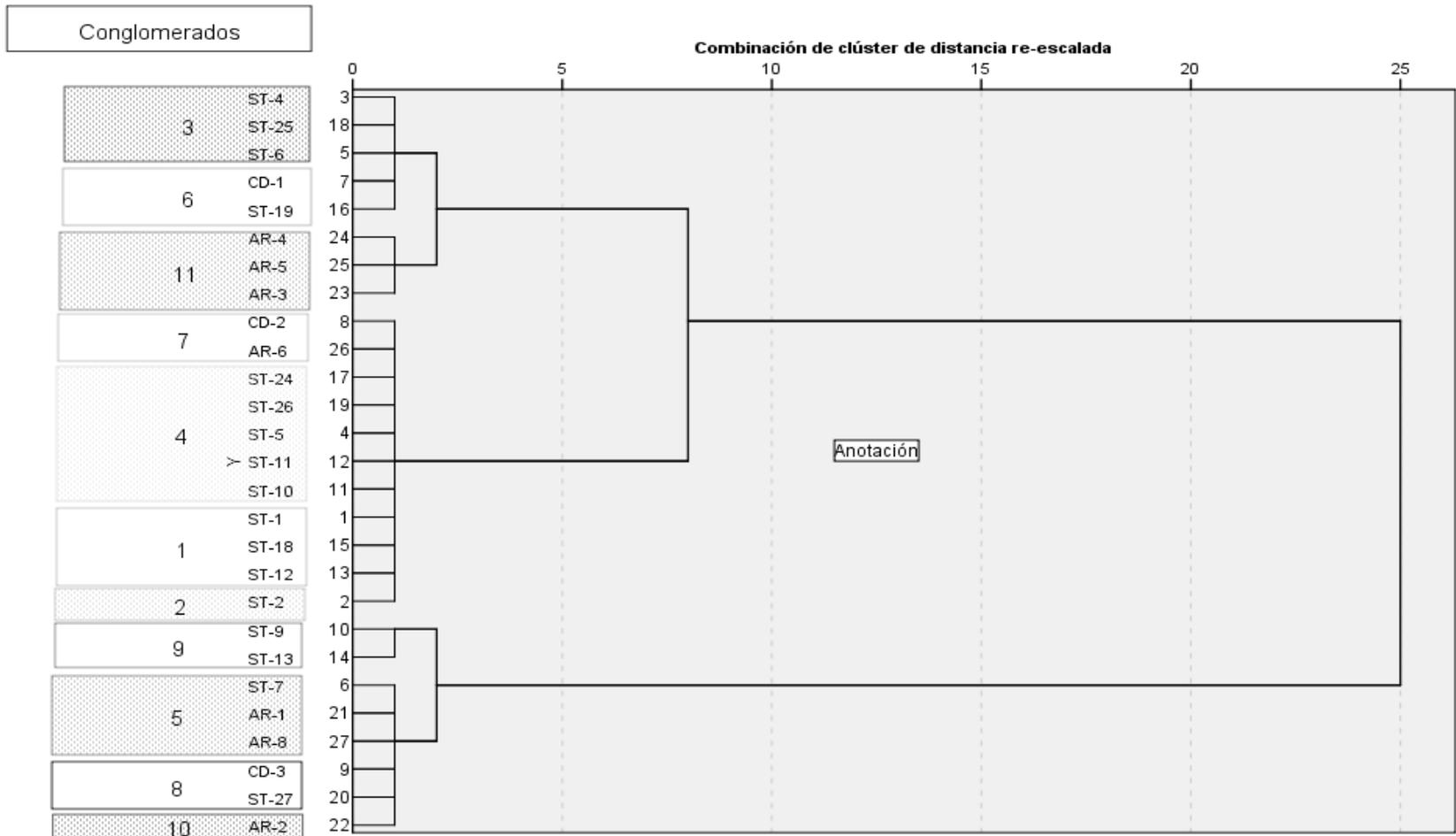


Figura 27. Fenograma de 27 árboles de cacao en El Salvador.

## 5. CATÁLOGO DE 47 ÁRBOLES DE CACAO CARACTERIZADOS

### Tenancingo 1

| Datos del lugar |                   |                  |             |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------|
| Departamento    | Cuscatlán         | Área de la finca | 3 mz        |
| Municipio       | Tenancingo        | Área de cacao    | ¼ mz        |
| Cantón          | EL Pepeto         | Latitud          | 13°50'59.3" |
| Propietario     | Francisco Arévalo | Longitud         | 88°50'59.3" |
|                 |                   | Altitud          | 544         |

| Datos cualitativos de árbol |              | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|--------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 65           | Altura (m)                    | 1.5 |
| Árbol                       | Tenancingo 1 | DAP(cm)                       | 4.2 |
| Arquitectura                |              | Número de chupones            | 0   |
| Ramificación                | Erecta       | Número de cojinetes por metro | 8   |
| Forma                       | Simple       | Número de flores por cojinete | 2   |
| Vigor                       | Débil        | Número de frutos por árbol    | 3   |

| Datos cualitativos de hojas |        | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|--------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 28.5   | Forma de la base                 | Aguda       |
| Longitud de media (cm)      | 16.154 | Forma de ápice                   | Agudo       |
| Ancho(cm)                   | 11.02  | Intensidad de pigmentación verde | Medio       |
|                             |        | Color de brotes tiernos          | Verde claro |
|                             |        | Pubescencia en brotes terminales | Fuerte      |



## Tenancingo 2

| Datos del lugar |                   |                  |             |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------|
| Departamento    | Cuscatlán         | Área de la finca | 3 mz        |
| Municipio       | Tenancingo        | Área de cacao    | ¼ mz        |
| Cantón          | El Pepeto         | Latitud          | 13°50'59.3" |
| Propietario     | Francisco Arévalo | Longitud         | 88°50'59.3" |
|                 |                   | Altitud          | 544         |

| Datos cualitativos de árbol |              | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|--------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 65 años      | Altura (m)                    | 1.4 |
| Árbol                       | Tenancingo 2 | DAP(cm)                       | 3.8 |
| Arquitectura                |              | Número de chupones            | 0   |
| Ramificación                | Erecta       | Número de cojinetes por metro | 10  |
| Forma                       | Simple       | Número de flores por cojinete | 6   |
| Vigor                       | Intermedio   | Número de frutos por árbol    | 2   |

| Datos cualitativos de hojas |        | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|--------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 41.437 | Forma de la base                 | Aguda       |
| Longitud de media (cm)      | 21.63  | Forma de ápice                   | Agudo       |
| Ancho(cm)                   | 13.825 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |        | Color de brotes tiernos          | Verde claro |
|                             |        | Pubescencia en brotes terminales | Fuerte      |



## Tenancingo 3

| Datos del lugar     |                   |                         |             |
|---------------------|-------------------|-------------------------|-------------|
| <b>Departamento</b> | Cuscatlán         | <b>Área de la finca</b> | 3 mz        |
| <b>Municipio</b>    | Tenancingo        | <b>Área de cacao</b>    | ¼ mz        |
| <b>Cantón</b>       | El Pepeto         | <b>Latitud</b>          | 13°50'59.3" |
| <b>Propietario</b>  | Francisco Arévalo | <b>Longitud</b>         | 88°50'59.3" |
|                     |                   | <b>Altitud</b>          | 544         |

| Datos cualitativos de árbol |              | Datos cuantitativos del árbol        |      |
|-----------------------------|--------------|--------------------------------------|------|
| <b>Edad</b>                 | 65 años      | <b>Altura (m)</b>                    | 1.35 |
| <b>Árbol</b>                | Tenancingo 3 | <b>DAP(cm)</b>                       | 4.8  |
| <b>Arquitectura</b>         |              | <b>Número de chupones</b>            | 0    |
| <b>Ramificación</b>         | Erecta       | <b>Número de cojinetes por metro</b> | 16   |
| <b>Forma</b>                | Simple       | <b>Número de flores por cojinete</b> | 9    |
| <b>Vigor</b>                | Intermedio   | <b>Número de frutos por árbol</b>    | 1    |

| Datos cualitativos de hojas   |       | Datos cuantitativos de hojas            |             |
|-------------------------------|-------|---|-------------|
| <b>Longitud (cm)</b>          | 36.57 | <b>Forma de la base</b>                 | Aguda       |
| <b>Longitud de media (cm)</b> | 19.77 | <b>Forma de ápice</b>                   | Agudo       |
| <b>Ancho(cm)</b>              | 13.04 | <b>Intensidad de pigmentación verde</b> | Oscuro      |
|                               |       | <b>Color de brotes tiernos</b>          | Verde claro |
|                               |       | <b>Pubescencia en brotes terminales</b> | Fuerte      |



## Santa Clara 1

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |               | Datos cuantitativos del árbol  |     |
|-----------------------------|---------------|--------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años       | Altura (m)                     | 10  |
| Árbol                       | Santa Clara 1 | DAP(cm)                        | 6.8 |
| Arquitectura                |               | Números de chupones            | 6   |
| Ramificación                | Erecta        | Números de cojinetes por metro | 27  |
| Forma                       | Simple        | Números de flores por cojinete | 4.8 |
| Vigor                       | Débil         | Números de frutos por árbol    | 80  |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 32.11 | Forma de la base                 | Obtusa      |
| Longitud de media (cm)      | 17.15 | Forma de ápice                   | Apiculado   |
| Ancho(cm)                   | 12.32 | Intensidad de pigmentación verde | Medio       |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Verde claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores |                | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|----------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil          | Longitud sépalos                   | 5.66 |
| Antocianina en sépalo        | Débil          | Ancho sépalos                      | 2.08 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada       | Longitud estaminodio               | 5.14 |
| Color de lígula              | Amarillo crema | Longitud de ovario                 | 1.76 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6   | ancho de ovario                    | 1.32 |
|                              |                | Longitud de Estilo                 | 2    |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 15.345 |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 8.3    |
| Forma ápice                  | Agudo                | Grosor cáscara (cm)          | 0.84   |
| Contricción basal            | Débil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.14   |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 1.13   |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 553.86 |
|                              |                      | Número de semilla            | 54     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 21.53  |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |          |                                 |      |
|------------------------|-------|--------------------------------|----------|---------------------------------|------|
| Cenizas (%)            | 4.58  | Datos cualitativos de semillas |          | Datos cuantitativos de semillas |      |
| Grasas (%)             | 47.18 | Forma sección longitudinal     | Ovada    | Longitud (cm)                   | 2.42 |
| Proteínas (%)          | 28.93 | Forma sección transversal      | Aplanada | Ancho (cm)                      | 1.5  |
| Fosforo (%)            | 1.34  | Color de semilla               | Purpura  | Grosor (cm)                     | 0.72 |
| calcio (%)             | 0.59  |                                |          | Peso seco (g)                   | 0.86 |
| Potasio (%)            | 1.36  |                                |          | Índice de semillas              | 0.86 |
| Fibra (%)              | 14.26 |                                |          | Número de Semilla seca por kg   | 1163 |
| Humedad parcial (%)    | 39.30 |                                |          |                                 |      |
| Humedad total (%)      | 1.69  |                                |          |                                 |      |



## Santa Clara 2

| Datos del lugar             |                        |                                  |             |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------|
| Departamento                | La Paz                 | Área de la finca                 | 1200 Mz     |
| Municipio                   | San Luis Talpa         | Área de cacao                    | 1 Mz        |
| Cantón                      | San Francisco, Amatepe | Latitud                          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca          | La montañosa           | Longitud                         | 89°04'38.4" |
| Datos cualitativos de árbol |                        | Datos cuantitativos del árbol    |             |
| Edad                        | 80 años                | Altura (m)                       | 7           |
| Arbol                       | Santa Clara 2          | DAP(cm)                          | 19.1        |
| Arquitectura                |                        | Número de chupones               | 5           |
| Forma                       | Erecta                 | Número de cojinetes por metro.   | 45          |
| Ramificación                | Simple                 | Número de flores por cojinete    | 7           |
| Vigor                       | Intermedio             | Número de frutos por árbol       | 47          |
| Datos cualitativos de hojas |                        | Datos cuantitativos de hojas     |             |
| Longitud (cm)               | 34.18                  | Forma de la base                 | Aguda       |
| longitud de media (cm)      | 19.38                  | Forma de ápice                   | Apiculado   |
| Ancho(cm)                   | 11.73                  | Intensidad de pigmentación verde | Medio       |
|                             |                        | Color de brotes tiernos          | Rojo oscuro |
|                             |                        | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores |              | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|--------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Moderada     | Longitud sépalos                   | 5.6  |
| Antocianina en sépalo        | Débil        | ancho sépalos                      | 1.84 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada     | Longitud estaminodio               | 5.76 |
| Color de lígula              | Crema        | Longitud de ovario                 | 1.76 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6 | Ancho de ovario                    | 1.4  |
|                              |              | Longitud de Estilo                 | 1.6  |

| Datos cualitativos de frutos |                           | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                     | Longitud (cm)                | 15.6   |
| Color                        | Amarillo verde            | Ancho (cm)                   | 8.9    |
| Forma ápice                  | Obtuso                    | Grosor cáscara (cm)          | 1.2    |
| Contricción basal            | Moderada                  | Profundidad de surco (cm)    | 0.1    |
| Rugosidad                    | Lisa o ligeramente rugosa | Caballote (cm)               | 1.3    |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte                    | Peso (g)                     | 563.86 |
| Color de pulpa               | blanco                    | Número de semilla            | 45     |
|                              |                           | índice de fruto              | 28.490 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |          |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|----------|---------------------------------|---------|
| Cenizas (%)            | 4.61  | Datos cualitativos de semillas |          | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Grasas (%)             | 39.57 | Forma sección longitudinal     | Ovada    | Longitud (cm)                   | 1.94    |
| Proteínas (%)          | 28.03 | Forma sección transversal      | Aplanada | Ancho (cm)                      | 1.2     |
| Fosforo (%)            | 1.45  | Color de semilla               | Jaspeado | Grosor (cm)                     | 0.52    |
| Calcio (%)             | 0.89  |                                |          | Peso seco (g)                   | 0.78    |
| Potasio (%)            | 1.76  |                                |          | Índice de semillas              | 0.78    |
| Fibra (%)              | 9.92  |                                |          | Número de Semilla seca por kg   | 1282.05 |
| Humedad parcial (%)    | 36.29 |                                |          |                                 |         |
| Humedad total (%)      | 1.85  |                                |          |                                 |         |



## Santa Clara 3

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz.       |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |               | Datos cuantitativos del árbol |      |
|-----------------------------|---------------|-------------------------------|------|
| Edad                        | 80 años       | Altura (m)                    | 8    |
| Árbol                       | Santa Clara 3 | DAP(cm)                       | 20.4 |
| Arquitectura                |               | Número de chupones            | 5    |
| Forma                       | Intermedio    | Número de cojinetes por metro | 28   |
| Ramificación                | Intermedia    | Número de flores por cojinete | 16.6 |
| Vigor                       | Vigoroso      | Número de frutos por árbol    | 8    |

| Datos cualitativos de hojas |        | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|--------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 31.211 | Forma de la base                 | Obtusa     |
| Longitud de media (cm)      | 16.44  | Forma de ápice                   | Agudo      |
| Ancho(cm)                   | 10.477 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |        | Color de brotes tiernos          | Rojo Claro |
|                             |        | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores |              | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|--------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil        | Longitud sépalos                   | 5.63 |
| Antocianina en sépalo        | Débil        | Ancho sépalos                      | 1.96 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada     | Longitud estaminodio               | 5.45 |
| Color de lígula              | Amarillo     | Longitud de ovario                 | 1.76 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6 | Ancho de ovario                    | 1.36 |
|                              |              | Longitud de Estilo                 | 1.8  |



## Santa Clara 4

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |               | Datos cuantitativos del árbol |      |
|-----------------------------|---------------|-------------------------------|------|
| Edad                        | 80 años       | Altura (m)                    | 6    |
| Árbol                       | Santa Clara 4 | DAP(cm)                       | 12.4 |
| Arquitectura                |               | Número de chupones            | 10   |
| Forma                       | Erecta        | Número de cojinetes por metro | 25   |
| Ramificación                | Intermedia    | Número de flores por cojinete | 8.8  |
| Vigor                       | Intermedia    | Número de frutos por árbol    | 43.5 |

| Datos cualitativos de hojas |        | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|--------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 33.57  | Forma de la base                 | Cordiforme |
| Longitud de media (cm)      | 18.227 | Forma de ápice                   | Apiculado  |
| Ancho(cm)                   | 12.19  | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |        | Color de brotes tiernos          | Rojo claro |
|                             |        | Pubescencia en brotes terminales | Moderada   |

| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores |      |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Moderada              | Longitud sépalos              | 5.6  |
| Antocianina en sépalo        | Moderada              | Ancho sépalos                 | 2    |
| Antocianina en estaminodio   | Fuerte                | Longitud estaminodio          | 5.24 |
| Color de lígula              | Amarillo crema        | Longitud de ovario            | 1.34 |
| Color externo del ovario     | Amarillo crema 5y 8/8 | Ancho de ovario               | 1.2  |
|                              |                       | Longitud de Estilo            | 2.08 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 17.45  |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 8.36   |
| Forma ápice                  | Agudo                | Grosor cáscara (cm)          | 0.5    |
| Contricción basal            | Ausente              | Profundidad de surco (cm)    | 0.1    |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 0.6    |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 573.86 |
| Color de pulpa               | Blanca               | Número de semilla            | 44     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 18.783 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |        |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|--------|
| Cenizas (%)            | 3.97  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |        |
| Grasas (%)             | 42.87 | Forma sección longitudinal     | ovada      | Longitud (cm)                   | 2.38   |
| Proteínas (%)          | 29.26 | Forma sección transversal      | intermedia | Ancho (cm)                      | 1.36   |
| Fosforo (%)            | 1.59  | Color de semilla               | purpura    | Grosor (cm)                     | 0.84   |
| Calcio (%)             | 0.69  |                                |            | Peso seco (g)                   | 1.21   |
| Potasio (%)            | 1.22  |                                |            | Índice de semillas              | 1.21   |
| Fibra (%)              | 2.39  |                                |            | Numero de Semilla seca por kg   | 826.45 |
| Humedad parcial (%)    | 40.20 |                                |            |                                 |        |
| Humedad total (%)      | 1.21  |                                |            |                                 |        |



## Santa Clara 5

| Datos del lugar                   |                         |                                  |             |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------|
| <b>Departamento</b>               | La Paz                  | Área de la finca                 | 1200 Mz     |
| <b>Municipio</b>                  | San Luis Talpa          | Área de cacao                    | 1 Mz        |
| <b>Cantón</b>                     | San Francisco, Amatepe  | Latitud                          | 13°23'23.5" |
| <b>Nombre de la finca</b>         | La montañosa            | Longitud                         | 89°04'38.4" |
| <b>Propietario</b>                | Cooperativa Santa Clara | Altitud                          | 7 msnm      |
| Datos cualitativos de árbol       |                         | Datos cuantitativos del árbol    |             |
| <b>Edad</b>                       | 80 años                 | Altura (m)                       | 6           |
| <b>Árbol</b>                      | Santa Clara 5           | DAP(cm)                          | 12.4        |
| <b>Arquitectura</b>               |                         | Número de chupones               | 10          |
| <b>Forma</b>                      | Intermedio              | Número de cojinetes por metros   | 25          |
| <b>Ramificación</b>               | Intermedia              | Número de flores por cojinete    | 8.8         |
| <b>Vigor</b>                      | Vigoroso                | Número de frutos por árbol       | 43.5        |
| Datos cualitativos de hojas       |                         | Datos cuantitativos de hojas     |             |
| <b>Longitud (cm)</b>              | 33.57                   | Forma de la base                 | Aguda       |
| <b>Longitud de media (cm)</b>     | 18.227                  | Forma de ápice                   | Agudo       |
| <b>Ancho (cm)</b>                 | 12.19                   | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                                   |                         | Color de brotes tiernos          | rojo Medio  |
|                                   |                         | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |
| Datos cualitativos de Flores      |                         | Datos cuantitativos de flores    |             |
| <b>Antocianina en pedicelo</b>    | Ausente                 | Longitud sépalos (mm)            | 5.6         |
| <b>Antocianina en sépalo</b>      | Débil                   | Ancho sépalos (mm)               | 2           |
| <b>Antocianina en estaminodio</b> | Moderada                | Longitud estaminodio (mm)        | 5.24        |
| <b>Color de lígula</b>            | Amarillo crema          | Longitud de ovario (mm)          | 1.34        |
| <b>Color externo del ovario</b>   | Crema 5y 8/6            | Ancho de ovario (mm)             | 1.2         |
|                                   |                         | Longitud de Estilo (mm)          | 2.08        |
| Datos cualitativos de frutos      |                         | Datos cuantitativos de fruto     |             |
| <b>Forma</b>                      | Ovado                   | Longitud (cm)                    | 17.45       |
| <b>Color</b>                      | amarillo verde          | Ancho (cm)                       | 8.36        |
| <b>Forma ápice</b>                | Obtuso                  | Grosor cáscara (cm)              | 0.5         |
| <b>Contrición basal</b>           | Ausente                 | Profundidad de surco (cm)        | 0.1         |
| <b>Rugosidad</b>                  | moderadamente rugosa    | Caballote (cm)                   | 0.6         |
| <b>Resistencia de cáscara</b>     | Fuerte                  | Peso (g)                         | 573.86      |
|                                   |                         | Número de semilla                | 44          |
|                                   |                         | Índice de fruto                  | 18.783      |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO | Cenizas (%) | Grasas (%) | Proteínas (%) | Fosforo (%) | Calcio (%) | Potasio (%) | Fibra (%) | Humedad parcial (%) | Humedad total (%) |
|------------------------|-------------|------------|---------------|-------------|------------|-------------|-----------|---------------------|-------------------|
|                        |             | 3.97       | 42.87         | 29.26       | 1.59       | 0.69        | 1.22      | 2.39                | 40.2              |

| DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |        |
|--------------------------------|------------|---------------------------------|--------|
| Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |        |
| Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 2.38   |
| Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.36   |
| Color de semilla               | Purpura    | Grosor (cm)                     | 0.84   |
|                                |            | Peso seco (g)                   | 1.21   |
|                                |            | Índice de semillas              | 1.21   |
|                                |            | Número de Semillas seca por kg  | 826.45 |



