



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



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

In situ morphoagronomic characterization of Creole cacao (*Theobroma cacao* L.) in the Cangrejera canton, municipality of Izalco, department of Sonsonate, El Salvador

Luis Miguel Lovo-Lara¹, Wilmer Vladimir López-Avilés¹, Fidel Angel Parada-Berríos¹, Francisco Lara-Ascencio², Ada Yanira Arias de Linares³, Elías Antonio Vásquez-Osegueda¹

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo entre los meses de agosto de 2017 y octubre de 2018, en el cantón Cangrejera, municipio de Izalco, departamento de Sonsonate, El Salvador. El objetivo de la investigación fue identificar árboles élitos de cacao criollo, utilizando herramientas de caracterización de cacao criollo, adaptado, de los descriptores de INIFAP y CATIE. Se ejecutaron giras de caracterización *in situ* y colecta en la finca, identificándose aquellos árboles que presentaron características de cacao criollo, haciendo énfasis en la coloración de la semilla. Se colectaron muestras de flores, frutos, hojas y semillas; estas últimas, con la finalidad de conocer la composición química de las mismas, se les realizó análisis bromatológicos en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Para la interpretación de datos se utilizó estadística descriptiva y análisis multivariado, utilizando el programa SPSS versión 25, incorporándose 41 árboles y 33 descriptores cuantitativos sujetos del análisis descriptivo. Los análisis de componentes principales se evaluaron por el método de Clúster. Como resultados se caracterizaron 41 árboles de cacao, encontrando alta variabilidad genética confirmada por la formación de 14 grupos de conglomerados con una alta heterogeneidad entre ellos y homogeneidad en los subgrupos basada en el ordenamiento de los descriptores, que reunieron las características de los árboles, aportando con 84.98% a la varianza total. Además se encontraron 11 árboles de cacao con sus frutos conteniendo almendras cuyo cotiledón eran 100% de color blanco, valores de grasa de hasta 56.55% y de proteína con 17.15% respectivamente. Finalmente se elaboró un catálogo ilustrado de los árboles caracterizados.

Palabras clave: Caracterización, descriptores, color de semilla, árboles élitos.

1 Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

2 Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

3 Departamento de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

ABSTRACT

The investigation was carried out between August 2017 and October 2018, in the Cangrejera canton, municipality of Izalco, department of Sonsonate, El Salvador. The aim of the research was to identify elite trees of Creole cocoa, using tools to characterize Creole cocoa. Adapted from the descriptors of INIFAP and CATIE. Characterization tours were carried out in situ and collected on the farm, identifying those trees that presented characteristics of Creole cocoa, emphasizing the color of the seed. Samples of flowers, fruits, leaves and seeds were collected; the latter, with the purpose of knowing their chemical composition through bromatological analysis in the Agricultural Chemistry Laboratory of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador. For the interpretation of data, descriptive statistics and multivariate analysis were used using the SPSS version 25 program, incorporating 41 trees and 33 quantitative descriptors subject to the descriptive analysis. Principal component analyzes were evaluated by the Cluster method. As results, 41 cocoa trees were characterized, finding high genetic variability confirmed by the formation of 14 clusters with high heterogeneity between them and homogeneity in the subgroups based on the ordering of the descriptors, which brought together the characteristics of the trees contributing with 84.98% to the total variance. In addition, 11 cocoa trees were found with their fruits containing almonds whose cotyledon were 100% white, fat values of up to 56.55% and protein with 17.15% respectively. Finally, an illustrated catalog of the characterized trees was developed.

Keywords: Characterization, descriptors, seed color, elite trees.

INTRODUCCIÓN

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

El producto llamado cacao de Izalco, se cultivaba en la época posterior a la conquista en lo que después se llamó la provincia de Sonsonate, en que se incluían no sólo las fincas de la población de ese nombre, sino también las de Izalco, Caluco y Nahulingo. En dichas localidades existen todavía gran cantidad de árboles centenarios, ya que durante mucho tiempo no se hicieron siembras nuevas, sino,

con raras excepciones y en pequeña escala. Se considera que uno de los motivos de la disminución y hasta del abandono de los cacaotales en dicha zona, fueron las erupciones repetidas del volcán de Santa Ana, primero y el volcán de Izalco después (Choussy 1950). Asimismo, en 1932 se registra la masacre de 30,000 indígenas, perpetrada por el General Maximiliano Hernández Martínez, Presidente de la República en ese período. Los indígenas sobrevivientes tuvieron que emigrar de su zona de origen y cambiarse incluso sus nombres, considerándose una de las razones que sirvieron el tiro de gracia al olvido del cacao en El Salvador.

Sin embargo, una de las plantaciones de cacao, de importancia comercial que se conocía en el periodo de 1947-1950, era la hacienda Santa Emilia en el Departamento de Sonsonate, que constaba de una extensión de 100 manzanas, las cuales fueron abandonadas. La producción de la plantación Santa Emilia, era del orden de 1,450 quintales o sea en promedio de 3 libras por árbol. Luego de su rehabilitación, la producción se podía calcular alrededor entre 2,000 y 2,500 quintales. Dicha producción no

alcanzaba a cubrir la demanda del mercado interno de cacao en grano, en estado natural, siendo necesario que El Salvador importara el resto de cacao demandado de Guatemala, Honduras y Nicaragua (Choussy 1950).

El programa Alianza Cacao, el CENTA y la Academia, representada principalmente por la Universidad de El Salvador, desde el año 2012, realizan esfuerzos e invierten recursos en el establecimiento de siembras nuevas de cacao, principalmente con plantas procedentes de semillas y la posterior injertación en campo con clones de alto rendimiento procedentes de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) y del CATIE, ya que el Estado por más de 60 años no destinó incentivos hacia el desarrollo de este cultivo entre los agricultores, generándose una drástica erosión genética del cacao y de especies afines, y con esto el conocimiento de nuevas variedades de cacao y de técnicas de producción (CRS 2014)

Por tal razón, esta investigación se centra en una caracterización morfoagronómica y rescate de germoplasma de cacaos criollos en el cantón Cangrejera, municipio de Izalco, departamento de Sonsonate, El Salvador, para identificar los árboles élites, de los cuales sus productos podrán ser explotados comercialmente, siempre y cuando tengan aceptación en el mercado nacional e internacional, garantizando así, resultados que beneficien a los productores de nuestro país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se ejecutó entre agosto de 2017 y octubre de 2018, en la finca del productor Jaime Arévalo, ubicada en el cantón Cangrejera, municipio de Izalco, departamento de Sonsonate, El Salvador, con coordenadas geográficas 13°44'28" latitud norte y 89°40'52" longitud oeste, encontrándose a una altitud de

418 metros sobre el nivel del mar.

Herramientas para la caracterización

Las herramientas utilizadas para la caracterización, fueron los descriptores de caracteres morfológicos y agronómicos propuestos por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (INIFAP 2014), Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) (INIA 2005) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (Phillips 2012). Estos sirvieron para comparar los atributos y así establecer las propiedades morfoagronómicas que presentaban cada árbol seleccionado.

Variables en estudio

Las variables cualitativas fueron: arquitectura, forma de ramificación y vigor del árbol; forma y color de hojas, frutos y semillas; color de flores y pubescencia de brotes tiernos.

Las variables cuantitativas fueron: altura, diámetro, número de frutos, cojinetes y flores por cojinete, longitud y ancho de hojas, longitud y diámetro de frutos, longitud y espesor de semillas, espesor de cáscara en frutos, peso de frutos, índice de semillas y frutos, longitud y ancho de sépalos, ovario y estilo de la flor y el análisis bromatológico de las semillas.

Análisis bromatológico

El análisis se realizó en 41 árboles específicamente dirigido a la semilla de forma normal y de forma artesanal (semillas fermentadas), se siguieron los procedimientos propuestos por la AOAC (1990). El análisis fue realizado en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, con la finalidad de determinar: humedad parcial y total, porcentaje de proteína, grasa, fibra cruda, carbohidratos, cenizas y minerales (calcio, fósforo y potasio).

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos y atributos

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

Material experimental

Se caracterizaron *in situ* 41 árboles de cacao criollo, distribuidos en toda la finca en Izalco. De cada uno de los árboles se tomaron datos de georreferenciación y altura sobre el nivel del mar y además se extrajeron muestras de hojas, flores, frutos y semillas para su respectiva caracterización, además de las semillas, se realizó su respectivo análisis bromatológico (Cuadro 1).

Cuadro 1. Codificación y ubicación de los árboles de cacao caracterizados.

Número	Nombre del árbol	Código	Latitud	Longitud	Altura (msnm)
1	Jaime Arévalo 3	JA 3A	N 13°44'01.5"	W 089°40'48.9"	384
2	Jaime Arévalo 4	JA 4A	N 13°44'02.0"	W 089°40'49.2"	386
3	Jaime Arévalo 5	JA 5A	N 13°44'02.0"	W 089°40'49.3"	388
4	Jaime Arévalo 6	JA 6A	N 13°44'02.1"	W 089°40'49.4"	389
5	Jaime Arévalo 7	JA 7A	N 13°44'02.2"	W 089°40'49.5"	390
6	Jaime Arévalo 8	JA 8A	N 13°44'02.2"	W 089°40'49.6"	388
7	Jaime Arévalo 9	JA 9A	N 13°44'02.7"	W 089°40'49.1"	388
8	Jaime Arévalo 10	JA 10A	N 13°44'02.6"	W 089°40'49.2"	391
9	Jaime Arévalo 11	JA 11A	N 13°44'02.1"	W 089°40'48.8"	385
10	Jaime Arévalo 12	JA 12A	N 13°44'02.0"	W 089°40'48.7"	389
11	Jaime Arévalo 13	JA 13A	N 13°44'01.9"	W 089°40'48.6"	390
12	Jaime Arévalo 14	JA 14A	N 13°44'02.1"	W 089°40'48.4"	389
13	Jaime Arévalo 15	JA 15A	N 13°44'02.3"	W 089°40'48.5"	389
14	Jaime Arévalo 16	JA 16A	N 13°44'02.5"	W 089°40'48.6"	388
15	Jaime Arévalo 17	JA 17A	N 13°44'02.7"	W 089°40'49.0"	384
16	Jaime Arévalo 18	JA 18A	N 13°44'02.9"	W 089°40'48.6"	383
17	Jaime Arévalo 19	JA 19A	N 13°44'02.7"	W 089°40'48.0"	381
18	Jaime Arévalo 20	JA 20A	N 13°44'02.8"	W 089°40'48.2"	388
19	Jaime Arévalo 21	JA 21A	N 13°44'02.9"	W 089°40'48.6"	387
20	Jaime Arévalo 22	JA 22A	N 13°44'02.6"	W 089°40'48.1"	381
21	Jaime Arévalo 23	JA 23A	N 13°44'03.3"	W 089°40'49.3"	381
22	Jaime Arévalo 24	JA 24A	N 13°44'03.1"	W 089°40'48.9"	385
23	Jaime Arévalo 25	JA 25A	N 13°44'03.1"	W 089°40'48.9"	386

Número	Nombre del árbol	Código	Latitud	Longitud	Altura (msnm)
24	Jaime Arévalo 26	JA 26A	N 13°44'03.2"	W 089°40'48.9"	386
25	Jaime Arévalo 27	JA 27A	N 13°44'03.3"	W 089°40'48.7"	386
26	Jaime Arévalo 28	JA 28A	N 13°44'03.3"	W 089°40'48.8"	385
27	Jaime Arévalo 29	JA 29A	N 13°44'03.6"	W 089°40'49.0"	382
28	Jaime Arévalo 30	JA 30A	N 13°44'03.2"	W 089°40'48.5"	379
29	Jaime Arévalo 31	JA 31A	N 13°44'02.9"	W 089°40'48.7"	381
30	Jaime Arévalo 32	JA 32A	N 13°44'03.1"	W 089°40'49.6"	382
31	Jaime Arévalo 33	JA 33A	N 13°44'03.2"	W 089°40'49.7"	382
32	Jaime Arévalo 34	JA 34A	N 13°44'03.3"	W 089°40'49.6"	382
33	Jaime Arévalo 35	JA 35A	N 13°44'03.5"	W 089°40'48.6"	380
34	Jaime Arévalo 36	JA 36A	N 13°44'03.5"	W 089°40'49.4"	385
35	Jaime Arévalo 37	JA 37A	N 13°44'03.5"	W 089°40'49.4"	384
36	Jaime Arévalo 38	JA 38A	N 13°44'03.5"	W 089°40'48.6"	380
37	Jaime Arévalo 39	JA 39A	N 13°44'03.7"	W 089°40'49.2"	382
38	Jaime Arévalo 40	JA 40A	N 13°44'03.6"	W 089°40'48.9"	383
39	Jaime Arévalo 41	JA 41A	N 13°44'01.6"	W 089°40'48.5"	384
40	Jaime Arévalo 42	JA 42A	N 13°44'02.5"	W 089°40'49.3"	380
41	Jaime Arévalo 43	JA 43A	N 13°44'02.5"	W 089°40'49.1"	381

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de variables cualitativas

Arquitectura, forma de ramificación y vigor de árbol

El 97.56% de los árboles caracterizados presentaron arquitectura erecta, 2.44% arquitectura péndulosa como consecuencia de la falta del manejo agronómico adecuado; en cuanto al tipo de arquitectura intermedia no lo presento ningún árbol. El 46.34% poseen ramificación intermedia, 46.34% simple y 7.36% verticilada. El 51.22% se reportaron como vigorosos, 48.78% vigor intermedio; en cuanto a vigor débil no fue presentado en ningún árbol, dado que tienen un buen manejo agronómico. 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.

