



Revista

MINERVA

VOL. 2, NÚM. 2
JULIO / DICIEMBRE 2019
ISSN 2521-8794

**UNIVERSIDAD DE
EL SALVADOR**



SIC-UES

Secretaría de Investigaciones Científicas
de la Universidad de El Salvador



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Rector

M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado

Vicerrector Académico

PhD. Raúl Ernesto Azcúnaga López

Vicerrector Administrativo

Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla

Secretario General

Ing. Francisco Antonio Alarcón Sandoval

Fiscal General

Lic. Rafael Humberto Peña Marín

Presidente Asamblea General Universitaria (AGU)

Lic. Iván Hernández

Secretario de Investigaciones Científicas (SIC-UES)

Director Ejecutivo del Consejo de Investigaciones Científicas (CIC-UES)

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas



SIC-UES

Secretaría de Investigaciones Científicas
de la Universidad de El Salvador

COMITÉ EDITORIAL:

Ruth Fernández de Quezada

*Docente, Facultad de Odontología,
Universidad de El Salvador.*

Dagoberto Pérez

*Docente de Cultivos Anuales, Departamento
de Ciencias Agronómicas, Facultad
Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de
El Salvador.*

Brenda Iliana Gallegos

*Docente de Educación Alimentaria
y Nutricional, Facultad de Medicina,
Universidad de El Salvador.*

Ignacio Aisur Agudo Padrón

*Gerente Investigador Projeto "Avulsos
Malacológicos - AM", Florianópolis, Santa
Catarina / SC, Brasil.*

José Ismael Guevara Zelaya

*Jefe Departamento Ingeniería Agronómica,
Facultad Multidisciplinaria Oriental,
Universidad de El Salvador.*

Rudis Yilmar Flores

*Docente Investigador, Facultad
Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El
Salvador.*

Evelin P. Gutiérrez de Doradea

*Investigadora, Unidad de Investigación,
Facultad de Jurisprudencia y Ciencias
Sociales, Universidad de El Salvador.*

José Roberto Ramos López

*Docente, Escuela de Ingeniería Eléctrica,
Universidad de El Salvador.*

Carlos Enrique Ruano Iraheta

*Docente, Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.*

Andrea L. Joyce

*Assistant Professor, University of California,
Merced. Estados Unidos.*

Paul Almeida

*Professor and Chair of Sociology, University of
California, Merced. Estados Unidos.*

Víctor D. Carmona Galindo

*Associate Professor and Director of
Sustainability, College of Engineering and
Science, University of Detroit Mercy. Estados
Unidos.*

Luis Pineda

*Técnico en Gestión de Cuencas y Humedales.
Autoridad Científica en Fauna Silvestre -
CITES. Dirección General de Ecosistemas y
Vida Silvestre. Ministerio de Medio Ambiente y
Recursos Naturales, MARN, El Salvador.*

Mónica Lara Uc

*Profesora Investigadora, Universidad
Autónoma de Baja California Sur, México.*

David A. Hernández

*Director Editorial Universitaria. Director
Revista "La Universidad", Universidad de El
Salvador.*

Tania Vianney Gutiérrez Santillán

*Estancia Postdoctoral, Facultad de Ciencias
Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo
León, México.*

Luis A. Mejía

*Adjunct Professor, Department of Food
Science and Human Nutrition
University of Illinois, Urbana-Champaign*

Pedro José Toruño

*Profesor, Departamento de Agroecología,
Escuela de Ciencia Agraria y Veterinaria,
Universidad Nacional Autónoma de
Nicaragua, León (UNAN-LEÓN).*

José Miguel Sermeño Chicas

*Secretario de Investigaciones Científicas de la
Universidad de El Salvador (SIC-UES), Director
Ejecutivo del Consejo de Investigaciones
Científicas de la Universidad de El Salvador
(CIC-UES).*

Revista MINERVA



REVISTA MINERVA **Revista Científica Multidisciplinaria**

Volumen 2, Número 2
Julio-Diciembre de 2019.

Universidad de El Salvador,
Secretaría de Investigaciones Científicas.

ISSN 2521-8794

Periodicidad:

Tiene una periodicidad semestral, con dos números publicados anualmente, correspondientes a los períodos de enero - junio y julio - diciembre.

Alcance:

La Revista Minerva es una revista de acceso abierto. Publica artículos científicos de las diferentes áreas del conocimiento, entre ellas la Física, la Química, la Biología, las Matemáticas, Ciencias Ambientales, Ciencias Sociales, Ciencias Humanísticas, Medicina, Ingenierías, entre otras. Su objetivo es difundir investigaciones inéditas y originales, de calidad científica, elaboradas por los miembros de la comunidad académica y profesional nacional e internacional. Todas las conclusiones presentadas en los artículos deben estar basadas en el estado actual del conocimiento y soportadas por un análisis riguroso y una evaluación equilibrada. La revista acepta artículos de investigación, revisión y reflexión en español e inglés.

COMITÉ TÉCNICO SIC-UES:

Isidro Galileo Romero Castro
Director Editorial

Andrea Veraliz Delgado de Martínez
Correctora de estilo

Luis Alberto Sánchez Alfaro
Editor Gráfico

Saúl Antonio Vega Baires
Editor Digital

Plataforma digital:

Sus artículos están disponibles en
<https://minerva.sic.ues.edu.sv>

Dirección postal:

Final Avenida Mártires Estudiantes y Héroes del 30 de julio, Edificio de CENSALUD, Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador.

Teléfono:

(503) 2225-8434

Correo electrónico:

revista.minerva@ues.edu.sv

ACLARATORIA

LAS IDEAS Y OPINIONES CONTENIDAS EN LOS TRABAJOS Y ARTÍCULOS SON DE RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DE LOS AUTORES Y NO EXPRESAN NECESARIAMENTE EL PUNTO DE VISTA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

Contenido

ARTÍCULOS

- Morfología craneal y facial: Estigmas racistas según el pensamiento del siglo XIX.** 9-17
Amadeo Arturo Cabrera-Guillén
- Factores biofísicos y antrópicos de la cuenca del río Mandinga y su influencia en la destrucción del ecosistema manglar de Barra Salada, Sonsonate, El Salvador** 18-36
Nicolás Atilio Méndez-Granados
- Caracterización morfoagronómica in situ de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Cangrejera, municipio de Izalco, departamento de Sonsonate, El Salvador** 37-70
Luis Miguel Lovo-Lara, Wilmer Vladimir López-Avilés, Fidel Angel Parada-Berrios, Francisco Lara-Ascencio, Ada Yanira Arias-de-Linares, Elías Antonio Vásquez-Osegueda
- Formación de un banco de germoplasma de cacao (*Theobroma cacao* L.) con árboles criollos seleccionados en el municipio de San Pedro Nonualco, departamento de La Paz, El Salvador** 71-91
Rodd Alberto Franco-Portillo, Juan Carlos Romero-Quintanilla, Fidel Angel Parada-Berrios, Efraín Antonio Urrutia-Rodríguez, Ada Yanira Arias-de-Linares, Elías Antonio Vásquez-Osegueda
- Territorio, poderes intermedios y locales, antes y después de la Independencia centroamericana** 92-108
María Eugenia Lopez-Velásquez

ESTUDIO DE CASOS

- Modelo de atención integral para abordar problemas socioeconómicos de familias en situación de pobreza** 111-123
Marta Villatoro-de-Guerrero
- Coronas de disilicato de litio elaboradas en sistema CAD-CAM: una alternativa estética en dientes anteriores tratados endodónticamente** 124-132
Rafael Antonio Reyes-García, Deysi Cristina Guevara-Galdámez, Valeria Cristina Pérez-Valiente, Jorge Kevin Amaya-Azurdía, Katia Gisela Ardón-Rivas, Ronald Wilfredo Ruiz-Urbina, Erick Wahn-Sosa

NOTAS TÉCNICAS

- Insectos como plagas potenciales del cacao (*Theobroma cacao* L.) en El Salvador** 135-152
José Miguel Sermeño-Chicas, Dagoberto-Pérez, Leopoldo Serrano-Cervantes, Mario Ernesto Parada-Jaco, Andrea L. Joyce, Enrique José Maldonado-Santos, Yamileth De Los Ángeles Alvanes-Leiva, Fátima Michelle Rodríguez-Sibrián, Cesar Daniel Girón-Segovia, Doris Argentina García-Sánchez, Carmen Esmeralda Hernández-León, Francisco Rivas-Nieto, Fredy Arturo Rivera-Mejía, Fidel Angel Parada-Berrios, Efraín Antonio Rodríguez-Urrutia, Elías Antonio Vásquez-Osegueda, Luis Miguel Lovo-Lara

ARTÍCULOS



Revista MINERVA

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



Morfología craneal y facial: Estigmas racistas según el pensamiento del siglo XIX

Cranial and facial morphology: Racist stigms according to the thought of the XIX century

Amadeo Arturo Cabrera-Guillén¹

RESUMEN

El estudio anatómico del cráneo y del macizo máxilofacial en el ser humano ha significado todo un desafío sobre todo cuando se analizan las variaciones o rasgos singulares que han servido de base para clasificar en grupos raciales. Estas variaciones en la morfología ósea y de partes blandas, color de piel y rasgos característicos en el rostro, han sido consideradas por investigadores del siglo XIX como predictivas del desarrollo intelectual o de tipos de personalidad, aspectos que han suscitado debates, y que han llegado incluso a establecer en el subconsciente colectivo lo que consideramos como un estigma social hacia determinados grupos. Se utiliza el término “estigma” para referirse a aquellos rasgos anatómicos del cráneo y del rostro humano que han sido considerados en otra época, como señales determinantes del desarrollo intelectual o como características predictivas del comportamiento humano. El objetivo fue investigar en teorías y publicaciones del siglo XIX, rasgos de la morfología craneal y facial que para ellas constituyeron estigmas. Se realizó una revisión documental de autores, sus teorías y publicaciones en el siglo XIX, sobre el cráneo y el desarrollo evolutivo del hombre; posteriormente se identificó aquellos rasgos anatómicos del cráneo y rostro que evidenciaban prejuicios racistas y que contribuyeron a generar estigmas sociales hacia determinados grupos que aún hoy persisten.

Palabras claves: Morfología craneal y facial, grupos raciales, eugenesia, estigma social, racismo, siglo XIX.

ABSTRACT:

The anatomical study of the skull and the maxillofacial massif in humans has been a challenge especially when analyzing the variations or singular traits that have served as a basis for classifying into racial groups. Some nineteenth-century researchers considered these variations in bone and soft tissue morphology, skin color and characteristic features of the face as predictors of intellectual development or personality types, aspects that have provoked debates, and that have even established in the collective subconscious what it considers as a social stigma towards certain groups. The term “stigma” is used to refer to those anatomical features of the skull and human face that have been considered at another time, as determining signals of intellectual development or as predictive features of human behavior. The objective was to investigate in theories and publications of the

¹ Doctor en Medicina, Profesor de Anatomía, Departamento de Medicina, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador

nineteenth century, aspects of cranial and facial morphology that for these constituted stigmas. The method was a documentary review of the authors, their theories and publications in the nineteenth century, about the cranium and the evolutionary development of man, subsequently the anatomical characteristics of the cranium and face was identified that show racist prejudices and contributed to generate social stigmas towards certain groups that still persist today.

Keywords: Cranial and facial morphology, racial groups, eugenics, social stigma, racism, 19th century.

INTRODUCCIÓN

El ser humano desde sus inicios ha buscado la manera de comprender el funcionamiento del cuerpo y la capacidad cognitiva de la especie humana, lo que permitió dar ese salto cualitativo en el proceso evolutivo de las especies animales, diferenciándonos de otros homínidos y permitiendo ubicar al *Homo sapiens* en la cima de la cadena alimenticia. Dentro de este ámbito, el estudio anatómico y fisiológico del cráneo y su contenido, ha significado uno de los capítulos más extensos y álgidos, que ha suscitado serios debates, y que a pesar de los avances científicos en la neurociencia y en la antropometría, en algunos puntos aun es inconcluso.

Las primeras civilizaciones como la egipcia, 3.000 a.C. comenzaron a intuir bajo su interpretación cosmológica, que es dentro del cráneo donde se suscitan diversas patologías neurológicas, asociaron por ejemplo, que traumatismos craneales producían manifestaciones como las afasias. (1) El contacto entre la civilización griega y la egipcia, permitió ampliar más el estudio del cráneo y cerebro humano, y en el siglo VI a. C. Alcmenón, discípulo de Pitágoras, presentó un nuevo concepto, y atribuye al cerebro el centro de la inteligencia y el entendimiento (1).

Una de las primeras caracterizaciones del ser humano de acuerdo a su coloración de la piel y la fortaleza de los músculos fue realizada por Hipócrates y posteriormente seguida por Galeno quienes establecieron la teoría de los temperamentos, agrupando las personas en

sanguíneos, coléricos, flemáticos y melancólicos (1, 2). La inquietud del hombre de pretender leer en el rostro cualidades de la personalidad o la inteligencia no es algo nuevo. Desde la edad antigua hasta la edad moderna, han surgido teóricos que desarrollaron disciplinas en este campo, entre esta se destaca la *fisiognómica*. Se atribuye el término a Aristóteles, y se lo considera uno de sus precursores.

En el Renacimiento tuvo como representante a Giovanni Battista della Porta, con su obra *De humana physiognomia* (1586), la cual constituyó más un instrumento para los artistas que un texto médico o científico. Posteriormente Sir Thomas Browne (1605-1682), publicó *Religio Medici*, donde planteó la posibilidad de discernir cualidades internas a partir de la apariencia del rostro. En el Siglo XVIII, Johann Caspar Lavater, publicó en alemán en 1772, ensayos sobre la materia los cuales gozaron de gran popularidad, y fueron traducidos al francés e inglés (2).

En la revisión histórica se ve reflejada la influencia del pensamiento colectivo de la sociedad dominante que busca clasificar al hombre de acuerdo a sus características físicas e ir más allá al pretender leer en estos rasgos aspectos de la personalidad o la inteligencia. Con el descubrimiento del nuevo mundo y la expansión de las potencias colonialistas, la situación se tornó más compleja puesto que se amplió grandemente el conocimiento de los distintos grupos étnicos, cada uno con sus singularidades fenotípicas y culturales.

Sin importar su fenotipo, cada civilización

ha buscado como un motor natural, crecer y desarrollarse en sus capacidades físicas y psíquicas. No obstante, en el caminar histórico, nuestra especie no ha seguido un mismo sendero y la diversidad de pueblos han conseguido distintos grados de desarrollo. Al revisar la historia vemos como un grupo humano en entornos favorables donde se genera mejor calidad en alimento, vivienda y vestido, ha permitido a sus habitantes tener un desarrollo óptimo tanto física como intelectualmente, constituyéndose en su contexto como civilizaciones avanzadas. En cambio, en muchos casos el poderío económico y militar alcanzado por algunos pueblos ha conllevado al dominio y subyugación de otros, por consiguiente, generando más riquezas para los opresores y retraso para los oprimidos. (3)

Sin considerar esta realidad social, durante el siglo XVIII y XIX surgió un gran interés en el estudio anatómico y antropológico del cráneo y el cerebro humano. No obstante, muchos de los postulados y teorías que se popularizaron en la sociedad europea y norteamericana de entonces, ponen en evidencia el pensamiento racista imperante de esa época, dando lugar a que las investigaciones y teorías formuladas fuesen instrumentalizadas para justificar el dominio de la raza blanca europea sobre otras y generar “estigmas sociales” en el subconsciente colectivo hacia los pueblos colonizados. (3)

La palabra “estigma”, proviene del latín *stigma*, y este del griego. *στίγμα* (*stíigma*) y se define en el sentido estricto de la palabra, como una marca, punto o señal en la piel (4). El término fue utilizado desde la antigüedad para referirse a una marca impuesta con un hierro candente, como un signo de esclavitud o infamia. Más tarde durante el cristianismo se agregó un significado metafórico que hacía alusión a los signos corporales de la pasión de Cristo, que eran manifestados por algunos santos extáticos

por gracia divina. La sociología define la palabra “estigma” como una condición, atributo, rasgo o comportamiento, que hace que su portador sea incluido en una categoría social hacia cuyos miembros se genera una respuesta negativa y se les ve como culturalmente inaceptables e inferiores. En el campo médico, fue adoptado como término patológico por primera vez en 1661 y en segunda acepción en 1753, ambas como término en inglés y hace referencia a una lesión orgánica o trastorno funcional que indica enfermedad constitucional y hereditaria (5, 6). A pesar de los distintos usos, en general este término se ha empleado socialmente en el mal sentido de la palabra, de ahí su connotación peyorativa.

MÉTODO

Se utilizó como método la revisión de material documental, a través de la búsqueda en publicaciones impresas y digitales sobre autores y obras del siglo XIX quienes escribieron sobre el desarrollo evolutivo del hombre, en particular sobre el desarrollo intelectual, así como la predictibilidad del comportamiento y de la personalidad a través de los rasgos anatómicos. Posteriormente se identificaron aquellos rasgos de la morfología cráneo-facial que se transformaron en “estigmas” hacia determinados grupos raciales, evidenciando los prejuicios racistas de la época.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra teorías y publicaciones del siglo XIX sobre el desarrollo evolutivo e intelectual del hombre, donde se destacan los rasgos anatómicos en la morfología del cráneo y rostro humano, que fueron relacionados con un grado de desarrollo intelectual bajo. De éstos los más citados son una menor circunferencia, una cavidad craneal más pequeña, un aplanamiento del hueso frontal

y una mandíbula prominente con dientes grandes o implantación viciosa.

De estas publicaciones la más representativa es *Descent of man* (El Origen del Hombre) y la

teoría evolucionista de Darwin, la cual conjeturó que algunas razas se desarrollaron más que otras, por tanto, en las menos evolucionadas aun persistían los rasgos "simiescos" (7,8,9).

Tabla 1. Rasgos anatómicos en la morfología del cráneo y rostro humano, que fueron relacionados con un grado de desarrollo intelectual bajo.