## Santa Clara 6

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |               | Datos cuantitativos del árbol    |            |
|-----------------------------|---------------|----------------------------------|------------|
| Edad                        | 80 años       | Altura (m)                       | 7.5        |
| Árbol                       | Santa Clara 6 | DAP(cm)                          | 10.85      |
| Arquitectura                |               | Número de chupones               |            |
| Forma                       | Erecta        | Número de cojinetes por metro    | 21         |
| Ramificación                | Intermedia    | Número de flores por cojinete    | 7.2        |
| Vigor                       | Intermedio    | Número de frutos por árbol       | 90         |
| Datos cualitativos de hojas |               | Datos cuantitativos de hojas     |            |
| Longitud (cm)               | 40.56         | Forma de la base                 | Aguda      |
| Longitud de media (cm)      | 20.7          | Forma de ápice                   | Apiculado  |
| Ancho(cm)                   | 12.018        | Intensidad de pigmentación verde | Claro      |
|                             |               | Color de brotes tiernos          | rojo claro |
|                             |               | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores |              | Datos cuantitativos de flores |      |
|------------------------------|--------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil        | Longitud sépalos              | 7.04 |
| Antocianina en sépalo        | Débil        | Ancho sépalos                 | 1.44 |
| Antocianina en estaminodio   | Fuerte       | Longitud estaminodio          | 4.4  |
| Color de lígula              | Crema        | Longitud de ovario            | 1.46 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6 | Ancho de ovario               | 1.22 |
|                              |              | Longitud de Estilo            | 1.56 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Oblonga              | Longitud (cm)                | 15.5   |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 8.45   |
| Forma ápice                  | Obtuso               | Grosor cáscara (cm)          | 0.53   |
| Contrición basal             | Ausente              | Profundidad de surco (cm)    | 0.465  |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 0.665  |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 504.72 |
| Color de pulpa               | Crema claro          | Número de semilla            | 57     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 14.62  |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |        |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|--------|
| Cenizas (%)            | 4.35  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |        |
| Grasas (%)             | 37.28 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 2.08   |
| Proteínas (%)          | 28.48 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.204  |
| Fosforo (%)            | 1.40  | Color de semilla               | Purpura    | Grosor (cm)                     | 0.78   |
| Calcio (%)             | 0.50  |                                |            | Peso seco (g)                   | 1.2    |
| Potasio (%)            | 1.12  |                                |            | Índice de semillas              | 1.2    |
| Fibra (%)              | 7.49  |                                |            | Número de Semilla seca por kg   | 833.33 |
| Humedad parcial (%)    | 35.30 |                                |            |                                 |        |
| Humedad total (%)      | 1.59  |                                |            |                                 |        |



## Santa Clara 7

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol  |                       | Datos cuantitativos del árbol      |      |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------|
| Edad                         | 80 años               | Altura (m)                         | 9    |
| Árbol                        | Santa Clara 7         | DAP(cm)                            | 7    |
| Arquitectura                 |                       | Número de chupones                 | 3    |
| Forma                        | Erecta                | Número de cojinetes por metro      | 21   |
| Ramificación                 | Intermedia            | Número de flores por cojinete      | 7    |
| Vigor                        | Intermedio            | Número de frutos por árbol         | 25   |
| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
| Antocianina en pedicelo      | Fuerte                | Longitud sépalos                   | 7.24 |
| Antocianina en sépalo        | Fuerte                | Ancho sépalos                      | 2.44 |
| Antocianina en estaminodio   | Fuerte                | Long estaminodio                   | 6.4  |
| Color de lígula              | Amarillo              | Longitud de estilo                 | 2.2  |
| Color externo del ovario     | Amarillo crema 5y 8/8 | Longitud de ovario                 | 1.22 |
|                              |                       | Ancho ovario                       | 1.58 |

| Datos cualitativos de hojas |        | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|--------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 24.858 | Forma de la base                 | Aguda      |
| Longitud de media (cm)      | 15.16  | Forma de ápice                   | Apiculado  |
| Ancho(cm)                   | 8.7    | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |        | Color de brotes tiernos          | Rojo claro |
|                             |        | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 15.575 |
| Color                        | Anaranjado           | Ancho (cm)                   | 6.35   |
| Forma ápice                  | Entallado            | Grosor cáscara (cm)          | 0.7    |
| Contricción basal            | Fuerte               | Profundidad de surco (cm)    | 0.27   |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 0.84   |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 314.97 |
| Color de pulpa               | Blanco               | Número de semilla            | 37     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 38.610 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |        |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|--------|---------------------------------|---------|
| Cenizas (%)            | 3.67  | Datos cualitativos de semillas |        | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Grasas (%)             | 56.67 | Forma sección longitudinal     | Ovada  | Longitud (cm)                   | 1.524   |
| Proteínas (%)          | 30.30 | Forma sección transversal      | Ovada  | Ancho (cm)                      | 0.708   |
| Fosforo (%)            | 1.11  | Color de semilla               | Rosado | Grosor (cm)                     | 0.218   |
| Calcio (%)             | 0.59  |                                |        | Peso seco (g)                   | 0.7     |
| Potasio (%)            | 1.11  |                                |        | Índice de semillas              | 0.7     |
| Fibra (%)              | 17.16 |                                |        | Número de Semilla seca por kg   | 1428.57 |
| Humedad parcial (%)    | 32.38 |                                |        |                                 |         |
| Humedad total (%)      | 1.56  |                                |        |                                 |         |



## San José Cortez 1

| Datos del lugar    |                           |                  |             |
|--------------------|---------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | San Salvador              | Área de la finca | 1 mz        |
| Municipio          | Ciudad Delgado            | Área de cacao    | 20 m        |
| Cantón             | San José San José Cortez  | Latitud          | 89°09'10.9" |
| Nombre de la finca | Finca Mónico              | Longitud         | 13°45'22.2" |
| Propietario        | José Emilio Mónico Juárez | Altitud          | 562         |

| Datos cualitativos de árbol |                   | Datos cuantitativos del árbol  |       |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------------|-------|
| Edad                        | 45 años           | Altura (m)                     | 25.48 |
| Árbol                       | San José Cortez 1 | DAP(cm)                        | 12.45 |
| Arquitectura                |                   | Número de chupones             | 0     |
| Forma                       | Erecta            | Número de cojinetes por metros | 25.48 |
| Ramificación                | Intermedia        | Número de flores por cojinete  | 12.45 |
| Vigor                       | Intermedio        | Número de frutos por árbol     | 60    |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 25.48 | Forma de la base                 | Obtusa      |
| Longitud de media (cm)      | 12.45 | Forma de ápice                   | Apiculado   |
| Ancho(cm)                   | 10.68 | Intensidad de pigmentación verde | Medio       |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Verde claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Fuerte      |

| Datos cualitativos de Flores |                | Datos cuantitativos de flores |      |
|------------------------------|----------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil          | Longitud sépalos              | 6.44 |
| Antocianina en sépalo        | Moderada       | Ancho sépalos                 | 1.88 |
| Antocianina en estaminodio   | Débil          | Long estaminodio              | 5.54 |
| Color de lígula              | Amarillo crema | Long estilo                   | 1.72 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6   | Long ovario                   | 1.14 |
|                              |                | Ancho ovario                  | 1.58 |

| Datos cualitativos de frutos |                | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado          | Longitud (cm)                | 16.5   |
| Color                        | Amarillo verde | Ancho (cm)                   | 7.3    |
| Forma ápice                  | Entallado      | Grosor cáscara (cm)          | 0.1    |
| Contricción basal            | Fuerte         | Profundidad de surco (cm)    | 0.54   |
| Rugosidad                    | Muy rugosa     | Caballete (cm)               | 0.64   |
| Resistencia de cáscara       | Débil          | Peso (g)                     | 518.67 |
| Color de la pulpa            | Blanco         | Número de semilla            | 28     |
|                              |                | Índice de fruto              | 21.567 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |        |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|--------|
| Cenizas (%)            | 5.43  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |        |
| Grasas (%)             | 49.21 | Forma sección longitudinal     | Irregular  | Longitud (cm)                   | 2.082  |
| Proteínas (%)          | 32.43 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.114  |
| Fosforo (%)            | 1.30  | Color de semilla               | Blanco     | Grosor (cm)                     | 0.638  |
| Calcio (%)             | 0.39  |                                |            | Peso seco (g)                   | 1.656  |
| Potasio (%)            | 1.36  |                                |            | Índice de semillas              | 1.656  |
| Fibra (%)              | 18.15 |                                |            | Numero de semilla seca por kg   | 603.86 |
| Humedad parcial (%)    | 37.50 |                                |            |                                 |        |
| Humedad total (%)      | 2.21  |                                |            |                                 |        |



## San José Cortez 2

| Datos del lugar             |                           |                               |             |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------|
| Departamento                | San Salvador              | Área de la finca              | 1 mz        |
| Municipio                   | Ciudad Delgado            | Área de cacao                 | 20 m        |
| Cantón                      | San José San José Cortez  | Latitud                       | 89°09'10.8" |
| Nombre de la finca          | Finca Mónico              | Longitud                      | 13°45'22.2" |
| Propietario                 | José Emilio Mónico Juárez | Altitud                       | 562         |
| Datos cualitativos de árbol |                           | Datos cuantitativos del árbol |             |
| Edad                        | 45 años                   | Altura (m)                    | 3           |
| Árbol                       | San José Cortez 2         | DAP(cm)                       | 18.5        |
| Arquitectura                |                           | Número de chupones            |             |
| Forma                       | Erecta                    | Número de cojinetes por metro | 12          |
| Ramificación                | Intermedia                | Número de flores por cojinete | 0           |
| Vigor                       | Débil                     | Número de frutos por árbol    | 20          |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 27.89 | Forma de la base                 | obtusa      |
| Longitud de media (cm)      | 14.4  | Forma de ápice                   | agudo       |
| Ancho(cm)                   | 10.82 | Intensidad de pigmentación verde | medio       |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | verde claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | fuerte      |

| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores |      |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil                 | Longitud sépalos              | 5.96 |
| Antocianina en sépalo        | Moderada              | Ancho sépalos                 | 1.78 |
| Antocianina en estaminodio   | Débil                 | Longitud de estaminodio       | 5.08 |
| Color de lígula              | Crema                 | Longitud de estilo            | 1.94 |
| Color externo del ovario     | Amarillo crema 5y 8/8 | Longitud de ovario            | 1.22 |
|                              |                       | Ancho ovario                  | 1.8  |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 14.25  |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 7.15   |
| Forma ápice                  | Entallado            | Grosor cáscara (cm)          | 0.55   |
| Contricción basal            | Débil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.55   |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 0.94   |
| Resistencia de cáscara       | Débil                | Peso (gr)                    | 323.27 |
| Color de la pulpa            | Crema claro          | Número de semilla            | 26     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 39.407 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |          |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|----------|---------------------------------|---------|
| Cenizas (%)            | 6.24  | Datos cualitativos de semillas |          | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Grasas (%)             | 44.60 | Forma sección longitudinal     | Ovada    | Longitud (cm)                   | 2.416   |
| Proteínas (%)          | 29.82 | Forma sección transversal      | Aplanada | Ancho (cm)                      | 1.442   |
| Fosforo (%)            | 1.18  | Color de semilla               | Blanco   | Grosor (cm)                     | 0.886   |
| Calcio (%)             | 0.40  |                                |          | Peso seco (g)                   | 0.976   |
| Potasio (%)            | 1.11  |                                |          | Índice de semillas              | 0.976   |
| Fibra (%)              | 12.23 |                                |          | Número de semilla seca por kg   | 1024.59 |
| Humedad parcial (%)    | 34.50 |                                |          |                                 |         |
| Humedad total (%)      | 1.78  |                                |          |                                 |         |



## San José Cortez 3

| Datos del lugar    |                           |                  |             |
|--------------------|---------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | San Salvador              | Área de la finca | 1 mz        |
| Municipio          | Ciudad Delgado            | Área de cacao    | 20 m        |
| Cantón             | San José San José Cortez  | Latitud          | 89°09'10.3" |
| Nombre de la finca | Finca Mónico              | Longitud         | 13°45'22.2" |
| Propietario        | José Emilio Mónico Juárez | Altitud          | 562         |

| Datos cualitativos de árbol |                   | Datos cuantitativos del árbol |      |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------------|------|
| Edad                        | 45 años           | Altura (m)                    | 3    |
| Árbol                       | San José Cortez 3 | DAP(cm)                       | 17.2 |
| <b>Arquitectura</b>         |                   | Número de chupones            | 0    |
| Forma                       | Erecta            | Número de cojinetes por metro | 14   |
| Ramificación                | Simple            | Número de flores por cojinete | 0    |
| Vigor                       | Intermedio        | Número de frutos por árbol    | 60   |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 21.5  | Forma de la base                 | aguda       |
| Longitud de media (cm)      | 10.58 | Forma de ápice                   | agudo       |
| Ancho(cm)                   | 8.36  | Intensidad de pigmentación verde | claro       |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | verde claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | fuerte      |

| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Moderada              | Longitud sépalos                   | 6.62 |
| Antocianina en sépalo        | Moderada              | Ancho sépalos                      | 1.96 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada              | Longitud de estaminodio            | 4.86 |
| Color de lígula              | Amarillo crema        | Longitud de estilo                 | 1.48 |
| Color externo del ovario     | Amarillo crema 5y 8/8 | Longitud de ovario                 | 1.06 |
|                              |                       | Ancho ovario                       | 1.7  |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 15.05  |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 6.65   |
| Forma ápice                  | Entallado            | Grosor cáscara (cm)          | 0.3    |
| Contricción basal            | Débil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.2    |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballete (cm)               | 0.5    |
| Resistencia de cáscara       | Débil                | Peso (g)                     | 389.14 |
| Color de la pulpa            | Crema oscura         | Número de semilla            | 29     |
|                              |                      | índice de fruto              | 53.879 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|---------|
| Cenizas (%)            | 7.11  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Grasas (%)             | 38.77 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 1.754   |
| Proteínas (%)          | 33.13 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 0.904   |
| Fosforo (%)            | 1.61  | Color de semilla               | Blanco     | Grosor (cm)                     | 0.464   |
| Calcio (%)             | 0.40  |                                |            | Peso seco (g)                   | 0.64    |
| Potasio (%)            | 1.50  |                                |            | Índice de semillas              | 0.64    |
| Fibra (%)              | 18.71 |                                |            | Número de semilla seca por kg   | 1562.50 |
| Humedad parcial (%)    | 40.12 |                                |            |                                 |         |
| Humedad total (%)      | 2.74  |                                |            |                                 |         |



## Santa Clara 8

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |               | Datos cuantitativos del árbol |       |
|-----------------------------|---------------|-------------------------------|-------|
| Edad                        | 80 años       | Altura (m)                    | 7     |
| Árbol                       | Santa Clara 8 | DAP(cm)                       | 11.03 |
| Arquitectura                |               | Número de chupones            | 4     |
| Forma                       | Erecta        | Número de cojinetes por metro | 18    |
| Ramificación                | Intermedia    | Número de flores por cojinete | 9     |
| Vigor                       | Débil         | Número de frutos por árbol    | 70    |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 29.38 | Forma de la base                 | Aguda       |
| Longitud de media (cm)      | 15.1  | Forma de ápice                   | Agudo       |
| Ancho(cm)                   | 9.51  | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Verde claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil                 | Longitud sépalos                   | 5.32 |
| Antocianina en sépalo        | Débil                 | Ancho sépalos                      | 1.68 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada              | Longitud de estaminodio            | 5.12 |
| Color de ligula              | Crema                 | Longitud de estilo                 | 1.32 |
| Color externo del ovario     | Verde claro 2.5G Y8/6 | Longitud de ovario                 | 1.2  |
|                              |                       | Ancho de ovario                    | 1.7  |



## Santa Clara 9

| Datos del lugar              |                         |                                  |             |
|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------|
| Departamento                 | La Paz                  | Área de la finca                 | 1200 Mz     |
| Municipio                    | San Luis talpa          | Área de cacao                    | 1 Mz        |
| Cantón                       | San Francisco, Amatepe  | Latitud                          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca           | La montañosa            | Longitud                         | 89°04'38.4" |
| Propietario                  | Cooperativa Santa Clara | Altitud                          | 7 msnm      |
| Datos cualitativos de árbol  |                         | Datos cuantitativos del árbol    |             |
| Edad                         | 80 años                 | Altura (m)                       | 7           |
| Árbol                        | Santa Clara 9           | DAP(cm)                          | 17.09       |
| Arquitectura                 |                         | Número de chupones               |             |
| Forma                        | Erecta                  | Número de cojinetes por metro    | 17          |
| Ramificación                 | Intermedia              | Número de flores por cojinete    | 10.8        |
| Vigor                        | Intermedio              | Número de frutos por árbol       | 26          |
| Datos cuantitativos de hojas |                         | Datos cuantitativos de hojas     |             |
| Longitud (cm)                | 30.61                   | Forma de la base                 | Obtusa      |
| Longitud de media (cm)       | 16.2                    | Forma de ápice                   | Apiculado   |
| Ancho(cm)                    | 11.02                   | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                              |                         | Color de brotes tiernos          | Rojo claro  |
|                              |                         | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores |                | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|----------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Fuerte         | Longitud sépalos                   | 7.2  |
| Antocianina en sépalo        | Fuerte         | Ancho sépalos                      | 2.06 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada       | Longitud de estaminodio            | 5.9  |
| Color de lígula              | Amarillo crema | Longitud de estilo                 | 1.38 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6   | Longitud de ovario                 | 1    |
|                              |                | Ancho ovario                       | 2.22 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 17     |
| Color                        | Anaranjado           | Ancho (cm)                   | 8      |
| Forma ápice                  | Obtuso               | Grosor cáscara (cm)          | 1.1    |
| Contricción basal            | Moderada             | Profundidad de surco (cm)    | 0.3    |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 1.3    |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 452.8  |
| Color de pulpa               | Blanco               | Número de semilla            | 36     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 49.603 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|---------|
| Cenizas (%)            | 4.65  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Grasas (%)             | 47.93 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 2.2     |
| Proteínas (%)          | 32.61 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.16    |
| Fosforo (%)            | 1.07  | Color de semilla               | Purpura    | Grosor (cm)                     | 0.82    |
| Calcio (%)             | 0.54  |                                |            | Peso seco (g)                   | 0.56    |
| Potasio (%)            | 1.10  |                                |            | Índice de semillas              | 0.56    |
| Fibra (%)              | 8.28  |                                |            | Número de semilla seca por kg   | 1785.71 |
| Humedad parcial (%)    | 27.50 |                                |            |                                 |         |
| Humedad total (%)      | 1.33  |                                |            |                                 |         |



## Santa Clara 10

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 9   |
| Árbol                       | Santa Clara 10 | DAP(cm)                       | 6.7 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            |     |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 18  |
| Ramificación                | Intermedia     | Número de flores por cojinete | 5.4 |
| Vigor                       | Débil          | Número de frutos por árbol    | 43  |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 37.35 | Forma de la base                 | Aguda      |
| Longitud de media (cm)      | 18.8  | Forma de ápice                   | Apiculado  |
| Ancho(cm)                   | 13.6  | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Rojo medio |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |       |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|-------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 18    |
| Color                        | Rojo medio           | Ancho (cm)                   | 7     |
| Forma ápice                  | Obtuso               | Grosor cáscara (cm)          | 1.2   |
| Contricción basal            | Moderada             | Profundidad de surco (cm)    | 0.3   |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 1.2   |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 447.8 |
| Color de pulpa               | Blanco               | Número de semilla            | 30    |
|                              |                      | Índice de fruto              | 32.5  |
|                              |                      |                              | 52    |

| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Fuerte                | Longitud sépalos                   | 5.34 |
| Antocianina en sépalo        | Moderada              | Ancho sépalos                      | 1.9  |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada              | Long estaminodio                   | 4.94 |
| Color de lígula              | Amarillo crema        | Long estilo                        | 1.44 |
| Color externo del ovario     | Amarillo crema 5y 8/8 | Long ovario                        | 1.14 |
|                              |                       | Ancho ovario                       | 2.22 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |        |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|--------|
| Cenizas (%)            | 3.96  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |        |
| Grasas (%)             | 59.69 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 1.88   |
| Proteínas (%)          | 31.38 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.02   |
| Fosforo (%)            | 1.83  | Color de semilla               | Purpura    | Grosor (cm)                     | 0.72   |
| Calcio (%)             | 0.68  |                                |            | Peso seco (g)                   | 1.024  |
| Potasio (%)            | 1.33  |                                |            | Índice de semillas              | 1.024  |
| Fibra (%)              | 24.90 |                                |            | Número de semilla seca por kg   | 976.56 |
| Humedad parcial (%)    | 25.20 |                                |            |                                 |        |
| Humedad total (%)      | 1.32  |                                |            |                                 |        |