Color de brotes tiernos

El 46.34% de los árboles presentaron brotes de color rojo claro, 29.27% brotes verdes claro, 14.63% brotes de color verde medio, 7.32% brotes de color rojo oscuro y el 2.44% brotes color rojo medio. 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. En muchos casos este color de los brotes coincide con la coloración de los cotiledones, es decir, cuando los brotes tienden a ser verde claro la tendencia es que los cotiledones sean blancos, lo cual se pudo evidenciar en la investigación. Las hojas jóvenes son flácidas, quebradizas y presentan coloraciones variadas desde rojo

claro, verde claro, verde medio, rojo oscuro y rojo medio.

Pubescencia en brotes terminales

El 92.68% de los árboles caracterizados presentaron pubescencia débil, 7.32% pubescencia moderada; mientras que no se obtuvo ningún árbol con pubescencia fuerte. 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. Esta característica fue muy evidente en el germoplasma encontrado en los árboles JA 3A, JA 5A, JA 6A, JA 9A, JA 12A, JA 21A, JA 31A, JA 32A, JA 33A, JA 41A, y la característica principal en estos árboles fue la almendra en su totalidad era blanca, considerándose este tipo de germoplasma con alta probabilidad de pertenecer a los tipos criollos de aroma fino, coincidiendo con lo escrito por el autor en mención.

Forma del fruto

El 80.49% de la población de árboles seleccionados poseen frutos con forma ovada, 9.76% frutos de forma elíptica, 7.31% forma obovada y 2.44% de forma circular. Estas características encontradas en la mayoría de frutos coinciden con las planteadas por el descriptor de García Carrión (2012), sin embargo la forma obovada fue la menos encontrada; descubriendo mayor tendencia fenotípica a los cacaos de aroma fino con sus formas angoleta y cundeamor, no obstante, la plantación de cacao en estudio ha sido establecida por semilla, lo que ha generado una amplia segregación genética, ya que frutos amelonados aparecen con almendras cuyo cotiledón es de color blanco y frutos angoletas con semillas cuyo cotiledones son oscuros. Dubón y Sánchez (2011), mencionan que el tamaño y formas de los frutos varían según los

tipos regionales de cacao, destacándose las formas amelonadas y calabacillos para los tipos forasteros y los angoletas y cundeamor en los criollos de aroma fino.

Color del fruto

Se encontraron cuatro colores de frutos maduros: 48.78% son frutos de color verde amarillo; 39.02% color amarillo, 7.32% rojo medio, 4.88% de color anaranjado. Sobresaliendo el color verde amarillo, el cual fue más representativo en los árboles que presentaron mayor tendencia fenotípica a cacaos criollos. Dubón y Sánchez (2011), indican en términos generales que los cacaos criollos se pueden encontrar en colores verdes y rojos cuando están inmaduros, cuando completan su madurez se vuelven amarillos y anaranjados respectivamente.

Morfología de la superficie del fruto (rugosidad)

El 87.80% de los árboles que se caracterizaron, presentaron superficie moderadamente rugosa; 12.20% morfología lisa o ligeramente rugosa, y la morfología muy rugosa no se notó en los árboles caracterizados. 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. Estos resultados coinciden con los de la presente investigación en cuanto a la rugosidad moderada y muy rugosa y también a la forma angoleta y cundeamor encontrada en los cultivares con alta tendencia fenotípica a criollos.

Resistencia de cáscara

El 58.54% de los árboles poseen frutos con resistencia fuerte al tacto; 24.39% presentaron resistencia moderada, estos son: JA 13A, JA 17A, JA 19A, JA 21A, JA 29A, JA 30A, JA 30A, JA 32A, JA 33A, JA 40A, JA 41A; 17.07% poseen frutos con

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

Color de semillas

El 31.71% de los árboles caracterizados presentaron semillas de color oscuro, 29.27% semillas de color púrpura oscuro, 19.51% semilla de color crema, 14.63% semillas de color rosa y 4.88% semilla de color blanco, esto explica la alta segregación genética del material criollo propagado por semilla, en tal sentido, 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. Se considera que los cacaos criollos de almendra blanca 100% puros están altamente erosionados debido a la contaminación por los genotipos trinitarios y forasteros, sin embargo, esto se podría demostrar solamente con una caracterización molecular.

Además, se encontraron semillas con matices de color blanco, rosa y púrpura oscura 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 o negativos en las características cualitativas y cuantitativas de la semilla, a este fenómeno se le conoce como Xenia.

Descripción de variables cuantitativas

Números de frutos por árbol

En cuanto al número de frutos, el árbol JA 7A, registró el mayor valor, con 80 frutos y el mínimo de frutos fue el árbol JA 37A con cinco

frutos, en el resto de árboles varió en el rango de 6 a 70 frutos (Figura 1); el promedio de frutos obtenido de los 41 árboles es 40.37, la desviación estándar encontrada es de 20.88 frutos y el coeficiente de variación es de 51.12%, esto indica que es notable una alta heterogeneidad en cuanto al número de frutos por árbol. 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. Al respecto Dubón y Sánchez (2011) explican que la diversidad genética que origina una alta variabilidad entre familias y miembros de una misma familia al propagarse por semilla, queda demostrado en reiterados estudios sobre el comportamiento productivo de una población de semilla (híbridos naturales), que corroboran inconsistencias en la producción, señalando que un bajo porcentaje de la población de árboles provenientes de semilla (30%) genera los más altos rendimientos (70%), mientras que la mayoría de los individuos (70%) genera una baja producción (solo el 30%). A estas diferencias extremas entre la población y la producción se le conoce como la regla 70:30 y es un comportamiento propio de plantas que provienen de semillas, condición que se agrava, cuando se presenta incompatibilidad entre los árboles.

Peso de frutos

El valor máximo lo presentó el fruto del árbol JA 28A con 883.10 g, el valor mínimo lo presentó el fruto del árbol JA 11A con 226.40 g, los restantes frutos de los demás árboles oscilan entre 263.50 y 747.95 g (Figura 2). También esta variable mostró una correlación positiva significativa con las variables: longitud de frutos con $r = 0.58$; peso del mucilago incluyendo la placenta con $r = 0.60$; espesor de cáscara $r = 0.73$ y diámetro

del fruto con $r= 0.73$ respectivamente. El promedio encontrado fue de 439.76 g, con una desviación estándar de 142.41 g y un coeficiente de variación de 32.38%, lo que indica la alta heterogeneidad de la variable entre los árboles.

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.

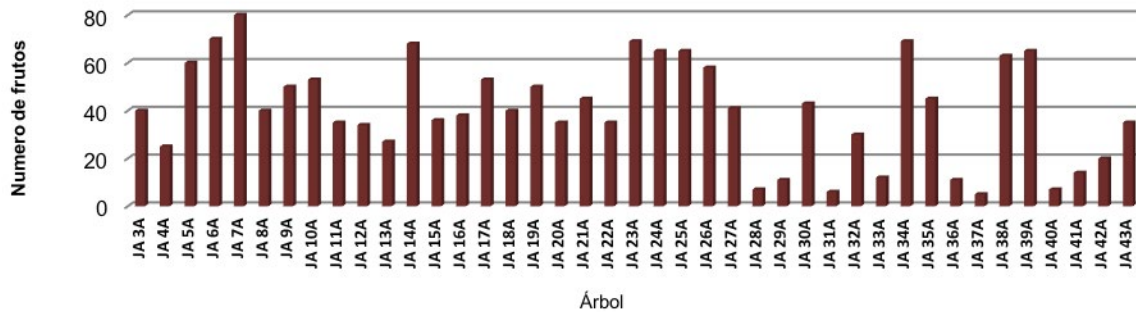


Figura 1. Número de frutos de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

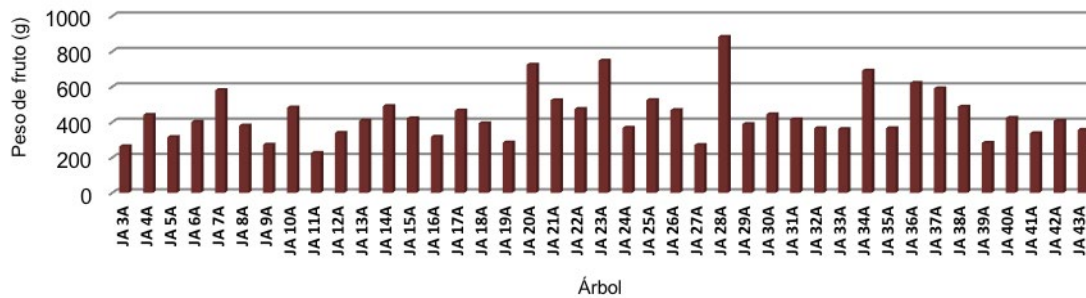


Figura 2. Peso de fruto de los de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

Número de semillas por fruto

El árbol JA 32A y JA 34A reportaron el valor máximo con 45 semillas por fruto y el árbol JA 22A presentó el valor mínimo con 18 semillas, los demás árboles tenían entre 21 y 38 semillas (Figura 3). Ésta variable también mostró una correlación positiva significativa con las variables: peso húmedo del total de semillas con $r= 0.69$, respectivamente. El promedio es de 31.17 semillas, desviación estándar es de 5.89 semillas y el coeficiente de variación de 18.18%, mostrando homogeneidad en el comportamiento de dicha variable entre los árboles, 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.

Longitud y diámetro de fruto

El máximo valor de longitud de fruto lo presentó el árbol JA 23A con 24.50 cm, mientras el árbol JA 12A, tuvo mínimo valor de 11.04 cm, los demás árboles mostraron frutos con longitudes entre 11.10 y 22.70 cm (Figura 4). También esta variable mostró una correlación positiva significativa con las variables: peso de cáscara sin mucilago con $r= 0.52$; peso de fruto con $r= 0.58$ respectivamente. De los 28 árboles, se encontró una longitud promedio de fruto de 16.35, desviación estándar de 3.23 cm y un

coeficiente de variación de 19.78%, esto quiere decir que existe homogeneidad en dicha variable. El promedio encontrado es cercano al valor promedio reportado por Quiroz y Soria (1994), donde los frutos del germoplasma nacional 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 JA 28A presentó el diámetro máximo de 10.0 cm, el árbol JA 9A presentó el diámetro

mínimo con 6.83 cm (Figura 4). También esta variable mostró una alta correlación positiva con las variables: peso de fruto con $r = 0.73$; peso de cáscara sin mucilago con $r = 0.74$ respectivamente. El promedio obtenido fue de 7.99 cm, una desviación de 0.78 cm y un coeficiente de variación de 9.76, esto quiere decir que existe una alta homogeneidad en dicha variable entre los árboles. 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.

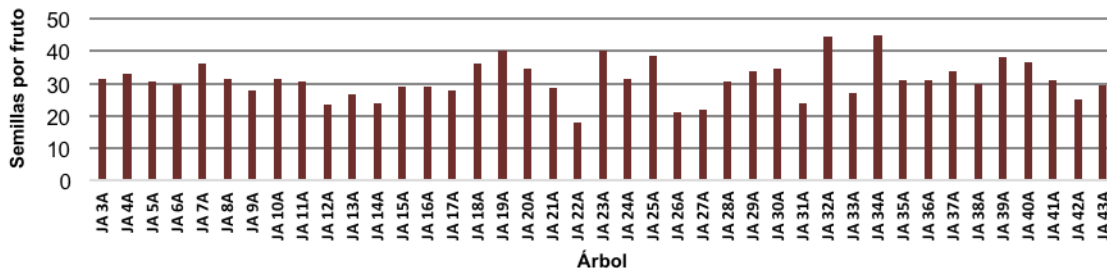


Figura 3. Número de semillas por fruto de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

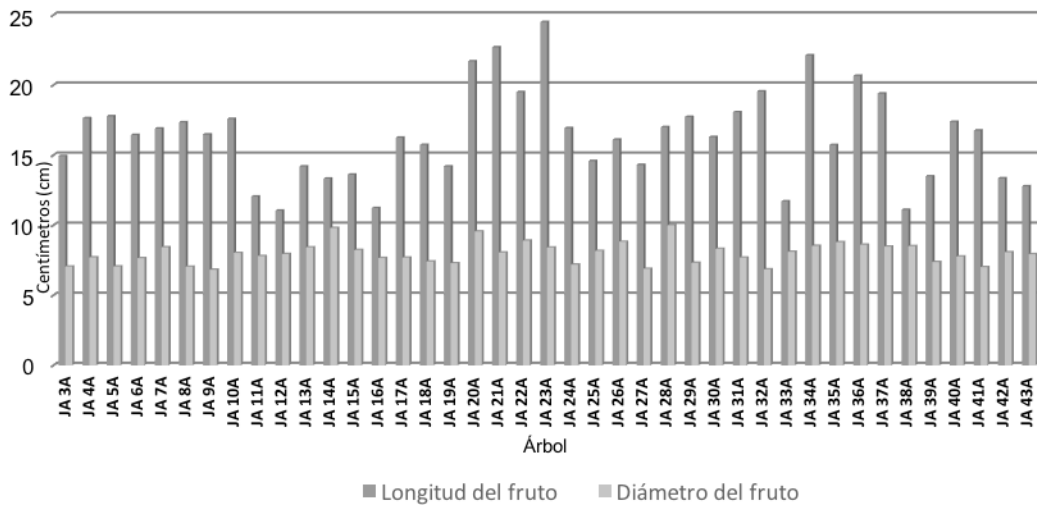


Figura 4. Largo y diámetro de fruto de los de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

Longitud, ancho y espesor de semilla

El árbol JA 23A registró la máxima longitud de 3.72 cm y el árbol JA 24A reportó la mínima con 1.80, los demás valores oscilan entre 1.81 y 2.48 cm (Figura 5). Ésta variable también mostró una alta correlación positiva con las variables: ancho de semillas con $r= 0.84$. El promedio fue de 2.22 cm, una desviación de 0.31 cm y un coeficiente de variación de 14.13%, indican que el comportamiento de esta variable fue homogéneo. 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 JA 23A presentó el máximo ancho de semilla con 2.41 cm y el valor mínimo lo mostró el árbol JA 6A y el árbol JA 13A con 1.05 cm (Figura 5). Las restantes semillas oscilan entre 1.16 y 1.56 cm. También ésta variable, presentó una correlación positiva con las variables: peso seco de una semilla con $r= 0.54$; peso seco del total de semillas con $r= 0.57$; largo de semillas con $r= 0.84$ respectivamente. Se obtuvo un promedio de 1.32 cm, una desviación estándar 0.20 cm y un coeficiente de variación de 15.25%, comportándose la variable de manera

homogénea. 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 JA 23 A, presentó el máximo espesor de 1.14 cm y el árbol JA 6A el mínimo espesor de 0.62 cm, el resto oscila entre 0.69 y 1.01 cm (Figura 5). También esta variable mostró una correlación positiva con la variable peso húmedo del total de semillas con $r= 0.51$. Se obtuvo un promedio de 0.86 cm, desviación estándar de 0.11 cm y el coeficiente de variación de 12.70%, existiendo homogeneidad en el comportamiento de las variables entre los árboles.