Rasgos anatómicos en la morfología cráneo-facial	Estudios y/o teorías.	Autor
Circunferencia craneal abajo del promedio	Descent of Man (El origen del Hombre) (1871). / Darwinismo social	Charles Darwin (1809-1882) / Herbert Spencer (1820-1903)
Frontal aplanado	Eugenesia. Hereditary Genius (La herencia del genio) (1869). Método Biométrico.	Francis Galton (1822-1911)
Prognatismo	Coefficiente de Cefalización (1896), para fijar el cociente intelectual	Eugenio Dubois (1858-1940)
Implantación viciosa de dientes	Rassenhygiene (Higiene Racial) (1895). Los fundamentos del siglo XIX (1899)	Houston Stewart Chamberlain (1855-1927) y Alfred Ploetz (1860-1940)
Implantación auricular baja	Frenología científica (1902)	Bernard Hollander (1864-1934)

Spencer popularizó estas teorías como Darwinismo Social afirmando, por tanto, que las razas humanas existentes se encuentran en diferentes estratos de la "escala evolutiva" y por ende las razas "superiores" están casi en la obligación de acelerar el proceso "evolutivo" y bajo ese criterio hacer desaparecer las razas menos desarrolladas (9,10).

El prestigio y aceptación que marcó los trabajos de Darwin en la sociedad europea del siglo XIX también sentó las bases de la Eugenesia, siendo uno de sus precursores Francis Galton. En su propuesta teórica describió la eugenesia como "*la ciencia que trata de todas las influencias que mejoran las cualidades innatas o materia prima, de una raza; también aquellas que las pueden desarrollar hasta alcanzar la máxima superioridad*" (10). En 1869, Galton publicó su obra *Hereditary Genius* (La Herencia del Genio). Para él, la herencia y la selección es determinante de las características de una raza o grupo social, considerando la selección como

un motor natural del proceso evolutivo (9,10,11).

Estas afirmaciones que se hicieron populares en la sociedad europea del siglo XIX, permitieron el establecimiento de estigmas de inteligencia baja, sustentando el racismo, puesto que los rasgos señalados son comunes en los grupos étnicos de África subsahariana y australianos, que fueron categorizados con un nivel evolutivo inferior; y por tanto, con menor desarrollo intelectual. (9,10,11)

Siguiendo esta tendencia eugenista a fines del siglo XIX y principios del XX los trabajos de Houston Stewart Chamberlain y de Alfred Ploetz, acrecentaron fuertemente las teorías racistas y antisemitas. Chamberlain describía a los judíos como un subgrupo de personas "negras" resultado del mestizaje con africanos durante el exilio del pueblo judío, y como una raza mixta estaba frenando la pureza de la raza aria. Ploetz por su parte practicó y llevó la eugenesia al extremo, defendió la cría selectiva, el asesinato de los niños con discapacidad, y la

prohibición de las relaciones interraciales (12).
 Estos autores son los intelectuales que se cree

inspiraron a Adolfo Hitler y dieron el aporte
 teórico al nazismo.

Tabla 2. Rasgos anatómicos en la morfología cráneo-facial que fueron asociados con atributos negativos de personalidad

Rasgos anatómicos en la morfología cráneo-facial / atributo de la personalidad	Estudios y/o teorías.	Autor
Circunferencia craneal debajo del promedio Frontal aplanado Orejas grandes	Craneoscopia y Frenología (1800)	Franz Josef Gall (1758-1828) y Johann Gaspar Spurzheim (1776-1832)
Implantación auricular baja / Agresividad, deshonestidad	Frenología científica (1902)	Bernard Hollander (1864-1934)
Pigmentación oscura de la piel / ansioso, agresivo	Drapetomania (1851)	Samuel A. Cartwright (1793-1863)
Morfología craneal: Menor circunferencia craneana abultamiento del occipucio Desarrollo de los parietales y temporales Mayor anchura del cráneo Morfología facial: Rostro ancho Mandíbula grande Frente baja Nariz aguileña Cejas hirsutas Pabellón auricular grande o puntiagudo Dientes caninos prominentes y paladar achatado Arrugas precoces Palidez / Agresividad, deshonestidad	L'uomo delinquente (El hombre delincuente) (1876)	Cesare Lombroso (1835-1909)

La Tabla 2 muestra algunos rasgos anatómicos del cráneo y el rostro humano que fueron señalados por algunos investigadores del siglo XIX como predictivos del comportamiento humano. Presuponían atributos negativos de la personalidad, como la agresividad, deshonestidad, ansiedad y tendencia criminal, de ellos sobresalen los controvertidos trabajos del médico y neuroanatomista alemán Franz Josef Gall y de su discípulo Johann Gaspar Spurzheim, precursores de lo que se llamó *Frenología*.

Para Gall, la superficie del cráneo funcionaba como un índice de las características psicológicas del individuo. El tamaño de una región era proporcional a la facultad psicológica representada, por tanto, una hipertrofia en una determinada área del cerebro conllevaría a una elevación en la superficie del cráneo y por lo tanto una interpretación determinada de la psique del individuo. Ciertos parámetros anatómicos como una prominencia en la parte superior de la frente que era un signo de benevolencia, por ende, un frontal deprimido

era lo opuesto, un signo de deshonestidad (1,11,13). Aunque la frenología fue muy criticada y desestimada por gran parte de la comunidad científica, sus ideas influenciaron y tuvieron adeptos que la estudiaron hasta inicios del siglo XX como es Bernard Hollander quien publicó en Estados Unidos su obra *Frenología Científica* (14).

Uno de los referentes principales es el médico italiano Cesare Lombroso, quien siguiendo los teóricos deterministas publicó en 1876 su obra *L'uomo delinquente* (El hombre delincuente). Él señala las características típicas del cráneo de un hipotético malhechor nato, estableciendo una serie de “estigmas” para predecir el comportamiento y la psique del individuo.

En la tabla 2 se presenta un listado de rasgos entre los que están: frente baja, rostro ancho, prognatismo, nariz grande o aguileña, dientes prominentes, cejas hirsutas, arrugas precoces, entre otros (13,15).

En Norteamérica a mediados del siglo XIX, los prejuicios racistas se evidenciaban principalmente por el color de la piel. Samuel A. Cartwright, consideró que las personas de raza negra mostraban un carácter ansioso y agresivo, por lo que acuñó el término *Drapetomanía*, un comportamiento “anormal” de los esclavos afrodescendientes que se revelaban y escapaban de sus amos (16,20).

DISCUSIÓN

A pesar de sus muchos aportes a la genética y la antropología, las teorías de Darwin y principalmente la doctrina eugenésica, representaron un elemento ideal para apoyar las tesis deterministas, sirviendo como marco científico para legitimar el racismo, el colonialismo y marcar las diferencias de clases. Latinoamérica ha sufrido mucho el efecto de estas doctrinas, su influencia llegó principalmente a los altos estratos de la

burguesía, descendientes en su mayoría de las familias colonas y de europeos recién llegados, que establecieron a principio del siglo XX sociedades eugenésicas en países como Brasil (Sociedad Eugenésica de Sao Paulo /1918), México (Sociedad Mexicana de Eugenesia para el mejoramiento de la Raza /1931), y Argentina (Sociedad Argentina de Biotipología, Eugenesia y Medicina Social /1932); incluso se menciona que en El Salvador existió una sociedad que contó con miembros honorarios de la sociedad mexicana (17,19).

Dada la diversidad étnica y de población mestiza en nuestros países, estos grupos pretendían mantener los esquemas y privilegios heredados del colonialismo europeo y buscar vía mestizaje el “aclaramiento” de la raza, esto significaba dar privilegios a población blanca europea para afincarse en estos países, ya que consideraban que la raza blanca era portadora de los valores deseados; generando discriminación y exclusión de las poblaciones indígenas y afrodescendientes (8,9,10).

Nuevos estudios buscan revivir teorías similares que fueron desestimadas y superadas por la mayor parte de la comunidad científica, Haselhuhn de la Universidad de Wisconsin; publicó en 2011 en la revista científica *Proceedings of the Royal Society B*. el estudio: “*Bad to the bone: facial structure predicts unethical behavior*” (“Malo hasta los huesos: la estructura facial predice el comportamiento antiético”). Según este trabajo se establece que los hombres que presentan un cráneo más ancho en relación a la altura facial tienen un comportamiento antiético y agresivo (18). Este tipo de estudios enfatiza los estigmas hacia determinados individuos. Si bien estas teorías han sido científicamente superadas, persiste en el subconsciente colectivo, lo cual es preocupante dado el contexto en el que vivimos donde el racismo y las políticas de exclusión hacia los inmigrantes vuelven a tener vigencia

en las agendas de algunos políticos de países poderosos. El sentimiento xenofóbico siempre es muy peligroso dado que una persona no poseedora de ciertos rasgos anatómicos similares a los predominantes en las personas del país anfitrión, pueden llegar a ser objeto de discriminación e incluso de agresión.(19)

Valorar el nivel intelectual o el comportamiento de las personas basado únicamente en rasgos anatómicos craneales y faciales es obsoleto (21). Los estudios que en su tiempo lo sustentaron, muestran criterios arbitrarios y ligados a prejuicios, han sido abandonados y forman parte de la historia de la ciencia. Realizar este tipo de valoraciones se demostró que es peligroso, pues marcan con prejuicios nuestra impresión de los demás, estableciendo estigmas en nuestro subconsciente sobre determinados rasgos físicos o razas.

En los estudios revisados se ha visto como se establecían características morfológicas en el cráneo y rostro para predecir el grado de inteligencia o la personalidad de un individuo, a pesar de ser subjetivo, pues la medición de estos parámetros resulta complejo, incluso hoy en día. El abordaje de algo tan complicado como es el estudio del ser humano debe ser llevado siempre con prudencia y siguiendo un análisis profundo. No hay duda que las variaciones individuales en los rasgos raciales constituyen una riqueza de la especie humana.

CONCLUSIONES

La revisión de teorías y publicaciones populares en el siglo XIX como el Darwinismo y la Eugenesia, que resaltaron el desarrollo evolutivo e intelectual del ser humano, permiten vislumbrar los marcados prejuicios de una época, dado que enfatizaron que la inteligencia y por ende el grado de civilización de un pueblo, estaba ligado al factor biológico y por tanto una condición hereditaria, plasmada

en un fenotipo corporal determinado. Esto brindó un fundamento pseudo científico al racismo y en consecuencia pretendió justificar la superioridad de la raza blanca sobre otras, generando un pensamiento eurocentrista que hoy en día aun persiste con algún peso en nuestros países latinoamericanos, dado los siglos de colonialismo.

En cuanto a la personalidad y el comportamiento moral, las teorías revisadas como es la Frenología de Gall y Spurzheim, y la Criminología positivista de Lombroso, vuelven a mostrar bajo un matiz estadístico el mismo pensamiento racista, donde se privilegió al individuo blanco, caucásico y por lo general proveniente de clase alta; y redujo a la condición de agresivo e inmoral al individuo negro, mestizo, o de rasgos gruesos, que en su mayoría provenían de los estratos sociales bajos en su época.

Las investigaciones revisadas, si bien contribuyeron al desarrollo de la antropología y las neurociencias, en los aspectos señalados quedan limitados y presentan sesgos de prejuicios, puesto que solo resaltan asociaciones estadísticas de mediciones anatómicas, pero no consideran otros aspectos como los históricos y sociales de los individuos estudiados, las condiciones favorables de su entorno, el núcleo social en el que el individuo creció y se desarrolló, así como la explotación y subyugación que los pueblos han sufrido en un determinado momento de la historia.

BIBLIOGRAFÍA

Duque-Parra, J.E. Elementos neuroanatómicos y neurológicos asociados con el cerebro a través del tiempo. *Revista de Neurología*, 2002, 34, 282-286. [Fecha de acceso 12 de diciembre de 2016] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Duque2/publication/267778983_

Elementos_neuroanatomicos_y_neurologicos_asociados_con_el_cerebro_a_traves_del_tiempo/links/575ab7ab08aed884620d8dc4/Elementos-neuroanatomicos-y-neurologicos-asociados-con-el-cerebro-a-traves-del-tiempo.pdf

Altuna B. Historia de la fisiognomía. Interrogantes éticos y antropológicos de una pseudociencia. *Historia, Antropología y Fuentes Orales*. No. 40, Escondido (2008), pp. 129-148, [Fecha de acceso 30 de enero de 2018] Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/27920002>

Prives M, Lisenkov N., Bushkovich. Anatomía Humana, tomo III, Neurología, traducido del ruso: Valdes Tergas H. La Habana, Cuba. 5ª Ed. 1984, Editorial MIR, Moscú, 246-247pp.

Real Academia Española de la Lengua, Diccionario de la RAE, [Fecha de acceso: 22 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=Gru2UbO>

Goffman E. Estigma: La identidad deteriorada. 1ª Ed. 10ª Reimp. Amorrortu Editores. Buenos Aires 2006. [Fecha de acceso 25 de febrero de 2016] Disponible en: <https://sociologiaycultura.files.wordpress.com/2014/02/goffman-estigma.pdf>

Universidad de Salamanca, Diccionario médico-biológico, histórico y etimológico. [Consultado: 22 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/estigma>

Darwin C. El origen del hombre, la selección natural y la sexual. Traducción López White A. F. Sempere y Cª, Editores, Valencia 1909.

Casas Castañé M. Racionalización de prejuicios: Las teorías racistas en el debate esclavista de la primera mitad del siglo XIX. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona. [Fecha de acceso: 8 de febrero de 2016] Disponible

en: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-155.htm>

Sanchez Arteaga J. La racionalidad delirante: el racismo científico en la segunda mitad del siglo XIX. *Rev. Asoc. Esp. Neuropsiq.* Vol. 27, no. 2. Madrid 2007 [Fecha de acceso: 25 de febrero de 2016] Disponible en http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0211-57352007000200011

Ruiz Gutiérrez R, Suárez L. Eugenesia, herencia, selección y biometría en la obra de Francis Galton. *Universidad Autónoma de México. ILUIL*, Vol. 25, 2002, 85-107.

Montoya A., Manrique J, Esguerra Gómez G, Arango A, Cadena D. Investigaciones sobre el cerebro en la Sociedad de Antropología de París. *Revista de Estudios Sociales* no. 26, 2007. ISSN 0123-885X: Bogotá, Colombia; Pp. 168-174. [Fecha de acceso 12 de diciembre de 2016] Disponible en: <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.7440/res26.2007.13>

Guerra-García, Y. M., Ávila-Morales, J.C. y Acuña-Barrantes, H. (2015). La búsqueda de la raza perfecta. Ideas sobre procreación, vejez y eugenesia. *Revista Eleuthera*, 13, 64-74. DOI: 10.17151/eleu.2015.13.5

Pivetta M. El Cráneo Subvertido. *Revista Pesquisa*, Ed 203, 2013. [Fecha de acceso: 24 de febrero de 2016] Disponible en: <http://revistapesquisa.fapesp.br/es/2013/04/03/el-craneo-subvertido/>

Hollander B. *Scientific Phrenology. Being a practical mental science and guide to human character.* Grant Richards, Londres 1902. Disponible en: <https://ia801305.us.archive.org/28/items/b21524294/b21524294.pdf>

Horn David G. *The Criminal Body. Lombroso and the Anatomy of Deviance.* 1st Ed. (2003) Routledge. Disponible en: <https://doi.org/10.4324/9781315865607>

Cartwright, S., (1851). Diseases and Peculiarities of the Negro Race. De Bow's Review, Southern and Western States, Volume XI, New Orleans, 1851. Disponible en: <http://www.pbs.org/wgbh/aia/part4/4h3106t.html>.

Lindo-Fuentes, H. y Ching E. El racismo ilustrado de Alberto Masferrer, Periódico digital el Faro, publicado 1 de junio de 2015. [Fecha de acceso: 12 de febrero de 2016] Disponible en: <https://elfaro.net/es/201506/academico/17037/El-racismo-ilustrado-de-Alberto-Masferrer.htm>

Haselhuhn M., Wong E. Bad to the bone: facial structure predicts unethical behaviour. *Proceedings of the Royal Society B*, (2012) 279, 571–576 doi:10.1098/rspb.2011.1193 Published online 6 July 2011 [Fecha de acceso: 12 de febrero de 2016] Disponible en: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2011.1193>

Cisneros, I. Intolerancia Cultural: Racismo, Nacionalismo, Xenofobia. *Perfiles Latinoamericanos*, 18, 2001

Rush, B., (1799). Observations Intended to Favour a Supposition That the Black Color (As It Is Called) of the Negroes Is Derived from the Leprosy. *Transactions of the American Philosophical Society*, 4, 289–297. [Fecha de acceso: 29 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://doi.org/10.2307/1005108>

McDaniel M. Big-brained people are smarter: A meta-analysis of the relationship between in vivo brain volume and intelligence. *Elsevier. Intelligence* 33 (2005) 337–346. [Fecha de acceso 22 de enero de 2016] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160289604001357>



Revista MINERVA

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



Factores biofísicos y antrópicos de la cuenca del río Mandinga y su influencia en la destrucción del ecosistema manglar de Barra Salada, Sonsonate, El Salvador

Biophysical and anthropic factors of the Mandinga River basin and its influence on the destruction of the mangrove ecosystem of Barra Salada, Sonsonate, El Salvador

Nicolás Atilio Méndez-Granados¹

RESUMEN

El Manglar de Barra Salada con un área de 454 has., se ubica en el departamento de Sonsonate, en el occidente de El Salvador; es considerado un ecosistema de importancia ambiental y socioeconómica debido a su productividad y por los bienes y servicios ambientales generados. Sin embargo, está siendo degradado por factores antrópicos que alteran las condiciones físico-químicas del sistema estuarino. Barra Salada forma parte de la cuenca Mandinga (86.51 km²), siendo drenada por los ríos Mandinga y Pululuya, recorriendo los municipios de San Julián, Cuisnahuat y Sonsonate. La densidad poblacional es de 173 hab./km², el 92% del área de la cuenca es utilizada para la producción agrícola; el Índice de Calidad del agua (ICA) indica que las aguas (ríos Mandinga y Pululuya) drenadas al manglar tienen calidad regular a pésima (58.43 a 16.20). El taponamiento de la bocana permite que la concentración salina aumente (30-33‰) en aguas del estero durante la época seca; todo lo contrario, en el invierno la salinidad disminuye significativamente (0.15-0.45‰). La usurpación del manglar para establecer viviendas (13.1 has.) o crecimiento agropecuario (22.01 has.) son factores que inciden en el deterioro del manglar. Generación de bosques monoespecíficos de *A. germinans*, responde a las variaciones de salinidad en el agua; éstos, encontrados además poco desarrollados y deteriorados, presentando un índice de complejidad de Holdrige (ICH) de 0.094. Finalmente, el bosque salado se ha reducido en área desde 1954 al 2018 en un 33.21%, es decir, de 620.41 has. a 414.4 has.