## Santa Clara 11

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |       |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|-------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 9     |
| Árbol                       | Santa Clara 11 | DAP(cm)                       | 14.02 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 6     |
| Forma                       | Intermedio     | Número de cojinetes por metro | 20    |
| Ramificación                | Verticilada    | Número de flores por cojinete | 10.2  |
| Vigor                       | Intermedio     | Número de frutos por árbol    | 25    |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |        |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|--------|
| Longitud (cm)               | 40.29 | Forma de la base                 | aguda  |
| Longitud de media (cm)      | 22.97 | Forma de ápice                   | agudo  |
| Ancho(cm)                   | 12.59 | Intensidad de pigmentación verde | oscuro |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | marrón |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | débil  |

| Datos cualitativos de Flores |                | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|----------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil          | Longitud sépalos                   | 7.8  |
| Antocianina en sépalo        | Moderada       | Ancho sépalos                      | 2    |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada       | Long estaminodio                   | 5.2  |
| Color de ligula              | Amarillo crema | Long estilo                        | 1.38 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6   | Long ovario                        | 1.16 |
|                              |                | Ancho ovario                       | 2.34 |

| Datos cualitativos de frutos |                           | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                     | Longitud (cm)                | 12.675 |
| Color                        | Amarillo verde            | Ancho (cm)                   | 6.975  |
| Forma ápice                  | Obtuso                    | Grosor cáscara (cm)          | 0.6    |
| Contrición basal             | Débil                     | Profundidad de surco (cm)    | 0.2    |
| Rugosidad                    | Lisa o ligeramente rugosa | Caballote (cm)               | 1.1    |
| Resistencia de cáscara       | Débil                     | Peso (g)                     | 438.7  |
| Color de pulpa               | Blanco                    | Número de semilla            | 30     |
|                              |                           | Índice de fruto              | 36.364 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|---------|
| Cenizas (%)            | 4.94  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Grasas (%)             | 33.69 | Forma sección longitudinal     | Elíptica   | Longitud (cm)                   | 1.967   |
| Proteínas (%)          | 28.63 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.133   |
| Fosforo (%)            | 1.40  | Color de semilla               | Purpura    | Grosor (cm)                     | 0.600   |
| Calcio (%)             | 0.46  |                                |            | Peso seco (g)                   | 0.917   |
| Potasio (%)            | 1.15  |                                |            | Índice de semillas              | 0.917   |
| Fibra (%)              | 6.50  |                                |            | Número de semilla seca por kg   | 1090.91 |
| Humedad parcial (%)    | 35.29 |                                |            |                                 |         |
| Humedad total (%)      | 2.07  |                                |            |                                 |         |



## Santa Clara 12

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |       |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|-------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 4     |
| Árbol                       | Santa Clara 12 | DAP(cm)                       | 6     |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 6     |
| Forma                       | Pendulosa      | Número de cojinete por metro  | 19    |
| Ramificación                | Intermedia     | Número de flores por cojinete | 11.25 |
| Vigor                       | Intermedio     | Número de frutos por árbol    | 15    |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 36.21 | Forma de la base                 | Obtusa      |
| Longitud de media (cm)      | 18.49 | Forma de ápice                   | Agudo       |
| Ancho(cm)                   | 13.94 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Rojo oscuro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores |                | Datos cuantitativos de flores |      |
|------------------------------|----------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Ausente        | Longitud sépalos              | 7.8  |
| Antocianina en sépalo        | Débil          | Ancho sépalos                 | 2    |
| Antocianina en estaminodio   | Débil          | Long estaminodio              | 5.2  |
| Color de lígula              | Amarillo crema | Long estilo                   | 1.38 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6   | Long ovario                   | 1.16 |
|                              |                | Ancho ovario                  | 2.34 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 17.575 |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 8.6    |
| Forma ápice                  | Agudo                | Grosor cáscara (cm)          | 0.5    |
| Contricción basal            | Débil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.15   |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 0.6    |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 572.3  |
| Color de pulpa               | Blanco               | Numero de semilla            | 30     |
|                              |                      | índice de fruto              | 32.68  |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |          |                                 |        |
|------------------------|-------|--------------------------------|----------|---------------------------------|--------|
| Cenizas (%)            | 4.67  | Datos cualitativos de semillas |          | Datos cuantitativos de semillas |        |
| Grasas (%)             | 36.98 | Forma sección longitudinal     | Ovada    | Longitud (cm)                   | 2.08   |
| Proteínas (%)          | 30.67 | Forma sección transversal      | Aplanada | Ancho (cm)                      | 1.16   |
| Fosforo (%)            | 1.30  | Color de semilla               | Jaspeado | Grosor (cm)                     | 0.72   |
| Calcio (%)             | 0.80  |                                |          | Peso seco (g)                   | 1.02   |
| Potasio (%)            | 1.50  |                                |          | Índice de semillas              | 1.02   |
| Fibra (%)              | 20.00 |                                |          | Número de semilla seca por kg   | 980.39 |
| Humedad parcial (%)    | 24.38 |                                |          |                                 |        |
| Humedad total (%)      | 1.96  |                                |          |                                 |        |



## Santa Clara 13

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |      |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 5    |
| Árbol                       | Santa Clara 13 | DAP(cm)                       | 6.49 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 6    |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 23   |
| Ramificación                | Verticilada    | Número de flores por cojinete | 9.6  |
| Vigor                       | Débil          | Número de frutos por árbol    | 9    |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 28.25 | Forma de la base                 | Aguda      |
| Longitud de media (cm)      | 15.92 | Forma de ápice                   | Agudo      |
| Ancho(cm)                   | 9.91  | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Rojo medio |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores |              | Datos cuantitativos de flores |      |
|------------------------------|--------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Moderada     | Longitud sépalos              | 5.72 |
| Antocianina en sépalo        | Fuerte       | Ancho sépalos                 | 1.7  |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada     | Long estaminodio              | 5.1  |
| Color de lígula              | Amarillo     | Long estilo                   | 1.8  |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6 | Long ovario                   | 1.06 |
|                              |              | Ancho ovario                  | 2.38 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 9.5    |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 6.6    |
| Forma ápice                  | Obtuso               | Grosor cáscara (cm)          | 0.77   |
| Contricción basal            | Ausente              | Profundidad de surco (cm)    | 0.16   |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 0.66   |
| Resistencia de cáscara       | Media                | Peso (g)                     | 456.4  |
| Color de pulpa               | Blanco               | Número de semilla            | 40     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 46.468 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|---------|
| Cenizas (%)            | 6.10  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Grasas (%)             | 39.12 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 2.02    |
| Proteínas (%)          | 29.64 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.1     |
| Fosforo (%)            | 2.06  | Color de semilla               | Jaspeado   | Grosor (cm)                     | 0.78    |
| Calcio (%)             | 0.46  |                                |            | Peso seco (g)                   | 0.538   |
| Potasio (%)            | 1.77  |                                |            | Índice de semillas              | 0.538   |
| Fibra (%)              | 17.47 |                                |            | Número de semilla seca por kg   | 1858.74 |
| Humedad parcial (%)    | 34.20 |                                |            |                                 |         |
| Humedad total (%)      | 3.25  |                                |            |                                 |         |



## Santa Clara 14

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores |      |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Moderada              | Longitud sépalos              | 5.14 |
| Antocianina en sépalo        | Débil                 | Ancho sépalos                 | 1.18 |
| Antocianina en estaminodio   | Fuerte                | Long estaminodio              | 6.16 |
| Color de lígula              | Amarillo              | Long estilo                   | 1.12 |
| Color externo del ovario     | Verde claro 2.5G Y8/6 | Long ovario                   | 1    |
|                              |                       | Ancho ovario                  | 1.6  |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |       |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|-------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 6     |
| Árbol                       | Santa Clara 14 | DAP(cm)                       | 11.08 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 3     |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 25    |
| Ramificación                | Simple         | Número de flores por cojinete | 7.4   |
| Vigor                       | Intermedio     | Número de frutos por árbol    | 55    |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 32.05 | Forma de la base                 | Obtusa     |
| Longitud de media (cm)      | 16.95 | Forma de ápice                   | Agudo      |
| Ancho(cm)                   | 12.11 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | rojo medio |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |



## Santa Clara 15

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 89°04'38.4" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 13°23'23.5" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 9   |
| Árbol                       | Santa Clara 15 | DAP(cm)                       | 6.3 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            |     |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 30  |
| Ramificación                | Verticilada    | Número de flores por cojinete | 6.8 |
| Vigor                       | Intermedio     | Número de frutos por árbol    | 130 |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 34.09 | Forma de la base                 | Obtusa     |
| Longitud de media (cm)      | 18.1  | Forma de ápice                   | Apiculado  |
| Ancho(cm)                   | 12.8  | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Rojo medio |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Fuerte                | Longitud sépalos                   | 5.2  |
| Antocianina en sépalo        | Moderada              | Ancho sépalos                      | 2    |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada              | Long estaminodio                   | 5.52 |
| Color de ligula              | amarillo crema        | Longitud estilo                    | 1.44 |
| Color externo del ovario     | Amarillo crema 5y 8/8 | Longitud ovario                    | 1.12 |
|                              |                       | Ancho ovario                       | 1.9  |



## Santa Clara 16

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |      |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 8    |
| Árbol                       | Santa Clara 16 | DAP(cm)                       | 10.5 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 3    |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 15   |
| Ramificación                | Verticilada    | Número de flores por cojinete | 4    |
| Vigor                       | Intermedio     | Número de frutos por árbol    | 61   |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 31.49 | Forma de la base                 | Aguda      |
| Longitud de media (cm)      | 16.6  | Forma de ápice                   | Apiculado  |
| Ancho(cm)                   | 11.61 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | rojo medio |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores |              | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|--------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Moderada     | Longitud sépalos                   | 5.06 |
| Antocianina en sépalo        | Débil        | Ancho sépalos                      | 1.08 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada     | Long estaminodio                   | 5.46 |
| Color de lígula              | Crema        | Long estilo                        | 1.02 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6 | Long ovario                        | 1.02 |
|                              |              | Ancho ovario                       | 1.4  |



## Santa Clara 17

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cuantitativos del árbol |                |                               |     |
|-------------------------------|----------------|-------------------------------|-----|
| Edad                          | 80 años        | Altura (m)                    | 5   |
| Árbol                         | Santa Clara 17 | DAP(cm)                       | 6.5 |
| Arquitectura                  |                | Número de chupones            | 5   |
| Forma                         | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 19  |
| Ramificación                  | Verticilada    | Numero de flores por cojinete | 6.8 |
| Vigor                         | intermedio     | Numero de frutos por árbol    | 80  |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 37.92 | Forma de la base                 | Obtusa     |
| Longitud de media (cm)      | 21.21 | Forma de ápice                   | Apiculado  |
| Ancho(cm)                   | 13.75 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | rojo claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores |                | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|----------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Fuerte         | Longitud sépalos                   | 6.2  |
| Antocianina en sépalo        | Moderada       | Ancho sépalos                      | 1.8  |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada       | Long estaminodio                   | 5.56 |
| Color de lígula              | Amarillo crema | Long estilo                        | 1.34 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6   | Long ovario                        | 1.04 |
|                              |                | Ancho ovario                       | 1.62 |



## Santa Clara 18

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 5   |
| Árbol                       | Santa Clara 18 | DAP(cm)                       | 5.5 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 3   |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 19  |
| Ramificación                | Intermedia     | Número de flores por cojinete | 4.6 |
| Vigor                       | Débil          | Número de frutos por árbol    | 25  |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 27.57 | Forma de la base                 | Obtusa      |
| Longitud de media (cm)      | 12.85 | Forma de ápice                   | Apiculado   |
| Ancho(cm)                   | 9.6   | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Verde claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores |                | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|----------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil          | Longitud sépalos                   | 5    |
| Antocianina en sépalo        | Débil          | Ancho sépalos                      | 1.08 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada       | Long estaminodio                   | 5.68 |
| Color de lígula              | Amarillo crema | Long estilo                        | 1.08 |
| Color externo del ovario     | crema 5y 8/6   | Long ovario                        | 1.06 |
|                              |                | Ancho ovario                       | 1.48 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Obovado              | Longitud (cm)                | 19.8   |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 7.7    |
| Forma ápice                  | Agudo                | Grosor cáscara (cm)          | 0.7    |
| Contricción basal            | Moderada             | Profundidad de surco (cm)    | 0.5    |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballete (cm)               | 1.2    |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 564.32 |
| Color de pulpa               | Blanco               | Número de semilla            | 35     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 31.056 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |        | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |         |
|------------------------|--------|--------------------------------|------------|---------------------------------|---------|
| Grasas (%)             | 49.05  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Proteínas (%)          | 26.50  | Forma sección longitudinal     | Oblonga    | Longitud (cm)                   | 1.96    |
| Humedad parcial (%)    | 9.54   | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.02    |
| Humedad total (%)      | 13.031 | Color de semilla               | Purpura    | Grosor (cm)                     | 0.6     |
|                        |        |                                |            | Peso seco (g)                   | 0.92    |
|                        |        |                                |            | Índice de semillas              | 0.92    |
|                        |        |                                |            | Número de semilla por kg        | 1086.96 |



## Santa Clara 19

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |      |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 5    |
| Árbol                       | Santa Clara 19 | DAP(cm)                       | 15.6 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            |      |
| Forma                       | Intermedia     | Número de cojinetes por metro | 21   |
| Ramificación                | Intermedia     | Número de flores por cojinete | 0    |
| Vigor                       | Intermedia     | Número de frutos por árbol    | 40   |

| Datos cualitativos de Flores |              | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|--------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Fuerte       | Longitud sépalos                   | 5.84 |
| Antocianina en sépalo        | Débil        | Ancho sépalos                      | 1.86 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada     | Longitud de estaminodio            | 5.54 |
| Color de lígula              | Crema        | Longitud de estilo                 | 1.38 |
| Color externo del ovario     | crema 5y 8/6 | Longitud de ovario                 | 1.18 |
|                              | Fuerte       | Ancho ovario                       | 2    |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 34.16 | Forma de la base                 | Obtusa     |
| Longitud de media (cm)      | 15.65 | Forma de ápice                   | Apiculado  |
| Ancho(cm)                   | 12.55 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Rojo claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Oblonga              | Longitud (cm)                | 19     |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 7.9    |
| Forma ápice                  | Obtuso               | Grosor cáscara (cm)          | 0.5    |
| Contricción basal            | Débil                | Profundidad. de surco (cm)   | 0.5    |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 1      |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 577.65 |
| Color de pulpa               | Blanco               | Número de semilla            | 40     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 17.857 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |      |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|------|
| Cenizas (%)            | 3.57  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |      |
| Grasas (%)             | 41.56 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 2.66 |
| Proteínas (%)          | 30.67 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.4  |
| Fosforo (%)            | 1.81  | Color de semilla               | Purpura    | Grosor (cm)                     | 0.64 |
| Calcio (%)             | 0.46  |                                |            | Peso seco (g)                   | 1.4  |
| Potasio (%)            | 1.66  |                                |            | Índice de semillas              | 1.4  |
| Fibra (%)              | 21.85 |                                |            | Número de semilla por kg        |      |
| Humedad parcial (%)    | 28.07 |                                |            |                                 |      |
| Humedad total (%)      | 1.91  |                                |            |                                 |      |



## Santa Clara 20

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |      |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 8    |
| Árbol                       | Santa Clara 20 | DAP(cm)                       | 12.6 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 3    |
| Forma                       | Intermedio     | Número de cojinetes por metro | 23   |
| Ramificación                | Intermedio     | Número de flores por cojinete | 4.8  |
| Vigor                       | Intermedio     | Número de frutos por árbol    | 39   |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |           |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-----------|
| Longitud (cm)               | 33.8  | Forma de la base                 | Obtusa    |
| Longitud de media (cm)      | 15.6  | Forma de ápice                   | Apiculado |
| Ancho(cm)                   | 12.09 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro    |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Marrón    |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil     |

| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil                 | Longitud sépalos                   | 5.6  |
| Antocianina en sépalo        | Moderada              | Ancho sépalos                      | 1.72 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada              | Longitud de estaminodio            | 5.14 |
| Color de lígula              | Crema                 | Longitud de estilo                 | 1.16 |
| Color externo del ovario     | Amarillo crema 5y 8/8 | Longitud de ovario                 | 1.1  |
|                              |                       | Ancho ovario                       | 2.06 |



# Santa Clara 21

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 6   |
| Árbol                       | Santa Clara 21 | DAP(cm)                       | 5.4 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 4   |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 35  |
| Ramificación                | Intermedio     | Número flores por cojinete    | 9   |
| Vigor                       | Intermedio     | Número frutos por árbol       | 105 |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 34.16 | Forma de la base                 | Aguda      |
| Longitud de media (cm)      | 16.65 | Forma de ápice                   | Acuminado  |
| Ancho(cm)                   | 12.55 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Rojo claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores |                | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|----------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil          | Longitud sépalos                   | 80   |
| Antocianina en sépalo        | Moderada       | Ancho sépalos                      | 5.4  |
| Antocianina en estaminodio   | Fuerte         | Long estaminodio                   | 1.8  |
| Color de lígula              | Amarillo crema | Long estilo                        | 5.82 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6   | Long ovario                        | 1.92 |
|                              |                | Ancho ovario                       | 1.22 |

| Datos cuantitativos de fruto |       |
|------------------------------|-------|
| Longitud (cm)                | 18.5  |
| Ancho (cm)                   | 9.3   |
| Grosor cáscara (cm)          | 0.8   |
| Profundidad de surco (cm)    | 0.2   |
| Caballote (cm)               | 1.2   |
| Peso (g)                     | 450.2 |
| N° de semilla                | 36    |



## Santa Clara 22

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol  |      |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------|------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                     | 6    |
| Árbol                       | Santa Clara 22 | DAP(cm)                        | 7.9  |
| Arquitectura                |                | Número de chupones             |      |
| Forma                       | Pendulosa      | Número de cojinetes por metro  | 14.5 |
| Ramificación                | Intermedia     | Número de flores por cojinetes | 11.8 |
| Vigor                       | Intermedio     | Número de frutos por árbol     | 38   |

| Datos cualitativos de hojas |      | Datos cuantitativos de hojas     |           |
|-----------------------------|------|----------------------------------|-----------|
| Longitud (cm)               | 32.3 | Forma de la base                 | obtusa    |
| Longitud de media (cm)      | 17.5 | Forma de ápice                   | apiculado |
| Ancho(cm)                   | 11.4 | Intensidad de pigmentación verde | oscuro    |
|                             |      | Color de brotes tiernos          | marrón    |
|                             |      | Pubescencia en brotes terminales | débil     |

| Datos cualitativos de Flores |                        | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|------------------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Fuerte                 | Longitud sépalos                   | 6.3  |
| Antocianina en sépalo        | Moderada               | Ancho sépalos                      | 1.78 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada               | Longitud de estaminodio            | 5.92 |
| Color de ligula              | Crema                  | Longitud de estilo                 | 1.84 |
| Color externo del ovario     | Amarillo crema 5 y 8/8 | Longitud de ovario                 | 1.1  |
|                              |                        | Ancho ovario                       | 2    |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       |
|------------------------|-------|
| Cenizas (%)            | 4.04  |
| Grasas (%)             | 62.57 |
| Proteínas (%)          | 34.93 |
| Fosforo (%)            | 1.55  |
| Calcio (%)             | 0.54  |
| Potasio (%)            | 1.36  |
| Fibra (%)              | 14.50 |
| Humedad parcial (%)    | 32.20 |
| Humedad total (%)      | 1.75  |



## Santa Clara 23

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 6   |
| Árbol                       | Santa Clara 23 | DAP(cm)                       | 5.7 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 4   |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 25  |
| Ramificación                | Simple         | Número de flores por cojinete | 7.2 |
| Vigor                       | Débil          | Número de frutos por árbol    | 65  |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 27.55 | Forma de la base                 | Obtusa      |
| Longitud de media (cm)      | 14.2  | Forma de ápice                   | Apiculado   |
| Ancho(cm)                   | 8.8   | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Rojo oscuro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores |               | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|---------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Fuerte        | Longitud sépalos                   | 6.48 |
| Antocianina en sépalo        | Débil         | Ancho sépalos                      | 2    |
| Antocianina en estaminodio   | Fuerte        | Longitud de estaminodio            | 7.14 |
| Color de lígula              | Amarillo      | Longitud de estilo                 | 1.98 |
| Color externo del ovario     | Crema 5 y 8/6 | Longitud de ovario                 | 1.1  |
|                              |               | Ancho ovario                       | 1.6  |



## Santa Clara 24

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |      |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 9    |
| Árbol                       | Santa Clara 24 | DAP(cm)                       | 9.5  |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 3    |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 23   |
| Ramificación                | Intermedia     | Número de flores por cojinete | 7.28 |
| Vigor                       | Intermedio     | Número de frutos por árbol    | 90   |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 30.8  | Forma de la base                 | Obtusa      |
| Longitud de media (cm)      | 17.3  | Forma de ápice                   | Apiculado   |
| Ancho(cm)                   | 10.79 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Verde claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Moderada              | Longitud sépalos                   | 5.42 |
| Antocianina en sépalo        | Débil                 | Ancho sépalos                      | 1.6  |
| Antocianina en estaminodio   | Fuerte                | Longitud de estaminodio            | 5.4  |
| Color de lígula              | Crema                 | Longitud de estilo                 | 1.6  |
| Color externo del ovario     | Amarillo crema 5y 8/8 | Longitud de ovario                 | 1.42 |
|                              |                       | Ancho ovario                       | 2    |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 14.1   |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 7.2    |
| Forma ápice                  | Obtuso               | Grosor cáscara (cm)          | 0.8    |
| Contricción basal            | Débil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.2    |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 1      |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 455.68 |
| Color de pulpa               |                      | Número de semilla            | 43     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 24.225 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|---------|
| Cenizas (%)            | 5.04  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Grasas (%)             | 35.54 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 2.16    |
| Proteínas (%)          | 28.72 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.138   |
| Fosforo (%)            | 1.44  | Color de semilla               | Morado     | Grosor (cm)                     | 0.792   |
| Calcio (%)             | 0.52  |                                |            | Peso seco (g)                   | 0.96    |
| Potasio (%)            | 1.89  |                                |            | Índice de semillas              | 0.96    |
| Fibra (%)              | 3.59  |                                |            | Número de semilla por kg        | 1041.67 |
| Humedad parcial (%)    | 36.07 |                                |            |                                 |         |
| Humedad total (%)      | 2.96  |                                |            |                                 |         |