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) quien explica que las semillas de cacao muestreadas 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.

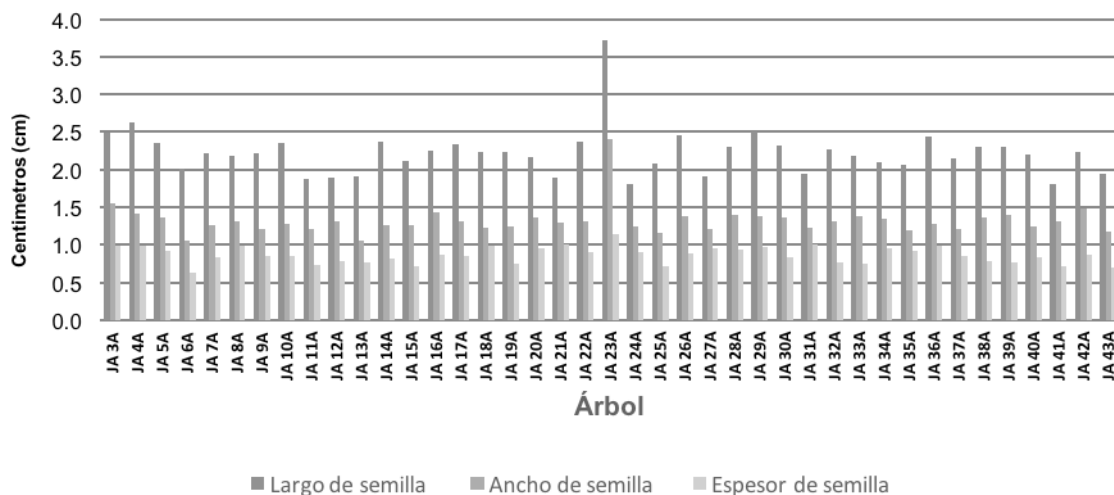


Figura 5. Longitud, ancho y espesor de semillas de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

Peso seco de una semilla

El árbol JA 23A reportó el peso máximo de semilla con 1.53 g y el árbol JA 3A el peso mínimo con 0.59 g, los restantes oscilan entre 0.60 y 1.31 g (Figura 6). También ésta variable mostró una correlación positiva con las variables: espesor de semillas con $r = 0.51$; número de semillas por

fruto con $r = 0.68$ y peso seco del total de semillas con $r = 0.81$ respectivamente, el promedio reportado fue de 0.89 g, desviación estándar de 0.19 g y el coeficiente de variación 22.04%, expresando que esta variable es ligeramente heterogénea entre las semillas de los árboles analizados.

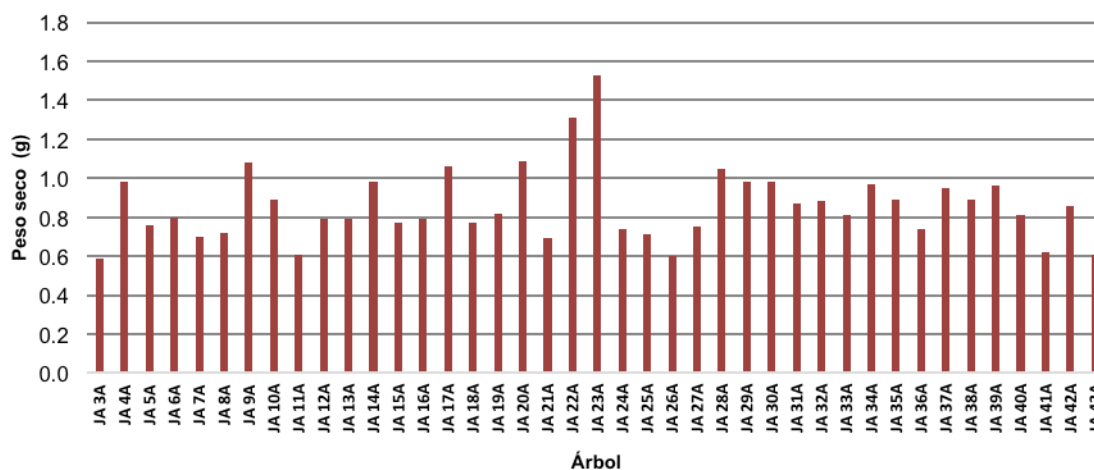


Figura 6. Peso seco por una semilla de cacao criollo proveniente de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

Descripción del análisis bromatológico

Contenido de grasa en las semillas de cacao

El árbol codificado como JA 33A, obtuvo en sus semillas el mayor contenido de grasa 56.55%, mientras que el menor valor lo mostraron las semillas del árbol JA 19A con 29.65% (Figura 7). El resto osciló entre 30.70 y 50.17%. El contenido promedio de grasa en las semillas de los 41 árboles fue de 43.39%, la desviación estándar de 7.26% y el coeficiente de variación de 16.71%, lo que implica que existe homogeneidad en las muestras de semilla de los diferentes árboles. 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 entre 40 a 60%, mientras que el cacao

criollo conocido como fino de aroma tiene un porcentaje de 25 a 50%, en los resultados que se presentan en esta investigación se reporta que 34 de los árboles caracterizados se asemejan a los criollos, porque presentaron semillas con porcentajes de grasa menores al 50% y los árboles JA 4A, JA 10A, JA 12A, JA 26A, JA 29A, JA 33A, JA 37A, presentaron 54.74%, 52.45%, 53.12%, 52.05%, 53.47%, 56.55%, 54.44% respectivamente, característico del tipo forastero.

Contenido de proteína de cacao

El árbol JA 28A, presentó en sus semillas el mayor contenido de proteína con 17.15%, mientras que el menor valor lo mostraron las semillas del árbol JA 3A con 5.61% (Figura 8). El resto osciló entre 7.85 y 16.65%. El contenido promedio de proteína en las semillas de los 41 árboles fue de 11.59%, con una desviación estándar de 2.64% y el coeficiente de

variación de 28.80%, lo que implica que existe comportamiento heterogéneo en el contenido de proteína de sus semillas proveniente de los diferentes árboles. También esta variable mostró una alta correlación negativa con las variables contenido de potasio con $r = -0.75$,

presentando la posibilidad de una relación inversa que al aumentar el potasio disminuye la proteína al menos en este estudio, no significando un patrón de comportamiento en ambas variables.

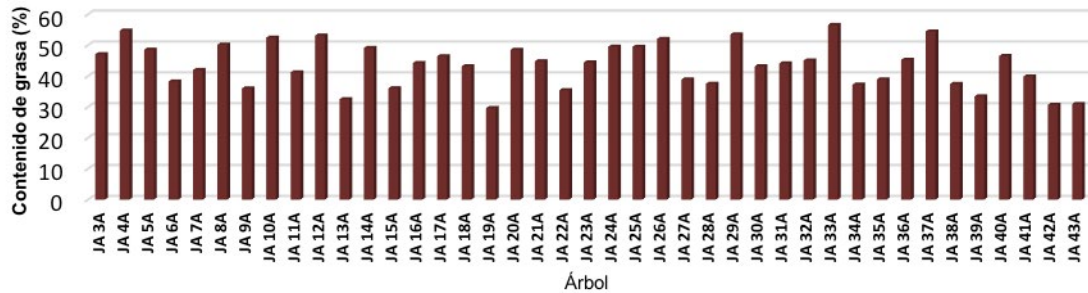


Figura 7. Contenido de grasa en la semilla proveniente de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

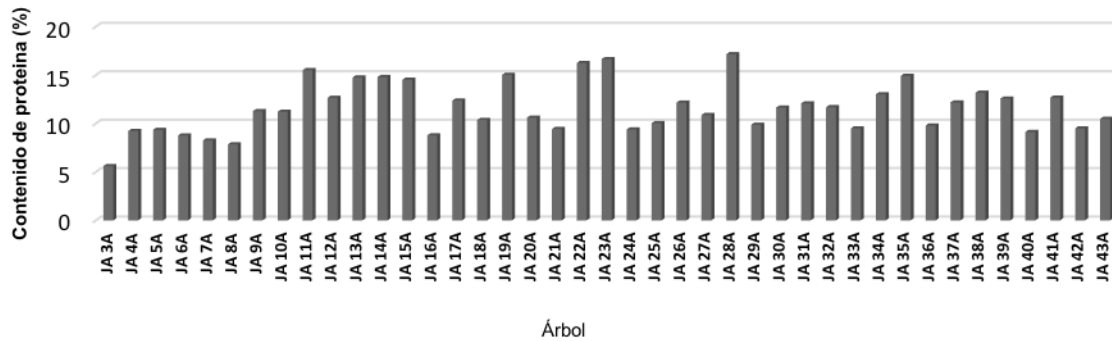


Figura 8. Contenido de proteína en la semilla de cacao proveniente de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

Contenido de ceniza

El árbol codificado como JA 3A, presentó en sus semillas el mayor contenido de ceniza con 7.14%, mientras que el menor valor lo mostraron las semillas del árbol JA 36A con 3.44% (Figura 9). El resto osciló entre 3.39 y 6.69%. El contenido promedio de ceniza en las semillas de los 41 árboles fue de 5.04%, con una desviación estándar de 2.64% y el coeficiente de variación de 28.80%, lo que implica que existe comportamiento heterogéneo en los contenidos de ceniza de las semillas de los árboles muestreados. También esta variable

mostró una alta correlación negativa con las variables proteína con $r = -0.75$. Enríquez (1994) citado por Vicencio (2001) en su estudio de los parámetros de la calidad del cacao, menciona que el porcentaje de ceniza del grano es uno de los componentes que permite distinguir al cacao común con menos de 2.5% de ceniza del criollo fino de aroma con porcentajes superiores al 3%. Esto nos hace confiar que entre los 41 árboles caracterizados sus atributos se asemejan mucho a los cacaos criollos de aroma fino ya que todos reportaron valores superiores al 3%.

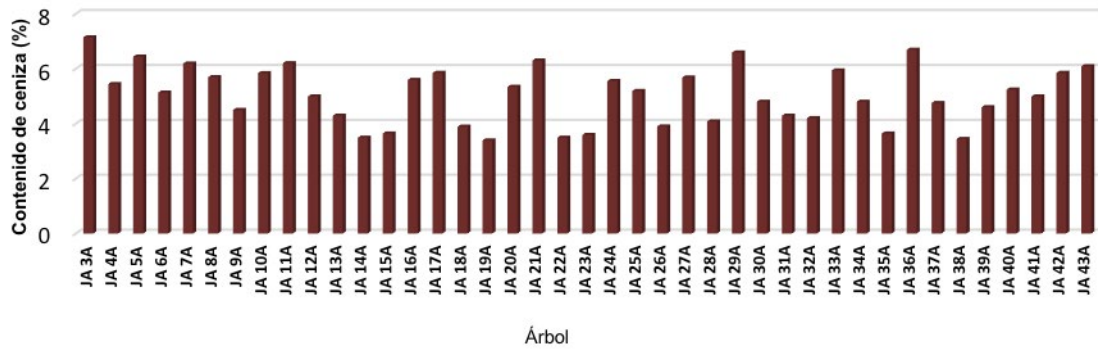


Figura 9. Contenido de ceniza en la semilla de cacao proveniente de los 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

Contenido de calcio

Las semillas del árbol JA 6A presentaron el mayor valor del contenido de calcio con 2.19%, mientras que el menor valor lo mostraron las semillas del árbol JA 16A con 0.30% (Figura 10). El resto osciló entre 0.40 y 1.60 mg.l⁻¹. El contenido promedio de calcio en las semillas de los 41 árboles fue de 0.71 mg.l⁻¹, la desviación estándar fue de 0.33 mg.l⁻¹ y el coeficiente de variación fue de 46.91%, encontrando alta heterogeneidad de la variable. 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, siendo el calcio, el catión más abundante del organismo, representa el 2.24% del peso corporal libre de grasa y junto con el fósforo, son los principales constituyentes del esqueleto; ambos forman de la hidroxipatila presente en los huesos.