Palabras claves: Cuenca Mandinga, Manglar, *A. germinans*, Índice de complejidad, Salinidad.

¹ Unidad de Posgrados, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

ABSTRACT

The Mangrove of Barra Salada with an area of 454 hectares, is located in the department of Sonsonate, in western El Salvador; It is considered an ecosystem of environmental and socioeconomic importance due to its productivity and the environmental goods and services generated. However, it is being degraded by anthropic factors that alter the physicochemical conditions of the estuarine system. Barra Salada is part of the Mandinga basin (86.51 km²), being drained by the Mandinga and Pululuya rivers, crossing the municipalities of San Julián, Cuisnahuat and Sonsonate. The population density is 173 inhabitants / km², 92% of the area of the basin is used for agricultural production; The Water Quality Index (ICA) indicates that the waters (rivers Mandinga and Pululuya) drained in the mangrove have regular quality to poor (58.43 to 16.20). The clogging of the mouth allows the salt concentration to increase (30-33 ‰) in estuary waters during the dry season; On the contrary, in winter the salinity decreases significantly (0.15-0.45 ‰). The usurpation of mangroves to establish housing (13.1 hectares) or agricultural growth (22.01 hectares) are factors that affect the deterioration of mangroves. Generation of monospecific forests of *A. germinans*, responds to variations in salinity in the water; these, also found poorly developed and deteriorated, presenting a Holdrige complexity index (ICH) of 0.094. Finally, the salty forest has been reduced in area from 1954 to 2018 by 33.21%, that is, 620.41 hectares. to 414.4 hectares

Keywords: Mandinga Basin, Mangrove, *A. germinans*, Index Complexity, Salinity.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador, los bosques de manglar son ecosistemas formados por la vegetación, el suelo, los canales y la vida silvestre asociada, que habita en el área que el agua de mar, en sus más altas mareas, ocupa y desocupa alternativamente por causas naturales, incluyendo los terrenos que se encuentren en el área de amojonamiento por la autoridad competente (MARN 2012).

A pesar de la importancia que los bosques salados representan, éstos están muy presionados y amenazados; por ejemplo, se ha identificado en las aguas de estanques camaroneros ubicados en las orillas del bosque de manglar de Bahía de Jiquilisco, Usulután, la presencia de Dieldrín, Dicloro Difenil Dicloroetano (DDE), Heptacloro y cloro difenil tricloroetano (DDT), trazas de pesticidas considerados altamente tóxicos, utilizados en el manejo del cultivo del algodón en la zona costera del departamento de Usulután, en los años sesenta y setentas (FIAES-UCA 2007); de igual manera, hay transporte de contaminantes a través de ríos, principalmente con residuos de

fertilizantes, plaguicidas y aguas residuales de uso doméstico e industrial; las talas excesivas para la expansión de la agricultura, ganadería, infraestructura urbana, han provocado cambios en los flujos de agua en los canales de alimentación de agua, en el interior de estos bosques, cambiando las condiciones físico-químicas naturales en las que se desarrollan favorablemente diferentes especies de manglar, generando la fragmentación o desaparición de estos (Hernández 2014).

El deterioro de estos bosques puede darse directamente en el interior o sus contornos; sin embargo, las causas dependen de acciones que se dan en un territorio mayor, como son las cuencas hidrográficas. Estas corresponden a una superficie de tierra delimitada por un parte agua, con un patrón de drenaje donde suceden procesos biológicos, naturales, escénicos y sociales, interactuando entre sí (Asamblea Legislativa de El Salvador. 2002).

El Salvador cuenta con bosques salados a lo largo de la cadena costera, entre los que destacan: Barra de Santiago; Barra Salada, que forma parte del ANP Los Cóbano; Estero de Jaltepeque; Bahía de Jiquilisco; Bahía de

La Unión, donde se incluyen los bosques de Goascorán. De éstos, solamente el de Barra Salada y las islas de Bahía de Jiquilisco se encuentran bajo un estado de protección legal, ya que están declaradas como áreas naturales protegidas.

El bosque de Barra Salada cuenta con 454 has. (MARN 2007), se encuentra en el municipio y departamento de Sonsonate, forma parte de la cuenca Mandinga (86.51 Km²). Es uno de los ecosistemas de manglar que está siendo alterado por factores antrópicos y físico-químicos, disminuyendo gradualmente su superficie tanto en su interior como en los bordes.

Basado en dicha problemática y para contribuir a la búsqueda de acciones puntuales para su restauración y manejo de los recursos estuarinos, se desarrolló la presente investigación para determinar los factores biofísicos y antrópicos que están influyendo en la degradación y destrucción del bosque de manglar de Barra Salada, Sonsonate; se realizó una caracterización socioeconómica y

ambiental de la cuenca Mandinga, analizando el comportamiento hídrico de la cuenca Mandinga para determinar su impacto en el bosque de Manglar, identificando y caracterizando las zonas de bosque de manglar más afectadas, donde se puedan implementar lineamientos estratégicos para contribuir a la restauración del Manglar de Barra Salada

METODOLOGÍA

La cuenca Mandinga se encuentra ubicada en el departamento de Sonsonate e incluye los municipios de San Julián, Cuisnahuat y Sonsonate, comprende un área total de 86.51 km². En la parte baja se encuentra el manglar de Barra Salada con una extensión de con 454 has (Figura 1).

Como estrategia para el levantamiento de información, se implementó la coordinación con los actores locales, con quienes se logró el apoyo y acceso al territorio, realizando el reconocimiento y levantamiento de información.



Figura 1. Ubicación de la cuenca Mandinga y el manglar Barra Salada (Fuente: Elaboración propia a partir de SIG-UES).

Caracterización de los principales aspectos socioeconómicos y ambientales en la cuenca

Se realizó la revisión y recolección de información en línea, en organismos vinculados a los temas de interés, tales como, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), Banco Central de Reserva (BCR), entre otras. Esto se complementó con visitas a las instituciones nacionales; entrevistas bilaterales: reuniones de trabajo con Promotores de Salud, Jefe de Saneamiento Ambiental de las Unidades de Salud, Jueces de Agua, responsables de las Unidades Ambientales Municipales, referentes de ADESCOS (Asociación de Desarrollo Comunal) y Cooperativas; utilización de herramienta ArcGis V10.3 de la facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (UES) y bases de datos del Centro Nacional de Registros (CNR), obtenidas a través del geoportal-CNR, para elaborar mapas ambientales, administrativos y territoriales de la cuenca; información analizada y contrastada con giras de campo para levantar y registrar información in situ (fotografías, toma de muestras) y talleres de trabajo con actores claves en los territorios.

Comportamiento hídrico en la cuenca

La cuenca Mandinga está formada por dos ríos importantes que son fundamentales para el desarrollo del bosque de manglar de Barra Salada: Mandinga con una longitud de 15.8 km, y Pulucluya con una longitud de 10 km.

Cálculo de caudales

Se midieron los caudales en sitios estratégicos de los principales ríos que forman la cuenca Mandinga, utilizando molinete hidráulico y en algunos casos a través del método volumétrico. Las mediciones se realizaron en los meses de

abril y julio, realizando un muestreo en tres segmentos de la cuenca (parte alta, media y baja de la cuenca) de los ríos; sin embargo, por problemas de inseguridad, se tomaron mediciones solo en la parte media y baja del río Mandinga, mientras que en el río Pulucluya se tomaron los aforos en las tres partes. (Figura 2). La información obtenida de las mediciones, se comparó con datos históricos obtenidos por el MARN.

Calidad de agua de ríos y estero

Muestreo en ríos: Para determinar la calidad de agua en los ríos se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos. Se utilizaron frascos esterilizados de plástico con capacidad de 1 lt, para los análisis microbiológicos. Para análisis físico químicos se utilizaron frascos con capacidad para 250 ml. Los frascos se identificaron (punto de toma de muestra, fecha y hora), se depositaron en una hielera con hielo y fueron transportados inmediatamente a los laboratorios de las facultades de Ciencias agronómicas (análisis físico químicos), y, química y Farmacia (análisis microbiológicos) de la Universidad de El Salvador. Los puntos de muestreo de agua fueron los mismos donde se hicieron las mediciones de caudales.

Para cada una de las muestras de agua se hicieron los siguientes análisis de laboratorio: Microbiológico: Coliformes Fecales, Coliformes totales, *Escherichia coli* y bacterias heterótrofas, aerobias mesófilas. Para el físico químico: pH, temperatura ambiente del agua (°C), Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/l), Nitratos (NO₃ en mg/l), Fosfatos (PO₄ en mg/l), Turbidez (en FAU), Sólidos disueltos totales (en mg/l), Oxígeno Disuelto (OD en porcentaje de saturación) y Salinidad (‰). El equipo utilizado en campo para determinar pH, Temperatura, Sólidos Totales Disueltos (STD) y Conductividad, fue el multiparámetro

portátil MI 805.

Una vez se obtuvieron los análisis físicos, químicos y microbiológicos, se hizo el cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA).

Muestreo en el estero: Se seleccionaron zonas específicas, considerándose las siguientes: a) zonas cercanas a asentamientos humanos; b) zonas cercanas a fuentes contaminantes; c) zona de transición de río y estero; e) zona cercana a la frontera agrícola; todos se tomaron en marea alta, baja y con bocana cerrada (Figura 3).

En el estero solamente se determinó la concentración de sales, pH y temperatura;

para determinar la salinidad se tomaron las muestras de agua en el interior del estuario, principalmente en los canales que drenan este; una vez tomadas las muestras se transportaron en frascos de plástico, en una hielera con hielo, hacia el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, donde fue determinada a través de un medidor portátil de la Serie Orión Star A329 (Thermo Scientific), la unidad de medida obtenida para determinar salinidad es de partes por mil (‰). Los datos de pH y temperatura del agua tomada en cada uno de los sitios de muestreo fueron obtenidos en el sitio; para la temperatura se utilizó un termómetro Fisherbrand de 76mm inmersión.



Figura 2. Puntos de aforo y muestreos de agua en río Mandinga y Pululuya.



Figura 3. Puntos de muestreo de agua para determinar salinidad, manglar Barra Salada, Sonsonate.

Identificación de actores claves y su relación con el recurso hídrico

Identificación de comunidades

Se realizaron recorridos con referentes de las municipalidades de Cuisnahuat y Sonsonate, para conocer las principales comunidades de la cuenca, registrando información sobre la calidad de vida de sus pobladores y cómo se comportan en el manejo de la cuenca. Esta información se consolidó y complementó con los diagnósticos elaborados por las Unidades de Salud, municipalidades, información generada por instituciones del estado, organizaciones no gubernamentales (ONG), entre otras.

Identificación de otros actores claves

Se consideraron aquellos actores claves que hacen uso del recurso hídrico de los ríos Mandinga y Pululuya (agua superficial utilizada para uso agrícola, pecuario). Para identificarlos, se solicitó información a las municipalidades (juez de agua), Unidades de Salud, Asociaciones de Desarrollo Comunal (ADESCOS), Juntas de Regantes, Juntas Administradoras de Agua, instituciones y organismos no gubernamentales (ONG) que trabajan en la cuenca.

Caracterización del bosque de manglar en el contorno de la zona degradada

Caracterización del bosque en el contorno de las áreas degradadas

Se definieron en total tres zonas para determinar el estado vegetativo del bosque de manglar, considerando estas como las más representativas al presentar en su interior, áreas de masa boscosa deteriorada. Los criterios para la selección de estas zonas fueron los siguientes: a) Zona 1, se observó la falta de vegetación de mangle (parche) en el interior del bosque, proceso no relacionado

con presión antrópica directa; b) Zona 2, se caracterizó por encontrarse en un lugar de poca vegetación, presentando una presión generada por la ganadería y la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*); c) Zona 3, se consideró por presentar un área donde la vegetación ha sido sustituida para la construcción de viviendas, así como por el impacto que estas generan con la deposición de basura o desechos de origen diverso en el interior del bosque (Figura 4).

Alrededor de cada una de las zonas identificadas, se establecieron 10 unidades de muestreo de 100 m² (10 m x 10 m) cada una, obteniéndose una Unidad de Análisis de 0.1 ha por cada zona (siendo 30 unidades de muestreo las que se establecieron en total). En cada unidad de muestreo (UM) se georreferenció y se recopiló información para la vegetación, asociada con Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de 2.5-9.9 cm y con DAP mayor a 10 cm.

Por cada árbol caracterizado, se tomaron las siguientes variables: identificación de la especie, el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) en cm; la altura total (m), utilizando cinta diamétrica e hipsómetro, respectivamente; área basal (m²). También se registraron los árboles muertos o enfermos y los tocones (menor de 1.30 m de altura).

Para la delimitación de cada zona en el bosque de manglar de Barra Salada, se hicieron recorridos de campo y utilizó una imagen de Google Earth, (2015), elaborada por el proyecto USAID/IMCCW/DAI (Development Alternative Incorporated); esta fue facilitada por el Ministerio de Medio ambiente y Recursos Naturales (MARN).

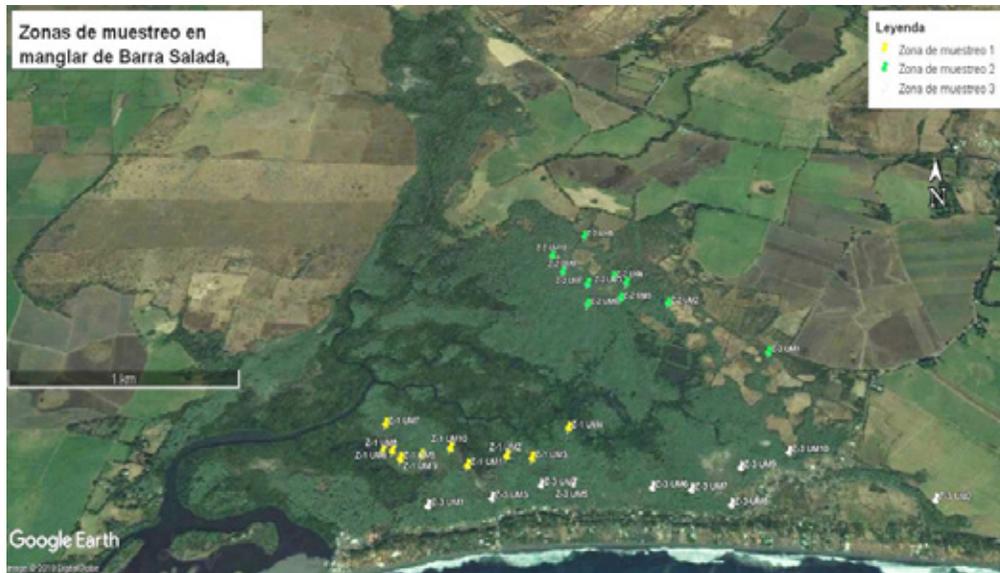


Figura 4. Ubicación de las Unidades de muestreo donde se caracterizaron árboles de mangle, por cada una de las tres zonas que presentaban áreas con bosque degradado o muerto.

Índice de Complejidad de Holdridge (ICH)

Con la información colectada en cada unidad de análisis, se obtuvo el Índice de Complejidad de Holdridge, herramienta estadística que sirve para determinar el grado de desarrollo estructural del bosque en cada zona. Tiene una escala de 0-100 (Tovilla. 2003), lo cual indica mayor complejidad de un bosque, a medida que este número se acerca a 100; para el cálculo de este índice, se utilizó la siguiente ecuación: $ICH = (d) (a) (h) (s) / 1,000$; donde: d = Número de troncos; a = Área basal [$\pi / 4 (DAP)^2$]; h = Altura del rodal de cada unidad de muestreo (m); s = Número de especies.

Delimitación histórica del bosque de manglar

Para obtener información histórica de los cambios en el tiempo del manglar de Barra Salada, se obtuvieron imágenes de ortofotos de 1954 y 1978, en el Centro Nacional de Registros (CNR); así como una imagen satelital en GOOGLE EARTH del 2018.

Con las ortofotos, se realizó una ortorectificación de la imagen de 1954 y 1978 con QGIS 2.18, luego se definió un área específica a través de

fotointerpretación, definiéndose las coberturas existentes en cada año.

Para la imagen de Google Earth del 2018, se realizó el cálculo del área de bosque, para ello fue necesario exportar dicha imagen, ortorectificándola con QGIS 2.18; el procedimiento para el cálculo del área fue el mismo que de las fotografías aéreas. Una vez rectificadas las tres imágenes, se realizó un proceso de comparación de las ellas, a fin de determinar el comportamiento de cobertura boscosa para cada uno de los años.

Para conocer las diferencias de coberturas existentes por cada imagen, se convirtieron estas, de un archivo tipo Shapes a uno de tipo Raster; esto fue posible al utilizar la calculadora RASTER.

Identificación de lineamientos para mejorar las condiciones hidrológicas en la cuenca y la restauración del bosque de manglar de Barra Salada

Tomando en cuenta la opinión de diferentes sectores sociales (en talleres, reuniones,

entrevistas) presentes en la cuenca y en particular, los que tienen incidencia en la zona de los humedales de Barra Salada, así como el análisis de toda la documentación recopilada en el proceso de la investigación, se identificaron algunos lineamientos que pueden ser abordados e implementados, con el propósito de contribuir a buscar la restauración y sostenibilidad en la cuenca y el bosque de manglar en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características biofísicas de la cuenca Mandinga

Las altas pendientes, el crecimiento de la frontera agrícola y la sobreutilización de los suelos, son de los principales factores que están contribuyendo en la cuenca, a la generación de altos niveles de escorrentía, erosión y por supuesto, baja infiltración, provocando efectos negativos aguas abajo, a través de los ríos que drenan al manglar. Cuisnahuat es el municipio que presenta un territorio (mayoritariamente), con pendientes entre 30% a más del 70%, precipitaciones que oscilan entre los 1625 a 1875 mm/año); contrario a Sonsonate, cuyas pendientes oscilan entre 15% al 30% principalmente.