## Santa Clara 25

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |       |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|-------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 9     |
| Árbol                       | Santa Clara 25 | DAP(cm)                       | 13.75 |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 5     |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 19    |
| Ramificación                | Intermedio     | Número de flores por cojinete | 13.2  |
| Vigor                       | Intermedio     | Número de frutos por árbol    | 60    |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 35.9  | Forma de la base                 | Aguda      |
| Longitud de media (cm)      | 18.6  | Forma de ápice                   | Apiculado  |
| Ancho(cm)                   | 11.59 | Intensidad de pigmentación verde | oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | rojo claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | débil      |

| Datos cualitativos de Flores |                  | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|------------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Moderada         | Longitud sépalos                   | 5    |
| Antocianina en sépalo        | Débil            | Ancho sépalos                      | 1.06 |
| Antocianina en estaminodio   | Fuerte           | Longitud de estaminodio            | 5.1  |
| Color de lígula              | Crema            | Longitud de estilo                 | 2.04 |
| Color externo del ovario     | Amarillo 5Y 8/10 | Longitud de ovario                 | 1.4  |
|                              |                  | Ancho ovario                       | 1.5  |

| Datos cualitativos de frutos |                           | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                     | Longitud (cm)                | 18     |
| Color                        | Amarillo verde            | Ancho (cm)                   | 9      |
| Forma ápice                  | Agudo                     | Grosor cáscara (cm)          | 1.1    |
| Contricción basal            | Débil                     | Profundidad de surco (cm)    | 0.2    |
| Rugosidad                    | Lisa o ligeramente rugosa | Caballote (cm)               | 1.3    |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte                    | Peso (g)                     | 580.62 |
| Color de pulpa               | Blanco                    | Número de semilla            | 34     |
|                              |                           | Índice de fruto              | 24.510 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |        |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|--------|
| Grasas (%)             | 45.46 | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |        |
| Proteínas (%)          | 28.81 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 2.458  |
| Humedad parcial (%)    | 29.86 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.122  |
| Humedad total (%)      | 2.28  | Color de semilla               | Jaspeado   | Grosor (cm)                     | 0.796  |
|                        |       |                                |            | Peso seco (g)                   | 1.2    |
|                        |       |                                |            | Índice de semillas              | 1.2    |
|                        |       |                                |            | Número semilla por kg           | 833.33 |
|                        |       |                                |            |                                 |        |
|                        |       |                                |            |                                 |        |
|                        |       |                                |            |                                 |        |
|                        |       |                                |            |                                 |        |



## Santa Clara 26

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |      |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 10   |
| Árbol                       | Santa Clara 26 | DAP(cm)                       | 8.9  |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            | 8    |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 14   |
| Ramificación                | Simple         | Número de flores por cojinete | 6.75 |
| Vigor                       | Intermedio     | Número de frutos por árbol    | 120  |

| Datos cualitativos de hojas |        | Datos cuantitativos de hojas     |           |
|-----------------------------|--------|----------------------------------|-----------|
| Longitud (cm)               | 36.064 | Forma de la base                 | Aguda     |
| Longitud de media (cm)      | 19.85  | Forma de ápice                   | Acuminado |
| Ancho(cm)                   | 12.72  | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro    |
|                             |        | Color de brotes tiernos          | Marrón    |
|                             |        | Pubescencia en brotes terminales | Débil     |

| Datos cualitativos de Flores |                  | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|------------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Moderada         | Longitud sépalos                   | 5.76 |
| Antocianina en sépalo        | Débil            | Ancho sépalos                      | 1.78 |
| Antocianina en estaminodio   | Fuerte           | Longitud estaminodio               | 5.2  |
| Color de lígula              | Crema            | Longitud de estilo                 | 1.94 |
| Color externo del ovario     | Amarillo 5Y 8/10 | Longitud de ovario                 | 1.22 |
|                              |                  | Ancho ovario                       | 1.7  |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Oblonga              | Longitud (cm)                | 16     |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 8.5    |
| Forma ápice                  | Obtuso               | Grosor cáscara (cm)          | 1.08   |
| Contricción basal            | Débil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.32   |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 1.2    |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 456.52 |
| Color de pulpa               | Blanco               | Número de semilla            | 40     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 26.042 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|---------|
| Grasas (%)             | 41.81 | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Proteínas (%)          | 25.22 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 2.304   |
| Humedad parcial (%)    | 38.54 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.28    |
| Humedad total (%)      | 2.73  | Color de semilla               | Jaspeado   | Grosor (cm)                     | 0.802   |
|                        |       |                                |            | Peso seco (g)                   | 0.96    |
|                        |       |                                |            | Índice de semillas              | 0.96    |
|                        |       |                                |            | Número de semilla por kg        | 1041.67 |



## Santa Clara 27

| Datos del lugar    |                         |                  |             |
|--------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Departamento       | La Paz                  | Área de la finca | 1200 Mz     |
| Municipio          | San Luis Talpa          | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Cantón             | San Francisco, Amatepe  | Latitud          | 13°23'23.5" |
| Nombre de la finca | La montañosa            | Longitud         | 89°04'38.4" |
| Propietario        | Cooperativa Santa Clara | Altitud          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |                | Datos cuantitativos del árbol |       |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|-------|
| Edad                        | 80 años        | Altura (m)                    | 4     |
| Árbol                       | Santa Clara 27 | DAP(cm)                       | 9.5   |
| Arquitectura                |                | Número de chupones            |       |
| Forma                       | Erecta         | Número de cojinetes por metro | 22    |
| Ramificación                | Simple         | Número de flores por cojinete | 12.72 |
| Vigor                       | Débil          | Número de frutos por árbol    | 60    |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 33.14 | Forma de la base                 | Aguda      |
| Longitud de media (cm)      | 18.45 | Forma de ápice                   | Agudo      |
| Ancho(cm)                   | 11.7  | Intensidad de pigmentación verde | oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | rojo claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores |                | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|----------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil          | Longitud sépalos                   | 5.2  |
| Antocianina en sépalo        | Moderada       | Ancho sépalos                      | 1.92 |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada       | Longitud de estaminodio            | 5.08 |
| Color de lígula              | Amarillo crema | Longitud de estilo                 | 1.74 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6   | Longitud de ovario                 | 1.24 |
|                              |                | Ancho de ovario                    | 1.92 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Oblonga              | Longitud (cm)                | 18.5   |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 8.25   |
| Forma ápice                  | Obtuso               | Grosor cáscara (cm)          | 1.35   |
| Contricción basal            | Débil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.25   |
| Rugosidad                    | moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 1.2    |
| Resistencia de cáscara       | fuerte               | Peso (g)                     | 465.23 |
| Color de pulpa               | blanco               | Número de semilla            | 45     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 34.400 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|---------|
| Cenizas (%)            | 4.80  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Grasas (%)             | 39.79 | Forma sección longitudinal     | ovada      | Longitud (cm)                   | 2.432   |
| Proteínas (%)          | 27.56 | Forma sección transversal      | intermedia | Ancho (cm)                      | 1.36    |
| Fosforo (%)            | 1.04  | Color de semilla               | jaspeado   | Grosor (cm)                     | 0.674   |
| Calcio (%)             | 0.47  |                                |            | Peso seco (g)                   | 0.646   |
| Potasio (%)            | 1.06  |                                |            | Índice de semillas              | 0.646   |
| Fibra (%)              | 19.58 |                                |            | Número de semilla de kg         | 1547.99 |
| Humedad parcial (%)    | 37.20 |                                |            |                                 |         |
| Humedad total (%)      | 1.92  |                                |            |                                 |         |



# Arcatao 1

| Datos del lugar |               |                  |             |
|-----------------|---------------|------------------|-------------|
| Departamento    | Chalatenango. | Área de la finca | 4.28 Mz     |
| Municipio       | Arcatao       | Área de cacao    | 1/4 Ha      |
| Cantón          | Cerro Grande  | Latitud          | 14°05'11.8" |
| Propietario     | Marina Melgar | Longitud         | 88°46'52.9" |
|                 |               | Altitud (msnm)   | 519         |

| Datos cualitativos de árbol |            | Datos cuantitativos del árbol    |             |
|-----------------------------|------------|----------------------------------|-------------|
| Edad                        | 80 años    | Altura (m)                       | 6           |
| Árbol                       | Arcatao 1  | DAP(cm)                          | 9.7         |
| Arquitectura                |            | Número de chupones               | 0           |
| Forma                       | Erecta     | Número de cojinetes por metro    | 9           |
| Ramificación                | Intermedia | Número de flores por cojinetes   | 6.6         |
| Vigor                       | Intermedio | Número de frutos por árbol       | 45          |
| Datos cualitativos de hojas |            | Datos cuantitativos de hojas     |             |
| Longitud (cm)               | 27.6       | Forma de la base                 | Obtusa      |
| Longitud de media (cm)      | 15.3       | Forma de ápice                   | Acuminado   |
| Ancho(cm)                   | 9.5        | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |            | Color de brotes tiernos          | Verde claro |
|                             |            | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores |              | Datos cuantitativos de flores |      |
|------------------------------|--------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil        | Longitud sépalos              | 7    |
| Antocianina en sépalo        | Moderada     | Ancho sépalos                 | 2    |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada     | Longitud de estaminodio       | 5.8  |
| Color de lígula              | Crema        | Longitud de estilo            | 1.9  |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6 | Longitud de ovario            | 1.4  |
|                              |              | Ancho de ovario               | 1.02 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |         |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|---------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 12      |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 5       |
| Forma ápice                  | Entallado            | Grosor cáscara (cm)          | 0.5     |
| Contricción basal            | Ausente              | Profundidad de surco (cm)    | 0.3     |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballete (cm)               | 0.9     |
| Resistencia de cáscara       | Débil                | Peso (g)                     | 325.69  |
| Color de pulpa               | Blanco               | Número de semilla            | 14      |
|                              |                      | Índice de fruto              | 105.042 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|---------|
| Cenizas (%)            | 6.21  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Grasas (%)             | 52.85 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 1.6     |
| Proteínas (%)          | 25.88 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 0.6     |
| Fosforo (%)            | 1.18  | Color de semilla               | Blanco     | Grosor (cm)                     | 0.34    |
| Calcio (%)             | 0.50  |                                |            | Peso seco (g)                   | 0.68    |
| Potasio (%)            | 1.24  |                                |            | Índice de semillas              | 0.68    |
| Fibra (%)              | 6.26  |                                |            | Número de semilla por kg        | 1470.59 |
| Humedad parcial (%)    | 28.50 |                                |            |                                 |         |
| Humedad total (%)      | 2.06  |                                |            |                                 |         |



## Arcatao 2

| Datos del lugar |               |                  |             |
|-----------------|---------------|------------------|-------------|
| Departamento    | Chalatenango. | Área de la finca | 4.28 Mz     |
| Municipio       | Arcatao       | Área de cacao    | 1/4 Ha      |
| Cantón          | Cerro Grande  | Latitud          | 14°05'11.8" |
| Propietario     | Marina Melgar | Longitud         | 88°46'52.9" |
|                 |               | Altitud (msnm)   | 519         |

+

| Datos cualitativos de árbol |            | Datos cuantitativos del árbol |      |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|------|
| Edad                        | 80 años    | Altura (m)                    | 7    |
| Árbol                       | Arcatao 2  | DAP(cm)                       | 12.6 |
| Arquitectura                |            | Número de chupones            | 0    |
| Forma                       | Erecta     | Número de cojinetes por metro | 16   |
| Ramificación                | Intermedio | Número de flores por cojinete | 3.8  |
| Vigor                       | Intermedio | Número de frutos por árbol    | 50   |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 27.36 | Forma de la base                 | Obtusa      |
| Longitud de media (cm)      | 14.73 | Forma de ápice                   | Acuminado   |
| Ancho(cm)                   | 8.71  | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Verde claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores |              | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|--------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Débil        | Longitud sépalos                   | 74   |
| Antocianina en sépalo        | Moderada     | Ancho sépalos                      | 5.8  |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada     | Long estaminodio                   | 2    |
| Color de lígula              | Crema        | Long estilo                        | 5.4  |
| Color externo del ovario     | crema 5y 8/6 | Long ovario                        | 1.86 |
|                              |              | Ancho ovario                       | 1.42 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |         |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|---------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 14.25   |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 6       |
| Forma ápice                  | Entallado            | Grosor cáscara (cm)          | 0.65    |
| Contricción basal            | Debil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.6     |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballete (cm)               | 1.1     |
| Resistencia de cáscara       | Media                | Peso (g)                     | 348.25  |
| Color de pulpa               | Blanco               | Número de semilla            | 12      |
|                              |                      | Índice de fruto              | 139.821 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|---------|
| Cenizas (%)            | 5.05  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Grasas (%)             | 35.79 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 1.62    |
| Proteínas (%)          | 30.71 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 0.64    |
| Fosforo (%)            | 1.34  | Color de semilla               | Blanco     | Grosor (cm)                     | 0.38    |
| Calcio (%)             | 0.37  |                                |            | Peso seco (g)                   | 0.596   |
| Potasio (%)            | 1.39  |                                |            | Índice de semillas              | 0.596   |
| Fibra (%)              | 19.15 |                                |            | Número de semilla por kg        | 1677.85 |
| Humedad parcial (%)    | 36.52 |                                |            |                                 |         |
| Humedad total (%)      | 1.11  |                                |            |                                 |         |



## Arcatao 3

| Datos del lugar |               |                  |             |
|-----------------|---------------|------------------|-------------|
| Departamento    | Chalatenango. | Área de la finca | 4.28 Mz     |
| Municipio       | Arcatao       | Área de cacao    | 0.5 Mz      |
| Cantón          | Cerro Grande  | Latitud          | 14°05'11.8" |
| Propietario     | Marina Melgar | Longitud         | 88°46'52.9" |
|                 |               | Altitud (msnm)   | 519         |

| Datos cualitativos de árbol |             | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|-------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años     | Altura (m)                    | 10  |
| Árbol                       | Arcatao 3   | DAP(cm)                       | 8.3 |
| Arquitectura                |             | Número de chupones            | 5   |
| Forma                       | Erectam     | Número de cojinetes por metro | 11  |
| Ramificación                | Verticilada | Número de flores por cojinete | 4.2 |
| Vigor                       | Intermedio  | Número de frutos por árbol    | 74  |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 29.58 | Forma de la base                 | Obtusa      |
| Longitud de media (cm)      | 15.9  | Forma de ápice                   | Apiculado   |
| Ancho(cm)                   | 10.01 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Verde claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores (mm) |              | Datos cuantitativos de flores |      |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo           | Débil        | Longitud sépalos              | 6.4  |
| Antocianina en sépalo             | Moderada     | Ancho sépalos                 | 1.9  |
| Antocianina en estaminodio        | Débil        | Longitud de estaminodio       | 6    |
| Color de lígula                   | Crema        | Longitud de estilo            | 2.02 |
| Color externo del ovario          | Crema 5y 8/6 | Longitud de ovario            | 1.42 |
|                                   |              | Ancho ovario                  | 1.1  |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 10     |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 5      |
| Forma ápice                  | Entallado            | Grosor cáscara (cm)          | 0.6    |
| Contricción basal            | Debil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.18   |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 0.8    |
| Resistencia de cáscara       | Media                | Peso (g)                     | 369.24 |
| Color de pulpa               | Blanco               | N° de semilla                | 24     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 20.227 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |        |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|--------|
| Cenizas (%)            | 6.40  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |        |
| Grasas (%)             | 34.46 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 2.06   |
| Proteínas (%)          | 31.38 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.28   |
| Fosforo (%)            | 1.17  | Color de semilla               | Blanco     | Grosor (cm)                     | 1.092  |
| Calcio (%)             | 0.55  |                                |            | Peso seco (g)                   | 2.06   |
| Potasio (%)            | 1.28  |                                |            | Índice de semillas              | 2.06   |
| Fibra (%)              | 7.83  |                                |            | Número de semilla por kg        | 485.44 |
| Humedad parcial (%)    | 41.76 |                                |            |                                 |        |
| Humedad total (%)      | 3.29  |                                |            |                                 |        |



## Arcatao 4

| Datos del lugar     |               |                         |             |
|---------------------|---------------|-------------------------|-------------|
| <b>Departamento</b> | Chalatenango. | <b>Área de la finca</b> | 4.28 Mz     |
| <b>Municipio</b>    | Arcatao       | <b>Área de cacao</b>    | 0.5mz       |
| <b>Cantón</b>       | Cerro Grande  | <b>Latitud</b>          | 14°05'11.8" |
| <b>Propietario</b>  | Marina Melgar | <b>Longitud</b>         | 88°46'52.9" |
|                     |               | <b>Altitud (msnm)</b>   | 519         |

| Datos cualitativos de árbol |            | Datos cuantitativos del árbol        |      |
|-----------------------------|------------|--------------------------------------|------|
| <b>Edad</b>                 | 80 años    | <b>Altura (m)</b>                    | 8    |
| <b>Árbol</b>                | Arcatao 4  | <b>DAP(cm)</b>                       | 10.6 |
| <b>Arquitectura</b>         |            | <b>Numero de chupones</b>            | 3    |
| <b>Forma</b>                | Erecta     | <b>Numero de cojinetes por metro</b> | 15   |
| <b>Ramificación</b>         | Intermedio | <b>Numero de flores por cojinete</b> | 8.4  |
| <b>Vigor</b>                | Intermedio | <b>Numero de frutos por árbol</b>    | 67   |

| Datos cualitativos de hojas   |       | Datos cuantitativos de hojas            |             |
|-------------------------------|-------|---|-------------|
| <b>Longitud (cm)</b>          | 25.25 | <b>Forma de la base</b>                 | Oblonga     |
| <b>Longitud de media (cm)</b> | 13.4  | <b>Forma de ápice</b>                   | Apiculado   |
| <b>Ancho(cm)</b>              | 8.73  | <b>Intensidad de pigmentación verde</b> | Oscuro      |
|                               |       | <b>Color de brotes tiernos</b>          | Verde claro |
|                               |       | <b>Pubescencia en brotes terminales</b> | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores (mm) |                | Datos cuantitativos de flores |      |
|-----------------------------------|----------------|-------------------------------|------|
| <b>Antocianina en pedicelo</b>    | Débil          | <b>Longitud sépalos</b>       | 6    |
| <b>Antocianina en sépalo</b>      | Moderada       | <b>Ancho sépalos</b>          | 2    |
| <b>Antocianina en estaminodio</b> | Moderada       | <b>Long estaminodio</b>       | 5.4  |
| <b>Color de lígula</b>            | Amarillo crema | <b>Longitud estilo</b>        | 1.86 |
| <b>Color externo del ovario</b>   | Crema 5y 8/6   | <b>Longitud ovario</b>        | 1.28 |
|                                   |                | <b>Ancho ovario</b>           | 6    |

| Datos cualitativos de frutos  |                      | Datos cuantitativos de fruto     |        |
|-------------------------------|----------------------|----------------------------------|--------|
| <b>Forma</b>                  | Ovado                | <b>Longitud (cm)</b>             | 19.5   |
| <b>Color</b>                  | Amarillo verde       | <b>Ancho (cm)</b>                | 8.4    |
| <b>Forma ápice</b>            | Entallado            | <b>Grosor cáscara (cm)</b>       | 1.4    |
| <b>Contricción basal</b>      | Ausente              | <b>Profundidad de surco (cm)</b> | 0.4    |
| <b>Rugosidad</b>              | Moderadamente rugosa | <b>Caballote (cm)</b>            | 2      |
| <b>Resistencia de cáscara</b> | Fuerte               | <b>Peso (g)</b>                  | 450.03 |
| <b>Color de pulpa</b>         | Blanco               | <b>Número de semilla</b>         | 21     |
|                               |                      | <b>Índice de fruto</b>           | 23.094 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO     |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |        |
|----------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|--------|
| <b>Grasas (%)</b>          | 46.06 | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |        |
| <b>Proteínas (%)</b>       | 25.40 | Forma sección longitudinal     | Elíptica   | Longitud (cm)                   | 2.4    |
| <b>Humedad parcial (%)</b> | 51.99 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.4    |
| <b>Humedad total (%)</b>   | 2.83  | Color de semilla               | Blanco     | Grosor (cm)                     | 1.16   |
|                            |       |                                |            | Peso seco (g)                   | 2.062  |
|                            |       |                                |            | Índice de semillas              | 2.062  |
|                            |       |                                |            | Número de semilla por kg        | 484.97 |



## Arcatao 5

| Datos del lugar |               |                  |             |
|-----------------|---------------|------------------|-------------|
| Departamento    | Chalatenango. | Área de la finca | 4.28 Mz     |
| Municipio       | Arcatao       | Área de cacao    | 0.5 Ha      |
| Cantón          | Cerro Grande  | Latitud          | 14°05'11.8" |
| Propietario     | Marina Melgar | Longitud         | 88°46'52.9" |
|                 |               | Altitud (msnm)   | 519         |

| Datos cualitativos de árbol |            | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años    | Altura (m)                    | 10  |
| Árbol                       | Arcatao 5  | DAP(cm)                       | 9   |
| Arquitectura                |            | Número de chupones            | 1   |
| Forma                       | Erecta     | Número de cojinetes por metro | 11  |
| Ramificación                | Intermedio | Número de flores por cojinete | 7.6 |
| Vigor                       | Intermedio | Número de ° frutos por árbol  | 56  |

| Datos cualitativos de hojas |        | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|--------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 26.727 | Forma de la base                 | Oblonga     |
| Longitud de media (cm)      | 14.27  | Forma de ápice                   | Acuminado   |
| Ancho(cm)                   | 9.682  | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |        | Color de brotes tiernos          | Verde claro |
|                             |        | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores (mm) |              | Datos cuantitativos de flores |      |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo           | Débil        | Longitud sépalos              | 6    |
| Antocianina en sépalo             | Moderada     | Ancho sépalos                 | 1.96 |
| Antocianina en estaminodio        | Débil        | Long estaminodio              | 6.6  |
| Color de lígula                   | Crema        | Long estilo                   | 1.94 |
| Color externo del ovario          | Crema 5y 8/6 | Long ovario                   | 1.66 |
|                                   |              | Ancho ovario                  | 1.08 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 14.333 |
| Color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 6.733  |
| Forma ápice                  | Entallado            | Grosor cáscara (cm)          | 0.560  |
| Contricción basal            | Débil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.153  |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballete (cm)               | 0.833  |
| Resistencia de cáscara       | Fuerte               | Peso (g)                     | 460.3  |
| Color de pulpa               | Blanco               | N° de semilla                | 18     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 24.582 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |        |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|--------|
| Cenizas (%)            | 6.31  | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |        |
| Grasas (%)             | 30.20 | Forma sección longitudinal     | Ovada      | Longitud (cm)                   | 2.64   |
| Proteínas (%)          | 28.10 | Forma sección transversal      | Intermedia | Ancho (cm)                      | 1.4    |
| Fosforo (%)            | 1.18  | Color de semilla               | Blanco     | Grosor (cm)                     | 1.18   |
| Calcio (%)             | 0.55  |                                |            | Peso seco (g)                   | 2.26   |
| Potasio (%)            | 1.26  |                                |            | Índice de semillas              | 2.26   |
| Fibra (%)              | 4.36  |                                |            | Número de semilla seca por kg   | 442.48 |
| Humedad parcial (%)    | 39.17 |                                |            |                                 |        |
| Humedad total (%)      | 2.83  |                                |            |                                 |        |