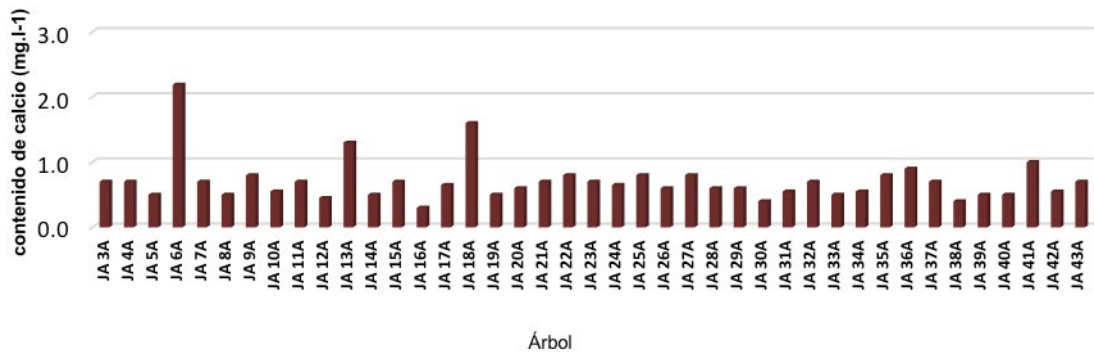


Figura 10. Contenido de calcio en la semilla de cacao proveniente de los 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

Contenido de fósforo

Las semillas del árbol JA 41A y JA 6A fueron las que presentaron el mayor valor en el contenido de fósforo con 0.34%, mientras que el menor valor lo mostró las semillas del árbol JA 24A con 0.04% (Figura 11). El resto osciló entre 0.20

y 0.35 mg.l⁻¹. El contenido promedio de fósforo en las semillas de los 41 árboles fue de 0.28 mg.l⁻¹, la desviación estándar fue de 0.05% y el coeficiente de variación fue de 19.13 mg.l⁻¹, encontrando homogeneidad de la variable, en sus diferentes muestras analizadas.

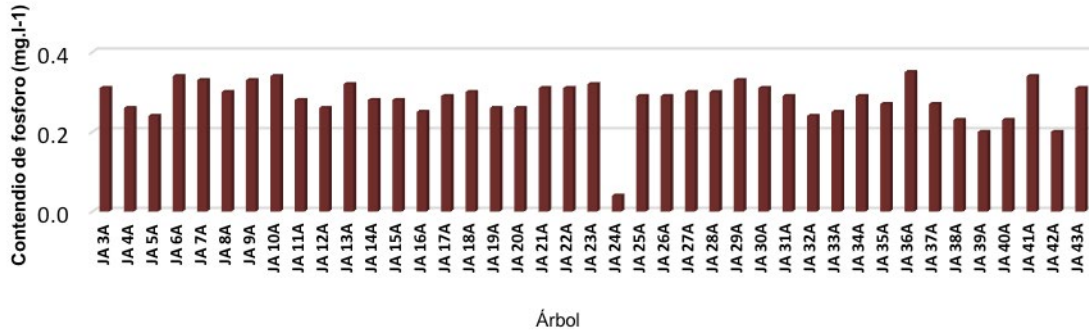


Figura 11. Contenido de fósforo en la semilla de cacao proveniente de los 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

Contenido de potasio

Las semillas del árbol JA 3A, presentaron el mayor valor de potasio con 18.82%, mientras que el menor valor lo mostraron las semillas del árbol JA 22A con 9.48% (Figura 12). El resto oscilo entre 10.47 y 17.57 mg.l⁻¹. El contenido promedio de potasio en las semillas de los 41 árboles fue de 13.57 mg.l⁻¹, la desviación

estándar fue de 2.33 mg.l⁻¹, y el coeficiente de variación con un valor de 17.17%, lo que implica que existe un comportamiento homogéneo en los análisis de las semilla de los diferentes árboles. También esta variable mostró una alta correlación negativa entre las variables proteína con $r = -0.75$.

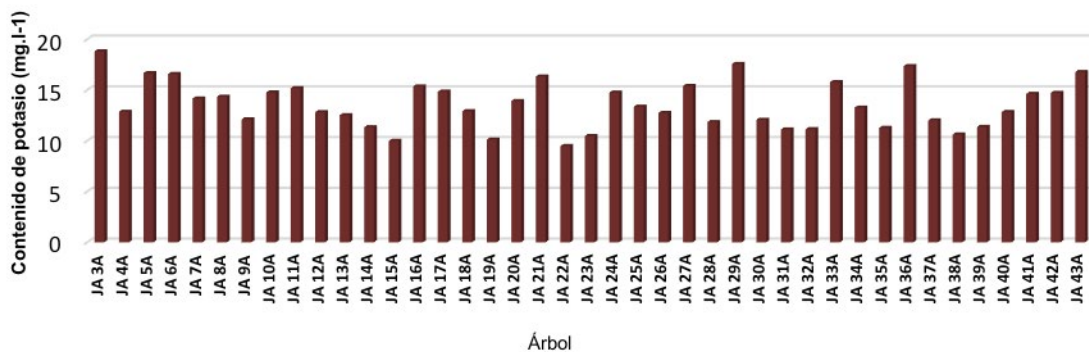


Figura 12. Contenido de potasio en la semilla de cacao de los 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

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, determinando, además cuáles son las que ejercen menor influencia. Para

dicho análisis se incorporaron 41 árboles y 33 descriptores cuantitativos sujetos del análisis descriptivo.

En el cuadro 2, se muestran las comunalidades de los descriptores involucrados, los resultados indican que el descriptor del número de frutos, es la peor explicada, ya que el modelo factorial solo es capaz de reproducir el 70.60% de su variable original. Además, se observó que la calidad de representación de los descriptores

en el plano factorial es importante, ya que, el resto de los descriptores involucrados oscilaron de 73.50% para el caso de altura del árbol a 95.20% correspondiente peso seco del total de semillas; determinándose de manera general que los 32 descriptores restantes están bien representados en el plano factorial; por lo tanto, buena parte de las varianzas, producto de los descriptores, son aplicadas por el modelo factorial obtenido.

Análisis de componentes principales y variables que influyeron en la formación de estos

En la figura 12, se observa que los primeros 14 componentes expresan la variabilidad existente total en la especie con 84.99% de confiabilidad, de igual manera a través de los autovalores iniciales que presentaron un valor menor que uno a partir del componente 14 (el criterio de selección indica que valores menores que 1, no indican variabilidad y por lo tanto su comportamiento es homogéneo). También se aprecia el corte y la formación de un ángulo de 45° justamente sobre el componente 14, donde al menos con una característica participa de la varianza total.

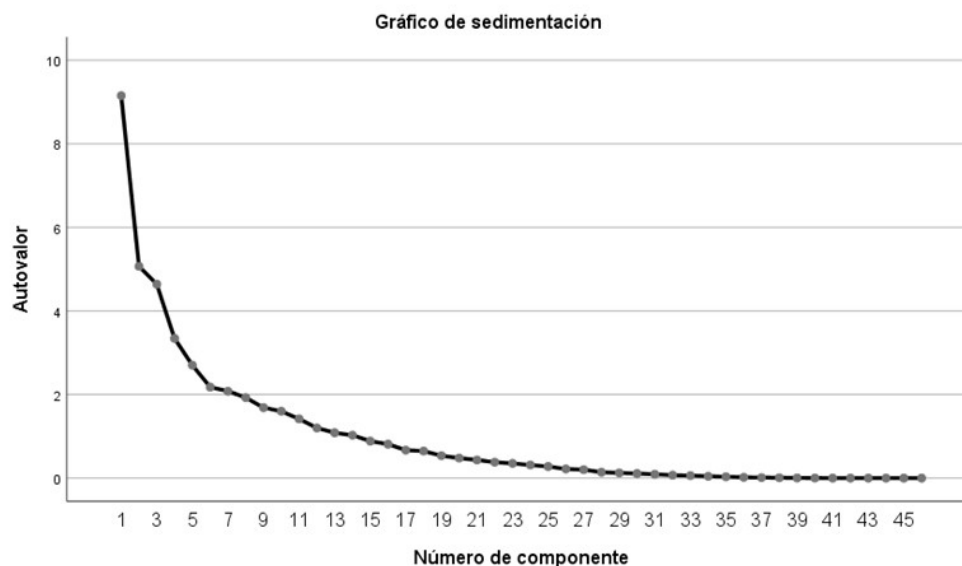


Figura 12. Proporción de la varianza explicada por cada componente principal en la caracterización de árboles de cacao.

Análisis de conglomerados

El conglomerado 1. Está formado por los árboles: JA 3A, JA 11A, JA 41A y JA 43A; estos árboles fueron influenciados por las variables: contenido de potasio (mg. l^{-1}), humedad, parcial (%), ceniza (%), contenido de proteína (%), índice de semilla, número de semilla por kilogramo y peso seco de una semilla (g). Este grupo se caracterizó por presentar los valores

más altos en las siguientes variables: potasio (JA 3A), humedad parcial (JA 3A), ceniza (JA 3A), proteína (JA 3A), índice de semilla (JA 3A) y número de semilla por kilogramo (JA 3A), el coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 20.31%.

Conglomerado 2. Está formado por los árboles: JA 4A, JA 14A y JA 17A, JA 28A, JA 29A, dichos árboles fueron influenciados por las variables:

Cuadro 2. Comunalidades de los descriptores cuantitativos de cacao.

Sección	Variables	Inicial	Extracción	Porcentaje (%)
Árbol	Número de chupones por árbol	1	0.75	74.56
	Diámetro a altura del pecho (cm)	1	0.81	81.16
	Altura del árbol (m)	1	0.75	75.38
	Número de frutos	1	0.77	76.70
Hojas	Largo de la hoja (cm):	1	0.85	84.89
	Ancho de la hoja (cm).	1	0.87	87.24
	Largo desde la base hasta el punto más ancho (cm)	1	0.83	83.35
Flores	Número de flores por cojín	1	0.75	75.30
	Número de cojines por metro lineal	1	0.76	76.13
	Anchura de sépalo (mm):	1	0.76	75.52
	Longitud de sépalo (mm):	1	0.79	79.10
	Largo de estaminodios (mm):	1	0.80	80.44
	Largo del ovario (mm):	1	0.86	86.21
	Ancho del ovario (mm):	1	0.82	82.11
	Número de óvulos por ovario	1	0.89	88.52
Frutos	Largo de estilos en (mm):	1	0.81	80.81
	Longitud del fruto (cm):	1	0.84	83.85
	Diámetro del fruto (cm):	1	0.89	89.23
	Espesor de caballete (cm):	1	0.89	88.80
	Profundidad de surco (cm):	1	0.79	79.21
	Espesor de cascara (cm)	1	0.90	90.39
	Peso de fruto (g):	1	0.92	92.21
	Peso de mucílago incluyendo la placenta (g)	1	0.73	72.91
Semillas	Peso de cáscara sin mucilago (g):	1	0.92	92.11
	Largo de semilla en (cm):	1	0.91	90.60
	Ancho de semilla en (cm):	1	0.93	92.99
	Espesor de semilla en (cm)	1	0.86	86.05
	Peso húmedo del total de semillas (g)	1	0.93	93.00
	peso seco del total de semillas (g):	1	0.97	96.76
	Peso seco de una semilla (g)	1	0.94	94.03
	Índice de semilla	1	0.95	95.36
Análisis Bromatológicos	Número de semilla por kg	1	0.95	95.10
	Índice de mazorca	1	0.95	95.10
	Humedad total (%)	1	0.93	92.54
	Humedad parcial (%)	1	0.68	68.32
	Grasa (%)	1	0.82	81.79
	Fibra (%)	1	0.89	89.49
	Proteína (%)	1	0.89	88.86
	Carbohidratos (%)	1	0.88	87.89
	Ceniza (%)	1	0.78	78.48
	Calcio (Mg.l-1)	1	0.88	87.64
	Fósforo (Mg.l-1)	1	0.83	82.60
	Potasio (Mg.l-1)	1	0.89	89.06
pH	1	0.83	83.46	
Grados brix	1	0.83	82.53	

Fuente: Método de extracción, análisis de comunalidades.

peso de cáscara sin mucílago (g), espesor de cáscara (cm), espesor de caballete (cm), peso de fruto (g) y diámetro del fruto (cm). Este grupo se caracterizó por presentar los valores más altos en las siguientes variables: peso de cascara sin mucílago (JA 28A), espesor de caballete (JA 28A), peso de fruto (JA 28A) y diámetro del fruto (JA 28A). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 26.90%.

Conglomerado 3. Está formado por los árboles: JA 5A, JA 16A, JA 19A y JA 27A, dichos árboles fueron influenciados por las variables: número de semillas por fruto, número de óvulos por ovario, índice de mazorca, peso húmedo del total de semillas (g), peso seco del total de semillas (g). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 30.71%.

Conglomerado 4. Está formado por los árboles: JA 6A, JA 12A, JA 13A y JA 15A y JA 18A, JA 31A, JA 33A Y JA 40A, dichos árboles fueron influenciados por las variables: peso seco de una semilla (g), peso húmedo del total de semillas (g), ancho de la semilla (cm), largo de la semilla (cm), espesor de la semilla (cm). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 19.82%.

Conglomerado 5. Está formado por los arboles: JA 7A y JA 36A, siendo influenciados por la variable: largo de la hoja (cm), largo desde la base hasta el punto más ancho de la hoja (cm), anchura de sépalo (mm), ancho de la hoja (cm), largo de estilos (mm), ancho del ovario (mm). Este grupo se caracterizó por presentar los valores más altos en las siguientes variables: anchura de sépalo (JA 7A). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 14.50%.

Conglomerado 6. Está formado por los arboles: JA 8A, JA 24A y JA 25A. Influidados por la variable: ancho de la hoja (cm), diámetro a la altura del pecho (cm), longitud de sépalo (mm),

altura del árbol (m). Este grupo se caracterizó por presentar los valores más altos en las siguientes variables: altura del árbol (JA 24A y JA 25A). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 17.58%.

Conglomerado 7. Está formado por los árboles: JA 9A, JA 32A y JA 39A. Influidado por las variables: fibra (%) y grasa (%). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 26.86%.

Conglomerado 8. Está formado por los árboles: JA 10A, JA 35A, JA 37A y JA 38A. Influidado por las variables: profundidad de surco (cm). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 45.99%.

Conglomerado 9. Está formado por los árboles: JA 20A, y JA 34A. Influidado por la variable: calcio (mg. l^{-1}), fósforo (mg.l^{-1}). El coeficiente de variación promedio para este grupo fue de 33.02%.