El 92% de la cuenca está destinada para uso agrícola, predominando los granos básicos, pastos y caña de azúcar, contribuyéndose así a que los impactos ambientales sean de gran magnitud.

Características socioeconómicas

La población total en la cuenca para el año 2017, es de 14,986 habitantes; de ésta, el 67% pertenece a Cuisnahuat (244 hab./km²) y el 33% a Sonsonate (109 hab./km²) (MINSAL 2017). En el municipio de Sonsonate existen 108 familias que viven actualmente en áreas que han sido

de bosque salado de Barra Salada; según los lugareños, es por autorización de la alcaldía municipal de Sonsonate, que se habilitaron dentro del bosque de manglar estas áreas para construcción de viviendas; impactando directamente al ecosistema.

De acuerdo al Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL, 2005), Cuisnahuat presenta pobreza extrema severa, mientras que Sonsonate está en la categoría de pobreza baja.

En relación al acceso a servicios básicos: el 17.8% de la población deposita la basura a campo abierto, el 6.4% la entierra, el 50% la quema y un 23.74% la entrega al tren de aseo y 2.04 hace otro uso con ella.

El 6.57% de las familias en la cuenca no cuentan con letrinas, 36.27% tienen letrinas de fosa, 49.97% tienen letrinas aboneras, 8.78% letrinas de lavar y 4.98% de otro tipo.

El acceso al agua para consumo humano se caracteriza en que el 45.27% de las viviendas en la cuenca, cuentan con acceso a cañería dentro de la vivienda; un 9.08% cuenta con cañería para acceso al agua fuera de la vivienda; un 27.25% cuenta con acceso a agua de pozo domiciliar o comunitario y un 18.4% se abastecen de agua del río.

Principales actores presentes en la cuenca

La cuenca del Mandinga presenta un conjunto de actores que ejercen cierto nivel de impacto en el territorio, es decir, en la cuenca y en el bosque salado. Entre los actores que destacan, están: 18 juntas comunitarias administradoras de agua y una administradora municipal, que toman agua de nacimientos (principalmente de la parte alta de la cuenca) y pozos perforados. Las cooperativas agropecuarias, Palo Combo, ubicada en la parte media de la cuenca y

Barra ciega colindante con el ecosistema de Manglar, se dedican a la producción de caña de azúcar, principalmente; y a través de sus socios, desarrollan la producción de granos básicos. Los ganaderos, presentes en la parte Este del Manglar, expanden sus potreros en el interior del bosque salado, cambiando el tipo de uso de suelo. Las Asociaciones de Desarrollo Comunal (ADESCOS), se distribuyen en todas las comunidades identificadas en la cuenca, de estas, es singular la de Barra Salada, la cual ha gestionado (según los lugareños) ante la municipalidad de Sonsonate, terrenos para el establecimiento de viviendas (debido que residentes de este caserío, perdieron sus casas, ubicadas a orillas de la playa, por los fuertes oleajes del mar), asignándoseles lotes en la zona sur del ecosistema salado, ganándole área al bosque de manglar.

A nivel de organizaciones no gubernamentales, se identificaron 5 entidades que se vinculan con la protección y conservación a los recursos naturales, principalmente en el bosque de manglar o en ecosistemas de interés dentro del Área Natural Protegida Los Cóbanos; sin embargo, su actuar se limita a la duración de los proyectos y no se consolidan acciones de sostenibilidad a procesos implementados en el contexto de éstos.

Se identificaron 11 instituciones del Estado presentes en la cuenca; sin embargo, tres de éstas pueden tener un rol más significativo en la zona; para el caso, los Ministerios de Agricultura y Ganadería (MAG), Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y el Centro Nacional de Tecnología Apropiada (CENTA) pueden desarrollar un papel más protagónico en la protección de ecosistemas claves en la parte media y alta de la cuenca o en el bosque de manglar; acciones en las que se promueva una agricultura de buenas prácticas agrícolas (parte media y alta de la cuenca), y por el MARN, en promover el manejo sostenible

en Barra Salada; por supuesto, a través de un proceso participativo incluyente.

La empresa privada es un sector que está también en el territorio, para el caso, la Compañía Azucarera Salvadoreña (CASSA), tiene como interés la producción de azúcar y derivados a partir de la caña de azúcar (*S. officinarum*); sin embargo, para ello requiere de grandes extensiones de tierra para su producción. En Sonsonate se encuentran suelos que son perfectos para este tipo de producción; COAGRI, una filial de CASSA se dedica a administrar este tipo de plantaciones para cooperativas como Barra Ciega, o en su defecto, alquila terrenos para hacerlos producir y multiplicar plantaciones. En los alrededores del manglar de Barra Salada, la presión por expandir este cultivo es constante y si siguen desapareciendo extensiones de bosque salado, tal como sucede actualmente en la parte ESTE del manglar, por parte de taladores de madera o los que amplían potreros, estos suelos podrán ser en un futuro muy próximo, destinados a la siembra de este cultivo agroindustrial.

Comportamiento hídrico de la cuenca

Calidad físico-química del agua

El agua de los ríos Mandinga y Pululuya presentó valores de pH entre 7.51 y 8.01, niveles adecuados para el desarrollo de vida acuática, ya que según (MARN 2017), para que el agua pueda ser consumida o utilizada para usos diversos, los valores deben oscilar entre 6 y 8. No obstante, según algunos pobladores, en la parte baja del río Pululuya se producen descargas de lixiviados por el relleno sanitario en algunas épocas del año, lo que puede hacer varios estos valores, por lo cual debería monitorearse para tomar las medidas pertinentes.

La concentración de oxígeno disuelto oscila entre 0.42 y 8.02 mg/l en el río Pululuya y entre 6.8 y 7 mg/l para el río Mandinga. En la parte

baja del río Pululuya, es donde la concentración de oxígeno disuelto (OD) se encuentra muy por debajo (0.42 mg/l) de los límites considerados adecuados; estas concentraciones generan anoxia (el OD en el agua está agotado), limitando el desarrollo de peces u otro tipo de fauna acuática. El río Mandinga presenta valores de oxígeno disuelto (OD) entre 6.8 y 7 mg/l para la parte baja y media del cauce respectivamente; estos son niveles adecuados para el desarrollo de especies acuáticas. Según Muñoz (2015), las concentraciones de OD pueden estar determinadas por las precipitaciones, temperatura, luz solar y la actividad autótrofa.

En relación a los sólidos totales disueltos (STD), en la parte alta del río Pululuya se obtuvieron valores de 64.3 mg/l, en la parte media 86.40 mg/l y en la parte baja 148.7 mg/l, el aumento en la concentración se debe en gran medida, a la descarga de partículas de suelo que vienen por efecto de la erosión, de terrenos que son utilizados para la siembra de granos básicos, principalmente maíz. El río Mandinga presenta valores que oscilan en 106.10 a 164.40 mg/l para la parte media y baja respectivamente; un poco más elevados en relación al Pululuya, lo que puede deberse a que esta microcuenca presenta mayores problemas de deforestación y mayor predominancia de suelos dedicados a la siembra de granos básicos, en terrenos con pendientes bastante pronunciadas.

Las concentraciones de fosfatos en el río Pululuya fueron de 0.40 mg/l en la parte alta, 0.58 mg/l en la parte media y 0.97 mg/l en la parte baja. En el río Mandinga los valores fueron de 0.62 mg/l en la parte media y 0.95 mg/l en la parte baja. Normalmente la presencia de fósforo en los cuerpos de agua superficial puede resultar en eutrofización; sin embargo, las concentraciones encontradas son bastante bajas, comparado con lo que establece la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09, que debe ser no

mayor a los 15 mg/l (CONACYT 2009). Esto probablemente se debe a que en la fecha en que se tomaron las muestras, haya coincidido con periodos de poca o nula fertilización en los cultivos de la zona, especialmente el maíz.

Las concentraciones de nitratos fueron de 1.50, 1.90 a 2.55 mg/l, en la parte alta, media y baja respectivamente, en el río Pululuya; mientras que, en el río Mandinga, los valores oscilaron entre 2 a 2.5 mg/l, siendo menor en la parte baja y un poco más alto en la parte media, lo cual puede deberse a la incorporación de aguas lluvias en la parte baja. Estos valores de ambos ríos, no superan los límites permisibles establecidos por la Norma NSO 13.49.01:09, que no deben ser mayores 50 mg/l. (CONACYT 2009).

Los datos de FAU (Unidades de Atenuación de Formazina), para determinar la turbidez en el agua, fueron bajos (14) en la parte alta del río Pululuya, aumentando a 180 y 355 en la parte media y baja, respectivamente. Este comportamiento está relacionado principalmente a la presencia humana y al manejo del suelo. El comportamiento en el río Mandinga varió un poco, ya que, en la parte media, el valor fue de 145 FAU, mayor que en la parte baja (21 FAU), probablemente se debió a que las muestras en ambos puntos no se tomaron el mismo día durante la época de lluvias.

Calidad microbiológica del agua

En ambos ríos, los resultados de la calidad microbiológica de las aguas superaron los índices establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09. Los valores fueron más altos en el río Pululuya, lo cual está directamente relacionado con la concentración poblacional en las cercanías al río, aunado también a que éste es receptor de lixiviados descargados (según pobladores de la zona) por el relleno sanitario ubicado en cantón San

Lucas del municipio de Cuisnahuat.

Índice de Calidad del Agua (ICA)

Los resultados obtenidos indican que ninguno de los ríos muestreados (Mandinga y Pululuya) presentan condiciones adecuadas de calidad en sus aguas, ya que según el ICA éstas son de pésima a regular calidad; sin embargo, este parámetro varía entre los ríos y el punto de muestreo.

La parte baja del río Pululuya presenta aguas con características pésimas (ICA de 16.20), en la parte media son de calidad mala (ICA de 40.79) y en la parte alta son calidad regular (ICA de 51.19). Este fenómeno puede responder al nivel de impacto antrópico que se genera por labores domésticas o por la descarga de desechos de origen orgánico.

El río Mandinga presenta agua de mala calidad (ICA de 41.36) en la parte media; en la parte baja se obtuvo calidad regular (ICA de 58.43). La calidad del agua en la parte baja es mejor que en la parte media, esto se debió, a que los muestreos en este río se hicieron en diferente período de la época lluviosa; es posible que las concentraciones de lluvia durante el mes de junio hayan contribuido a elevar el ICA en las aguas de la parte baja del río; no así, las que pudieron haber caído en la parte media, durante el mes de julio (fecha en la que se tomaron las muestras, en la parte media del río).

Comportamiento de los caudales

Los caudales del río Pululuya en época lluviosa varían levemente y en disminución, en el mes de julio de 1974 y julio 2017, con una diferencia de 0.0246 m³/seg en un período de 43 años, esta disminución representa 2125.44 metros cúbicos que dejan de ingresar por día en julio de 2017.

De igual manera se presenta en el río

Mandinga, en el mes de julio de 1974 (0.0533 m³/seg.) y julio 2017 (0.010 m³/seg.) observando una disminución en el caudal de 0.0047 m³/seg.; esta es equivalente a 406 metros cúbicos que dejan de ingresar al manglar por día en julio del 2017.

En el caso de la época seca, los registros históricos indican que la cantidad de agua que corre por el río Pululuya (a la altura de la carretera de El Litoral) es mínima, 0.0124 m³/seg y 0.0651 m³/seg en enero y diciembre de 1975, respectivamente; para abril de 2017 no se registró ningún caudal (MARN 2017). Igual condición se presentó en el río Mandinga, en abril del 2017.

La falta de agua de escorrentía superficial (principalmente en época seca) procedente de los ríos Mandinga y Pululuya, puede generar que los niveles de salinidad en el agua y suelo del ecosistema de manglar aumenten significativamente; si bien es cierto, el mangle negro es la especie que tiene mayor tolerancia a condiciones de alta salinidad (pues se adapta en terrenos con concentraciones mayores de 40 ‰ hasta 100 ‰, debido a las glándulas secretoras desal en sus hojas), estas condiciones limitan el crecimiento de las plantas, ya que agravan el estrés hídrico al afectar la absorción de agua, así como trastornan el balance de iones en la solución del suelo, haciendo que los nutrientes se encuentren proporcionalmente menos disponibles para la planta (González, L. 2016).

De acuerdo a Butchard (2005), las disminuciones de caudal pueden ir transformando los ecosistemas lóticos (de aguas corrientes) en ecosistemas lénticos (de aguas estancadas) y semi- lénticos, alterando el flujo de materia y energía y estableciendo barreras para los movimientos de las especies migratorias; este fenómeno puede presentarse en esta cuenca y su humedal.

Salinidad del agua en el estero de Barra Salada

Uno de los aspectos que se consideró de mayor atención en este estudio fue la concentración de sal en las aguas del estero, factor que incide en el desarrollo de un bosque de manglar.

Los muestreos realizados en junio de 2017 y agosto de 2018, reflejaron valores diferentes a pesar de que corresponden a la misma época. En junio 2017 cuando la bocana estaba cerrada, los niveles de salinidad en el agua se encontraron entre 0.024 a 0.455‰; mientras que los de agosto 2018, cuando la bocana estaba abierta, mostraron rangos entre 7.8 a 33.2‰. La diferencia en las concentraciones de salinidad para ambos periodos está determinada por el tipo de agua que ingresa al estero, siendo únicamente agua dulce en junio de 2017, ya que en esa época, con la bocana cerrada, no ingresó agua de mar. En la medida que entra solo agua dulce, la cantidad de agua salada que se encontraba antes de que la bocana se cerrara tiende a diluirse y a bajar la concentración de sal.

En agosto de 2018, en la época lluviosa y con la bocana abierta, el ingreso de agua dulce y agua salada al estero es constante; las concentraciones de sal fueron mayores a las encontradas en la época lluviosa de 2017 con la bocana cerrada.

Durante la época seca, abril de 2017, la concentración de sal en las aguas del estero osciló entre 30 a 33.5‰, la falta de agua en los ríos Mandinga y Pululuya (los ríos estaban secos) generaron que el agua que ingresara al manglar fuera únicamente la del océano (ver figura 5).

Estos resultados concuerdan con lo expresado por Olgúin (2007), quién menciona que la salinidad en las aguas de los manglares puede ser mayor que la del agua de mar, debido al

proceso de evaporación. Batres, Leyva y Sayes (2016) mencionan que en la bahía de la Unión, El Salvador, las concentraciones de sal en las aguas del estero pueden variar una vez se presentan o se van las lluvias.

Otro factor que incide en el aumento de la salinidad en las aguas del Estero, según Francisco Gavidia, Oceanógrafo y coordinador de la Unidad de Oceanografía del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN 2018) en El Salvador, es el taponamiento de la bocana del manglar de Barra Salada en ciertas épocas del año. Las causas del taponamiento en la bocana se deben principalmente a: a) durante la época seca no existe caudal suficiente en los ríos Mandinga o Pululuya para contrarrestar la fuerza de la marea; b) en la época lluviosa se movilizan grandes cantidades de sedimento proveniente del río Mandinga y Pululuya, acumulando estos en los canales; c) disminución en la velocidad del agua dentro de los canales del manglar, debido a que estos se encuentran azolvados y d) disminución de la profundidad de los canales estuarinos.

Otros efectos en el manglar, que se presentan con el taponamiento de la bocana Barra Salada

Es de señalar que el taponamiento de la bocana, además de hacer variar los niveles de salinidad en las aguas, genera inundaciones prolongadas (hasta 6 meses continuos) en Barra Salada, elevando significativamente (hasta 50 cm de altura) los niveles de agua sobre el suelo; esto hace que los neumatóforos en la *A. germinans* se cubran y no logren llevar a cabo los procesos fisiológicos de la planta, en específico la respiración (González, L. 2016).

Por otro lado, la incorporación de sedimentos en el manglar eleva los niveles de suelo en áreas donde ahora se limita el movimiento de mareas, requeridas normalmente por las

entre el Mg y K; en mayores concentraciones de sales, pueden ser directamente tóxicas para las plantas. Respecto a los iones Na y cloruros estos son muy dañinos, porque perturban el metabolismo del nitrógeno.

El total de árboles contabilizados en todas las unidades de muestreo fue de 398 (3 Has.), presentando alturas promedio de 3.8 metros en árboles con DAP de 2.5-9.9 cm y de 8.36 metros en árboles con DAP de 10 cm a más cm.

(Cuadro 1).

De acuerdo a los resultados del Inventario Nacional de Bosque (INB) para El Salvador (MARN 2018), la densidad de árboles de mangle por hectárea (en promedio para todo el país) fue de 296, con DAP mayores o iguales a 10 cm; mientras que los de DAP menores o iguales a 10 cm, la densidad fue de 3,209 unidades por hectárea

Cuadro 1. Detalle DAP, árboles muestreados y altura promedio de árboles

DAP		Número de árboles muestreados	Altura promedio en árboles muestreados
2.5-9.9 cm	58.04%	231	3.8 mts.
≥ 10 cm	41.96%	167	8.36 mts.
Total		308	

Especie predominante en las zonas de muestreo

La única especie encontrada en el muestreo fue *A. germinans* (Mangle negro), esto indica que estas áreas se comportan como bosque monoespecífico; este comportamiento puede estar determinado por la capacidad de tolerar altos niveles de salinidad; ya que en la época seca, los efluentes de agua dulce están determinados por las precipitaciones, de manera que los sedimentos son hipersalinos y con baja concentración de nutrientes, condiciones que hacen que algunos se caractericen por presentar una sola especie (Jiménez 2004).

Lo mismo sucede en superficies suaves (fangosas) dentro del manglar, que tienden a estar dominadas por procesos acumulativos determinados por el influjo fluvial, siendo colonizados por *A. germinans* (Hernández Trejo (2009) y Martínez et al. (2012) (Figuras 6 y 7).

Índice de Complejidad de Holdridge (ICH)

El ICH obtenido para el bosque de Barra Salada fue de 0.094, muy bajo, lo que indica que posee una pobre complejidad estructural. Es de señalar que se han obtenido también valores bajos de ICH (0.18) en manglares de México (González Zamorano 2002); en los manglares de El Mogote y Florida, en el estado de Baja California Sur, México, se han reportado valores de 0.17 y 1.50 (Zamorano 2002).

Las características físico químicas del agua y suelo en el estero, la variabilidad climática, el comportamiento de las mareas, plagas y enfermedades, así como presiones antrópicas, son factores que están afectando y pueden haber incidido negativamente en la complejidad estructural del bosque de Barra Salada.