# Arcatao 6

| Datos del lugar |               |                  |             |
|-----------------|---------------|------------------|-------------|
| Departamento    | Chalatenango. | Área de la finca | 4.28 Mz     |
| Municipio       | Arcatao       | Área de cacao    | 0.5 mz      |
| Cantón          | Cerro Grande  | Latitud          | 14°05'11.8" |
| Propietario     | Marina Melgar | Longitud         | 88°46'52.9" |
|                 |               | Altitud (msnm)   | 519         |

| Datos cualitativos de árbol |            | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años    | Altura (m)                    | 8   |
| Árbol                       | Arcatao 6  | DAP(cm)                       | 8.3 |
| Arquitectura                |            | Número de chupones            | 1   |
| Forma                       | Erecta     | Número de cojinetes por metro | 17  |
| Ramificación                | Intermedia | Número flores por cojinete    | 6.4 |
| Vigor                       | Intermedio | Número de frutos por árbol    | 13  |

| Datos cualitativos de Flores (mm) |                | Datos cuantitativos de flores |      |
|-----------------------------------|----------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo           | Fuerte         | Longitud sépalos              | 6.8  |
| Antocianina en sépalo             | Moderada       | ancho sépalos                 | 2    |
| Antocianina en estaminodio        | Moderada       | Long estaminodio              | 5.4  |
| color de lígula                   | Amarillo crema | Long estilo                   | 1.94 |
| color externo del ovario          | Crema 5y 8/6   | Long ovario                   | 1.9  |
|                                   |                | ancho ovario                  | 1.26 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |       |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|-------|
| Forma                        | Oblonga              | Longitud (cm)                | 17.5  |
| Color                        | Amarillo             | Ancho (cm)                   | 9.05  |
| forma ápice                  | Redondeado           | Grosor cáscara (cm)          | 0.88  |
| Contricción basal            | Débil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.48  |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 1.3   |
| Resistencia de cáscara       | Media                | Peso (g)                     | 325.6 |
|                              | Blanco               | Número de semilla            | 18    |
|                              |                      | Índice de fruto              | 61.72 |
|                              |                      |                              | 8     |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 34.01 | Forma de la base                 | Oblonga     |
| longitud de media           | 18.1  | Forma de ápice                   | Acuminado   |
| Ancho(cm)                   | 10.97 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | verde claro |
|                             |       | pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |          |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|----------|---------------------------------|---------|
| Grasas (%)             | 49.46 | Datos cualitativos de semillas |          | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Proteínas (%)          | 25.40 | Forma sección longitudinal     | Ovada    | Longitud                        | 1.98    |
| Humedad parcial (%)    | 40.01 | Forma sección transversal      | Aplanada | Ancho (cm)                      | 1.12    |
| Humedad total (%)      | 1.66  | Color de semilla               | Purpura  | Grosor (cm)                     | 0.88    |
|                        |       |                                |          | peso seco (g)                   | 0.9     |
|                        |       |                                |          | índice de semillas              | 0.9     |
|                        |       |                                |          | Número de semilla seca por kg   | 1111.11 |



## Arcatao 7

| Datos del lugar     |               |                         |             |
|---------------------|---------------|-------------------------|-------------|
| <b>Departamento</b> | Chalatenango. | <b>Área de la finca</b> | 4.28 mz     |
| <b>Municipio</b>    | Arcatao       | <b>Área de cacao</b>    | 0.5 mz      |
| <b>Cantón</b>       | Cerro Grande  | <b>Latitud</b>          | 14°05'11.8" |
| <b>Propietario</b>  | Marina Melgar | <b>Longitud</b>         | 88°46'52.9" |
|                     |               | <b>Altitud (msnm)</b>   | 519         |

| Datos cualitativos de árbol |             | Datos cuantitativos del árbol        |     |
|-----------------------------|-------------|--------------------------------------|-----|
| <b>Edad</b>                 | 80 años     | <b>Altura (m)</b>                    | 4.5 |
| <b>Árbol</b>                | Arcatao 7   | <b>DAP(cm)</b>                       | 1   |
| <b>Arquitectura</b>         |             | <b>Número de chupones</b>            | 1   |
| <b>Forma</b>                | Erecta      | <b>Número de cojinetes por metro</b> | 6.4 |
| <b>Ramificación</b>         | Verticilada | <b>Número de flores por cojinete</b> | 20  |
| <b>Vigor</b>                | Intermedio  | <b>Número de frutos por árbol</b>    | 4.5 |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas            |             |
|-----------------------------|-------|---|-------------|
| <b>Longitud (cm)</b>        | 31.55 | <b>Forma de la base</b>                 | Oblonga     |
| <b>longitud de media</b>    | 18.1  | <b>Forma de ápice</b>                   | Acuminado   |
| <b>Ancho(cm)</b>            | 10.97 | <b>Intensidad de pigmentación verde</b> | Oscuro      |
|                             |       | <b>Color de brotes tiernos</b>          | verde claro |
|                             |       | <b>Pubescencia en brotes terminales</b> | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores (mm) |              | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|-----------------------------------|--------------|------------------------------------|------|
| <b>Antocianina en pedicelo</b>    | Moderada     | <b>Longitud sépalos</b>            | 6.2  |
| <b>Antocianina en sépalo</b>      | Moderada     | <b>Ancho sépalos</b>               | 2    |
| <b>Antocianina en estaminodio</b> | Moderada     | <b>Longitud de estaminodio</b>     | 6    |
| <b>Color de lígula</b>            | Crema        | <b>Longitud de estilo</b>          | 2.18 |
| <b>Color externo del ovario</b>   | Crema 5y 8/6 | <b>Longitud de ovario</b>          | 1.76 |
|                                   |              | <b>Ancho ovario</b>                | 1.36 |



# Arcatao 8

| Datos del lugar |               |                  |             |
|-----------------|---------------|------------------|-------------|
| Departamento    | Chalatenango. | Área de la finca | 4.28 mz     |
| Municipio       | Arcatao       | Área de cacao    | 0.5 mz      |
| Cantón          | Cerro Grande  | Latitud          | 14°05'11.8" |
| Propietario     | Marina Melgar | Longitud         | 88°46'52.9" |
|                 |               | Altitud (msnm)   | 519         |

| Datos cualitativos de árbol |            | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años    | Altura (m)                    | 2   |
| Árbol                       | Arcatao 8  | DAP(cm)                       | 5.7 |
| Arquitectura                |            | Número de chupones            | 0   |
| Forma                       | Erecta     | Número de cojinetes por metro | 26  |
| Ramificación                | Intermedia | Número de flores por cojinete | 5.2 |
| Vigor                       | Intermedio | Número de frutos por árbol    | 13  |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 35.52 | forma de la base                 | Oblonga    |
| longitud de media           | 17.4  | forma de ápice                   | Acuminado  |
| Ancho(cm)                   | 11.83 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Rojo claro |
|                             |       | pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores (mm) |                | Datos cuantitativos de flores |      |
|-----------------------------------|----------------|-------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo           | Fuerte         | Longitud sépalos              | 6.6  |
| Antocianina en sépalo             | Fuerte         | Ancho sépalos                 | 2.2  |
| Antocianina en estaminodio        | Fuerte         | Long estaminodio              | 5.8  |
| color de lígula                   | Amarillo crema | Long estilo                   | 2.24 |
| color externo del ovario          | Crema 5y 8/6   | Long ovario                   | 1.72 |
|                                   |                | Ancho ovario                  | 1.18 |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto |        |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------|
| forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                | 13.5   |
| color                        | Amarillo verde       | Ancho (cm)                   | 7.7    |
| forma ápice                  | Obtuso               | Grosor cáscara (cm)          | 1      |
| Contrición basal             | Débil                | Profundidad de surco (cm)    | 0.3    |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballote (cm)               | 1.4    |
| Resistencia de cáscara       | Media                | Peso (g)                     | 345.15 |
|                              |                      | Número de semilla            | 40     |
|                              |                      | Índice de fruto              | 32.895 |

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO |       | DATOS DE SEMILLA               |            |                                 |         |
|------------------------|-------|--------------------------------|------------|---------------------------------|---------|
| Grass (%)              | 47.40 | Datos cualitativos de semillas |            | Datos cuantitativos de semillas |         |
| Proteínas (%)          | 26.64 | Forma sección longitudinal     | ovada      | longitud                        | 2.32    |
| Humedad parcial (%)    | 38.69 | Forma sección transversal      | intermedia | ancho (cm)                      | 1.28    |
| Humedad total (%)      | 2.61  | Color de semilla               | purpura    | Grosor (cm)                     | 0.74    |
|                        |       |                                |            | Peso seco (g)                   | 0.76    |
|                        |       |                                |            | índice de semillas              | 0.76    |
|                        |       |                                |            |                                 | 1315.79 |



## Arcatao 9

| Datos del lugar |               |                  |             |
|-----------------|---------------|------------------|-------------|
| Departamento    | Chalatenango. | Área de la finca | 4.28 mz     |
| Municipio       | Arcatao       | Área de cacao    | 0.5 mz      |
| Cantón          | Cerro Grande  | Latitud          | 14°05'11.8" |
| Propietario     | Marina Melgar | Longitud         | 88°46'52.9" |
|                 |               | Altitud (msnm)   | 519         |

| Datos cualitativos de árbol |             | Datos cuantitativos del árbol |      |
|-----------------------------|-------------|-------------------------------|------|
| Edad                        | 80 años     | Altura (m)                    | 5    |
| Árbol                       | Arcatao 9   | DAP(cm)                       | 11.1 |
| Arquitectura                |             | Número de chupones            | 0    |
| Forma                       | Erecta      | Número de cojinetes por metro | 27   |
| Ramificación                | Verticilada | Número de flores por cojinete | 6.8  |
| Vigor                       | Intermedio  | Número de frutos por árbol    | 5    |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |             |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|-------------|
| Longitud (cm)               | 36.49 | Forma de la base                 | Obtusa      |
| longitud de media           | 19.1  | Forma de ápice                   | Agudo       |
| Ancho(cm)                   | 2.48  | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro      |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | verde claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores |                | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|----------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Moderada       | Longitud sépalos                   | 7    |
| Antocianina en sépalo        | Moderada       | ancho sépalos                      | 2    |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada       | Longitud estaminodio               | 5.8  |
| color de lígula              | Amarillo crema | Longitud estilo                    | 1.96 |
| color externo del ovario     | Crema 5y 8/6   | Longitud ovario                    | 1.94 |
|                              |                | ancho ovario                       | 1.14 |



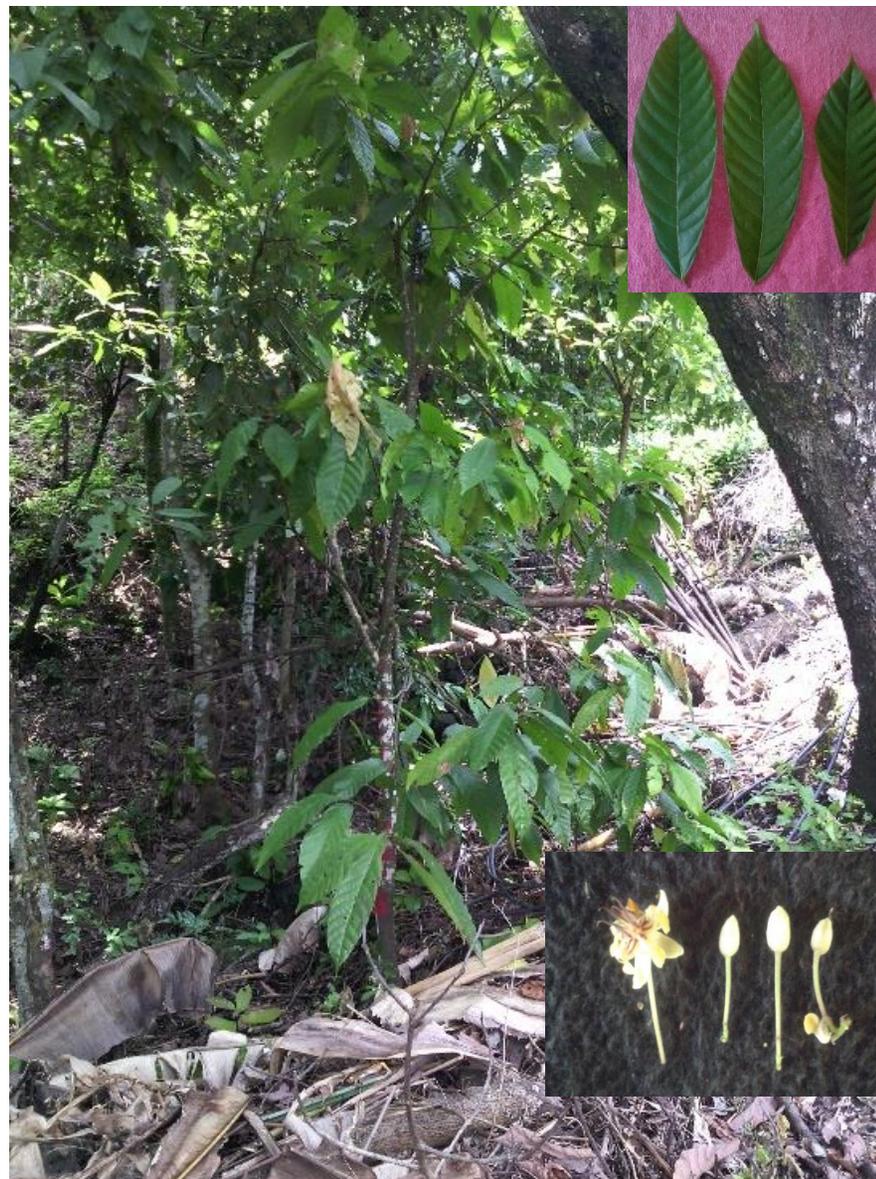
## Arcatao 10

| Datos del lugar    |               |                  |             |
|--------------------|---------------|------------------|-------------|
| Departamento       | Chalatenango. | Área de la finca | 4.28 mz     |
| Municipio          | Arcatao       | Área de cacao    | 0.5 mz      |
| Cantón             | Cerro Grande  | Latitud          | 14°05'11.8" |
| Nombre de la finca | Marina Melgar | Longitud         | 88°46'52.9" |
| Propietario        |               | Altitud (msnm)   | 519         |

| Datos cualitativos de árbol |            | Datos cuantitativos del árbol  |     |
|-----------------------------|------------|--------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años    | Altura (m)                     | 4   |
| Árbol                       | Arcatao 10 | DAP(cm)                        | 7   |
| Arquitectura                |            | Número de chupones             | 0   |
| Forma                       | Erecta     | Número de cojinetes            | 23  |
| Ramificación                | Intermedia | Número de flores por cojinetes | 6.4 |
| Vigor                       | Intermedio | Número de frutos por árbol     | 0   |

| Datos cualitativos de hojas |      | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 37.1 | Forma de la base                 | Aguda      |
| Longitud de media (cm)      | 20   | Forma de ápice                   | Acuminado  |
| Ancho(cm)                   | 11.9 | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |      | Color de brotes tiernos          | Rojo claro |
|                             |      | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores |                | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|----------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Fuerte         | Longitud sépalos                   | 6.2  |
| Antocianina en sépalo        | Fuerte         | Ancho sépalos                      | 2    |
| Antocianina en estaminodio   | Fuerte         | Longitud estaminodio               | 5.4  |
| Color de lígula              | Amarillo crema | Longitud estilo                    | 2.04 |
| Color externo del ovario     | Crema 5y 8/6   | Longitud ovario                    | 1.76 |
|                              |                | Ancho ovario                       | 1.14 |



## Arcatao 11

| Datos del lugar     |               |                         |             |
|---------------------|---------------|-------------------------|-------------|
| <b>Departamento</b> | Chalatenango. | <b>Área de la finca</b> | 4.28 mz     |
| <b>Municipio</b>    | Arcatao       | <b>Área de cacao</b>    | 0.5 mz      |
| <b>Cantón</b>       | Cerro Grande  | <b>Latitud</b>          | 14°05'11.8" |
| <b>Propietario</b>  | Marina Melgar | <b>Longitud</b>         | 88°46'52.9" |
|                     |               | <b>Altitud</b>          | 7 msnm      |

| Datos cualitativos de árbol |            | Datos cuantitativos del árbol        |     |
|-----------------------------|------------|--------------------------------------|-----|
| <b>Edad</b>                 | 80 años    | <b>Altura (m)</b>                    | 5   |
| <b>Árbol</b>                | Arcatao 11 | <b>DAP(cm)</b>                       | 8.6 |
| <b>Arquitectura</b>         |            | <b>Número de chupones</b>            | 0   |
| <b>Forma</b>                | Erecta     | <b>Número de cojinetes por metro</b> | 8   |
| <b>Ramificación</b>         | Simple     | <b>Número de flores por cojinete</b> | 4.6 |
| <b>Vigor</b>                | Intermedio | <b>Número de frutos por árbol</b>    | 0   |

| Datos cualitativos de hojas   |      | Datos cuantitativos de hojas            |             |
|-------------------------------|------|---|-------------|
| <b>Longitud (cm)</b>          | 19.9 | <b>Forma de la base</b>                 | Oblonga     |
| <b>Longitud de media (cm)</b> | 11   | <b>Forma de ápice</b>                   | Acuminado   |
| <b>Ancho(cm)</b>              | 6.92 | <b>Intensidad de pigmentación verde</b> | Oscuro      |
|                               |      | <b>Color de brotes tiernos</b>          | Verde claro |
|                               |      | <b>Pubescencia en brotes terminales</b> | Débil       |

| Datos cualitativos de Flores      |                | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|-----------------------------------|----------------|------------------------------------|------|
| <b>Antocianina en pedicelo</b>    | Moderada       | <b>Longitud sépalos</b>            | 6.8  |
| <b>Antocianina en sépalo</b>      | Débil          | <b>Ancho sépalos</b>               | 2    |
| <b>Antocianina en estaminodio</b> | Moderada       | <b>Longitud de estaminodio</b>     | 5.2  |
| <b>Color de lígula</b>            | Amarillo crema | <b>Longitud de estilo</b>          | 1.92 |
| <b>Color externo del ovario</b>   | Crema 5y 8/6   | <b>Longitud de ovario</b>          | 1.68 |
|                                   |                | <b>Ancho ovario</b>                | 1.12 |



# San Pedro Nonualco 1

| Datos del lugar |                       |                  |             |
|-----------------|-----------------------|------------------|-------------|
| Departamento    | La Paz                | Área de la finca | 2 Mz        |
| Municipio       | San Pedro Nonualco    | Área de cacao    | 1 Mz        |
| Propietario     | Otoniel López Beltrán | Latitud          | 13°36'16.3" |
|                 |                       | Longitud         | 88°56'42.5  |
|                 |                       | Altitud          | 575         |

| Datos cualitativos de árbol |                      | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años              | Altura (m)                    | 2.9 |
| Árbol                       | San Pedro Nonualco 1 | DAP(cm)                       | 7.7 |
| Arquitectura                |                      | Número de chupones            | 0   |
| Forma                       | Erecta               | Número de cojinetes por metro | 15  |
| Ramificación                | Intermedia           | Número de flores por cojinete | 7.6 |
| Vigor                       | Vigoroso             | Número de frutos por árbol    | 54  |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 29.57 | Forma de la base                 | Obtusa     |
| longitud de media (cm)      | 10.75 | Forma de ápice                   | Apiculado  |
| Ancho(cm)                   | 15.75 | Intensidad de pigmentación verde | Medio      |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Rojo claro |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Moderada              | Longitud sépalos                   | 5.2  |
| Antocianina en sépalo        | Moderada              | Ancho sépalos                      | 2    |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada              | Longitud estaminodio               | 4.9  |
| Color de lígula              | Amarillo              | Longitud estilo                    | 1.02 |
| Color externo del ovario     | Amarillo crema 5y 8/8 | Longitud ovario                    | 1.04 |
|                              |                       | Ancho ovario                       | 1.06 |