Conglomerado 10. Está formado por el árbol: JA 21A. Influidado por la variable: humedad total (%). El coeficiente de variación promedio fue de 72.28%.

Conglomerado 11. Está formado por el árbol: JA 22A. Influidado por la variable: número de cojines por metro lineal. El coeficiente de variación promedio fue de 23.72%.

Conglomerado 12. Está formado por el árbol: JA 23A. Influidado por la variable: número de chupones por árbol. El coeficiente de variación promedio fue de 120.98%.

Conglomerado 13. Está formado por el árbol: JA 26A. El coeficiente de variación promedio fue de 18.74%.

Conglomerado 14. Está formado por el árbol: JA 28A. Influidado por la variable: número de frutos. El coeficiente de variación promedio fue de 51.72%.

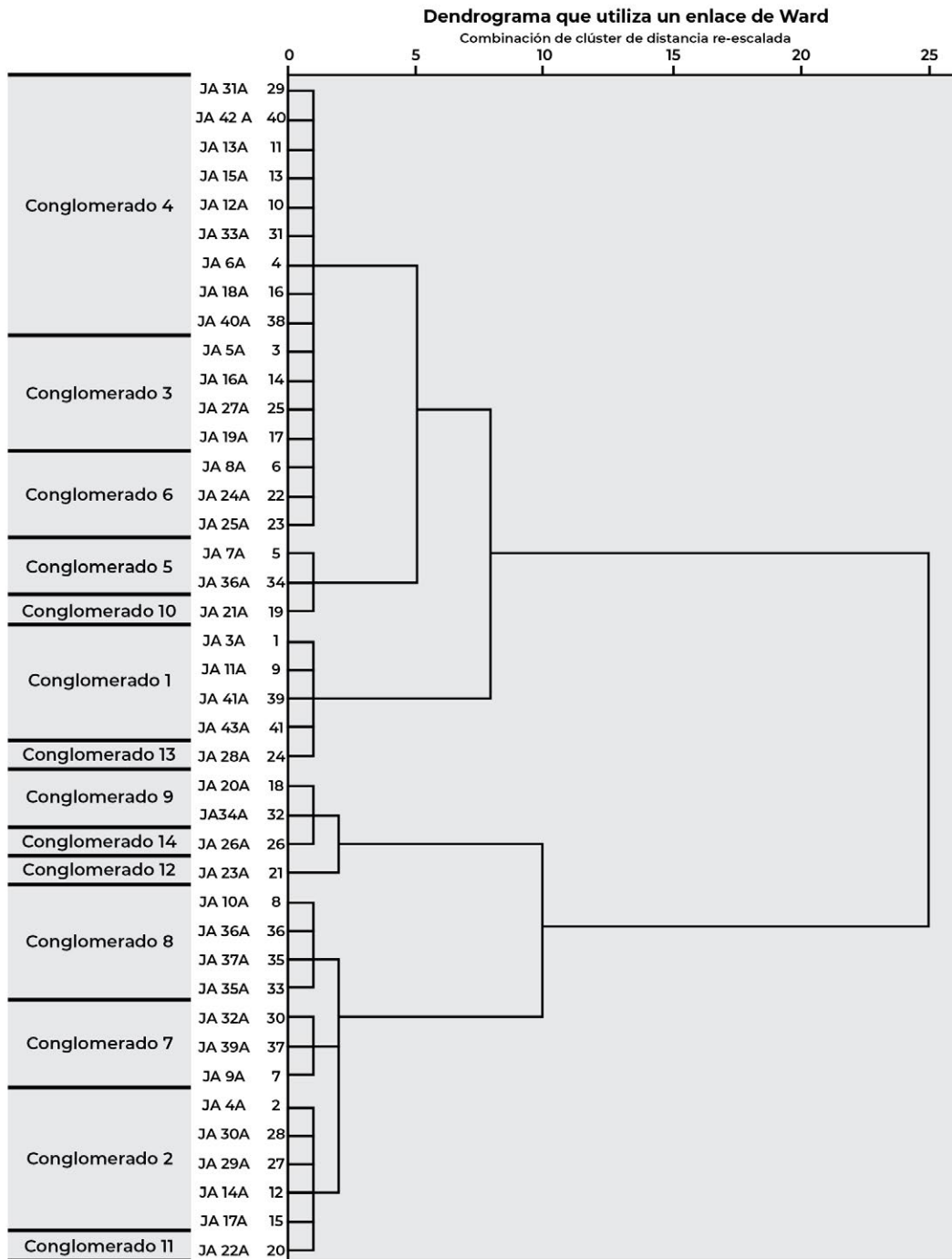


Figura 13. Dendrograma de distancias entre variables cuantitativas provenientes de los 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

CATÁLOGO DE SELECCIONES DE CACAO CRIOLLO Y TRINITARIO EN CANTÓN CANGREJERA

Jaime Arévalo 3A



Figura 14. Cacao Jaime Arévalo 3A. a) mazorca, b) semillas.

Localización: encontrado en el Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'01.5", longitud oeste 89°40'48.9", altitud 384 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 2.0, una altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.40 cm, 40 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal moderada, forma del ápice agudo, color de pulpa blanco, longitud 14.94 cm, ancho 7.05 cm, espesor de caballete 0.80 cm, profundidad de surco 0.16 cm, espesor de cáscara 0.58 cm, peso de fruto 263.50 g, número de semilla 32, índice de fruto 52.97 mazorca (Figura 14a).

Descripción de la semilla: color de semilla crema, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.48 cm, ancho 1.56 cm, grosor 1.0 cm, peso seco de una semilla 0.59 g, índice de semilla 169.49 semillas, número de semilla seca por kg 1,694.92 semillas (Figura 14b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.50 y 18.0 grados brix en mucilago, humedad parcial 66.37%, humedad total 2.35%, grasa 47.11%, fibra 13.27%, proteína 5.61%, carbohidrato 26.87%, cenizas 7.14%, calcio 0.70 mg.l⁻¹, fósforo 0.31 mg.l⁻¹, potasio 18.82 mg.l⁻¹.

Jaime Arévalo 4A



Figura 15. Cacao Jaime Arévalo 4A. a) mazorca, b) semillas.

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.0", longitud oeste 89°40'49.2", altitud 386 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, número de chupones 1.0, una altura de 3.35 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 10.00 cm, 25 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa blanco, longitud 17.64 cm, ancho 7.71 cm, espesor de caballete 1.35 cm, profundidad de surco 0.14 cm, espesor de cáscara 1.10 cm, peso de fruto 441.27 g, número de semilla 33.0, índice de fruto 30.92 mazorca (Figura 15a).

Descripción de la semilla: color de semilla rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, longitud 2.62 cm, ancho 1.41 cm, grosor 0.98 cm, peso seco de una semilla 0.98 g, índice de semilla 102.04 semillas, número de semilla seca por kg 1,020.41 semillas (Figura 15b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.40 y 18.41 grados brix en mucilago, humedad parcial 44.27%, humedad total 2.29%, grasa 54.74%, fibra 13.51%, proteína 9.23%, carbohidrato 17.08%, cenizas 5.44%, calcio 0.70 mg.l⁻¹, fósforo 0.26 mg.l⁻¹, potasio 12.86 mg.l⁻¹.

Jaime Arévalo 5A



Figura 16. Cacao Jaime Arévalo 5A a) mazorca, b) semillas.

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.0", longitud oeste 89°40'49.3", altitud 388 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, número de chupones 1, una altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 60 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 17.78 cm, ancho 7.06 cm, espesor de caballete 1.12 cm, profundidad de surco 0.29 cm, espesor de cáscara 0.77 cm, peso de fruto 315.97 g, número de semilla 31.0, índice de fruto 42.44 mazorca (Figura 16a).

Descripción de la semilla: color de semilla blanco, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal intermedia, longitud 2.36 cm, ancho 1.37 cm, grosor 0.93 cm, peso seco de una semilla 0.76 g, índice de semilla 131.58 semillas, número de semilla seca por kg 1,315.79 semillas (Figura 16b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.50 y 17.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 44.61%, humedad total 2.58%, grasa 48.53%, fibra 12.09%, proteína 9.35%, carbohidrato 23.59%, cenizas 6.44%, calcio 0.50 mg.l⁻¹, fósforo 0.24 mg.l⁻¹, potasio 16.67 mg.l⁻¹.



Figura 17. Cacao Jaime Arévalo 6A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 6A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.1", longitud oeste 89°40'49.4", altitud 389 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 1.0, una altura de 2.25 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.80 cm, 70 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 16.44 cm, ancho 7.65 cm, espesor de caballete 1.41 cm, profundidad de surco 0.14 cm, espesor de cáscara 1.00 cm, peso de fruto 401.50 g, número de semilla 30, índice de fruto 41.67 mazorca (Figura 17a).

Descripción de la semilla: color de semilla crema, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.01 cm, ancho 1.05 cm, grosor 0.62 cm, peso seco de semilla 0.80 g, índice de semilla 125.00 semillas, número de semilla seca por kg 1,250.00 semillas (Figura 17b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.90 y 15.20 grados brix en mucilago, humedad parcial 46.32%, humedad total 1.93%, grasa 38.27%, fibra 16.87%, proteína 8.67%, carbohidrato 30.96%, cenizas 5.13%, calcio 2.19 mg.l⁻¹, fósforo 0.34 mg.l⁻¹, potasio 16.58 mg.l⁻¹.



Figura 18. Cacao Jaime Arévalo 7A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 7A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.2", longitud oeste 89°40'89.5", altitud 390 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura pendulosa, vigor intermedio, número de chupones 5.0, una altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 10.80 cm, 80 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 16.90 cm, ancho 8.43 cm, espesor de caballete 1.66 cm, profundidad de surco 0.33 cm, espesor de cáscara 1.41 cm, peso de fruto 581.77 g, número de semilla 36, índice de fruto 39.68 mazorca (Figura 18a).

Descripción de la semilla: color de semilla rojo oscuro, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal aplanada, longitud 2.22 cm, ancho 1.27 cm, grosor 0.84 cm, peso seco de una semilla 0.70 g, índice de semilla 142.86 semillas, número de semilla seca por kg 1,428.87 semillas (Figura 18b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.40 y 16.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 51.02%, humedad total 1.63%, grasa 41.99%, fibra 14.29%, proteína 8.26%, carbohidrato 29.27%, cenizas 6.19%, calcio 0.70 mg.l⁻¹, fósforo 0.33 mg.l⁻¹, potasio 14.17 mg.l⁻¹.

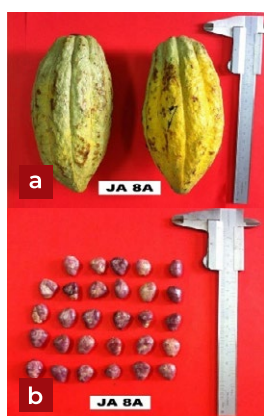


Figura 19. Cacao Jaime Arévalo 8A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 8A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.2", longitud oeste 89°40'49.6", altitud 388 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 40 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal moderada, forma del ápice agudo, color de pulpa blanco, longitud 17.34 cm, ancho 7.04 cm, espesor de caballete 1.32 cm, profundidad de surco 0.26 cm, espesor de cáscara 1.08 cm, peso de fruto 381.76 g, número de semilla 32.0, índice de fruto 43.40 mazorca (Figura 19a).

Descripción de la semilla: color de semilla rosa, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.19 cm, ancho 1.32 cm, grosor 0.98 cm, peso seco de semilla 0.72 g, índice de semilla 138.89 semillas, número de semilla seca por kg 1,388.89 semillas (Figura 19b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.60 y 18.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 41.00%, humedad total 4.21%, grasa 50.17%, fibra 12.95%, proteína 7.85%, carbohidrato 23.34%, cenizas 5.69%, calcio 0.50 mg.l⁻¹, fósforo 0.30 mg.l⁻¹, potasio 14.34 mg.l⁻¹.



Figura 20. Cacao Jaime Arévalo 9A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 9A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.7", longitud oeste 89°40'49.1", altitud 388 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 2.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.75 cm, 50 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal fuerte, forma del ápice entallado, color de pulpa blanco, longitud 16.48 cm, ancho 6.83 cm, espesor de caballete 1.05 cm, profundidad de surco 0.13 cm, espesor de cáscara 0.74 cm, peso de fruto 273.50 g, número de semilla 28, índice de fruto 33.07 mazorca (Figura 20a).

Descripción de la semilla: color de semilla crema, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.22 cm, ancho 1.21 cm, grosor 0.82 cm, peso seco de una semilla 1.08 g, índice de semilla 92.59 semillas, número de semilla seca por kg 925.93 semillas (Figura 20b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.70 y 15.80 grados brix en mucilago, humedad parcial 31.49%, humedad total 1.44%, grasa 35.99%, fibra 7.71%, proteína 11.28%, carbohidrato 40.52%, cenizas 4.50%, calcio 0.80 mg.l⁻¹, fósforo 0.33 mg.l⁻¹, potasio 12.11 mg.l⁻¹.



Figura 21. Cacao Jaime Arévalo 10A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 10A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.6", longitud oeste 89°40'49.2", altitud 391 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, número de chupones 1.0, una altura de 4.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.25 cm, 53 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 17.59 cm, ancho 8.02 cm, espesor de caballete 1.46 cm, profundidad de surco 0.21 cm, espesor de cáscara 1.02 cm, peso de fruto 483.40 g, número de semilla 32.0, índice de fruto 35.11 mazorca (Figura 21a).