Las zonas que están completamente degradadas al interior del manglar, probablemente han sido producto de la influencia de notables

variaciones en los rangos de salinidad y elevados niveles de agua, por largos períodos de tiempo, principalmente cuando la bocana se obstruye, generando la muerte de árboles que no toleran alta salinidad o la obstrucción de los neumatóforos (del género *Avicennia*). Al estabilizarse las condiciones de salinidad y niveles de agua (cuando la bocana se abre), solo los manglares más fuertes sobreviven, resurgiendo nuevamente en esta zona, el



Figura 6. Baja densidad arbórea en el interior del manglar (*A. germinans*), se observa además altura de los árboles y DAP.

mangle negro; estos constantes cambios no permiten mantener un bosque maduro y bien desarrollado.

Lograr una restauración del bosque en general, podría acelerarse con la aplicación de técnicas de restauración ecológica de manglar, que a la vez pueda ser acompañada por vigilancia local, como mecanismo para evitar el ingreso en el bosque para extracción de material vegetativo (Figura 8 a y b).



Figura 7. Densidad arbórea en los contornos del manglar, zonas en las que ha disminuido la vegetación de *A. germinans*; se observa, además, el resquebrajamiento del suelo ante la falta de agua.



a



b

Figura 8. a) y b) Vista de áreas que estaban pobladas con manglar *A. germinans*, ahora cercadas para potreros.

Variación y características del bosque de Barra Salada en el tiempo

El área del bosque de Barra Salada para 1954, era de 648.38 has.; para 1978 de 484.20 has y para 2018, se estima en 414.4 has. (Figura 9). Son 64 años en los que se logra ver un cambio gradual en la cobertura forestal en el manglar. Tomando de base el año de 1954, se ha logrado

determinar que el área total de este bosque comprendía vegetación en transición, bosque de manglar puro y denso, áreas de bosque de manglar poco denso, salares (espacios donde se obtenía sal de manera artesanal), zonas sin manglar (en el interior del bosque), embarcaderos y el cauce principal del Estero.



Figura 9. Evolución del uso del suelo en el manglar de Barra Salada según Ortofotografía de 1954 (Fuente: CNR, Proyecto USAID/IMCCW/DAI (Development Alternative Incorporated)).

Para 1978, se observaron algunos cambios significativos en el bosque, entre los que destacan: un pequeño asentamiento de lo que ahora es la comunidad de Barra Salada, la construcción de viviendas en las orillas del bosque, el aumento de zonas sin vegetación de árboles de mangle (interior del bosque), bosque recuperado naturalmente en las zonas de salar; no obstante, lo que más resalta es la desaparición de 164.18 ha del bosque de manglar por intervención.

Entre los principales factores que generaron la reducción del bosque en este año, se consideran entre otros, la tala para el crecimiento de la producción agrícola y ganadera. La expansión del cultivo de la caña de azúcar (*S. officinarum*) ha sido una de las principales causas de deforestación en la zona Poniente del bosque, mientras que en la zona Oriente ha sido tala para expandir el cultivo de maíz (*Zea mays*), caña de azúcar (*S. officinarum*) y ganadería; en la parte Norte, se puede considerar como potencial causa de deforestación la expansión de la caña de azúcar.

En la imagen satelital del 2018, se observó que los principales factores que incidieron en la reducción del bosque de manglar han sido la usurpación de terrenos para la construcción de viviendas, ya que de 1978 al 2018 son 12.66 has las que han sido utilizadas para la construcción de

éstas; destaca también, la extracción de arena-lodo (0.032 ha.), utilizada para la construcción, haciendo rellenos para plataformas en las que se construyen las viviendas dentro del manglar. Otro de los elementos que se destacan en las imágenes, es la pérdida de bosque por la muerte de árboles de mangle, posiblemente por factores físico químicos del agua, la salinidad intersticial, aumento del nivel del agua por largos periodos de tiempo y la sedimentación (ver figura 10).

Lineamientos estratégicos para contribuir a la restauración del manglar de Barra Salada

- Desarrollar un proceso participativo que promueva el análisis para la implementación de acciones que lleven a la restauración y conservación de los recursos naturales, desde la parte alta, media y baja de la cuenca.
- Desarrollar un proceso de educación ambiental formal e informal, con todos los actores directos e indirectos relacionados con el manglar, a través del cual se promueva la protección y conservación de los recursos suelo, bosque y agua, y se fomente el uso y aprovechamiento de los recursos existentes de manera sostenible.

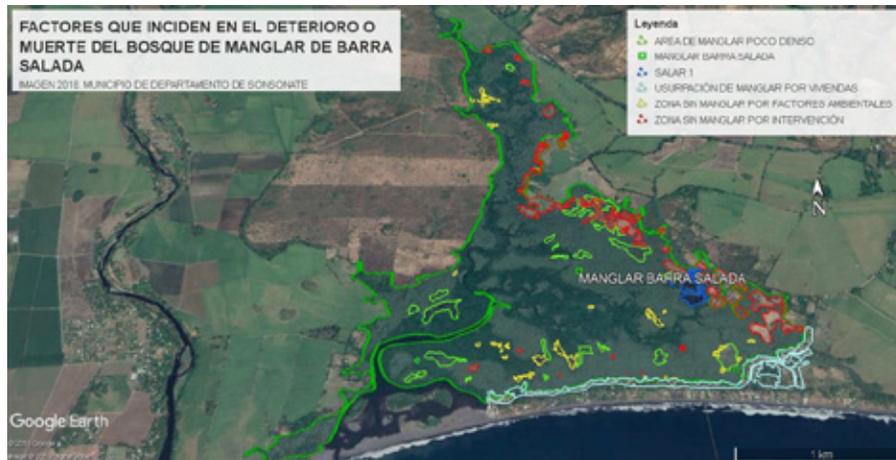


Figura 10. Factores que inciden en el deterioro o muerte del bosque de manglar de Barra Salada.
Fuente: Mapa Google 2016, LIDAR 2017 y visitas de campo.

Promover e incentivar el desarrollo de proyectos de desarrollo agropecuario y pesquero, acompañados de buenas prácticas agropecuarias, con las que se logren producciones sostenibles y rentables de corto y mediano plazo.

Promover el monitoreo e investigación a través de una coordinación interinstitucional y comunitaria, a fin de evaluar el estado y manejo de los recursos naturales.

Promover y desarrollar la gobernanza ambiental en el territorio, mecanismo que buscará fortalecer el rol de las municipalidades y garantizar una mayor participación institucional (MARN, MAG, MINED, MINSAL, jueces ambientales, entre otros) para promover la protección y conservación de los recursos naturales.

CONCLUSIONES

Existen factores biofísicos y antrópicos que están incidiendo en la destrucción del ecosistema de manglar de Barra Salada, entre los que destacan, la deforestación en la zona alta y media de la cuenca; la expansión agropecuaria y viviendas en el interior del manglar; la tala para leña o madera y el taponamiento de la bocana, que genera cambios en los patrones

físico y químicos de las condiciones en las que se desarrollan las diferentes especies de mangle.

Cuisnahuat es el municipio que presenta condiciones biofísicas que inciden en el deterioro del manglar: pendientes de 30% hasta mayores a 70% y sus niveles de deforestación, principalmente por el desarrollo de agricultura de granos básicos, generan erosión y baja recarga hídrica; una densidad poblacional de 244 habitantes/km² continuará demandando recursos naturales, generando impacto en la calidad y cantidad de bienes y servicios ambientales que naturalmente han sido destinados al bosque salado. En el caso de Sonsonate, la cercanía de sus comunidades y cooperativas con el bosque, hacen que el factor antrópico promueva la degradación, principalmente por tala y usurpaciones de terrenos en el interior del bosque.

La erosión del suelo proveniente de la zona alta y media de la cuenca Mandinga, está ocasionando el azolvamiento de los canales, con lo cual se afecta el ingreso de los flujos de agua en las partes internas del bosque.

El taponamiento de la bocana de Barra Salada está generando variación en los niveles de salinización en las aguas del estero por

periodos largos, provocando disminuciones (0.15-0.45%) o aumentos extremos de sal (30-33 %) que inciden en la muerte de las especies de manglar.

El Índice de Complejidad de Holdridge (ICH) para el bosque, aledaño a las zonas degradadas es muy bajo (0.94), lo que indica que es un bosque deteriorado y en proceso de restauración, en el cual solo se encontró *A. germinans*.

En los contornos de la zona degradada del manglar de Barra Salada, predominan los árboles de mangle negro (*A. germinans*), de los cuales el 58.04% presentan DAP entre 2.5 a 9.9 cm y el 41.96% con diámetros iguales o mayores a 10 cm.

La falta de Guarda Recursos o Guarda Parques en el bosque de manglar de Barra Salada, facilita la tala indiscriminada y la expansión agropecuaria.

Las usurpaciones están contribuyendo fuertemente a la destrucción y reducción del bosque de manglar en los últimos años: 13.1 hectáreas para construir viviendas y 22.01 para expansión de la ganadería.

BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea Legislativa de El Salvador. Decreto Legislativo N°: 852. 2002. Ley Forestal. Palacio Legislativo. San Salvador, El Salvador. 22 mayo. Consultado: Junio 2019.; Disponible en: https://www.asamblea.gob.sv/sites/default/files/documents/decretos/171117_072947519_archivo_documento_legislativo.pdf.
- Butchart, S. 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. World Resources Institute, Washington, DC. Consultado: noviembre 2017. Disponible en: http://millenniumassessment.org/documents/MA_WetlandsandWater_Spanish.pdf
- CONABIO. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México). 2008. Manglares de México Extensión y distribución. pdf. Consultado en Julio de 2017. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares_de_Mexico_Extension_y_distribucion.pdf
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, El Salvador). 2009. Norma Salvadoreña Obligatoria: NSO.13.49.01:09 "Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor". Diario oficial de El Salvador, Tomo No. 382. Consultado el 26 de julio de 2018. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/els87596.pdf>
- González, H. 2016. Sobrevivencia y crecimiento de mangle negro (*Avicennia germinans* L.) en plantaciones reforestadas y regeneración natural. Consultado: Diciembre de 2018. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/322690543> y <https://studylib.es/doc/4941925/manglares>
- Hernández, C. 2014. Inventario del manglar y avance de la intrusión salina en el ejido Carrizal, municipio de Paraíso, Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas, México. 2013. 1-36 P.
- Jiménez, I., L. Sánchez-Mármol y N. Herrera. (2004). Inventario Nacional y Diagnóstico de los Humedales de El Salvador. MARN/AECI. San Salvador. El Salvador C.A. 2004. Pg. 187-192, 297.
- MARN. 2007. Declaratoria del Área Natural Protegida Los Cobanos. Decreto Ejecutivo del ramo de Medio Ambiente y Recursos Naturales No. 22. San Salvador, El Salvador. Pag. 1-4; 97-101.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2012: Ley de Áreas Naturales Protegidas. Serie: Legislación ambiental. San Salvador. El

Salvador. 2013, 6, 8 P.

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2012: Ley de Áreas Naturales Protegidas. Serie: Legislación ambiental. San Salvador. El Salvador. 2013, 6, 8 P.

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2017. Informe sobre la calidad del agua de los ríos de El Salvador (en línea). Consultado 13 de mayo de 2017. Disponible en: <http://www.marn.gob.sv/descargas/Documentos/2018/Informe%20de%20la%20calidad%20de%20agua%202018.pdf>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2018. Inventario Nacional de bosques de El Salvador. Consultado 6 de diciembre de 2018. Disponible en: <http://www.marn.gob.sv/publicaciones-biodiversidad/>

Muñoz, H. 2015. Relación entre oxígeno disuelto, precipitación pluvial y temperatura: río Zahuapan, Tlaxcala, México. Rev. Tecnología y Ciencias del Agua, vol. VI, núm. 5. Consultado: 28 de enero de 2019. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v6n5/v6n5a5.pdf>

Zamorano, P. 2002. Estructura y análisis espacial de la cobertura del manglar "El Conchalito". Instituto Politécnico Nacional (IPN). Baja California Sur, México. Consultado: 10 de abril de 2018. Disponible en: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14652>



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 élités 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 élités.

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 objective 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.

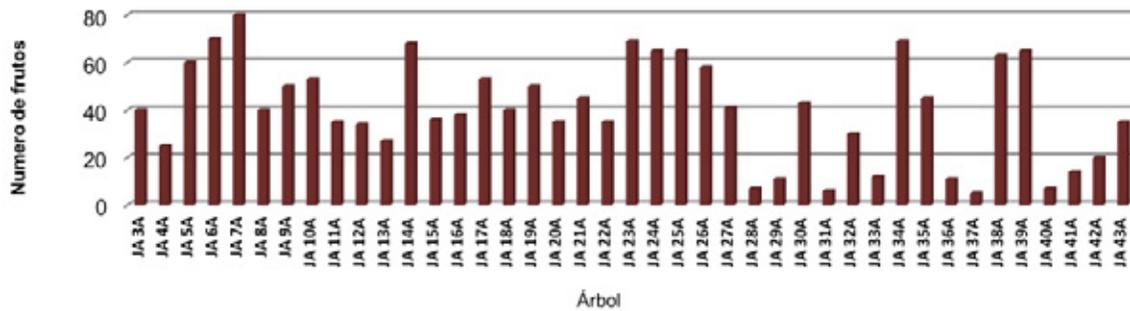


Figura 1. Número de frutos de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

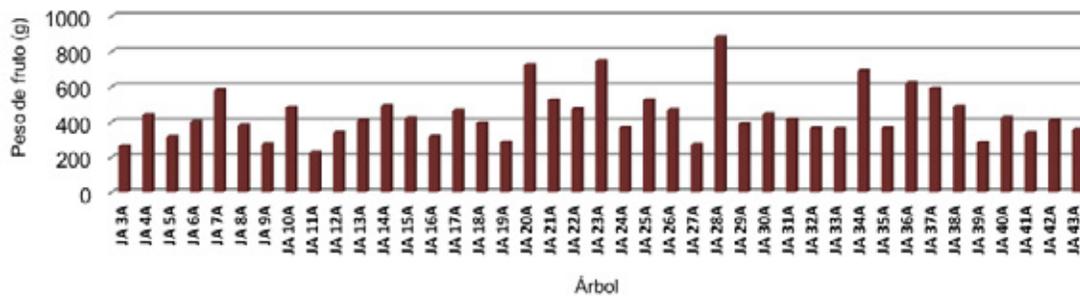


Figura 2. Peso de fruto de los de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

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.

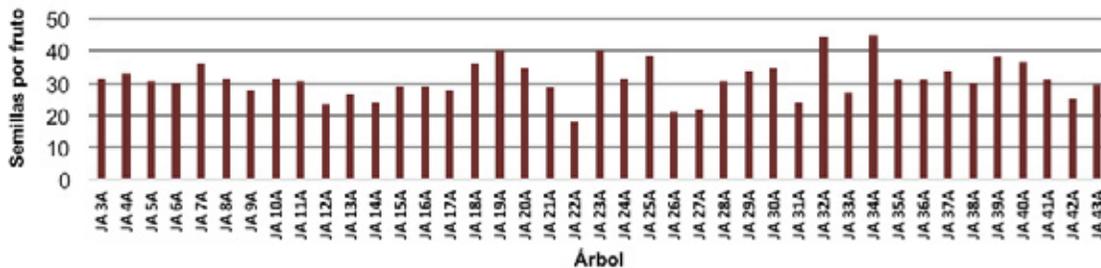


Figura 3. Número de semillas por fruto de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

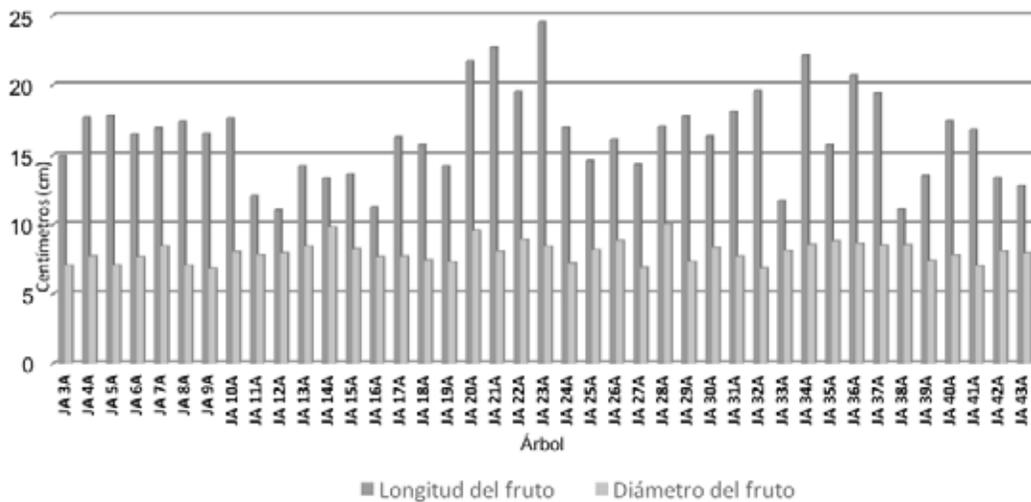


Figura 4. Largo y diámetro de fruto de los de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

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.

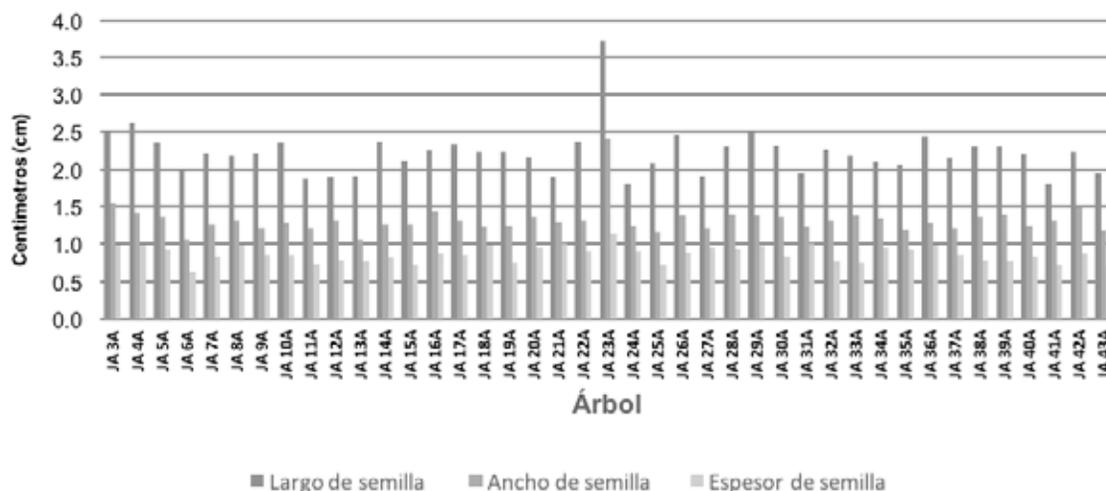


Figura 5. Longitud, ancho y espesor de semillas de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

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.