## San Pedro Nonualco 2

| Datos del lugar |                             |                  |              |
|-----------------|-----------------------------|------------------|--------------|
| Departamento    | La Paz                      | Área de la finca | 2 Mz         |
| Municipio       | San Pedro Nonualco Nonualco | Área de cacao    | 1 Mz         |
| Propietario     | Otoniel López Beltrán       | Latitud          | 13°36' 16.6" |
|                 |                             | Longitud         | 88°56' 42.5" |
|                 |                             | Altitud          | 575          |

| Datos cualitativos de árbol |                      | Datos cuantitativos del árbol |     |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|-----|
| Edad                        | 80 años              | Altura (m)                    | 3.5 |
| Árbol                       | San Pedro Nonualco 2 | DAP(cm)                       | 8.9 |
| Arquitectura                |                      | Número de chupones            | 0   |
| Forma                       | Erecta               | Número de cojinetes por metro | 18  |
| Ramificación                | Intermedia           | Número de flores por cojinete | 7.2 |
| Vigor                       | Vigoroso             | Número de frutos por árbol    | 24  |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas     |            |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|------------|
| Longitud (cm)               | 30.05 | Forma de la base                 | Aguda      |
| longitud de media (cm)      | 16.6  | Forma de ápice                   | Agudo      |
| Ancho(cm)                   | 9.9   | Intensidad de pigmentación verde | Oscuro     |
|                             |       | Color de brotes tiernos          | Rojo medio |
|                             |       | Pubescencia en brotes terminales | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores |                       | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------|
| Antocianina en pedicelo      | Fuerte                | Longitud sépalos                   | 5    |
| Antocianina en sépalo        | Fuerte                | Ancho sépalos                      | 1.6  |
| Antocianina en estaminodio   | Moderada              | Longitud estaminodio               | 4.9  |
| Color de lígula              | Amarillo              | Longitud estilo                    | 1.14 |
| Color externo del ovario     | Amarillo crema 5y 8/8 | Longitud ovario                    | 1.2  |
|                              |                       | Ancho ovario                       | 1.1  |

| Datos cualitativos de frutos |                      | Datos cuantitativos de fruto      |        |
|------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------|
| Forma                        | Ovado                | Longitud (cm)                     | 20     |
| Color                        | Purpura              | Ancho (cm)                        | 7.6    |
| Forma ápice                  | Obtuso               | Grosor cáscara (cm)               | 0.7    |
| Contricción basal            | Ausente              | Profundidad de surco (cm)         | 0.4    |
| Rugosidad                    | Moderadamente rugosa | Caballete (cm)                    | 1.1    |
| Resistencia de cáscara       | Media                | Peso (g)                          | 645.65 |
| Color de pulpa               | Blanco               | Número de semilla índice de fruto | 23     |
|                              |                      |                                   | 28.986 |



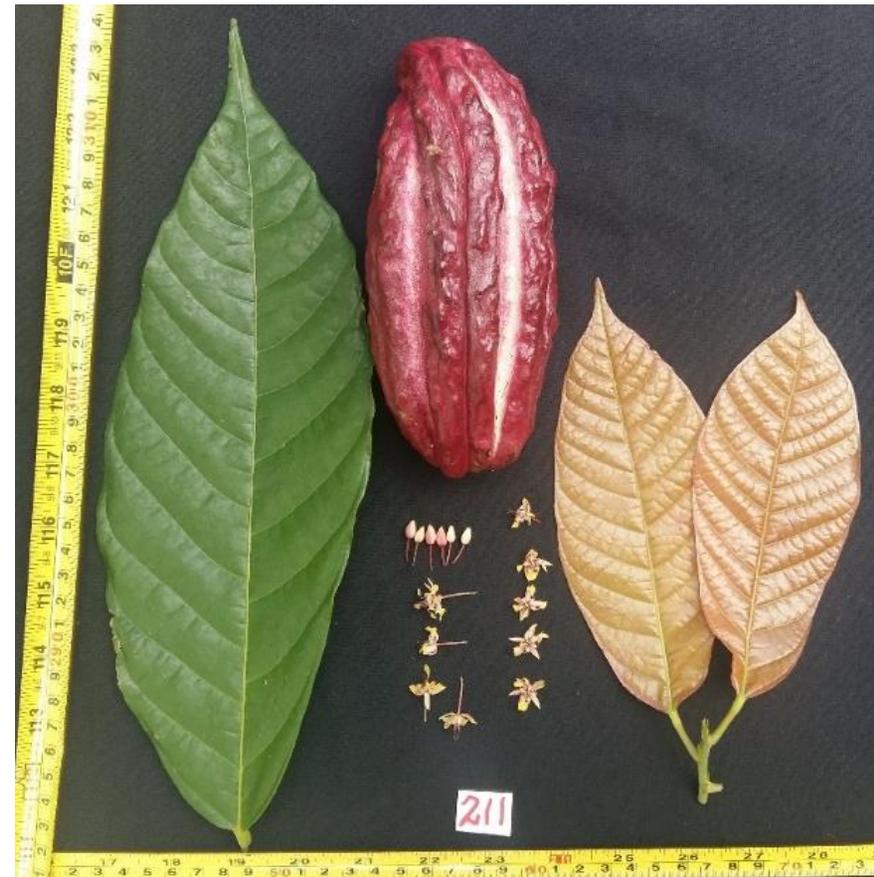
## San Pedro Nonualco 3

| Datos del lugar     |                             |                         |             |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------|
| <b>Departamento</b> | La Paz                      | <b>Área de la finca</b> | 2 Mz        |
| <b>Municipio</b>    | San Pedro Nonualco Nonualco | <b>Área de cacao</b>    | 1 Mz        |
| <b>Propietario</b>  | Otoniel López Beltrán       | <b>Latitud</b>          | 13°36'16.6" |
|                     |                             | <b>Longitud</b>         | 88°56'42.5  |
|                     |                             | <b>Altitud</b>          | 575         |

| Datos cualitativos de árbol |                      | Datos cuantitativos del árbol        |     |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------------------|-----|
| <b>Edad</b>                 | 80 años              | <b>Altura (m)</b>                    | 3   |
| <b>Árbol</b>                | San Pedro Nonualco 3 | <b>DAP(cm)</b>                       | 7.5 |
| <b>Arquitectura</b>         |                      | <b>Número de chupones</b>            | 0   |
| <b>Forma</b>                | Erecta               | <b>Número de cojinetes por metro</b> | 20  |
| <b>Ramificación</b>         | Intermedia           | <b>Número de flores por cojinete</b> | 8.4 |
| <b>Vigor</b>                | Vigoroso             | <b>Número de frutos por árbol</b>    | 15  |

| Datos cualitativos de hojas |       | Datos cuantitativos de hojas            |            |
|-----------------------------|-------|---|------------|
| <b>Longitud (cm)</b>        | 29.65 | <b>Forma de la base</b>                 | Obtusa     |
| <b>Longitud de media</b>    | 15.85 | <b>Forma de ápice</b>                   | Apiculado  |
| <b>Ancho(cm)</b>            | 10.85 | <b>Intensidad de pigmentación verde</b> | Oscuro     |
|                             |       | <b>Color de brotes tiernos</b>          | Rojo claro |
|                             |       | <b>Pubescencia en brotes terminales</b> | Débil      |

| Datos cualitativos de Flores      |                       | Datos cuantitativos de flores (mm) |      |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------|
| <b>Antocianina en pedicelo</b>    | Fuerte                | <b>Longitud sépalos</b>            | 5.32 |
| <b>Antocianina en sépalo</b>      | Fuerte                | <b>Ancho sépalos</b>               | 1.56 |
| <b>Antocianina en estaminodio</b> | Moderada              | <b>Long estaminodio</b>            | 4.8  |
| <b>Color de lígula</b>            | Amarillo              | <b>Long estilo</b>                 | 1.18 |
| <b>Color externo del ovario</b>   | Amarillo crema 5y 8/8 | <b>Long ovario</b>                 | 1.4  |
|                                   |                       | <b>Ancho ovario</b>                | 1.22 |



## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, tomando en cuenta los objetivos e hipótesis planteadas y las condiciones bajo las cuales se desarrolló la presente investigación se concluye lo siguiente:

De los 47 árboles caracterizados, 27 se encontraron en la hacienda Santa Clara y presentaron características de cacao de tipo trinitario con tendencia fenotípica a cacao criollo, destacándose los árboles Santa Clara 7 y 22 por presentar altos contenidos de grasa, Santa Clara 6 mejor índice fruto y Santa Clara 19 mayor índice de semilla.

En Arcatao Chalatenango, se caracterizaron 11 árboles de los cuales cinco presentaron semillas de color blanco, hojas pequeñas, frutos verdes amarillos, con forma cundeamor y angoleta, flores blancas y brotes de color verde claro, siendo estas características fenotípicas propias de cultivares criollos. Sobresalieron los árboles Arcatao 4 y 5 presentando semillas de mayor longitud y peso seco respecto al resto de cultivares.

En Ciudad Delgado se encontraron tres árboles y ostentaron características fenotípicas de cacao criollo, sobresaliendo respecto al resto en cuanto a la forma ramificación, pubescencia en brotes terminales, rugosidad en frutos, formas cundeamor con poca resistencia en cáscara y semillas completamente blancas.

Los tres árboles encontrados en San Pedro Nonualco, La paz cuentan con manejo agronómico y presentaron el 95% de las semillas de color blanco, siendo esta característica fenotípica propia de cacao criollo.

El 40.4% de los árboles caracterizados presentaron hojas pequeñas (menor a 27.19 cm), y el 51.61% presentaron frutos con ápice obtuso, siendo estas características fenotípicas de cacao criollo.

El conglomerado uno formado por los árboles Santa Clara 1, 12 y 18, sobresalió por ostentar el mayor promedio de humedad total. Mientras que el conglomerado dos integrado por el árbol Santa Clara 2 presentó los mayores promedios en cuanto a: DAP, número de cojinetes por metro lineal, peso de fruto, porcentaje de calcio y potasio.

El conglomerado tres formado por los árboles Santa Clara 4, 6 y 25, destacó por presentar el mayor número de semillas por fruto y la máxima longitud de semilla y el conglomerado cuatro formado por los árboles Santa Clara 5, 10, 11, 24 y 26, sobresalió por reportar los mayores promedios de longitud, longitud media y ancho de hoja.

El conglomerado cinco integrado por los árboles Arcatao 1, 8 y Santa Clara 7 resaltó por presentar los mayores promedios en cuanto al contenido de grasa en la semilla. Mientras que el conglomerado seis constituido por los árboles San José Cortez 1 y Santa Clara 19 predominó con los mayores promedios de longitud de fruto, proteína y fibra.

El conglomerado siete, conformado por los árboles Arcatao 6 y San José Cortez 2, mostró el mayor promedio en cuanto al porcentaje de ceniza contenido en la semilla.

El conglomerado ocho, agrupado por los árboles San José Cortez 3 y Santa Clara 27, ostentó el menor promedio en cuanto a altura de árbol y el conglomerado nueve, conformado por los árboles Santa Clara 9 y 13, prevaleció el mayor promedio de semillas por kilogramo y el porcentaje de fósforo.

El conglomerado diez, formado por el árbol Arcatao 2, presentó el mayor promedio en cuanto al índice de fruto y el menor promedio de contenido de grasa y calcio en la semilla.

El conglomerado 11, agrupado por los árboles Arcatao 3, 4 y 5, reportó los mayores promedios en cuanto a: altura, número de frutos por árbol, peso seco semilla, índice de semilla, número de semillas por kilogramo y porcentaje de fibra cruda.

## 7. RECOMENDACIONES

Los árboles San José Cortez 1, 2, 3, Arcatao 1, 2, 3, 4, 5; Santa Clara 4, 5 y 6 y los San Pedro Nonualco 1 y 2 sobresalieron en cuanto a características promisorias como semilla de color blanco a jaspeado, por lo tanto, es necesario que se sigan propagando a través del establecimiento de parcelas en distintas condiciones y que se lleven a cabo investigaciones de caracterización y evaluación de dichos cultivares.

Los árboles Arcatao 1, 8 y Santa Clara 7 del conglomerado cinco; Arcatao 6, y San José Cortez 2 del conglomerado siete, es necesario que se sigan evaluando ya que presentaron altos contenidos de grasa en la semilla de cacao.

En cuanto al índice de fruto, los conglomerados tres (Santa Clara 4, 6 y 25) y seis (San José Cortez 1 y Santa Clara 19) son los mejores, por lo tanto, se deben seguir evaluando en futuras investigaciones.

Los árboles Arcatao 3, 4 y 5 del conglomerado 11, presentaron el mayor peso e índice de semilla y alta tendencia fenotípica a criollos, por tanto, se deben seguir propagando y evaluando con fines de producción y calidad.

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

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Acuña Alvear, LE; Hernández Angulo, EF. 2010. Caracterización Físicoquímica de los Genotipos de cacao CSS80, SUI32 y Estudio de las Variables que influyen en la Etapa de Tostado. Tesis Ing. Químico. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Físicoquímicas Escuela de Ingeniería Química, Bucaramanga. Colombia. 63 p.

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.

AOAC (Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural, United States). 1990. 13<sup>o</sup> Edition published by the association of Official Analytical, Chemists, Washington, D.C. 125 p.

APPCACAO (Asociación Peruana de Productores de Cacao). 2008. Estudio de Caracterización del Potencial Genético del Cacao en el Perú. M y O Consulting S.A.C (Empresa Consultora). Lima, Peru. UE-PERU/PENX. 152 p.

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. 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. Consultado: 29 ago. 2016. Disponible en: [http://foroagroindustria.files.wordpress.com/2010/02/presentacion\\_cacao\\_ujmd\\_el-salvador.pdf](http://foroagroindustria.files.wordpress.com/2010/02/presentacion_cacao_ujmd_el-salvador.pdf)

Braudeav, J. 1970. El cacao: técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, ES. 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)

Cote Flóres, MS; Jiménes Betacourt, JH. 2005. Caracterización de Clones de Cacao Promisorios con énfasis en el contenido de micronutrientes. Tesis MSc. Química. Universidad

industrial de Santander, Facultad de Fisicoquímicas Escuela de Ingeniería Química Bucaramanga. Colombia. 102 p.

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.

Dostert, N; Roque, J; Cano, A; Torre, M y Weigend, M. 2012. Hoja Botánica: Cacao. Trad Luebert, F. Lima, Perú. GmbH. 19p.

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. 139p.

Dubón, A. 2011. Manual de producción de cacao. Lima, Cortéz, HN. FHIA. 208 p.

ECOCACAO (Cooperativa de Cacaocultores). 2009. Manejo Ecológico del Cultivo de cacao. 3ed. Bucaramanga, Santander, CO. 72p.

Fowler, R. 1952. Características del Cacao Nacional. Turrialba (Costa Rica) 2 (4): 161-165.

García Carrión, LF. 2012. Catálogo de cultivares del cacao del Perú (en línea). Lima, PE. Consultada 8 sep. 2016. Disponible en: [http://www.regionhuanuco.gob.pe/grde/.../cultivares\\_2012.pdf](http://www.regionhuanuco.gob.pe/grde/.../cultivares_2012.pdf)

García López, MP. 2011. Estudio Agromorfológico y fisicoquímico de ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Usulután y California del Departamento de Usulután en El Salvador. Tesis. Ing. A. Antigua Cuscatlán, ES. Universidad Dr. José Matías Delgado. 42p.

Graziani de Fariñas, L; Ortiz de Bertorelli, L; Angulo, J; Parra, P. 2002. Características físicas del fruto de cacao tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de cumboto, Venezuela. Aragua, UCV. Consultado 2 mar.2017. Disponible en [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2002000300006](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000300006).

Gutiérrez Hernández, BE. 2011. Estudio Agronómico y Fisicoquímico de los eco tipos de cacao cultivados en los municipios de Izalco y Nahulingo, en el Departamento de Sonsonate, en El Salvador. Tesis. Ing. Alimento. Antigua Cuscatlán, SV. UMD. 116 p.

Hernández Villarreal, AE. 2013. Caracterización Morfológica de Recursos Filogenéticos. Bio Ciencias. 2(3): 113-118.

IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas). 1957. Manual del cultivo de cacao. Turrialba, CR. OEA. 233p.

IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas). 1991. Rehabilitación de cacao para altos rendimientos en Centro América. Eds. J Corvem; G Villanueva. Turrialba. CR. PROCACAO. 145p

INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas). 2005. Descriptor de Caracteres Morfológicos en Cacao. Campo Experimental de San Juan Lagunillas-Mérida. Venezuela. Basado en Engels, et al (1980).

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuaria). (2014). Manual grafico de descriptores varetales de cacao (*Theobroma cacao* L). Chiapas, Mexico. 72p.

INTA (Instituto Nicaragüense De Tecnología Agropecuaria). 2010. El Cultivo del Cacao. 2ed. Managua, NI. 39p.

Malespín, M. 1982. El cacao (*Theobroma cacao* L.). Revista IICA. 1(2):35-45.

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV).2015. Boletín Climatológico Mensual, Anual 2015.

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. Catálogo de cultivares de cacao del Perú. Lima Perú. Ed 2. 6 p.

Molina MO; Castillo 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. Tesis. Ing. Agr. San Salvador, SV, UES. 113 p.

Moreira Duque, M. 1992. La poda del cacao. 2ed. EC. INAP. 16p.

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, A; Enríquez, GA. 1978. El Cultivo del Cacao. Turrialba, CR. CATIE. 55p.

Peña Monserrate, GR. (2003). Caracterización Morfológica de 57 Accesiones de Cacao (*Theobroma Cacao L.*) Tipo Nacional de Banco de Germoplasma de la estación experimental tropical pichilingue. Tesis. Ing. A. Universidad Técnica de Manabí Facultad de Ingeniería Agronómica Escuela de Agronomía. Ecuador. 134p.

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. 149p.

Phillips, W. 2012. Cacao Cultura Moderna. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas). Turrialba, Costa Rica. 68p.

Phillips, W; Echeverri, J. 2014. Cacao. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas). Turrialba, Costa Rica. 45p.

Quiroz, J; Soria, J. (1994). Caracterización Fenotípica del cacao Nacional de Ecuador. Ecuador. INIAP. 125p

Ramírez Días RA. 2011. Estudio Agromorfológico y Fisicoquímico de Ecotipos de Cacao Cultivados en los Municipios de: Candelaria la Frontera, Ciudad Arce, Coatepeque, Huizucar, Jayaque, y El Paisnal. Tesis. Ing. A. Antiguao Cuscatlán, ES. Universidad Dr. José Matías Delgado. 20-83 p.

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.

Romina Villegas, C; Astorga, D. 2005. Caracterización Morfológica del cacao Nacional. Alto Beni, BO. UMSA. 85p.

Sánchez, JA. 1994. Establecimiento y manejo de cacao con sombra. Turrialba, CR. 81 p.

Sari, AI; Susilo, AW. (2011). Indikasi Pengaruh Xenia pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*). (en línea). Pelita Perkebunan 27(3), 181-190. Consultado 24 jul.2016. Disponible en <https://www.ccrjournal.com/index.php/ccrj/article/download/155/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.

UPOV (UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES). 2011. (7, Ginebra). Sf. Ejecución del Examen de la Distinción, la Homogeneidad y La Estabilidad. 29p.

Vargas, T. 1995. Caracterización Fenotípica de cacao nacional de la colección la Buseta de la zona de Tenguel. Tesis. Ing. A. Guayaquil, EC. Universidad Agraria del Ecuador. 38p.

Vega, C; Munguia, R; Astorga C; Orosco, L; Ayesta, E. 2013. Caracterización de árboles promisorios de cacao en fincas orgánicas de Waslala. Nicaragua. 25p

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

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

Wilde, SA. Sf. Munsell: The determination of color of plant tissues by the use estándar Charts. Agronomy. New York. 40p.

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

Zambrano Mendoza, JE. 2000. Caracterización fenológica de 67 genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L) tipo nacional y de otros orígenes en la colección de la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Tesis. Ing. A. Universidad Laica "Eloy Alfaro". Ecuador. 61p.

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 Quinde, Provincia de Esmeraldas (en línea). Tesis Ing. Agr. MANABI, EC. UTEMA. 92p.  
Consultado 6 sep. 2012. Disponible en <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/238/1/TESIS%20CACAO%20LUIS%20ZAMBRANO.pdf>.