Descripción de la semilla: color de semilla rosa, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.36 cm, ancho 1.27 cm, grosor 0.85 cm, peso seco de semilla 0.89 g, índice de semilla 112.36 semillas, número de semilla seca por kg 1,123.60 semillas (Figura 21b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.50 y 17.70 grados brix en mucilago, humedad parcial 33.96%, humedad total 2.77%, grasa 52.55%, fibra 13.94%, proteína 11.22%, carbohidrato 16.55%, cenizas 5.84%, calcio 0.55 mg.l⁻¹, fósforo 0.34 mg.l⁻¹, potasio 14.76 mg.l⁻¹.



Figura 22. Cacao Jaime Arévalo 11A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 11A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.1", longitud oeste 89°40'48.8", altitud 385 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 4.0, una altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 7.50 cm, 35 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara lisa o ligeramente rugosa y débil, constricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 12.05 cm, ancho 7.80 cm, espesor de caballete 1.05 cm, profundidad de surco 0.20 cm, espesor de cáscara 0.95 cm, peso de fruto 226.40 g, número de semilla 31.0, índice de fruto 52.88 mazorca (Figura 22a).

Descripción de la semilla: color de semilla crema, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal intermedia, longitud 1.88 cm, ancho 1.22 cm, grosor 0.74 cm, peso seco de una semilla 0.61 g, índice de semilla 163.93 semillas, número de semilla seca por kg 1,639.34 semillas (Figura 22b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.70 y 24.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 37.89%, humedad total 1.62%, grasa 41.23%, fibra 10.28%, proteína 15.52%, carbohidrato 26.77%, cenizas 6.20%, calcio 0.70 mg.l⁻¹, fósforo 0.28 mg.l⁻¹, potasio 15.18 mg.l⁻¹.

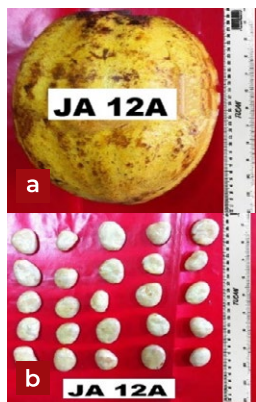


Figura 23. Cacao Jaime Arévalo 12A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 12A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.0", longitud oeste 89°40'48.7", altitud 389 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 3.25 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 7.70 cm, 34 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma elíptica, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice redondeado, color de pulpa crema claro, longitud 11.04 cm, ancho 7.95 cm, espesor de caballete 0.95 cm, profundidad de surco 0.10 cm, espesor de cáscara 0.94 cm, peso de fruto 339.75 g, número de semilla 24.0, índice de fruto 52.74 mazorca (Figura 23a).

Descripción de la semilla: color de semilla blanco, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 1.89 cm, ancho 1.32 cm, grosor 0.79 cm, peso seco de semilla 0.79 g, índice de semilla 126.58 semillas, número de semilla seca por kg 1,265.82 semillas (Figura 23b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.57 y 18.97 grados brix en mucilago, humedad parcial 26.66%, humedad total 2.64%, grasa 53.12%, fibra 21.79%, proteína 12.66%, carbohidrato 7.44%, cenizas 4.99%, calcio 0.45 mg.l⁻¹, fósforo 0.26 mg.l⁻¹, potasio 12.82 mg.l⁻¹.



Figura 24. Cacao Jaime Arévalo 13A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 13A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'01.9", longitud oeste 89°40'48.6", altitud 390 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, número de chupones 1, una altura de 3.25 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.35 cm, 27 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 14.20 cm, ancho 8.42 cm, espesor de caballete 1.41 cm, profundidad de surco 0.32 cm, espesor de cáscara 1.52 cm, peso de fruto 408.35 g, número de semilla 27.0, índice de fruto 46.88 mazorca (Figura 24a).

Descripción de la semilla: color de semilla rojo oscuro, forma sección longitudinal irregular, forma sección transversal intermedio, longitud 1.90 cm, ancho 1.05 cm, grosor 1.77 cm, peso seco de una semilla 0.79 g, índice de semilla 126.58 semillas, número de semilla seca por kg 1,265.82 semillas (Figura 24b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.60 y 20.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 39.47%, humedad total 1.58%, grasa 32.54%, fibra 22.09%, proteína 14.75%, carbohidrato 26.33%, cenizas 4.29%, calcio 1.30 mg.l⁻¹, fósforo 0.32 mg.l⁻¹, potasio 12.52 mg.l⁻¹.



Figura 25. Cacao Jaime Arévalo 14A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 14A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.1", longitud oeste 89°40'48.9", altitud 389 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 2.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.00 cm, 68 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma elíptica, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice redondeado, color de pulpa blanco, longitud 13.33 cm, ancho 9.81 cm, espesor de caballete 1.82 cm, profundidad de surco 0.31 cm, espesor de cáscara 1.41 cm, peso de fruto 491.10 g, número de semilla 24, índice de fruto 42.52 mazorca (Figura 25a).

Descripción de la semilla: color de semilla purpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, longitud 2.37 cm, ancho 1.27 cm, grosor 1.81 cm, peso seco de semilla 0.98 g, índice de semilla 102.04 semillas, número de semilla seca por kg 1,020.41 semillas (Figura 25b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.00 y 22.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 32.64%, humedad total 2.22%, grasa 49.14%, fibra 23.41%, proteína 14.08%, carbohidrato 9.16%, cenizas 3.49%, calcio 0.50 mg.l⁻¹, fósforo 0.28 mg.l⁻¹, potasio 11.33 mg.l⁻¹.



Figura 26. Cacao Jaime Arévalo 15A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 15A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.3", longitud oeste 89°40'48.5", altitud 389 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.50 cm, 36 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma ovado, cascara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa blanco, longitud 13.61 cm, ancho 8.23 cm, espesor de caballete 1.55 cm, profundidad de surco 0.21 cm, espesor de cáscara 1.41 cm, peso de fruto 422.10 g, número de semilla 29, índice de fruto 44.78 mazorca (Figura 26a).

Descripción de la semilla: color de semilla púrpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.11 cm, ancho 1.26 cm, grosor 0.72 cm, peso seco de una semilla 0.77 g, índice de semilla 129.87 semillas, número de semilla seca por kg 1,298.70 semillas (Figura 26b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.20 y 21.40 grados brix en mucilago, humedad parcial 34.49%, humedad total 2.12%, grasa 39.06%, fibra 27.49%, proteína 14.52%, carbohidrato 18.29%, cenizas 3.64%, calcio 0.70 mg.l⁻¹, fósforo 0.28 mg.l⁻¹, potasio 9.99 mg.l⁻¹.



Figura 27. Cacao Jaime Arévalo 16A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 16A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.5", longitud oeste 89°40'48.6", altitud 388 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 2.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.50 cm, 38 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma circular, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice redondeado, color de pulpa crema oscuro, longitud 11.23 cm, ancho 7.66 cm, espesor de caballete 1.62 cm, profundidad de surco 0.22 cm, espesor de cáscara 1.18 cm, peso de fruto 317.28 g, número de semilla 29, índice de fruto 43.65 mazorca (Figura 27a).

Descripción de la semilla: color de semilla jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.25 cm, ancho 1.44 cm, grosor 0.87 cm, peso seco de semilla 0.79 g, índice de semilla 126.58 semillas, número de semilla seca por kg 1,265.82 semillas (Figura 27b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.50 y 20.80 grados brix en mucilago, humedad parcial 46.39%, humedad total 2.76%, grasa 44.24%, fibra 12.28%, proteína 8.78%, carbohidrato 29.11%, cenizas 5.59%, calcio 0.30 mg.l⁻¹, fósforo 0.25 mg.l⁻¹, potasio 15.36 mg.l⁻¹.



Figura 28. Cacao Jaime Arévalo 17A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 17A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.7", longitud oeste 89°40'49.0", altitud 384 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 4.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.80 cm, 53 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 16.25 cm, ancho 7.69 cm, espesor de caballete 1.80 cm, profundidad de surco 0.40 cm, espesor de cáscara 1.58 cm, peso de fruto 466.00 g, número de semilla 28, índice de fruto 33.69 mazorca (Figura 28a).

Descripción de la semilla: color de semilla rojo oscuro, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.34 cm, ancho 1.31 cm, grosor 0.85 cm, peso seco de una semilla 1.06 g, índice de semilla 94.34 semillas, número de semilla seca por kg 943.40 semillas (Figura 28b).

Análisis bromatológico: un pH de 5.40 y 24.80 grados brix en mucilago, humedad parcial 35.27%, humedad total 2.03%, grasa 46.44%, fibra 9.86%, proteína 12.37%, carbohidrato 25.48%, cenizas 5.85%, calcio 0.65 mg.l⁻¹, fósforo 0.29 mg.l⁻¹, potasio 14.84 mg.l⁻¹.

Jaime Arévalo 18A



Figura 29. Cacao Jaime Arévalo 18A a) mazorca, b) semillas.

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.9", longitud oeste 89°40'48.6", altitud 383 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, número de chupones 9, una altura de 4.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.00 cm, 40 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color rojo medio, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 15.74 cm, ancho 7.41 cm, espesor de caballete 1.49 cm, profundidad de surco 0.33 cm, espesor de cáscara 1.17 cm, peso de fruto 394.30 g, número de semilla 36, índice de fruto 36.08 mazorca (Figura 29a).

Descripción de la semilla: color de semilla jaspeado, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, longitud 2.23 cm, ancho 1.23 cm, grosor 0.98 cm, peso seco de semilla 0.77 g, índice de semilla 129.87 semillas, número de semilla seca por kg 1,298.70 semillas (Figura 29b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.90 y 28.80 grados brix en mucilago, humedad parcial 43.54%, humedad total 2.90%, grasa 43.19%, fibra 19.09%, proteína 10.37%, carbohidrato 23.46%, cenizas 3.89%, calcio 1.60 mg.l⁻¹, fósforo 0.30 mg.l⁻¹, potasio 12.92 mg.l⁻¹.

Jaime Arévalo 19A



Figura 30. Cacao Jaime Arévalo 19A a) mazorca, b) semillas.

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.7", longitud oeste 89°40'48.0", altitud 381 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 2,50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.00 cm, 50 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color anaranjado, forma ovado, cáscara lisa o ligeramente rugosa y moderada, constricción basal moderada, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 14.20 cm, ancho 7.29 cm, espesor de caballete 0.95 cm, profundidad de surco 0.14 cm, espesor de cáscara 0.70 cm, peso de fruto 285.15 g, número de semilla 40, índice de fruto 30.49 mazorca (Figura 30a).

Descripción de la semilla: color de semilla púrpura oscuro, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal intermedia, longitud 2.24 cm, ancho 1.25 cm, grosor 0.74 cm, peso seco de una semilla 0.82 g, índice de semilla 121.95 semillas, número de semilla seca por kg 1,219.51 semillas (Figura 30b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.50 y 23.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 34.43%, humedad total 2.06%, grasa 29.65%, fibra 25.15%, proteína 15.02%, carbohidrato 26.79%, cenizas 3.39%, calcio 0.50 mg.l⁻¹, fósforo 0.26 mg.l⁻¹, potasio 10.12 mg.l⁻¹.

Jaime Arévalo 20A



Figura 31. Cacao Jaime Arévalo 20A a) mazorca, b) semillas.

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.8", longitud oeste 89°40'48.2", altitud 388 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 11.00 cm, 35 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 21.70 cm, ancho 9.56 cm, espesor de caballete 2.00 cm, profundidad de surco 0.29 cm, espesor de cáscara 1.32 cm, peso de fruto 725.78 g, número de semilla 35.0, índice de fruto 26.21 mazorca (Figura 31a).

Descripción de la semilla: color de semilla rosa, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.17 cm, ancho 1.36 cm, grosor 0.95 cm, peso seco de semilla 1.09 g, índice de semilla 91.74 semillas, número de semilla seca por kg 917.43 semillas (Figura 31b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.90 y 12.40 grados brix en mucilago, humedad parcial 33.22%, humedad total 3.18%, grasa 48.52, fibra 14.02%, proteína 10.61%, carbohidrato 21.51%, cenizas 5.34%, calcio 0.60 mg.l⁻¹, fósforo 0.26 mg.l⁻¹, potasio 13.92 mg.l⁻¹.



Figura 32. Cacao Jaime Arévalo 21A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 21A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.9", longitud oeste 89°40'48.6", altitud 387 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 5 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 7.50 cm, 45 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color rojo medio, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 22.70 cm, ancho 8.05 cm, espesor de caballete 2.35 cm, profundidad de surco 0.71 cm, espesor de cáscara 1.86 cm, peso de fruto 524.51 g, número de semilla 29.0, índice de fruto 49.98 mazorca (Figura 32a).

Descripción de la semilla: color de semilla crema, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal redondeada, longitud 1.90 cm, ancho 1.30 cm, grosor 1.0 cm, peso seco de una semilla 0.69 g, índice de semilla 144.93 semillas, número de semilla seca por kg 1,449.28 semillas (Figura 32b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.30 y 24.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 45.85%, humedad total 2.76%, grasa 44.81%, fibra 17.59%, proteína 9.44%, carbohidrato 21.86%, cenizas 6.30%, calcio 0.70 mg.l⁻¹, fósforo 0.31 mg.l⁻¹, potasio 16.34 mg.l⁻¹.



Figura 33. Cacao Jaime Arévalo 22A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 22A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.6", longitud oeste 89°40'48.1", altitud 381 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 4.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 25 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 19.50 cm, ancho 8.91 cm, espesor de caballete 1.31 cm, profundidad de surco 0.21 cm, espesor de cáscara 1.11 cm, peso de fruto 474.90 g, número de semilla 18, índice de fruto 42.41 mazorca (Figura 33a).

Descripción de la semilla: color de semilla púrpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.37 cm, ancho 1.32 cm, grosor 0.90 cm, peso seco de semilla 0.31 g, índice de semilla 76.34 semillas, número de semilla seca por kg 766.36 semillas (Figura 33b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.90 y 19.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 27.16%, humedad total 2.17%, grasa 35.43%, fibra 33.50%, proteína 16.25%, carbohidrato 11.33%, cenizas 3.49%, calcio 0.80 mg.l⁻¹, fósforo 0.31 mg.l⁻¹, potasio 9.48 mg.l⁻¹.