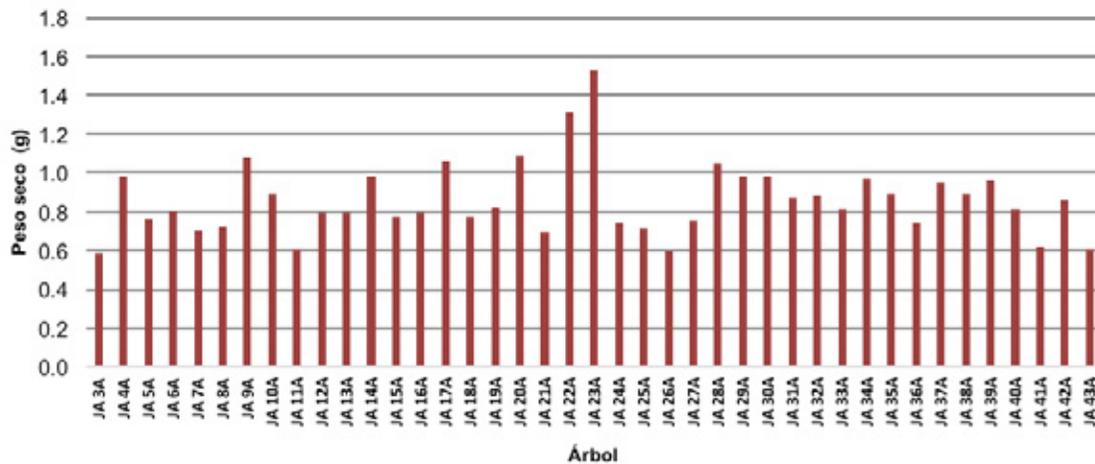


Figura 6. Peso seco por una semilla de cacao criollo proveniente de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

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.

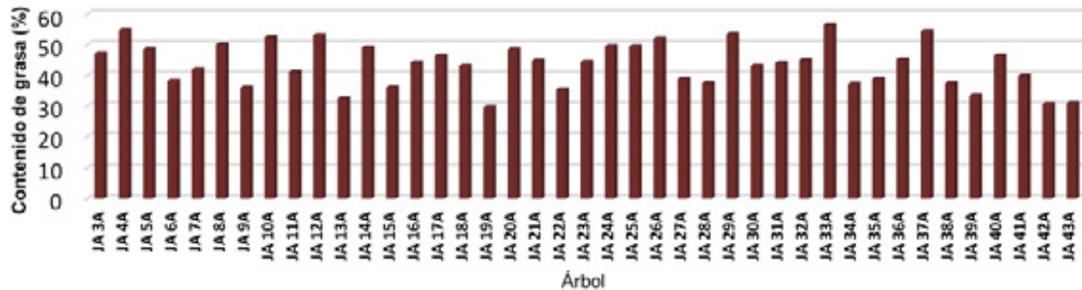


Figura 7. Contenido de grasa en la semilla proveniente de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

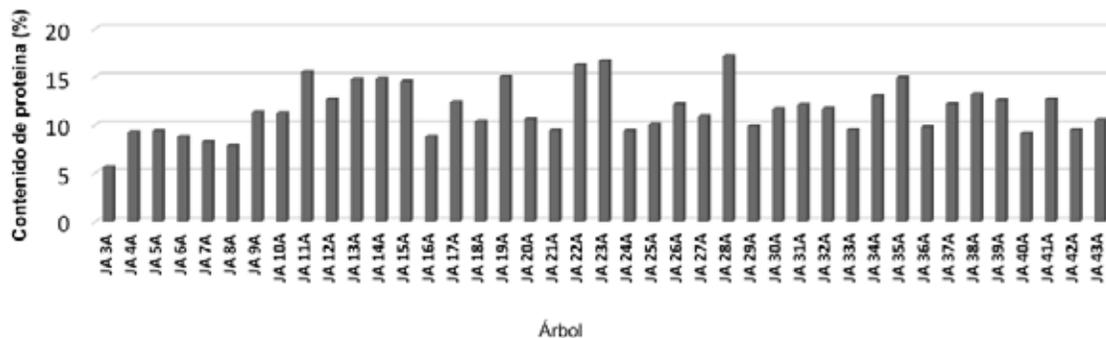


Figura 8. Contenido de proteína en la semilla de cacao proveniente de 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

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%.

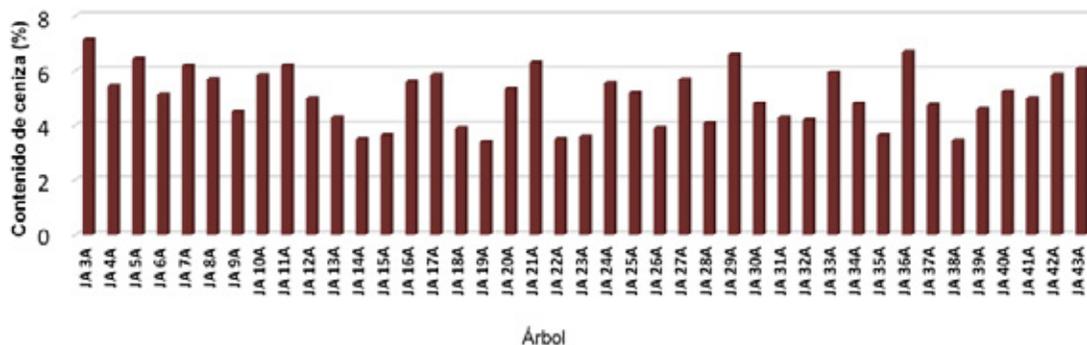


Figura 9. Contenido de ceniza en la semilla de cacao proveniente de los 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

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.

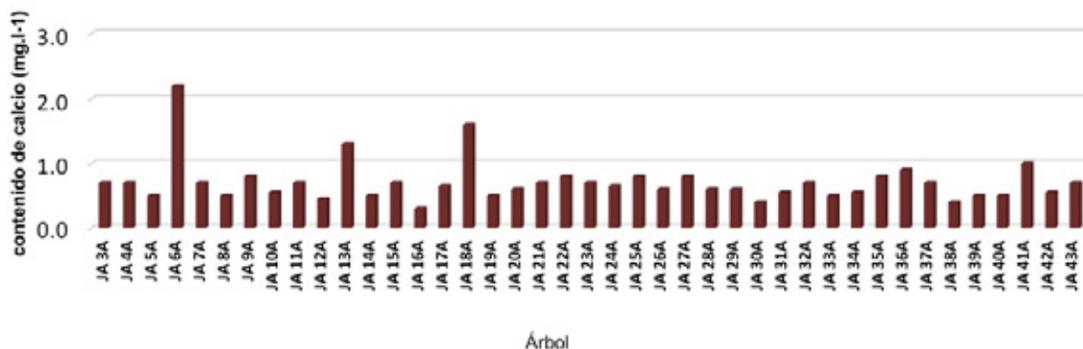


Figura 10. Contenido de calcio en la semilla de cacao proveniente de los 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

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.

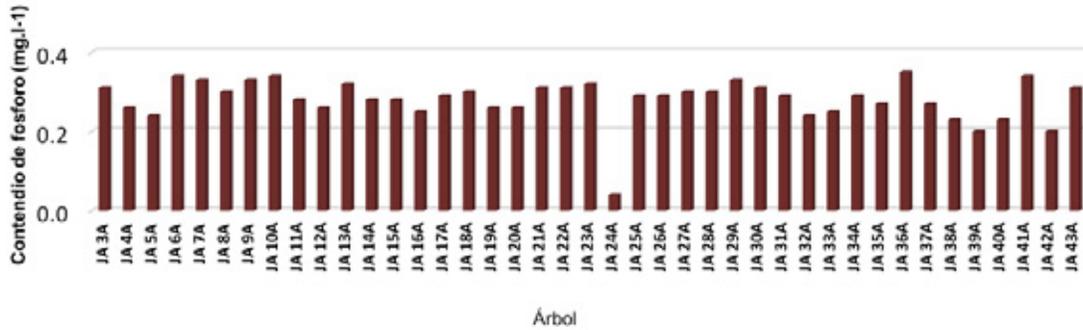


Figura 11. Contenido de fósforo en la semilla de cacao proveniente de los 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

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 $r = -0.75$.

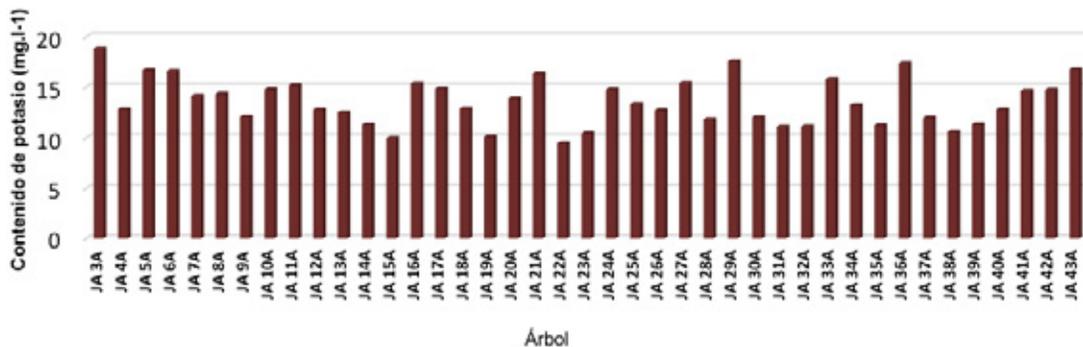


Figura 12. Contenido de potasio en la semilla de cacao de los 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

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.

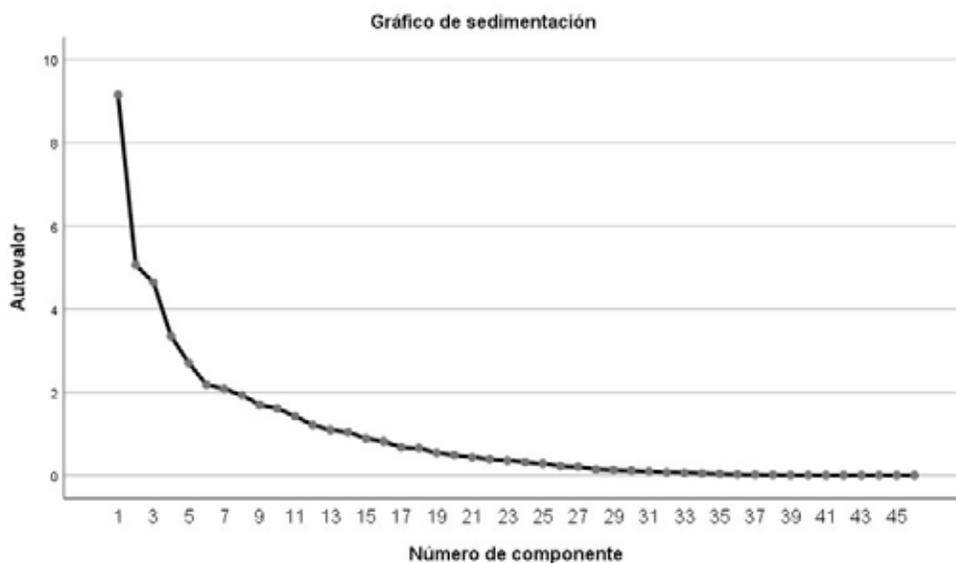


Figura 12. Proporción de la varianza explicada por cada componente principal en la caracterización de árboles de cacao.

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%.

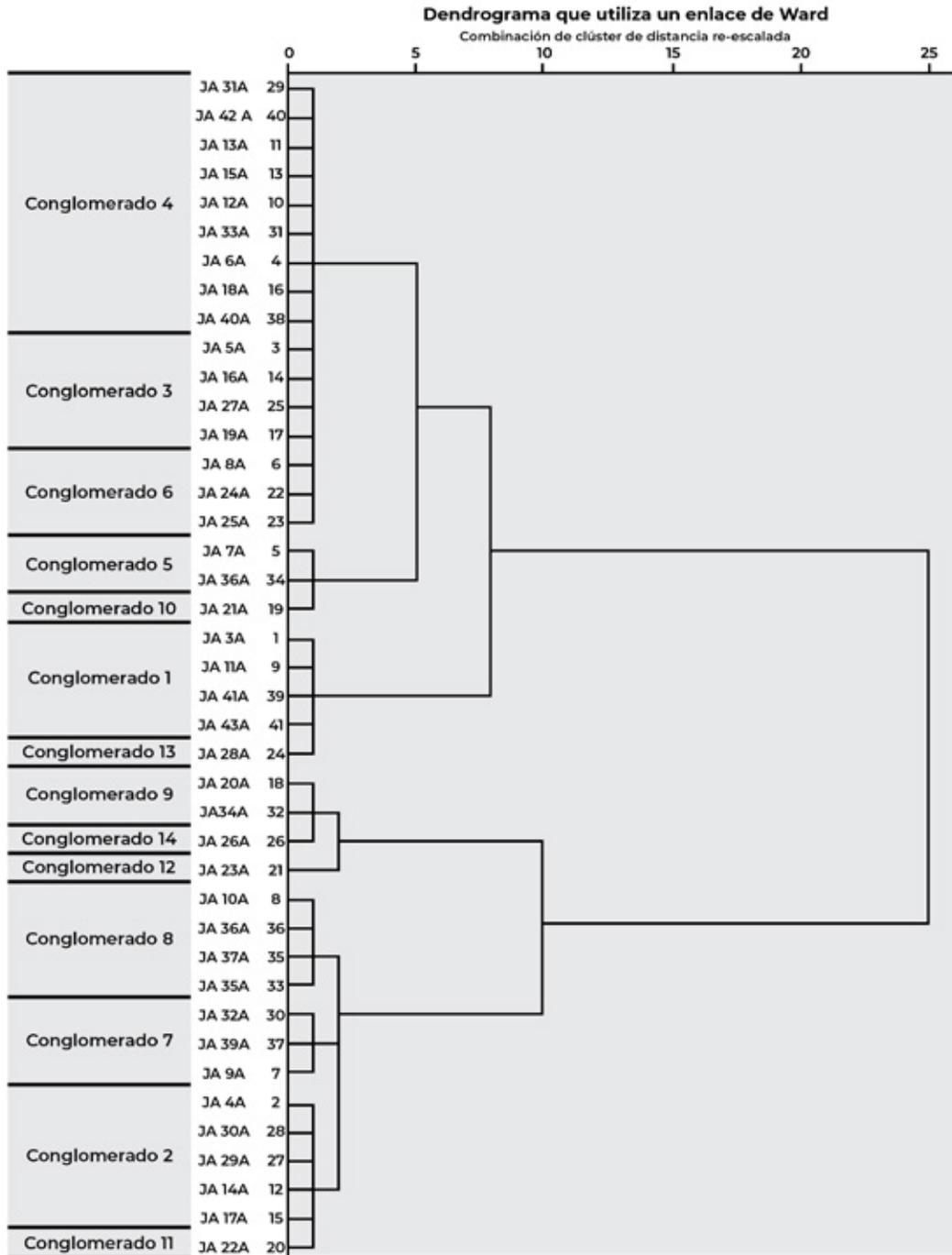


Figura 13. Dendrograma de distancias entre variables cuantitativas provenientes de los 41 árboles de cacao criollo caracterizados en Cantón Cangrejera, Municipio de Izalco, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

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.

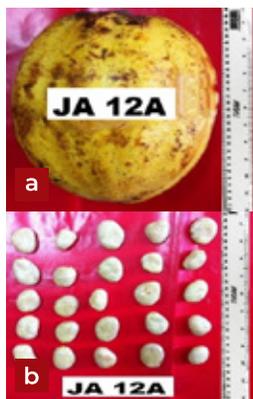


Figura 23. Cacao Jaime Arévalo 12A a) mazorca, b) semillas.

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, cáscara 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

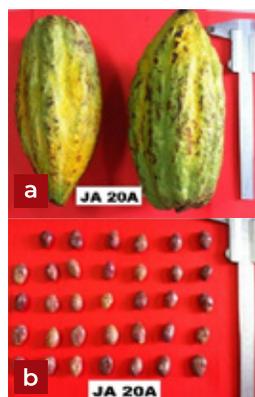


Figura 31. Cacao Jaime Arévalo 20A a) mazorca, b) semillas.

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.

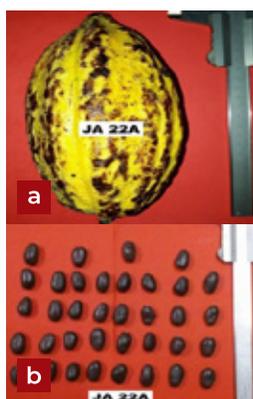


Figura 33. Cacao Jaime Arévalo 22A a) mazorca, b) semillas.

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.

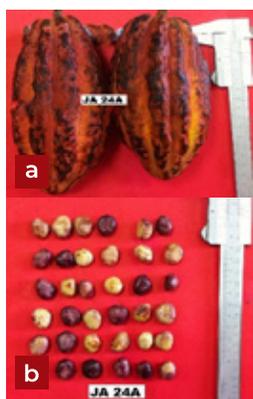


Figura 35. Cacao Jaime Arévalo 24A a) mazorca, b) semillas.

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.

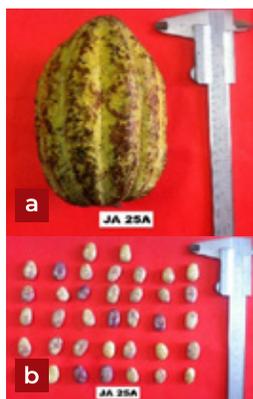


Figura 36. Cacao Jaime Arévalo 25A a) mazorca, b) semillas.