## 9. ANEXO

### Cuadro A - 1. Guía para la recolección de datos en campo.



Universidad de El Salvador  
Facultad de Ciencias Agronómica  
Departamento de Fitotecnia



#### Datos generales y de pasaporte:

Nombre de los Recolectores: \_\_\_\_\_

Fecha de recolección de la información: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ cantón: \_\_\_\_\_

Área total de finca: \_\_\_\_\_ Área con cacao: \_\_\_\_\_ Edad de la plantación: \_\_\_\_\_

Edad del árbol con características deseables: \_\_\_\_\_

Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_

Altura sobre el nivel del mar: \_\_\_\_\_ Pendiente del terreno: \_\_\_\_\_

Nombre de la finca o parcela: \_\_\_\_\_

Nombre del productor: \_\_\_\_\_ Edad del productor: \_\_\_\_\_

Número del donante/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 :                |  |
| Numero de frutos:                 |  |

### Hojas (10 hojas de la parte intermedia del árbol)

| Forma de la hoja.                                    | Numero de hojas por árbol. |   |   |   |   |   |   |   |   |    | total | Σ |
|--|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|---|
|  | 1                          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |       |   |
| Largo en cm:   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Ancho en cm.   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Largo desde la base hasta el punto más ancho, en cm: |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| <b>Forma de la base de la hoja</b>                   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Aguda  |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Obtusa   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Redondeada   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Cordiforme   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| <b>Ápice de las hojas</b>                            |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Acuminado  |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Apiculado  |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Agudo  |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| <b>Intensidad de Pigmentación verde en hojas</b>     |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Claro  |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Medio  |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Oscuro   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| <b>Color de brotes tiernos.</b>                      |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Verde claro  |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Verde medio  |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Marrón   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Rojo claro   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Rojo medio   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Rojo oscuro  |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| <b>Pubescencia en ramas y brotes terminales</b>      |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Débil  |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| Moderada   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |
| fuerte   |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |   |

## Estructura Floral (tomar 5 flores/árbol)

| <b>Cojines florales</b>                         | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>Total</b> | $\bar{x}$ |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|-----------|
| Nº de flores por cojín:                         |          |          |          |          |          |              |           |
| Nº de cojines por rama:                         |          |          |          |          |          |              |           |
| No de cojines en tallo principal:               |          |          |          |          |          |              |           |
| Nº de cojines total:                            |          |          |          |          |          |              |           |
| <b>Presencia de antocianina del pedicelo</b>    |          |          |          |          |          |              |           |
| Ausente   |          |          |          |          |          |              |           |
| Débil   |          |          |          |          |          |              |           |
| Moderada  |          |          |          |          |          |              |           |
| Fuerte  |          |          |          |          |          |              |           |
| <b>Sépalos</b>                                  |          |          |          |          |          |              |           |
| <b>Pigmentación de antocianina en el sépalo</b> |          |          |          |          |          |              |           |
| Ausente   |          |          |          |          |          |              |           |
| Débil   |          |          |          |          |          |              |           |
| Moderada  |          |          |          |          |          |              |           |
| Fuerte  |          |          |          |          |          |              |           |
|   | S1       | S2       | S3       | S4       | S5       | Total        | $\bar{x}$ |
| <b>Anchura de sépalo en mm:</b>                 |          |          |          |          |          |              |           |
| <b>Longitud de sépalo en mm:</b>                |          |          |          |          |          |              |           |
| <b>Color de Lígula</b>                          |          |          |          |          |          |              |           |
| Crema   |          |          |          |          |          |              |           |
| Amarillo crema                                  |          |          |          |          |          |              |           |
| Amarillo  |          |          |          |          |          |              |           |
| <b>Estaminodios</b>                             |          |          |          |          |          |              |           |
|   | E1       | E2       | E3       | E4       | E5       | Total        | $\bar{x}$ |
| <b>Largo de estaminodios en mm:</b>             |          |          |          |          |          |              |           |
| <b>Antocianina en estaminodio:</b>              |          |          |          |          |          |              |           |
| Ausente   |          |          |          |          |          |              |           |
| Débil   |          |          |          |          |          |              |           |
| Moderada  |          |          |          |          |          |              |           |
| Fuerte  |          |          |          |          |          |              |           |
| <b>Ovario</b>                                   |          |          |          |          |          |              |           |
|   | O1       | O2       | O3       | O4       | O5       | Total        | $\bar{x}$ |
| Largo en mm:                                    |          |          |          |          |          |              |           |
| Ancho en mm:                                    |          |          |          |          |          |              |           |
| Color externo:                                  |          |          |          |          |          |              |           |
| <b>Largo de estilo en mm:</b>                   |          |          |          |          |          |              |           |

## Fruto

| <b>Color fruto maduro.</b>   | <b>F1</b> | <b>F2</b> | <b>F3</b> | <b>F4</b> | <b>F5</b> |                   |           |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|-----------|
| Amarillo verde   |           |           |           |           |           |                   |           |
| Amarillo   |           |           |           |           |           |                   |           |
| Anaranjado   |           |           |           |           |           |                   |           |
| Rojo medio   |           |           |           |           |           |                   |           |
| Rojo oscuro  |           |           |           |           |           |                   |           |
| Purpura  |           |           |           |           |           |                   |           |
| <b>Forma del fruto maduro</b>  | <b>F1</b> | <b>F2</b> | <b>F3</b> | <b>F4</b> | <b>F5</b> |                   |           |
| Ovado  |           |           |           |           |           |                   |           |
| Circular   |           |           |           |           |           |                   |           |
| Elíptica   |           |           |           |           |           |                   |           |
| Oblonga  |           |           |           |           |           |                   |           |
| Obovado  |           |           |           |           |           |                   |           |
| <b>Morfología de la Superficie del fruto</b>                               | <b>F1</b> | <b>F2</b> | <b>F3</b> | <b>F4</b> | <b>F5</b> |                   |           |
| Lisa o ligeramente rugosa  |           |           |           |           |           |                   |           |
| Moderadamente rugosa   |           |           |           |           |           |                   |           |
| Muy rugosa   |           |           |           |           |           |                   |           |
| <b>Constricción basal</b>  | <b>F1</b> | <b>F2</b> | <b>F3</b> | <b>F4</b> | <b>F5</b> |                   |           |
| Ausente  |           |           |           |           |           |                   |           |
| Débil  |           |           |           |           |           |                   |           |
| Moderada   |           |           |           |           |           |                   |           |
| Fuerte   |           |           |           |           |           |                   |           |
| <b>Forma del ápice del fruto:</b>  | <b>F1</b> | <b>F2</b> | <b>F3</b> | <b>F4</b> | <b>F5</b> |                   |           |
| Entallado  |           |           |           |           |           |                   |           |
| Agudo  |           |           |           |           |           |                   |           |
| Obtuso   |           |           |           |           |           |                   |           |
| Redondeado   |           |           |           |           |           |                   |           |
|  | <b>F1</b> | <b>F2</b> | <b>F3</b> | <b>F4</b> | <b>F5</b> | <b>Tota<br/>l</b> | $\bar{x}$ |
| Longitud del fruto en cm:  |           |           |           |           |           |                   |           |
| Diámetro del fruto en cm   |           |           |           |           |           |                   |           |
| Espesor de caballete en mm::   |           |           |           |           |           |                   |           |
| Profundidad de surco(mm):  |           |           |           |           |           |                   |           |
| Espesor de cáscara (mm)  |           |           |           |           |           |                   |           |
| <b>Resistencia de la cáscara en fruto fisiológicamente maduro (dureza)</b> |           |           |           |           |           |                   |           |
| <b>Débil</b>   |           |           |           |           |           |                   |           |
| <b>Moderada</b>  |           |           |           |           |           |                   |           |
| <b>Fuerte</b>  |           |           |           |           |           |                   |           |

## Pulpa y Semilla

| Color de pulpa:                                   |           |           |           |           |           |              |           |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| Blanco  |           |           |           |           |           |              |           |
| Crema claro                                       |           |           |           |           |           |              |           |
| Crema oscuro                                      |           |           |           |           |           |              |           |
| <b>Forma de la semilla (sección Longitudinal)</b> | <b>S1</b> | <b>S2</b> | <b>S3</b> | <b>S4</b> | <b>S5</b> |              |           |
| Oblonga   |           |           |           |           |           |              |           |
| Elíptica  |           |           |           |           |           |              |           |
| Ovada   |           |           |           |           |           |              |           |
| Irregular   |           |           |           |           |           |              |           |
| <b>Forma de semilla (sección transversal)</b>     | <b>S1</b> | <b>S2</b> | <b>S3</b> | <b>S4</b> | <b>S5</b> |              |           |
| Aplanada  |           |           |           |           |           |              |           |
| Intermedia  |           |           |           |           |           |              |           |
| Redondeada  |           |           |           |           |           |              |           |
| Color de la semilla.                              |           |           |           |           |           |              |           |
| Blanco  |           |           |           |           |           |              |           |
| Púrpura   |           |           |           |           |           |              |           |
| Café  |           |           |           |           |           |              |           |
|   | <b>S1</b> | <b>S2</b> | <b>S3</b> | <b>S4</b> | <b>S5</b> | <b>Total</b> | $\bar{x}$ |
| Largo de semilla en mm:                           |           |           |           |           |           |              |           |
| Ancho de semilla en mm:                           |           |           |           |           |           |              |           |
| Espesor de semilla en mm                          |           |           |           |           |           |              |           |
| Peso seco en gramos:                              |           |           |           |           |           |              |           |

Erecto ( $<90$ ) (Figura a)

Inermedio (91-135) (figura b)

Decumbente ( $>135$ ) (Figura c)

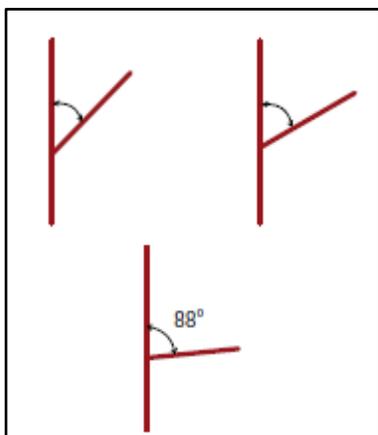


Figura a. Erecto ( $<90$ )

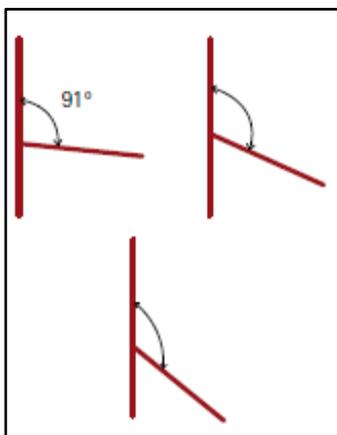


Figura b. Intermedio (91-135)

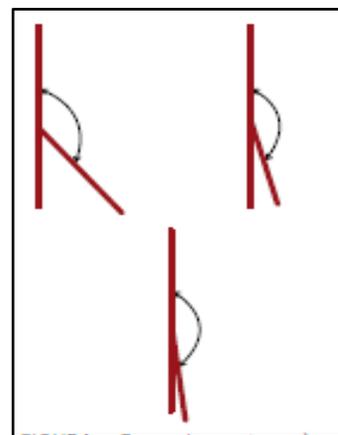


Figura c. Decumbente ( $>135$ )

**Figura A- 1. Arquitectura del árbol de cacao propuestos por el INIA (2005)**



Figura A. Simple



Figura B. Intermedisa



Figura C. Verticilada

**Figura A - 2. Forma de ramificación del árbol de cacao propuestos por el INIA (2005).**



Figura A - 3. Pubescencia en brotes terminales propuestos por el INIA (2005).

| 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 - 4. Longitud de hoja propuestos por el INIFAP (2014)

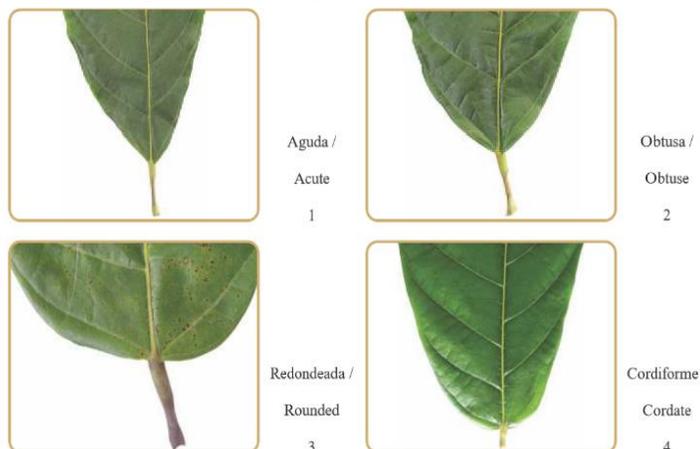
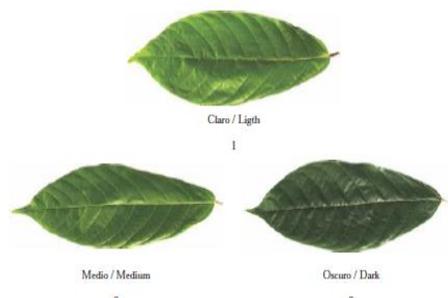
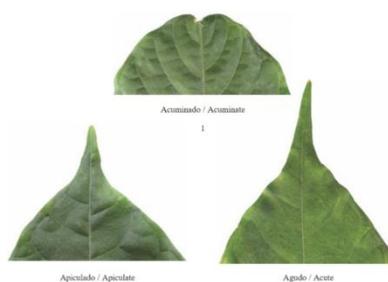


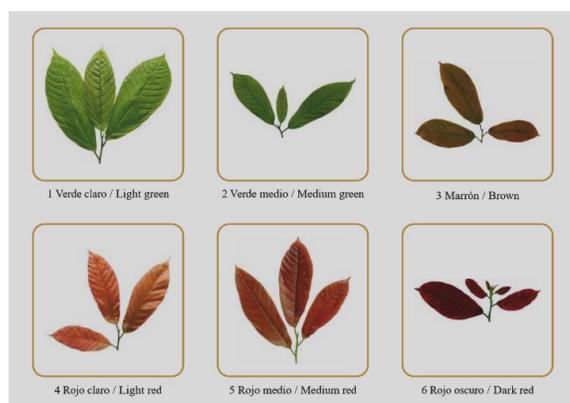
Figura A - 5. Forma de base de la hoja propuestas por el INIFAP (2014)



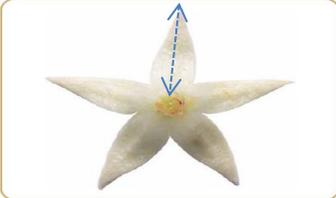
**Figura A - 6. Pigmentación de color verde propuestas por el INIFAP (2014)**



**Figura A - 7. Forma del ápice de la hoja propuestas por el INIFAP (2014)**



**Figura A - 8. Color de brotes propuestos por el INIFAP (2014)**

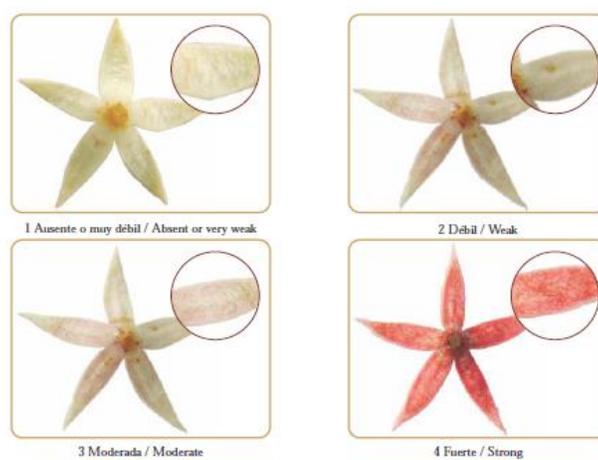


| Nivel / Level  | mm          | Nota / Note |
|----------------|-------------|-------------|
| Corta / Short  | 4.24 – 5.09 | 3           |
| Media / Medium | 5.94 – 6.78 | 5           |
| Larga / Long   | 7.63 – 8.48 | 7           |

**Figura A - 9. Longitud de sépalos propuestos por el INIFAP (2014)**



**Figura A - 10. Ancho de sépalo propuestos por el INIFAP (2014)**



**Figura A - 11. Pigmentación de antocianina en Sépalos propuestos por el INIFAP (2014)**



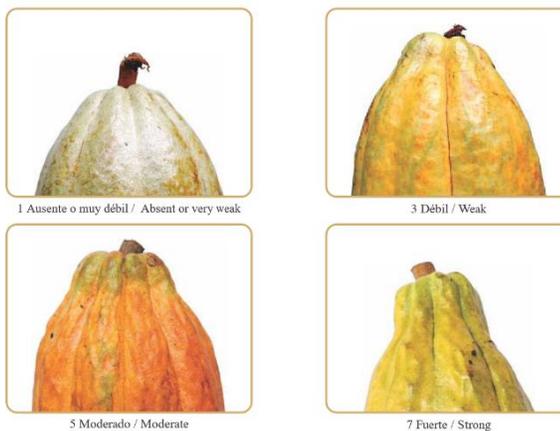
**Figura A - 12. Color de lígula propuestos por el INIFAP (2014)**



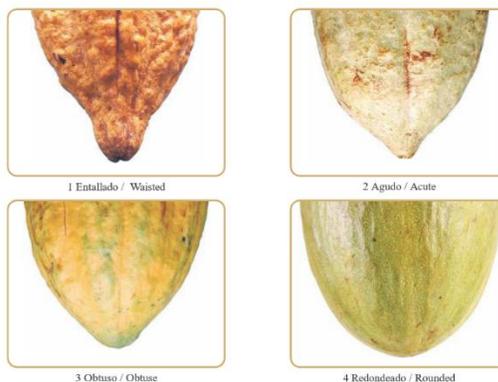
**Figura A - 13. Pigmentación de antocianina en estaminodios propuestos por el INIFAP (2014)**



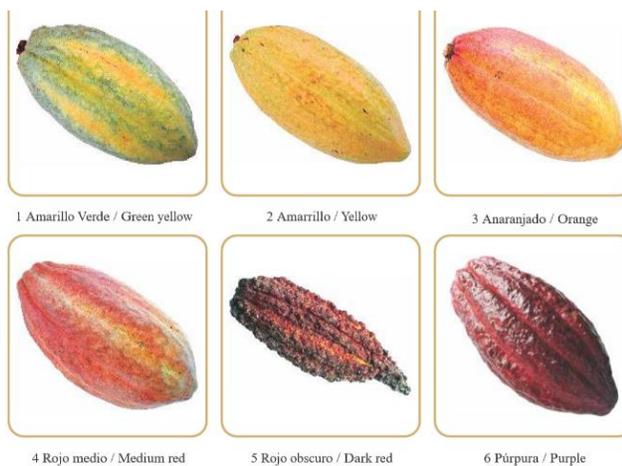
**Figura A - 14. Forma de frutos propuestos por el INIFAP (2014)**



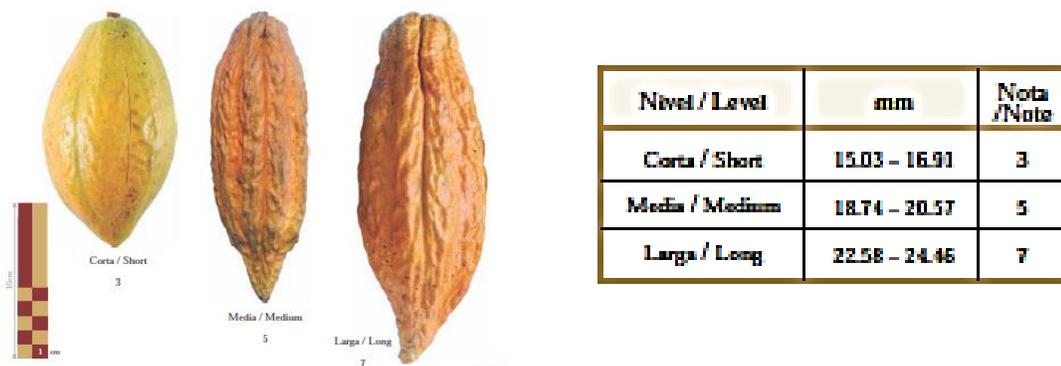
**Figura A - 15. Constricción basal propuestos por el INIFAP (2014)**



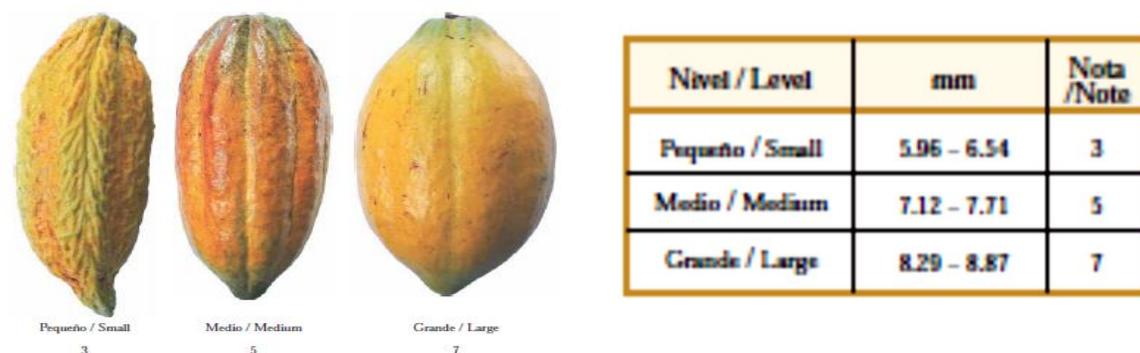
**Figura A - 16. Forma de ápice propuestos por el INIFAP (2014)**



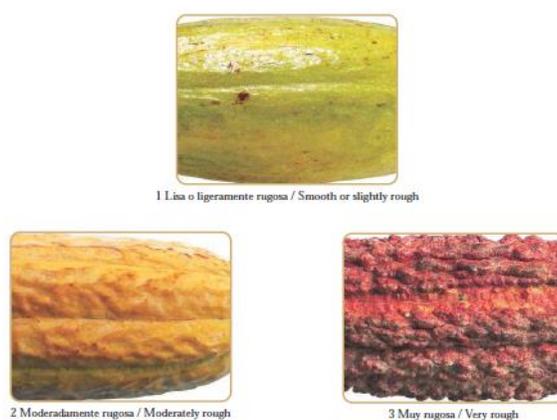
**Figura A - 17. Color de fruto propuestos por el INIFAP (2014)**



**Figura A - 18. Longitud de fruto propuestos por el INIFAP (2014)**



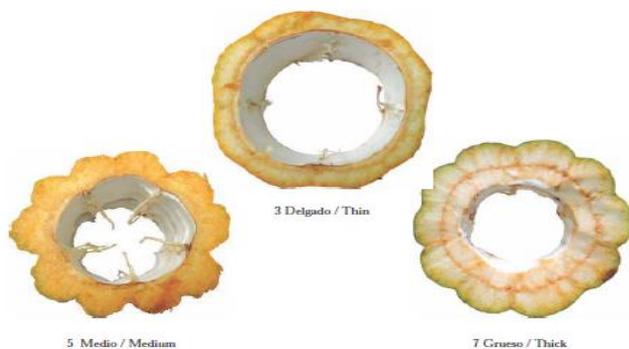
**Figura A - 19. Diámetro de fruto propuestos por el INIFAP (2014)**



**Figura A - 20. Morfología de la superficie del fruto (rugosidad) propuestos por el INIFAP (2014)**

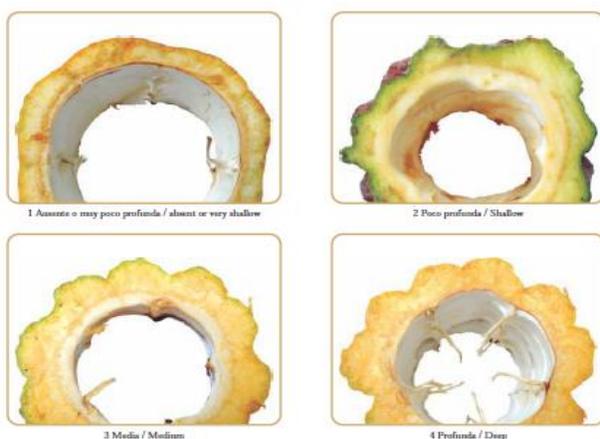


**Figura A - 21. Color de pulpa propuestos por el INIFAP (2014)**



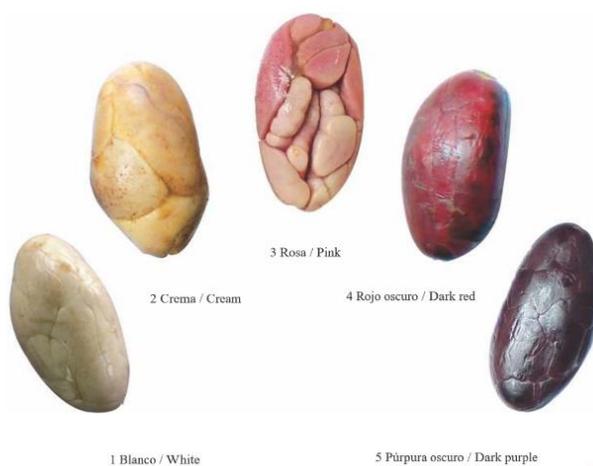
**Descripción:** 3 = delgada (< 1.2 cm)  
5 = intermedia (medio) (1.2 - 1.6 cm)  
7 = gruesa (> 1.6 cm), Propuestos por  
García Carrión 2012, adaptados a la  
figura propuesta por el INIFAP 2014.