Figura 34. Cacao Jaime Arévalo 23A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 23A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.3", longitud oeste 89°40'49.3", altitud 381 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 69 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal asunte, forma del ápice entallado, color de pulpa blanco, longitud 24.50 cm, ancho 8.41 cm, espesor de caballete 1.85 cm, profundidad de surco 0.35 cm, espesor de cáscara 1.45 cm, peso de fruto 747.95 g, número de semilla 40, índice de fruto 16.34 mazorca (Figura 34a).

Descripción de la semilla: color de semilla rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 3.72 cm, ancho 2.41 cm, grosor 1.14 cm, peso seco de una semilla 1.53 g, índice de semilla 65.36 semillas, número de semilla seca por kg 653.59 semillas (Figura 34b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.0 y 20.10 grados brix en mucilago, humedad parcial 31.33%, humedad total 2.62%, grasa 44.42%, fibra 23.56%, proteína 16.55%, carbohidrato 11.78%, cenizas 3.52%, calcio 0.70 mg.l⁻¹, fósforo 0.32 mg.l⁻¹, potasio 10.47 mg.l⁻¹.



Figura 35. Cacao Jaime Arévalo 24A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 24A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.1", longitud oeste 89°40'48.9", altitud 385 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 65 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color rojo medio, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 17.93 cm, ancho 7.19 cm, espesor de caballete 1.63 cm, profundidad de surco 0.60 cm, espesor de cáscara 1.30 cm, peso de fruto 368.65 g, número de semilla 32.0, índice de fruto 42.23 mazorca (Figura 35a).

Descripción de la semilla: color de semilla jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal redondeada, longitud 1.80 cm, ancho 1.24 cm, grosor 0.90 cm, peso seco de semilla 0.74 g, índice de semilla 135.14 semillas, número de semilla seca por kg 1,351.35 semillas (Figura 35b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.60 y 17.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 39.45%, humedad total 2.54%, grasa 49.53%, fibra 14.17%, proteína 9.39%, carbohidrato 21.36%, cenizas 5.55%, calcio 0.65 mg.l⁻¹, fósforo 0.04 mg.l⁻¹, potasio 14.75 mg.l⁻¹.



Figura 36. Cacao Jaime Arévalo 25A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 25A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.1", longitud oeste 89°40'48.9", altitud 386 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.50 cm, 65 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice obtuso, color de pulpa blanco, longitud 14.58 cm, ancho 8.17 cm, espesor de caballete 1.73 cm, profundidad de surco 0.26 cm, espesor de cáscara 1.21 cm, peso de fruto 525.45 g, número de semilla 39.0, índice de fruto 36.11 mazorca (Figura 36a).

Descripción de la semilla: color de semilla jaspeado, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal aplanada, longitud 2.09 cm, ancho 1.16 cm, grosor 0.72 cm, peso seco de una semilla 0.71 g, índice de semilla 140.85 semillas, número de semilla seca por kg 1,408.45 semillas (Figura 36b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.00 y 16.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 38.05%, humedad total 1.84%, grasa 49.50%, fibra 14.10%, proteína 10.04%, carbohidrato 21.17%, cenizas 5.19%, calcio 0.80 mg.l⁻¹, fósforo 0.29 mg.l⁻¹, potasio 13.36 mg.l⁻¹.



Figura 37. Cacao Jaime Arévalo 26A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 26A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.2", longitud oeste 89°40'48.9", altitud 386 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 1.0, una altura de 4.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.00 cm, 58 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal moderada, forma del ápice agudo, color de pulpa crema oscuro, longitud 16.11 cm, ancho 8.82 cm, espesor de caballete 1.51 cm, profundidad de surco 0.31 cm, espesor de cáscara 1.21 cm, peso de fruto 468.50 g, número de semilla 21, índice de fruto 79.37 mazorca (Figura 37a).

Descripción de la semilla: color de semilla jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.45 cm, ancho 1.37 cm, grosor 0.89 cm, peso seco de semilla 0.60 g, índice de semilla 166.67 semillas, número de semilla seca por kg 1,666.67semillas (Figura 37b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.50 y 18.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 39.08%, humedad total 1.19%, grasa 52.05%, fibra 9.62%, proteína 12.16%, carbohidrato 22.27%, cenizas 3.90%, calcio 0.60 mg.l⁻¹, fósforo 0.29 mg.l⁻¹, potasio 12.74 mg.l⁻¹.



Figura 38. Cacao Jaime Arévalo 27A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 27A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.3", longitud oeste 89°40'48.7", altitud 386 msnm.

Descripción del árbol: Edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 4.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 41 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma obovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 14.31 cm, ancho 6.89 cm, espesor de caballete 1.79 cm, profundidad de surco 0.22 cm, espesor de cáscara 0.83 cm, peso de fruto 271.10 g, número de semilla 22, índice de fruto 60.61 mazorca (Figura 38a).

Descripción de la semilla: color de semilla rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 1.91 cm, ancho 1.20 cm, grosor 0.96 cm, peso seco de una semilla 0.75 g, índice de semilla 133.33 semillas, número de semilla seca por kg 1,333.33 semillas (Figura 38b).

Análisis bromatológico: un pH de 5.40 y 11.20 grados brix en mucilago, humedad parcial 39.23%, humedad total 1.67%, grasa 38.94%, fibra 21.42%, proteína 10.88%, carbohidrato 23.08%, cenizas 5.68%, calcio 0.80 mg.l⁻¹, fósforo 0.30 mg.l⁻¹, potasio 15.40 mg.l⁻¹.



Figura 39. Cacao Jaime Arévalo 28A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 28A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.3", longitud oeste 89°40'48.8", altitud 385 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigorosa, una altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 11.00 cm, 7 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma elíptica, cáscara lisa o ligeramente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice redondeado, color de pulpa blanco, longitud 17.00 cm, ancho 10.00 cm, espesor de caballete 2.50 cm, profundidad de surco 0.11 cm, espesor de cáscara 2.11 cm, peso de fruto 883.10 g, número de semilla 31.0, índice de fruto 30.72 mazorca (Figura 39a).

Descripción de la semilla: color de semilla púrpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.31 cm, ancho 1.40 cm, grosor 0.93 cm, peso seco de una semilla 1.05 g, índice de semilla 95.24 semillas, número de semilla seca por kg 952.38 semillas (Figura 39b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.00 y 21.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 37.22%, humedad total 1.94%, grasa 37.53%, fibra 20.73%, proteína 17.15%, carbohidrato 20.51%, cenizas 4.08%, calcio 0.60 mg.l⁻¹, fósforo 0.30 mg.l⁻¹, potasio 11.85 mg.l⁻¹.



Figura 40. Cacao Jaime Arévalo 29A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 29A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.6", longitud oeste 89°40'49.0", altitud 382 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigorosa, una altura de 4.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.00 cm, 11 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema oscuro, longitud 17.73 cm, ancho 7.32 cm, espesor de caballete 1.29 cm, profundidad de surco 0.29 cm, espesor de cáscara 1.19 cm, peso de fruto 389.47 g, número de semilla 34.0, índice de fruto 30.01 mazorca (Figura 40a).

Descripción de la semilla: color de semilla jaspeado, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal intermedia, longitud 2.51 cm, ancho 1.38 cm, grosor 1.97 cm, peso seco de una semilla 0.98 g, índice de semilla 102.04 semillas, número de semilla seca por kg 1,020.41 semillas (Figura 40b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.50 y 17.40 grados brix en mucilago, humedad parcial 41.70%, humedad total 2.59%, grasa 53.47%, fibra 9.61%, proteína 9.88%, carbohidrato 20.45%, cenizas 6.59%, calcio 0.60 mg.l⁻¹, fósforo 0.33 mg.l⁻¹, potasio 17.57 mg.l⁻¹.



Figura 41. Cacao Jaime Arévalo 30A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 30A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.2", longitud oeste 89°40'48.5", altitud 379 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.50 cm, 43 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara lisa o ligeramente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 16.29 cm, ancho 8.32 cm, espesor de caballete 1.30 cm, profundidad de surco 0.15 cm, espesor de cáscara 1.15 cm, peso de fruto 444.95 g, número de semilla 35.0, índice de fruto 29.15 mazorca (Figura 41a).

Descripción de la semilla: color de semilla jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, longitud 2.31 cm, ancho 1.36 cm, grosor 0.84 cm, peso seco de semilla 0.98 g, índice de semilla 102.04 semillas, número de semilla seca por kg 1,020.41 semillas (Figura 41b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.00 y 16.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 33.00%, humedad total 2.53%, grasa 43.17%, fibra 16.87%, proteína 11.64%, carbohidrato 23.52%, cenizas 4.80%, calcio 0.40 mg.l⁻¹, fósforo 0.31 mg.l⁻¹, potasio 12.07 mg.l⁻¹.



Figura 42. Cacao Jaime Arévalo 31A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 31A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.9", longitud oeste 89°40'48.7", altitud 381 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 8.0, una altura de 3.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.00 cm, 6 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal moderada, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 18.07 cm, ancho 7.69 cm, espesor de caballete 1.42 cm, profundidad de surco 0.29 cm, espesor de cáscara 1.34 cm, peso de fruto 416.57 g, número de semilla 24, índice de fruto 47.89 mazorca (Figura 42a).

Descripción de la semilla: color de semilla rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 1.95 cm, ancho 1.22 cm, grosor 1.01 cm, peso seco de una semilla 0.87 g, índice de semilla 114.94 semillas, número de semilla seca por kg 1,149.43 semillas (Figura 42b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.80 y 20.60 grados brix en mucilago, humedad parcial 33.60%, humedad total 2.86%, grasa 44.12%, fibra 25.35%, proteína 12.07%, carbohidrato 14.17%, cenizas 4.29%, calcio 0.70 mg.l⁻¹, fósforo 0.29 mg.l⁻¹, potasio 11.11 mg.l⁻¹.



Figura 43. Cacao Jaime Arévalo 32A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 32A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.1", longitud oeste 89°40'49.6", altitud 382 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 1.80 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 4.50 cm, 30 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal moderada, forma del ápice agudo, color de pulpa blanco, longitud 19.55 cm, ancho 6.85 cm, espesor de caballete 1.18 cm, profundidad de surco 1.21 cm, espesor de cáscara 1.00 cm, peso de fruto 365.89 g, número de semilla 45.0, índice de fruto 25.25 mazorca (Figura 43a).

Descripción de la semilla: color de semilla blanco, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal aplanada, longitud 2.26 cm, ancho 1.31 cm, grosor 0.76 cm, peso seco de semilla 0.88 g, índice de semilla 113.64 semillas, número de semilla seca por kg 1,136.36 semillas (Figura 43b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.50 y 18.00 grados brix en mucilago, humedad parcial 31.94%, humedad total 2.48%, grasa 45.08%, fibra 9.46%, proteína 11.69%, carbohidrato 29.57%, cenizas 4.20%, calcio 0.70 mg.l⁻¹, fósforo 0.24 mg.l⁻¹, potasio 11.14 mg.l⁻¹.



Figura 44. Cacao Jaime Arévalo 33A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 33A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.2", longitud oeste 89°40'49.7", altitud 382 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, número de chupones 1, una altura de 2.80 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 4.00 cm, 12 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 11.71 cm, ancho 8.11 cm, espesor de caballete 1.45 cm, profundidad de surco 0.21 cm, espesor de cáscara 1.20 cm, peso de fruto 361.33 g, número de semilla 27.0, índice de fruto 45.72 mazorca (Figura 44a).

Descripción de la semilla: color de semilla crema, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.19 cm, ancho 1.37 cm, grosor 1.76 cm, peso seco de una semilla 0.81 g, índice de semilla 123.46 semillas, número de semilla seca por kg 1,234.57 semillas (Figura 44b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.00 y 19.80 grados brix en mucilago, humedad parcial 46.32%, humedad total 2.73%, grasa 56.55%, fibra 11.90%, proteína 9.50%, carbohidrato 15.11%, cenizas 5.94%, calcio 0.50 mg.l⁻¹, fósforo 0.25 mg.l⁻¹, potasio 15.78 mg.l⁻¹.



Figura 45. Cacao Jaime Arévalo 34A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 34A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.3", longitud oeste 89°40'49.6", altitud 382 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 4.00 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.00 cm, 69 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 22.13 cm, ancho 8.53 cm, espesor de caballete 1.85 cm, profundidad de surco 0.16 cm, espesor de cáscara 1.53 cm, peso de fruto 691.95 g, número de semilla 45.0, índice de fruto 22.91 mazorca (Figura 45a).

Descripción de la semilla: color de semilla púrpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.10 cm, ancho 1.35 cm, grosor 0.95 cm, peso seco de semilla 0.97 g, índice de semilla 103.09 semillas, número de semilla seca por kg 1,030.93 semillas (Figura 45b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.30 y 19.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 33.15%, humedad total 1.37%, grasa 37.34%, fibra 28.48%, proteína 13.02%, carbohidrato 16.46%, cenizas 4.80%, calcio 0.55 mg.l⁻¹, fósforo 0.29 mg.l⁻¹, potasio 13.26 mg.l⁻¹.



Figura 46. Cacao Jaime Arévalo 35A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 35A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.5", longitud oeste 89°40'48.6", altitud 380 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 3.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 7.00 cm, 45 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice obtuso, color de pulpa blanco, longitud 15.73 cm, ancho 8.79 cm, espesor de caballete 2.73 cm, profundidad de surco 0.31 cm, espesor de cáscara 1.51 cm, peso de fruto 365.56 g, número de semilla 31.0, índice de fruto 36.35 mazorca (Figura 46a).