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.

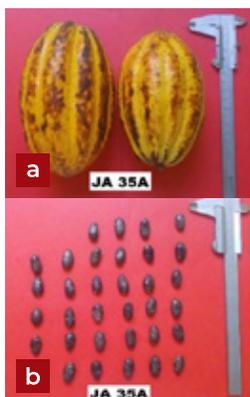


Figura 46. Cacao Jaime Arévalo 35A a) mazorca, b) semillas.

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.

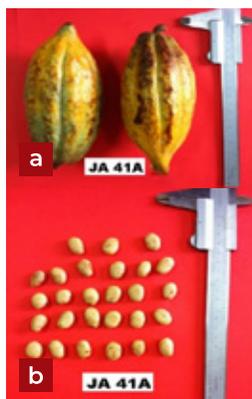


Figura 52. Cacao Jaime Arévalo 41A a) mazorca, b) semillas.

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.



Revista MINERVA

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



Formación de un banco de germoplasma de cacao (*Theobroma cacao* L.) con árboles criollos seleccionados en el municipio de San Pedro Nonualco, departamento de La Paz, El Salvador

Establishment of a cocoa germplasm bank (*Theobroma cacao* L.) with selected creole trees in the municipality of San Pedro Nonualco, department of La Paz, El Salvador

Rodd Alberto Franco-Portillo¹, Juan Carlos Romero-Quintanilla¹, Fidel Angel Parada-Berríos¹, Efraín Antonio Urrutia-Rodríguez², Ada Yanira Arias-de-Linares³, Elías Antonio Vásquez-Osegueda¹

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en los municipios de San Pedro Nonualco y San Luis Talpa, La Paz; Tenancingo, Cuscatlán y San Salvador; realizando giras de colecta y caracterización *in situ*, durante el período de octubre de 2017 a octubre de 2018, identificando árboles de cacao con características promisorias. El lugar seleccionado para el establecimiento del banco de germoplasma fue en el Cantón Robles, Municipio de San Pedro Nonualco, La Paz, con coordenadas geográficas 13°36'11.2" latitud norte y 89°55'44.9" longitud oeste, con altitud de 520 metros sobre el nivel del mar. Para la caracterización del germoplasma colectado se utilizaron descriptores utilizados en México, Perú y Venezuela. A los frutos de los árboles encontrados también se les realizó el análisis bromatológico de la semilla. Para la interpretación de la información se utilizó la estadística descriptiva y análisis multivariado mediante el programa estadístico SPSS versión 25. Como resultado se logró caracterizar morfoagronómicamente un total de 36 árboles de cacao, asimismo, el método multivariado utilizado nos mostró una variabilidad de la especie con un 86.33% de confiabilidad originando 12 conglomerados, también se encontraron nueve árboles con forma de fruto pentágona, nueve árboles con color de semilla blanca, características típicas de cacao criollo y se obtuvieron 29 árboles con contenido de grasa menor del 50 %. Se concluye que de los árboles encontrados y caracterizados, el 25% (9 árboles) presentan forma de fruto pentágona y el 52.78% (19 árboles) coloración de semilla blanca, crema y rosa, que son características típicas de germoplasma de cacao criollo. Se logra la formación de un banco de germoplasma con el material colectado, pero también se incorporaron árboles clonados colectados en investigaciones precedentes. Finalmente se elaboró un catálogo con los árboles caracterizados.

Palabras clave: análisis bromatológicos, caracterización, varetas, clones, cacao criollo.

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

2 Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

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

ABSTRACT

The research was carried out in the municipalities of San Pedro Nonualco and San Luis Talpa, La Paz; Tenancingo, Cuscatlán and San Salvador. Collection and characterization tours were carried out *in situ*, during the period from October 2017 to October 2018, identifying cocoa trees with promising characteristics. The place selected for the establishment of the germplasm bank was in the Robles Canton, Municipality of San Pedro Nonualco, La Paz, with geographical coordinates 13 ° 36'11.2 "north latitude and 89 ° 55'44.9" west longitude, with an altitude of 520 meters above sea level. For the characterization of the collected germplasm, descriptors used in Mexico, Peru and Venezuela were used. The bromatological analysis of the seed was also carried out on the fruits of the trees found. For the interpretation of the information, descriptive statistics and multivariate analysis were used through the statistical program SPSS version 25. As a result, a total of 36 cocoa trees were morphologically characterized. The multivariate method used showed a variability of the species with 86.33% of reliability originating 12 clusters, nine trees with a pentagon fruit shape, nine trees with white seed color, typical characteristics of creole cocoa were found and 29 trees were obtained with fat content less than 50%. It is concluded that of the trees found and characterized, 25% (9 trees) have a pentagon fruit shape and 52.78% (19 trees) white, cream and pink seed color, which are typical characteristics of creole cocoa germplasm. The formation of a germplasm bank with the collected material is achieved; but cloned trees collected in previous research were also incorporated. Finally, a catalog with the characterized trees was developed.

Keywords: bromatological analysis, characterization, double crochet, clones, creole cocoa.

INTRODUCCIÓN

En El Salvador la agroindustria del cacao es una actividad que está nuevamente estimulando el interés de muchos productores, viendo su potencial a futuro, ya que constituye una oportunidad para el desarrollo, como un nuevo rubro de generación de ingresos y trabajo. En el país se encuentran árboles de cacao con buen potencial genético y probablemente criollo, pero no se ha logrado identificar con certeza a que grupo racial pertenece, mucho menos conservar y propagar comercialmente (Cruz Montesinos 2012).

El mercado mundial demanda 3.5 millones de TM de cacao. Toda centroamérica produce 5 mil TM y El Salvador sólo unas 200 TM (cacao con dominancia trinitario). A nivel mundial sólo un 5% del cacao que se comercializa es de alta calidad y en este segmento está el criollo, el mejor cacao del mundo, según los productores salvadoreños (Cruz Montesinos 2012).

Actualmente el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), a través del Centro Nacional

de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), ha retomado el interés por éste cultivo, que tienen como objetivo principal el desarrollo tecnológico y el fortalecimiento de la base productiva en el país. También, la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se encuentra realizando diversas investigaciones sobre el cultivo de cacao, buscando germoplasma promisorio de alto valor genético.

Esta especie posee una amplia diversidad y variabilidad genética donde se pueden encontrar poblaciones dispersas de cacao silvestre, cacao cultivado y especies afines al género *Theobroma*. A pesar de ello, este valioso pool genético se ve amenazado día a día por una irremediable erosión genética de consecuencias impredecibles. A través del tiempo y por generaciones, las poblaciones silvestres y domesticadas, han estado sometidas a la influencia de factores evolutivos como: la selección natural, mutación, aislamiento geográfico, migración y deriva genética, que sumado a la selección artificial, aunque incipiente, ha generado

una amplia recombinación genética dentro y entre poblaciones locales, expresándose en un amplio espectro de genotipos, que bajo la influencia de factores ambientales *in situ*, los atributos productivos y organolépticos, se han expresado en grado variable y diferenciales (USAID 2008).

Por tanto, el objetivo principal de esta investigación fue formar un banco de germoplasma de cacao con árboles criollos seleccionados del municipio de San Pedro Nonualco y la incorporación de otras selecciones colectadas en otros municipios con características acentuadas de cacao criollo, con la finalidad de garantizar el rescate y conservación del material nativo, donde se dispone de material de propagación identificado para los productores de la zona que lo demanden, para que en el futuro se exploten comercialmente y logren la aceptación en el mercado nacional e internacional, obteniendo resultados que beneficien a los productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó en el período de octubre de 2017 a octubre de 2018. El banco de germoplasma se estableció en el cantón El Roble, Caserío el Volcancito, Municipio de San Pedro Nonualco, Departamento de La Paz, con coordenadas geográficas 13°36'11.2" latitud norte y 89°55'44.9" longitud oeste, con una altitud de 520 metros sobre el nivel del mar, estableciendo y caracterizando un total de 36 árboles de cacao entre otros clones.

Material experimental

Se caracterizaron *in situ* 36 árboles de cacao criollo, distribuidos en el municipio de San Pedro Nonualco (20 árboles) y San Luis Talpa (1 árbol), ambos pertenecientes al departamento

de La Paz; Universidad de El Salvador (2 árboles), municipio de San Salvador departamento de San Salvador y en el municipio de Tenancingo (13 árboles) departamento de Cuscatlán, El Salvador. A 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, para su respectiva caracterización y de las semillas de los frutos se realizó su respectivo análisis bromatológico (Cuadro 1).

Condiciones climáticas de la zona

La temperatura promedio anual donde está ubicado el banco de germoplasma es de 23.70 °C, registrándose la más alta entre los meses de marzo y abril, mayor a los 33 °C y las mínimas de 20 °C entre los meses de noviembre y febrero. La humedad relativa media del aire es del 72% y precipitaciones acumuladas de 1,778.82 mm al año (MARN 2017).

Herramientas para la caracterización

Para la caracterización morfoagronómica de cacao se utilizaron varios descriptores morfológicos y agronómicos cuyas características o variables fueron semejantes a las características reflejadas o expresadas en el material seleccionado, estos descriptores son: Catálogo Gráfico de Descriptores Varietales de Cacao (*Theobroma cacao* L.) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas de México (INIFAP) (Avendaño Arrazate *et al.* 2014), Catálogo de Cultivares de Cacao de Perú (USAID 2016) y el Manual Práctico para la Caracterización Morfológica de Cacao de Venezuela (Jiménez *et al.* 1980). Estos sirvieron para comparar los caracteres y así establecer los atributos morfoagronómicos que presentaba cada árbol seleccionado.

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

Municipio	N° de árbol	Abreviatura	Latitud	Longitud	Altura
San Pedro Nonualco	1	SPN 1	13°36´16.43"	88°56´40.84"	562
San Pedro Nonualco	2	SPN 2	13°36´16.36"	88°56´41.01"	562
San Pedro Nonualco	3	SPN 3	13°36´16.10"	88°56´41.00"	559
San Pedro Nonualco	4	SPN 4	13°34´47.90"	88°56´23.50"	510
San Pedro Nonualco	5	SPN 5	13°34´47.60"	88°56´23.70"	502
San Pedro Nonualco	9	SPN 9	13°36´16.20"	88°56´40.80"	504
San Pedro Nonualco	10	SPN 10	13°36´15.80"	88°56´41.60"	558
San Pedro Nonualco	11	SPN 11	13°36´16.60"	88°56´41.90"	564
San Pedro Nonualco	12	SPN 12	13°36´16.50"	88°56´41.80"	568
San Luis Talpa	13	SC 13	13°25´31.32"	89°05´05.29"	19
San Pedro Nonualco	14	SPN 14	13°34´47.28"	88°56´23.79"	496
San Pedro Nonualco	15	SPN 15	13°36´16.38"	88°56´41.52"	560
San Pedro Nonualco	16	SPN 16	13°36´16.40"	88°56´41.41"	560
Tenancingo	17	TN 17	13°48´39.81"	88°58´80.38"	500
Tenancingo	18	TN 18	13°48´40.10"	88°58´80.40"	497
Tenancingo	19	TN 19	13°48´39.80"	88°58´80.50"	498
Tenancingo	20	TN 20	13°48´40.10"	88°58´80.60"	499
Tenancingo	21	TN 21	13°48´39.90"	88°58´80.90"	500
Tenancingo	22	TN 22	13°48´39.90"	88°58´80.80"	497
Tenancingo	23	TN 23	13°48´39.90"	88°58´90.00"	498
Tenancingo	32	TN 32	13°48´41.05"	88°58´80.30"	513
Tenancingo	35	TN 35	13°48´38.60"	88°58´80.70"	504
Tenancingo	36	TN 36	13°48´38.40"	88°58´80.80"	503
Tenancingo	37	TN 37	13°48´42.38"	88°58´07.07"	512
Tenancingo	38	TN 38	13°48´42.18"	88°58´06.92"	512
Tenancingo	39	TN 39	13°48´42.00"	88°58´06.81"	513
San Pedro Nonualco	47	SPN 47	13°36´15.80"	88°56´41.30"	562
San Pedro Nonualco	45 SV	45 SV	13°35´58.30"	88°55´51.50"	622
San Pedro Nonualco	48 SV	48 SV	13°35´59.40"	88°55´52.30"	628
San Pedro Nonualco	49 SV	49 SV	13°35´59.90"	88°55´52.00"	631
San Pedro Nonualco	50 SV	50 SV	13°36´10.10"	88°55´52.10"	642
San Pedro Nonualco	209	SPN 209	13°36´16.15"	88°56´42.09"	559
San Pedro Nonualco	210	SPN 210	13°36´15.81"	88°56´42.07"	559
San Pedro Nonualco	211	SPN 211	13°36´16.40"	88°56´42.60"	565
San Salvador	001	UES 001	13°43´80.80"	89°12´00.80"	699
San Salvador	2a	UES 2A	13°43´19.50"	89°12´40.70"	695

Variables en estudio

Las variables cualitativas fueron: arquitectura y forma de ramificación; color y pubescencia de brotes; forma, textura y color de hojas, frutos y semillas; color de flores. Las variables cuantitativas fueron: altura, diámetro a la altura de pecho, número de frutos, número de cojinetes y flores por cojinete, largo 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 análisis bromatológico de las semillas.

Análisis bromatológico

El análisis se realizó en muestras de semillas colectadas de 36 árboles, 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, materia seca, grasa, fibra cruda, carbohidratos, cenizas y minerales (calcio, fósforo y potasio).

Análisis estadístico

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de Variables Cualitativas

Arquitectura, forma de ramificación

Todos los árboles caracterizados presentaron arquitectura erecta (100%) y la mayoría con forma de ramificación intermedia (38.89%) o simple (36.11%). Moreira (1992), encontró en estudios de diversos Centros de Investigación de Cacao, que la arquitectura está influenciada por la poda y que el árbol debe ser podado metódicamente desde su primera fase de crecimiento, con el fin de darle buena formación y mantenerlo en mejores condiciones de producción.

Color y pubescencia de brotes tiernos

El color de la hoja joven fue rojo claro (33.33%), seguido de rojo medio (27.78%), verde claro (22.22%), verde medio (11.11%) y marrón (5.56%), con pubescencia intermedia en brotes terminales (52.78%) y una pubescencia incipiente (47.22%). Los clones seleccionados por CATIE (2016), presentan diversidad de colores de hoja joven, desde rojo pálido con verde, café claro verdoso hasta rojo con café intenso.

Forma, color, constricción basal, forma del ápice, superficie y resistencia de la cáscara del fruto

El 63.89% de los frutos tuvo **forma ovado**, mientras que el 22.22% tuvo **forma obovada** y un 13.89% presenta **forma pentágona**. El 44.44% presenta un **color de fruto amarillo verde**, el 16.67% presenta un **color amarillo**, mientras que otro 16.67% presenta un **color rojo medio**, un 11.11% presenta **color púrpura**, un 8.33% un **color rojo oscuro** y un 2.78% un **color anaranjado**. En cuanto a la constricción basal, un 63.89% se clasifica como **ausente o muy débil**, mientras que un 16.67% como **moderada**, un 13.89% como **débil** y un 5.55%

como **fuerte**. En cuanto a la forma del ápice, un 41.67% presenta **ápice estallado**, mientras que un 41.67% presenta **ápice obtuso** y un 16.66% presenta **ápice agudo**. En cuanto a la superficie del fruto, un 72.22% presenta una superficie **moderadamente rugosa**, un 19.44% presenta una superficie **lisa o ligeramente rugosa** y un 8.33% presenta una superficie **muy rugosa**. En cuanto a la resistencia de la cáscara en fruto fisiológicamente maduro, el 75% presenta una **resistencia fuerte**, un 22.22% presenta una **resistencia moderada** y un 2.78% presenta una **superficie débil**. Martínez (2007), demostró en sus estudios que el 39% de los frutos tuvo forma ovado, con escasa constricción basal (59.8%) y una rugosidad intermedia (46.7%). El ápice de la mayoría de los frutos fue obtuso (31.8%), o agudo (30.8%); y el porcentaje de los genotipos con frutos de color verde fue del 100%. Arguello *et al.* (2000), citado por Amores (2000), indica que los cacaos criollos de cotiledones blancos, violeta pálidos o rosa, sus mazorcas usualmente tienen una forma alargada, con punta acentuada en el extremo inferior, corteza marcada con diez surcos profundos, pericarpio rugoso y delgado y mesocarpio poco lignificado. En estado inmaduro, la cáscara es de color rojo o verde, tornándose amarilla y anaranjado-rojiza a la madurez.

Color de pulpa, color y forma de semilla

El color de pulpa que más predominó fue el **blanco**, con un 52.78%, seguido del color **crema claro**, con un 47.22%; es importante mencionar que sólo estos colores fueron encontrados en la pulpa de los frutos de cacao. En cuanto a la forma de la semilla en sección longitudinal, la más representativa fue la **ovada**, con un 69.44%, seguido de una **forma oblonga** de 19.44%, y **forma elíptica** con 11.11%. En cuanto a la sección transversal la que predominó fue la **forma aplanada**, con un 97.22%, seguido de la **forma intermedia** con un 2.78%. En cuanto al color de semilla el **púrpura**

oscuro fue el que más se encontró con un 39.89%; pero tomando en cuenta los colores **blanco, crema y rosa**, representan el 52.77%. Martínez (2007), demostró en sus estudios que el color de las semillas en su totalidad fue de color púrpura (100%). Amores, *et al.* (2009) explica que, en el grupo de cacao criollo, están incluidos genotipos con almendras dotadas de cotiledones de color blanco marfil, presentes principalmente en América Central, México, algunas áreas en Venezuela y Colombia, pero según Arguello *et al.* (2000), citado por el mismo autor, algunos de estos cacaos también presentan cotiledones violeta pálidos o rosados y estaminoides color rosado pálido. Las almendras son gruesas casi redondas, con cotiledones ligeramente pigmentados. Este tipo de cacao requiere de dos a tres días para completar su fermentación, es muy aromático y comercialmente se enmarca dentro de los cacaos finos.