**Figura A - 22. Grosor de cáscara propuestos por el INIFAP (2014).**



**Descripción:** 1= ausente 2 = superficial  
(< 0.5 cm) 3 = intermedio (medio) (0.5 -  
1.0 cm) 4 = fuerte (profundo): (> 1.0 cm)  
Propuestos por García Carrión 2012  
adaptados a la figura propuesta por el  
INIFAP 2014.

**Figura A - 23. Profundidad de surcos hasta el nivel del lomo propuestos por el  
INIFAP (2014).**



**Figura A - 24. Color de cotiledón propuestos por el INIFAP (2014).**

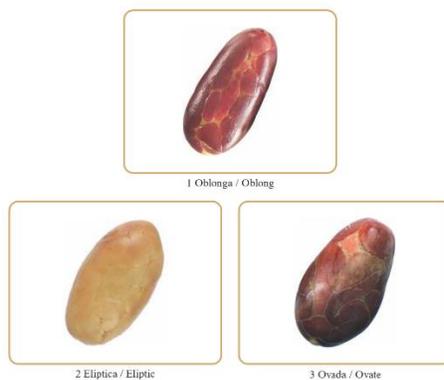


Figura A - 25. Forma en la sección transversal propuestos por el INIFAP (2014).



Figura A - 26. Longitud y ancho de semilla propuestos por el INIFAP (2014).



Figura A 27. Grosor de semilla propuestos por el INIFAP (2014).



Figura A - 28. Forma de la semilla en la sección transversal propuesta por García Carrión 2012

**Cuadro A - 2. Caracteres cualitativos de árbol.**

| N° Árboles           | Arquitectura | Ramificación | Vigor      |
|----------------------|--------------|--------------|------------|
| Santa Clara 1        | erecta       | simple       | Débil      |
| Santa Clara 2        | erecta       | simple       | Intermedio |
| Santa Clara 3        | erecta       | simple       | Intermedio |
| Santa Clara 4        | erecta       | simple       | Débil      |
| Santa Clara 5        | erecta       | simple       | Intermedio |
| Santa Clara 6        | intermedio   | intermedia   | Vigoroso   |
| Santa Clara 7        | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| San José Cortez 1    | intermedio   | intermedia   | Vigoroso   |
| San José Cortez 2    | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| San José Cortez 3    | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| Santa Clara 8        | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| Santa Clara 9        | erecta       | intermedia   | Débil      |
| Santa Clara 10       | erecta       | simple       | Intermedio |
| Santa Clara 11       | erecta       | intermedia   | Débil      |
| Santa Clara 12       | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| Santa Clara 13       | erecta       | intermedia   | Débil      |
| Santa Clara 14       | intermedio   | verticilada  | Intermedio |
| Santa Clara 15       | pendulosas   | intermedia   | Intermedio |
| Santa Clara 16       | erecta       | verticilada  | Débil      |
| Santa Clara 17       | erecta       | simple       | Intermedio |
| Santa Clara 18       | erecta       | verticilada  | Intermedio |
| Santa Clara 19       | erecta       | verticilada  | Intermedio |
| Santa Clara 20       | erecta       | verticilada  | Intermedio |
| Santa Clara 21       | erecta       | intermedia   | Débil      |
| Santa Clara 22       | intermedio   | intermedia   | Intermedio |
| Santa Clara 23       | intermedio   | intermedia   | Intermedio |
| Santa Clara 24       | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| Santa Clara 25       | pendulosa    | intermedia   | Intermedio |
| Santa Clara 26       | erecta       | simple       | Débil      |
| Santa Clara 27       | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| Arcatao 1            | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| Arcatao 2            | erecta       | simple       | Intermedio |
| Arcatao 3            | erecta       | simple       | Débil      |
| Arcata 4             | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| Arcata 5             | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| Arcatao 6            | erecta       | verticilada  | Intermedio |
| Arcatao 7            | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| Arcatao 8            | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| Arcatao 9            | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| Arcatao 10           | erecta       | verticilada  | Intermedio |
| Arcatao 11           | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| San Pedro Nonualco 1 | erecta       | verticilada  | Intermedio |
| San Pedro Nonualco 2 | erecta       | intermedia   | Intermedio |
| San Pedro Nonualco 3 | erecta       | simple       | Intermedio |
| Santa Clara 1        | erecta       | intermedia   | Vigoroso   |
| Santa Clara 2        | erecta       | intermedia   | Vigoroso   |
| Santa Clara 3        | erecta       | intermedia   | Vigoroso   |

**Cuadro A - 3. Caracteres cualitativos de hojas y brotes tiernos.**

| N° árbol             | Forma de la base | Forma de ápice | Intensidad de pigmentación verde | Color de brotes tiernos | Pubescencia de Brotes Terminales |
|----------------------|------------------|----------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Santa Clara 1        | aguda            | agudo          | Medio                            | verde claro             | Fuerte                           |
| Santa Clara 2        | aguda            | agudo          | Oscuro                           | verde claro             | Fuerte                           |
| Santa Clara 3        | aguda            | agudo          | Oscuro                           | Verde claro             | Fuerte                           |
| Santa Clara 4        | obtusa           | apiculado      | Medio                            | Verde claro             | Débil                            |
| Santa Clara 5        | aguda            | apiculado      | medio                            | Rojo oscuro             | Débil                            |
| Santa Clara 6        | obtusa           | agudo          | oscuro                           | Rojo claro              | Débil                            |
| Santa Clara 7        | cordiforme       | apiculado      | oscuro                           | rojo claro              | Moderada                         |
| San José Cortez 1    | aguda            | agudo          | oscuro                           | rojo medio              | Débil                            |
| San José Cortez 2    | aguda            | apiculado      | claro                            | Rojo claro              | Débil                            |
| San José Cortez 3    | aguda            | apiculado      | oscuro                           | Rojo claro              | Débil                            |
| Santa Clara 8        | obtusa           | apiculado      | medio                            | verde claro             | Fuerte                           |
| Santa Clara 9        | obtusa           | agudo          | medio                            | verde claro             | Fuerte                           |
| Santa Clara 10       | aguda            | agudo          | claro                            | verde claro             | Fuerte                           |
| Santa Clara 11       | aguda            | agudo          | oscuro                           | Verde claro             | Débil                            |
| Santa Clara 12       | obtusa           | apiculado      | oscuro                           | Rojo claro              | Débil                            |
| Santa Clara 13       | aguda            | apiculado      | oscuro                           | rojo medio              | Débil                            |
| Santa Clara 14       | aguda            | agudo          | oscuro                           | Marrón                  | Débil                            |
| Santa Clara 15       | obtusa           | agudo          | oscuro                           | Rojo oscuro             | Débil                            |
| Santa Clara 16       | aguda            | agudo          | oscuro                           | rojo medio              | Débil                            |
| Santa Clara 17       | obtusa           | agudo          | oscuro                           | Rojo medio              | Débil                            |
| Santa Clara 18       | obtusa           | apiculado      | oscuro                           | rojo medio              | Débil                            |
| Santa Clara 19       | aguda            | apiculado      | oscuro                           | rojo medio              | Débil                            |
| Santa Clara 20       | obtusa           | apiculado      | oscuro                           | rojo claro              | Débil                            |
| Santa Clara 21       | obtusa           | apiculado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| Santa Clara 22       | obtusa           | apiculado      | oscuro                           | rojo claro              | Débil                            |
| Santa Clara 23       | obtusa           | apiculado      | oscuro                           | Marrón                  | Débil                            |
| Santa Clara 24       | aguda            | acuminado      | oscuro                           | Rojo claro              | Débil                            |
| Santa Clara 25       | obtusa           | apiculado      | oscuro                           | Marrón                  | Débil                            |
| Santa Clara 26       | obtusa           | apiculado      | oscuro                           | Rojo oscuro             | Débil                            |
| Santa Clara 27       | obtusa           | apiculado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| Arcatao 1            | aguda            | apiculado      | oscuro                           | rojo claro              | Débil                            |
| Arcatao 2            | aguda            | acuminado      | oscuro                           | Marrón                  | Débil                            |
| Arcatao 3            | aguda            | agudo          | oscuro                           | Rojo claro              | Débil                            |
| Arcatao 4            | obtusa           | acuminado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| Arcatao 5            | obtusa           | acuminado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| Arcatao 6            | obtusa           | apiculado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| Arcatao 7            | oblonga          | apiculado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| Arcatao 8            | oblonga          | acuminado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| Arcatao 9            | oblonga          | acuminado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| Arcatao 10           | oblonga          | acuminado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| Arcatao 11           | oblonga          | acuminado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| San Pedro Nonualco 1 | obtusa           | agudo          | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| San Pedro Nonualco 2 | aguda            | acuminado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| San Pedro Nonualco 3 | oblonga          | acuminado      | oscuro                           | verde claro             | Débil                            |
| Santa Clara 1        | obtusa           | apiculado      | medio                            | Rojo claro              | Débil                            |
| Santa Clara 2        | aguda            | agudo          | oscuro                           | rojo medio              | Débil                            |
| Santa Clara 3        | obtusa           | apiculado      | oscuro                           | Rojo claro              | Débil                            |

### Cuadro A - 4. Caracteres cualitativos de flores.

| N° árbol             | Antocianina en pedicelo | Antocianina en sépalo | Antocianina en estaminodio | color de lígula | color externo del ovario |
|----------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------|
| Santa Clara 1        | débil                   | débil                 | Moderada                   | amarillo crema  | crema                    |
| Santa Clara 2        | moderada                | debil                 | Moderada                   | crema           | crema                    |
| Santa Clara 3        | débil                   | débil                 | Moderada                   | amarillo        | crema                    |
| Santa Clara 4        | moderada                | moderada              | Fuerte                     | amarillo crema  | amarillo crema           |
| Santa Clara 5        | ausente                 | débil                 | Moderada                   | amarillo crema  | crema                    |
| Santa Clara 6        | débil                   | débil                 | Fuerte                     | crema           | crema                    |
| Santa Clara 7        | fuerte                  | fuerte                | Fuerte                     | amarillo        | amarillo crema           |
| San José Cortez 1    | débil                   | moderada              | Débil                      | amarillo crema  | crema                    |
| San José Cortez 2    | débil                   | moderada              | Débil                      | crema           | amarillo crema           |
| San José Cortez 3    | moderada                | moderada              | Moderada                   | amarillo crema  | amarillo crema           |
| Santa Clara 8        | débil                   | débil                 | Moderada                   | crema           | verde claro              |
| Santa Clara 9        | fuerte                  | fuerte                | Moderada                   | amarillo crema  | crema                    |
| Santa Clara 10       | fuerte                  | moderada              | Moderada                   | amarillo crema  | amarillo crema           |
| Santa Clara 11       | débil                   | moderada              | Moderada                   | amarillo crema  | crema                    |
| Santa Clara 12       | ausente                 | débil                 | Débil                      | amarillo crema  | crema                    |
| Santa Clara 13       | moderada                | fuerte                | Moderada                   | amarillo        | crema                    |
| Santa Clara 14       | moderada                | débil                 | Fuerte                     | amarillo        | verde claro              |
| Santa Clara 15       | fuerte                  | moderada              | Moderada                   | amarillo crema  | amarillo crema           |
| Santa Clara 16       | Moderada                | débil                 | moderada                   | crema           | crema                    |
| Santa Clara 17       | Fuerte                  | moderada              | moderada                   | amarillo crema  | crema                    |
| Santa Clara 18       | Débil                   | débil                 | moderada                   | amarillo crema  | crema                    |
| Santa Clara 19       | Fuerte                  | débil                 | moderada                   | crema           | crema                    |
| Santa Clara 20       | Débil                   | moderada              | moderada                   | crema           | amarillo crema           |
| Santa Clara 21       | Débil                   | moderada              | fuerte                     | amarillo crema  | crema                    |
| Santa Clara 22       | Fuerte                  | moderada              | moderada                   | crema           | amarillo crema           |
| Santa Clara 23       | Fuerte                  | débil                 | fuerte                     | amarillo        | crema                    |
| Santa Clara 24       | Moderada                | débil                 | fuerte                     | crema           | amarillo crema           |
| Santa Clara 25       | Moderada                | débil                 | fuerte                     | crema           | amarillo                 |
| Santa Clara 26       | Moderada                | débil                 | fuerte                     | crema           | amarillo                 |
| Santa Clara 27       | Débil                   | moderada              | moderada                   | amarillo crema  | crema                    |
| Arcatao 1            | Débil                   | moderada              | moderada                   | crema           | crema                    |
| Arcatao 2            | Débil                   | moderada              | moderada                   | crema           | crema                    |
| Arcatao 3            | Débil                   | moderada              | débil                      | crema           | crema                    |
| Arcatao 4            | Débil                   | moderada              | moderada                   | amarillo crema  | crema                    |
| Arcatao 5            | Débil                   | moderada              | débil                      | crema           | crema                    |
| Arcatao 6            | Fuerte                  | moderada              | moderada                   | amarillo crema  | crema                    |
| Arcatao 7            | Moderada                | moderada              | moderada                   | crema           | crema                    |
| Arcatao 8            | fuerte                  | fuerte                | fuerte                     | amarillo crema  | crema                    |
| Arcatao 9            | moderada                | moderada              | moderada                   | amarillo crema  | crema                    |
| Arcatao 10           | fuerte                  | fuerte                | fuerte                     | amarillo crema  | crema                    |
| Arcatao 11           | Moderada                | Débil                 | Moderada                   | Amarillo crema  | crema                    |
| San Pedro Nonualco 1 | moderada                | moderada              | moderada                   | amarillo        | amarillo crema           |
| San Pedro Nonualco 2 | fuerte                  | fuerte                | moderada                   | amarillo        | amarillo crema           |
| San Pedro Nonualco 3 | fuerte                  | fuerte                | moderada                   | amarillo        | amarillo crema           |

**Cuadro A - 5. Caracteres cualitativos de frutos.**

| N° árbol             | Forma   | Color          | Forma ápice | Constricción Basal | Rugosidad                 | resistencia de cáscara | color de pulpa |
|----------------------|---------|----------------|-------------|--------------------|---------------------------|------------------------|----------------|
| Santa Clara 1        | ovado   | amarillo verde | agudo       | débil              | moderadamente rugosa      | fuerte                 | blanco         |
| Santa Clara 2        | ovado   | amarillo verde | obtuso      | moderada           | lisa o ligeramente rugosa | fuerte                 | blanco         |
| Santa Clara 4        | ovado   | Amarillo verde | agudo       | ausente            | moderadamente rugosa      | fuerte                 | blanco         |
| Santa Clara 5        | ovado   | amarillo verde | obtuso      | ausente            | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Santa Clara 6        | oblonga | amarillo verde | obtuso      | ausente            | moderadamente rugosa      | fuerte                 | crema claro    |
| Santa Clara 7        | ovado   | Anaranjado     | entallado   | fuerte             | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| San José Cortez 1    | ovado   | amarillo verde | entallado   | fuerte             | muy rugosa                | debil                  | Crema claro    |
| San José Cortez 2    | ovado   | amarillo verde | entallado   | Débil              | moderadamente rugosa      | debil                  | crema claro    |
| San José Cortez 3    | ovado   | amarillo verde | entallado   | Débil              | moderadamente rugosa      | debil                  | crema oscuro   |
| Santa Clara 9        | ovado   | anaranjado     | obtuso      | moderada           | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Santa Clara 10       | ovado   | rojo medio     | obtuso      | moderada           | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Santa Clara 11       | ovado   | amarillo verde | obtuso      | Débil              | lisa o ligeramente rugosa | debil                  | Blanco         |
| Santa Clara 12       | ovado   | amarillo verde | agudo       | Débil              | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Santa Clara 13       | ovado   | amarillo verde | obtuso      | ausente            | moderadamente rugosa      | Moderada               | Blanco         |
| Santa Clara 18       | obovado | amarillo verde | agudo       | moderada           | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Santa Clara 19       | oblonga | amarillo verde | obtuso      | Débil              | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Santa Clara 22       | oblonga | amarillo verde | obtuso      | moderada           | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Santa Clara 24       | ovado   | amarillo verde | obtuso      | Débil              | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Santa Clara 25       | ovado   | amarillo verde | agudo       | Débil              | lisa o ligeramente rugosa | fuerte                 | Blanco         |
| Santa Clara 26       | oblonga | amarillo verde | obtuso      | Débil              | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Santa Clara 27       | oblonga | amarillo verde | obtuso      | Débil              | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Arcatao 1            | ovado   | amarillo verde | entallado   | ausente            | moderadamente rugosa      | debil                  | Blanco         |
| Arcatao 2            | ovado   | amarillo verde | entallado   | Débil              | moderadamente rugosa      | moderada               | Blanco         |
| Arcatao 3            | Ovado   | Amarillo verde | Entallado   | Débil              | Moderadamente rugoso      | Moderada               | Blanco         |
| Arcatao 4            | ovado   | amarillo verde | entallado   | ausente            | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Arcatao 5            | ovado   | amarillo verde | entallado   | Débil              | moderadamente rugosa      | fuerte                 | Blanco         |
| Arcatao 6            | oblonga | amarillo       | redondeado  | Débil              | moderadamente rugosa      | Moderada               | Blanco         |
| Arcatao 8            | Ovado   | Amarillo verde | Obtuso      | débil              | Moderadamente rugoso      | Moderada               | blanco         |
| San Pedro Nonualco 1 | ovado   | amarillo verde | obtuso      | ausente            | moderadamente rugosa      | Moderada               | Blanco         |
| San Pedro Nonualco 2 | ovado   | Purpura        | obtuso      | ausente            | moderadamente rugosa      | Moderada               | Blanco         |
| San Pedro Nonualco 3 | ovado   | Purpura        | obtuso      | ausente            | moderadamente rugosa      | Moderada               | Blanco         |

### Cuadro A - 6. Características de semillas

| N° Arbol             | forma sección longitudinal | forma sección transversal | color de semilla |
|----------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|
| Santa Clara 1        | Ovada                      | Ovada                     | Purpura          |
| Santa Clara 2        | Ovada                      | Aplanada                  | Jaspeada         |
| Santa Clara 4        | ovada                      | intermedia                | Purpura          |
| Santa Clara 5        | ovada                      | intermedia                | Purpura          |
| Santa Clara 6        | ovada                      | aplanada                  | Purpura          |
| Santa Clara 7        | ovada                      | ovada                     | Purpura          |
| San José Cortez 1    | irregular                  | intermedia                | Blanco           |
| San José Cortez 2    | ovada                      | aplanada                  | Blanco           |
| San José Cortez 3    | ovada                      | intermedia                | Blanco           |
| Santa Clara 9        | ovada                      | intermedia                | Purpura          |
| Santa Clara 10       | ovada                      | intermedia                | Purpura          |
| Santa Clara 11       | elíptica                   | intermedia                | Blanco-purpura   |
| Santa Clara 12       | ovada                      | aplanada                  | Purpura          |
| Santa Clara 13       | ovada                      | intermedia                | Purpura          |
| Santa Clara 18       | oblonga                    | intermedia                | Purpura          |
| Santa Clara 19       | ovada                      | intermedia                | Purpura          |
| Santa Clara 22       | ovada                      | intermedia                | Purpura          |
| Santa Clara 24       | ovada                      | intermedia                | Purpura          |
| Santa Clara 25       | Ovada                      | Intermedia                | Rosa             |
| Santa Clara 26       | Ovada                      | Intermedia                | Rosa             |
| Santa Clara 27       | ovada                      | intermedia                | Blanco-purpura   |
| Arcatao 1            | ovada                      | intermedia                | Blanco           |
| Arcatao 2            | ovada                      | intermedia                | Blanco           |
| Arcatao 3            | Ovada                      | Intermedia                | Blanco           |
| Arcatao 4            | elíptica                   | intermedia                | Blanca           |
| Arcatao 5            | elíptica                   | intermedia                | Blanco           |
| Arcatao 6            | ovada                      | intermedia                | Purpura          |
| Arcatao 8            | Ovada                      | Intermedia                | Purpura          |
| San Pedro Nonualco 2 | Oblonga                    | intermedia                | Blanco           |

### Cuadro A - 7. Resultados del análisis de los suelos de los sitios donde se encontraron los arboles de cacao.

|                                  | Datos químicos de suelo |                  |                     |           |                       |
|----------------------------------|-------------------------|------------------|---------------------|-----------|-----------------------|
|                                  | PH %                    | Materia Orgánica | conductividad ms/cm | Salinidad | Solidos totales(mg/l) |
| Cooperativa Hacienda Santa Clara | 6.28                    | 4.66             | 3440                | 1.8       | 177                   |
| Ciudad Delgado                   | 6.23                    | 1.33             | 1002.102            | 0.49      | 194                   |
| Arcatao                          | 6.57                    | 2.95             | 178.8               | 0.08      | 99.1                  |
| San Pedro Nonualco               | 6.34                    | 3.74             | 174                 | 0.09      | 92.9                  |
| PROMEDIO                         | 6.36                    | 3.17             | 1198.73             | 0.62      | 140.75                |
| DESVIACION                       | 0.15                    | 1.41             | 1544.05             | 0.81      | 52.2                  |
| COEFICIENTE DE VARIACION         | 2.36                    | 44.53            | 128.81              | 132.15    | 37.09                 |

Fuente: Elaboración de propia (2017)