Descripción de la semilla: color de semilla púrpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.06 cm, ancho 1.19 cm, grosor 0.91 cm, peso seco de una semilla 0.89 g, índice de semilla 112.36 semillas, número de semilla seca por kg 1,123.60 semillas (Figura 46b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.70 y 11.20 grados brix en mucilago, humedad parcial 34.56%, humedad total 2.63%, grasa 38.95%, fibra 19.54%, proteína 14.92%, carbohidrato 22.55%, cenizas 3.64%, calcio 0.80 mg.l⁻¹, fósforo 0.27 mg.l⁻¹, potasio 11.27 mg.l⁻¹.



Figura 47. Cacao Jaime Arévalo 36A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 36A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.5", longitud oeste 89°40'49.4", altitud 385 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 11.50 cm, 11 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice agudo, color de pulpa crema claro, longitud 20.67cm, ancho 8.61 cm, espesor de caballete 1.61 cm, profundidad de surco 0.49 cm, espesor de cáscara 1.25 cm, peso de fruto 622.33g, número de semilla 31.0, índice de fruto 43.59 mazorca (Figura 47a).

Descripción de la semilla: color de semilla rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, longitud 2.45 cm, ancho 1.28 cm, grosor 0.99 cm, peso seco de semilla 0.74 g, índice de semilla 135.14 semillas, número de semilla seca por kg 1,351.35 semillas (Figura 47b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.00 y 13.20 grados brix en mucilago, humedad parcial 44.66%, humedad total 2.91%, grasa 45.30%, fibra 13.59%, proteína 9.79%, carbohidrato 24.63%, cenizas 6.69%, calcio 0.90 mg.l⁻¹, fósforo 0.35 mg.l⁻¹, potasio 17.36 mg.l⁻¹.



Figura 48. Cacao Jaime Arévalo 37A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 37A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.5", longitud oeste 89°40'49.4", altitud 384 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigorosa, una altura de 3.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 12.00 cm, 5 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice entallado, color de pulpa crema claro, longitud 19.40 cm, ancho 8.48 cm, espesor de caballete 1.87 cm, profundidad de surco 0.46 cm, espesor de cáscara 1.61 cm, peso de fruto 541.45 g, número de semilla 34.0, índice de fruto 30.96 mazorca (Figura 48a).

Descripción de la semilla: color de semilla rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, longitud 2.14 cm, ancho 1.21 cm, grosor 0.86 cm, peso seco de una semilla 0.95 g, índice de semilla 105.26 semillas, número de semilla seca por kg 1,052.63 semillas (Figura 48b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.10 y 14.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 28.82%, humedad total 1.72%, grasa 54.44%, fibra 14.43%, proteína 12.18%, carbohidrato 14.20%, cenizas 4.75%, calcio 0.70 mg.l⁻¹, fósforo 0.27 mg.l⁻¹, potasio 12.01 mg.l⁻¹.



Figura 49. Cacao Jaime Arévalo 38A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 38A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.5", longitud oeste 89°40'48.6", altitud 380 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 2.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 8.00 cm, 53 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma elíptica, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal débil, forma del ápice redondeado, color de pulpa blanco, longitud 11.10 cm, ancho 8.51 cm, espesor de caballete 1.71 cm, profundidad de surco 1.18 cm, espesor de cáscara 1.33 cm, peso de fruto 488.17 g, número de semilla 30.0, índice de fruto 30.45 mazorca (Figura 49a).

Descripción de la semilla: color de semilla purpura oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.30 cm, ancho 1.36 cm, grosor 0.79 cm, peso seco de semilla 0.89 g, índice de semilla 112.36 semillas, número de semilla seca por kg 1,123.60 semillas (Figura 49b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.40 y 12.20 grados brix en mucilago, humedad parcial 41.20%, humedad total 2.57%, grasa 37.49%, fibra 32.90%, proteína 13.18%, carbohidrato 12.99%, cenizas 3.44%, calcio 0.40 mg.l⁻¹, fósforo 0.23 mg.l⁻¹, potasio 10.62 mg.l⁻¹.



Figura 50. Cacao Jaime Arévalo 39A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 39A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.7", longitud oeste 89°40'49.2", altitud 382 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 3.25 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 9.00 cm, 65 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color anaranjado, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y débil, constricción basal moderada, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 13.49 cm, ancho 7.38 cm, espesor de caballete 1.01 cm, profundidad de surco 0.37 cm, espesor de cáscara 0.66 cm, peso de fruto 282.69 g, número de semilla 38.0, índice de fruto 27.41 mazorca (Figura 50a).

Descripción de la semilla: color de semilla rojo oscuro, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.30 cm, ancho 1.40 cm, grosor 0.76 cm, peso seco de una semilla 0.96 g, índice de semilla 104.17 semillas, número de semilla seca por kg 1,041.67 semillas (Figura 50b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.40 y 18.40 grados brix en mucilago, humedad parcial 27.58%, humedad total 2.38%, grasa 33.47%, fibra 22.68%, proteína 12.57%, carbohidrato 26.68%, cenizas 4.60%, calcio 0.50 mg.l⁻¹, fósforo 0.20 mg.l⁻¹, potasio 11.37 mg.l⁻¹.



Figura 51. Cacao Jaime Arévalo 40A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 40A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'03.6", longitud oeste 89°40'48.9", altitud 383 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 5.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 13.00 cm, 7 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y moderada, constricción basal moderada, forma del ápice entallado, color de pulpa crema oscuro, longitud 17.38 cm, ancho 7.77 cm, espesor de caballete 1.41 cm, profundidad de surco 0.38 cm, espesor de cáscara 1.18 cm, peso de fruto 425.13 g, número de semilla 37.0 índice de fruto 33.37 mazorca (Figura 51a).

Descripción de la semilla: color de semilla jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.21 cm, ancho 1.24 cm, grosor 0.80 cm, peso seco de semilla 0.81 g, índice de semilla 123.46 semillas, número de semilla seca por kg 1,234.57 semillas (Figura 51b).

Análisis bromatológico: un pH de 3.50 y 21.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 47.77%, humedad total 1.49%, grasa 46.51%, fibra 20.36%, proteína 9.13%, carbohidrato 18.76%, cenizas 5.24%, calcio 0.50 mg.l⁻¹, fósforo 2.23 mg.l⁻¹, potasio 12.84 mg.l⁻¹.



Figura 52. Cacao Jaime Arévalo 41A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 41A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'01.6", longitud oeste 89°40'48.5", altitud 384 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor intermedio, una altura de 3.0 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 6.00 cm, 14 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo verde, forma ovado, cáscara lisa o ligeramente rugosa y moderada, constricción basal débil, forma del ápice entallado, color de pulpa blanco, longitud 16.76 cm, ancho 7.01 cm, espesor de caballete 1.32 cm, profundidad de surco 0.34 cm, espesor de cáscara 1.06 cm, peso de fruto 337.38 g, número de semilla 31.0, índice de fruto 52.03 mazorca (Figura 52a).

Descripción de la semilla: color de semilla crema, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal intermedia, longitud 1.81 cm, ancho 1.32 cm, grosor 0.72 cm, peso seco de una semilla 0.62 g, índice de semilla 161.29 semillas, número de semilla seca por kg 1,612.90 semillas (Figura 52b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.30 y 20.0 grados brix en mucilago, humedad parcial 34.59%, humedad total 2.93%, grasa 39.88%, fibra 26.90%, proteína 12.68%, carbohidrato 15.55%, cenizas 4.99%, calcio 1.00 mg.l⁻¹, fósforo 0.34 mg.l⁻¹, potasio 14.62 mg.l⁻¹.



Figura 53. Cacao Jaime Arévalo 42A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 42A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.5", longitud oeste 89°40'49.3", altitud 380 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor recto, una altura de 3.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 5.50 cm, 20 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 13.35 cm, ancho 8.07 cm, espesor de caballete 1.33 cm, profundidad de surco 0.34 cm, espesor de cáscara 1.29 cm, peso de fruto 407.52 g, número de semilla 25.0 índice de fruto 46.51 mazorca (Figura 53a).

Descripción de la semilla: color de semilla jaspeado, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal intermedia, longitud 2.24 cm, ancho 1.49 cm, grosor 0.87 cm, peso seco de semilla 0.86 g, índice de semilla 116.28 semillas, número de semilla seca por kg 1,162.79 semillas (Figura 53b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.50 y 14.40 grados brix en mucilago, humedad parcial 46.65%, humedad total 1.70%, grasa 30.70%, fibra 27.00%, proteína 9.50%, carbohidrato 26.95%, cenizas 5.85%, calcio 0.55 mg.l⁻¹, fósforo 2.20 mg.l⁻¹, potasio 14.72 mg.l⁻¹.



Figura 54. Cacao Jaime Arévalo 43A a) mazorca, b) semillas.

Jaime Arévalo 43A

Localización: encontrado en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador, propiedad de don Jaime Arévalo, latitud norte 13°44'02.5", longitud oeste 89°40'49.1", altitud 381 msnm.

Descripción del árbol: edad de 4 años, arquitectura erecta, vigor vigoroso, una altura de 3.50 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) es de 5.50 cm, 35 frutos por árbol.

Descripción del fruto: color amarillo, forma ovado, cáscara moderadamente rugosa y fuerte, constricción basal ausente, forma del ápice obtuso, color de pulpa crema claro, longitud 12.78 cm, ancho 7.94 cm, espesor de caballete 1.58 cm, profundidad de surco 0.28 cm, espesor de cáscara 1.31 cm, peso de fruto 356.80 g, número de semilla 30.0, índice de fruto 54.64 mazorca (Figura 54a).

Descripción de la semilla: color de semilla crema, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal intermedia, longitud 1.94 cm, ancho 1.18 cm, grosor 0.69 cm, peso seco de una semilla 0.61 g, índice de semilla 163.93 semillas, número de semilla seca por kg 1,639.34 semillas (Figura 54b).

Análisis bromatológico: un pH de 4.10 y 17.50 grados brix en mucilago, humedad parcial 40.03%, humedad total 1.37%, grasa 30.99%, fibra 25.10%, proteína 10.49%, carbohidrato 27.33%, cenizas 6.09%, calcio 0.70 mg.l⁻¹, fósforo 0.31 mg.l⁻¹, potasio 16.77 mg.l⁻¹.

CONCLUSIONES

Se cuenta con los primeros 41 árboles de cacao caracterizados morfoagronómicamente, colectados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate en la finca del productor, demostrando la presencia de alta variabilidad genética confirmada por la formación de 14 conglomerados con una alta heterogeneidad entre grupos y homogeneidad en los subgrupos basada en el ordenamiento de los descriptores.

La mayoría de variables cuantitativas presentaron un coeficiente de variación muy

homogéneo, indicando alta confiabilidad en la información recolectada y los análisis realizados, probablemente, debido al origen de la mayoría de los árboles caracterizados que, aunque fueron propagados por semilla provienen de frutos de árboles seleccionados por el productor y las diferencias encontradas fueron producto de la segregación genética.

Se encontraron 4 árboles con almendras de color total y parcialmente blanca (JA 3A, JA 5A, JA 6A, JA 9A, JA 11A, JA 12A, JA 21A, JA 32A, JA 33A, JA 41A, JA 43A) clasificándolos preliminarmente como criollos y el resto (30 árboles) con almendras en tonalidades de violeta a

completamente morado, demostrando que su origen en su mayoría es trinitario.

Con relación al contenido de grasa, de los 41 materiales caracterizados, JA 4A, JA 10A, JA 12A, JA 26A, JA 29A, JA 33A, JA 37A, presentaron los mayores valores para esta variable, lo cual indica que está arriba del 50% de grasa, considerado como germoplasma de interés para la agroindustria.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (Association Of Official Analytical Chemistry, Estados Unidos). 1970. Official Analytical Chemists. 11 th. Ed. Whington DC. Published By. The Association oficial chemists.
- 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 oct. 2018. Disponible en <https://books.google.com/sv/books?id=wbdCxx->
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). 2018. Cacao diversidad de El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 102 p.
- Choussy F. 1950. Economía Agrícola Salvadoreña, volumen XVIII, San Salvador, El Salvador. 75-84 p.
- CRS (Catholic Relief Services, El Salvador). 2014. Estrategia de Trabajo de la Alianza Cacao El Salvador. San Salvador. 41 p.
- Cote Flores, 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.
- Dostert, N; Roque, J; Cano, A; Torre, M; Weigend, M. 2012. Hoja Botánica: Cacao. Trad Luebert, F. Lima, Perú. GmbH. 19 p.
- Duarte Hernández, D. 2014. Caracterización morfo agronómica de 26 materiales regionales e introducidos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en San Vicente Chucuri, Santander. Tesis. Ing. A. CO. UFPS. 139 p.
- Dubón, A. y Sánchez, J. 2011. Manual de producción de cacao. Lima, Cortéz, Honduras. FHIA. 208 p.
- García Carrión, LF. 2012. Catálogo de cultivares del cacao del Perú (en línea). Lima, PE. Consultada 15 oct. 2013. Disponible en http://www.regionhuanuco.gob.pe/grde/.../cultivares_2012.pdf.
- IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Costa Rica). 1957. Manual del cultivo de cacao. Turrialba, CR. OEA. 233 p.
- INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela). 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, Mexico). 2014. Manual grafico de descriptores varietales de cacao (*Theobroma cacao* L). Chiapas, México. 72 p.
- Medina, ZC. 1950. Informe final sobre el cultivo del cacao. Tesis especialista en cacao. Costa Rica. Turrialba. 40 p.
- Quiroz, J; Soria, J. (1994). Caracterización Fenotípica del cacao Nacional de Ecuador. Ecuador. INIAP. 125 p.
- Phillips, W. 2012. Cacao Cultura Moderna. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas). Turrialba,

Costa Rica. 68 p.

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

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. 38 p.

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

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