Descripción de variables cuantitativas

Número de semillas por fruto

Los árboles codificados como SPN 4 y SPN 11, presentaron el mayor valor en cuanto al número de semillas por fruto, con 47 semillas; el menor valor lo mostró el árbol codificado como TN 23, con 17 semillas. De los 36 árboles, el valor promedio fue de 33.39 semillas, la desviación estándar de 7.82%, y un coeficiente de variación de 34.13%, existiendo alta heterogeneidad en dicha variable. Se encontró correlación positiva entre número de semillas y número de óvulos con un valor de ($r= 0.95$), lo que indica una dependencia directa del número de semillas, respecto al número de óvulos, coincidiendo con Dubón y Sánchez (2011) quien afirma que una mazorca contiene de 25 a 45 semillas, lo que depende del número de óvulos fecundados. Martínez (2007), demostró en sus estudios que el número promedio de semillas fue de

34.7 semillas y en cacao nacional silvestre el número promedio de semillas por fruto fue de 38 semillas.

Peso de fruto

El árbol SPN 11 presentó el mayor valor en cuanto al peso del fruto con 872.50 g, el menor valor lo mostró TN 23 con 191.40 g (Figura 1). El valor promedio fue de 451.80 g, la desviación estándar de 174.48% y el coeficiente de variación de 38.62%, presentando una alta heterogeneidad en esta variable. Se encontró

correlación positiva entre largo de fruto y peso de cáscara, con valor de ($r= 0.72$), demostrando una dependencia entre las variables. Al respecto Martínez (2007) menciona que en su estudio el peso promedio de los frutos fue de 272.6 g obteniendo el peso máximo para la muestra de Cachichira (383.3 g), y el más bajo para la muestra de Macagua (227 g). También los valores se encuentran en el rango mencionado por Dostert *et al.* (2012), quienes manifiestan que los pesos de los frutos de cacao oscilan entre 200 y 1,000 g.

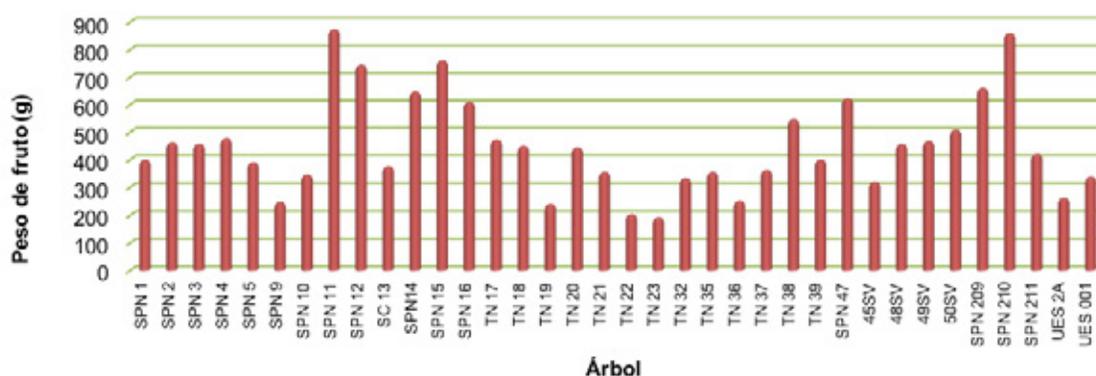


Figura 1. Peso de frutos de 36 árboles caracterizados

Índice de mazorcas

El árbol TN 23 presentó el mayor valor en cuanto al índice de mazorcas con 80.97 mazorcas, el menor valor lo mostró el árbol 45 SV con 11.62 mazorcas. De los 36 árboles, el valor promedio fue de 26.11 frutos, la desviación estándar de 13.64% y un coeficiente de variación de 52.22%, lo que implica que existe alta heterogeneidad en dicha variable. FEDECACAO (2003), reporta para esta variable en los clones ICS entre 11 y 20 frutos para formar un kilo de semillas secas, bajo excelentes condiciones de manejo. El análisis de correlación indica que existe relación inversa entre las variables: índice de mazorca y peso seco de semilla; ya que reporta un valor negativo ($r= - 0.76$) requiriendo de una gran cantidad de mazorcas para formar un kilo de semilla o grano seco. Analizando estos resultados, el árbol TN

23 requiere de 81 mazorcas para formar un kilo de semilla o grano seco, y el 45 SV solamente 11, entre ambos árboles, es importante detallar que el primero se encuentra en condiciones silvestres y sin manejo alguno, lo cual podría mejorar con manejo agronómico adecuado, el segundo árbol se encuentra con un manejo prácticamente óptimo por su donador.

Índice de semilla

El árbol TN 23 presentó el mayor valor en cuanto al índice de semilla con 137.65 semillas, el menor valor lo presentó el árbol 50 SV con 50.53 semillas (Figura 2). De los 36 árboles, el valor promedio fue de 79.44 semillas, la desviación estándar de 23.20% y un coeficiente de variación de 29.20%, existiendo heterogeneidad en dicha variable.

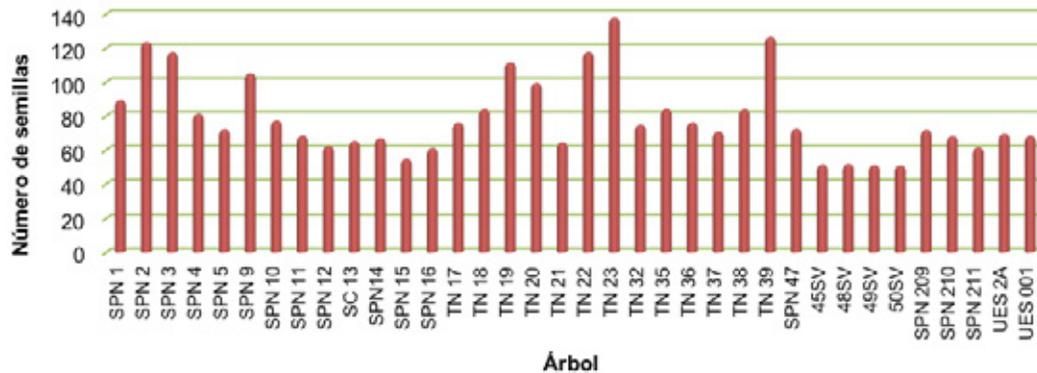


Figura 2. Índice de semilla de 36 árboles caracterizados

Peso seco de semilla

El material 50 SV presentó el mayor valor en cuanto al peso seco de semilla con 1.98 g, el menor valor lo presentó el árbol TN 23 con 0.73 g. De los 36 árboles, el valor promedio fue de 1.35 g, la desviación estándar de 0.35% y un coeficiente de variación de 25.71%, manifestando heterogeneidad en dicha variable para la muestra (Figura 3). Martínez (2007) encontró en sus estudios una media de peso seco de 24.1 g por fruto. Al analizar el coeficiente de correlación se encontró correlación positiva entre las variables diámetro del fruto y peso de semilla; diámetro del fruto y peso de semilla más placenta más mucilago, con valores de $r = 0.63$ para ambas asociaciones, indicando dependencia entre las variables. El análisis de correlación indica que existe relación inversa entre las variables índice de semilla y peso seco de semilla, ya que reporta un valor negativo ($r = -0.76$), para evaluar la calidad de los granos del cacao se calcula el índice de semilla, que es el peso promedio en gramos de 100 semillas fermentadas y secas tomadas al azar.

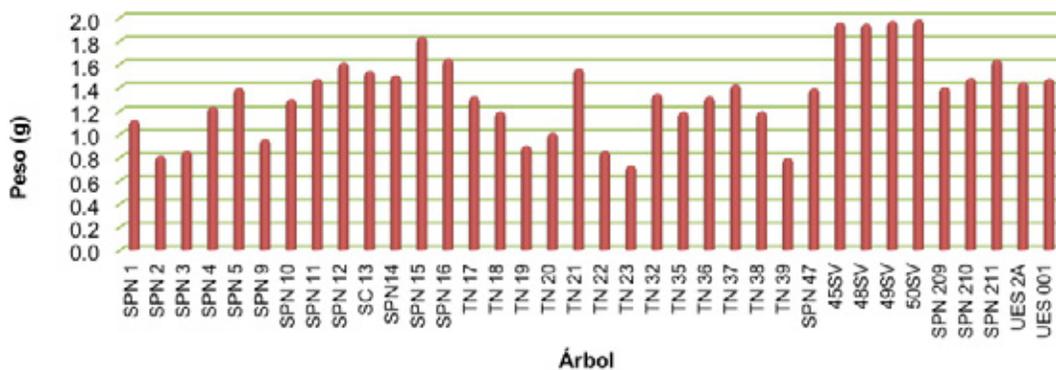


Figura 3. Peso seco de semillas de cacao de 36 árboles caracterizados in situ

Análisis bromatológico

Contenido de grasa, proteína y fibra cruda en la semilla de cacao

De los 36 árboles analizados el que presentó mayor contenido de grasa fue el 50 SV con

un valor de 54.31% y el que presentó menor contenido de grasa fue el TN 35 con un valor de 37.06%. El contenido promedio de grasa fue de 44.56%, la desviación estándar de 4.81% y coeficiente de variación de 10.79%, significando homogeneidad en dicha variable en sus

diferentes muestras (Figura 4).

De acuerdo a los 36 árboles analizados el que presentó mayor contenido de proteína fue el SPN 47 con un valor de 23.61% y el que presentó menor contenido de proteína fue el TN 19 con un valor de 11.23%. El contenido promedio de proteína fue de 19.35%, la desviación estándar de 2.75% y coeficiente de variación de 14.21%, presentando homogeneidad en la variable para las muestras tituladas (Figura 4).

Con respecto al análisis de fibra el que presentó mayor contenido fue el árbol SPN 16 con un valor de 30.10% y el que presentó menor contenido fue el SPN 11 con un valor de 5.47%. El contenido promedio de fibra fue de 15.52%, la desviación estándar de 6.81% y coeficiente de variación de 43.90%, implicando alta heterogeneidad en dicha variable para las diferentes muestras (Figura 4).

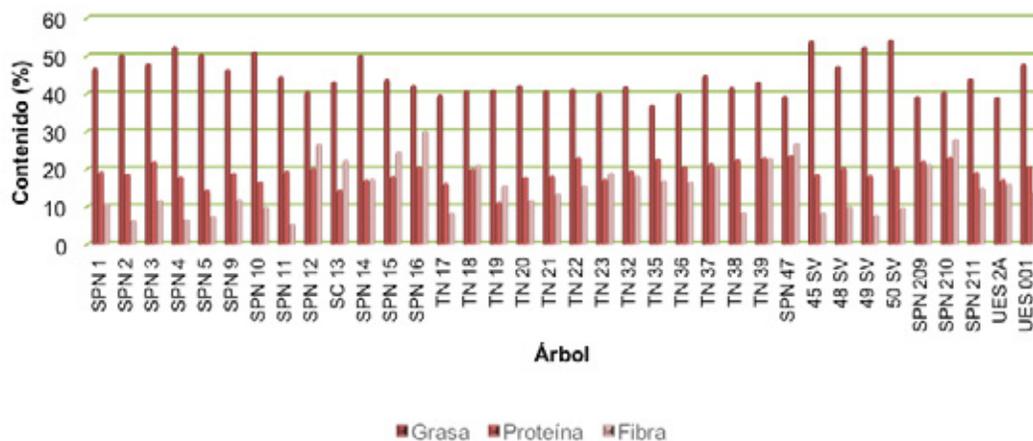


Figura 4. Contenido de grasa, proteína y fibra cruda de la semilla de 36 árboles de cacao

Contenido de ceniza en la semilla

El árbol TN 21 presentó el mayor contenido de ceniza con un valor de 6.14% y el árbol SPN 11 presentó el menor contenido con un valor de 3.49% (Figura 5). El valor promedio de los 36

árboles fue de 4.62%, la desviación estándar de 0.67% y el coeficiente de variación de 14.58%, considerando que existe homogeneidad en dicha variable en sus respectivas muestras.

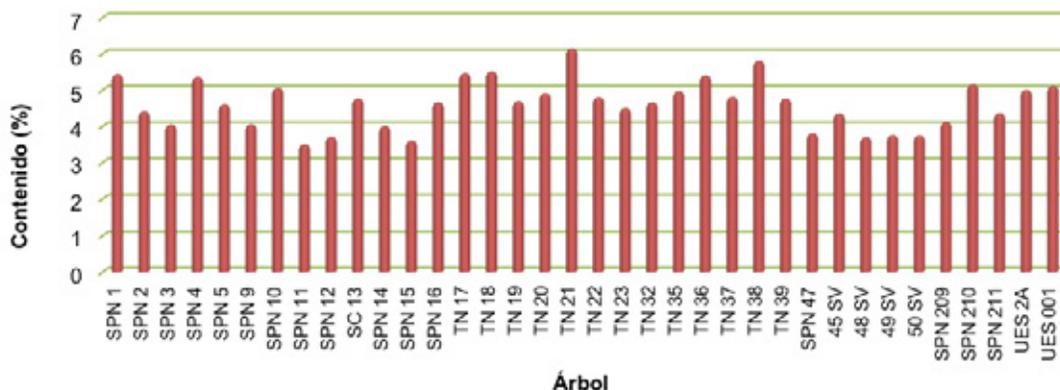


Figura 5. Contenido de ceniza de la semilla de 36 árboles de cacao

Contenido de hierro (Fe), zinc (Zn) y calcio (Ca)

Para el contenido de hierro, el árbol que presentó mayor valor fue el TN 22 con 42.80 ppm y el que menor valor presentó fue el SPN 14 con 14.47 ppm. El promedio de hierro para los 36 árboles analizados fue de 30.30 ppm, la desviación estándar de 6.99% y el coeficiente de variación de 23.08%, lo que indica que el comportamiento de la variable fue heterogéneo.

Con respecto al contenido de zinc, el árbol que presentó mayor valor fue el UES 001 con 63.97

ppm y el árbol que presentó menor valor fue TN 21 con 38.06 ppm (Figura 6). El contenido promedio de zinc fue de 50.57 ppm, la desviación estándar de 6.32% y coeficiente de variación de 12.49%, siendo, el comportamiento de la variable homogéneo.

Los árboles que presentaron mayor contenido de calcio fueron el SPN 3, SPN 12, TN 21, TN 32 y TN 38 con un valor de 0.15%; y los árboles con menor valor de calcio fueron SPN 11, SPN 14, SPN 15, SPN 16, SPN 47, SPN 209, SPN 210, SPN 211, TN 23, TN 36, UES 2A y UES 001 con un valor de 0.05% (Figura 7).

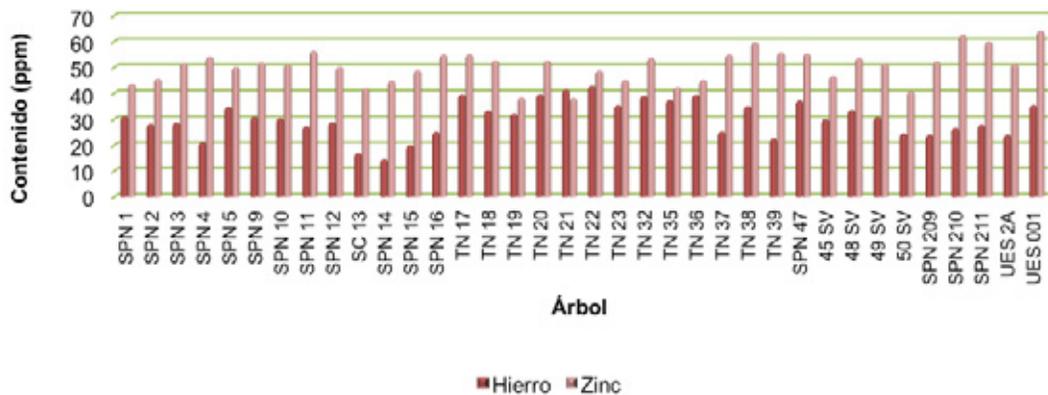


Figura 6. Contenido de hierro y zinc de la semilla de 36 árboles de cacao

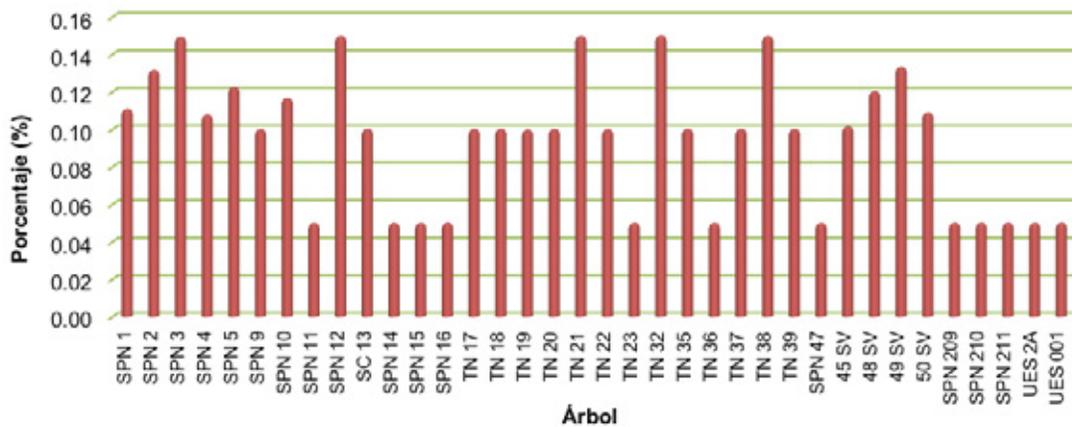


Figura 7. Contenido de calcio de la semilla de 36 árboles de cacao

Componentes principales

El método de componentes principales, tiene por objeto transformar un conjunto de variables, a las que se denomina 'originales', en un nuevo conjunto de variables denominadas 'componentes principales'. Estas últimas se caracterizan por no estar correlacionadas entre sí, y además pueden ordenarse de acuerdo con la información que llevan incorporada (De la Fuente Fernández 2011).

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

La figura 8 muestra la variabilidad existente en la especie con un 86.33% de confiabilidad, con autovalores mayores a uno, lo que da origen a 12 componentes, y a partir de este, los autovalores son menores a uno, lo que indica que no hay variabilidad y su comportamiento es homogéneo. El punto de corte fue en el componente 12, donde se forma un ángulo de 45° participando al menos una variable de la varianza total.

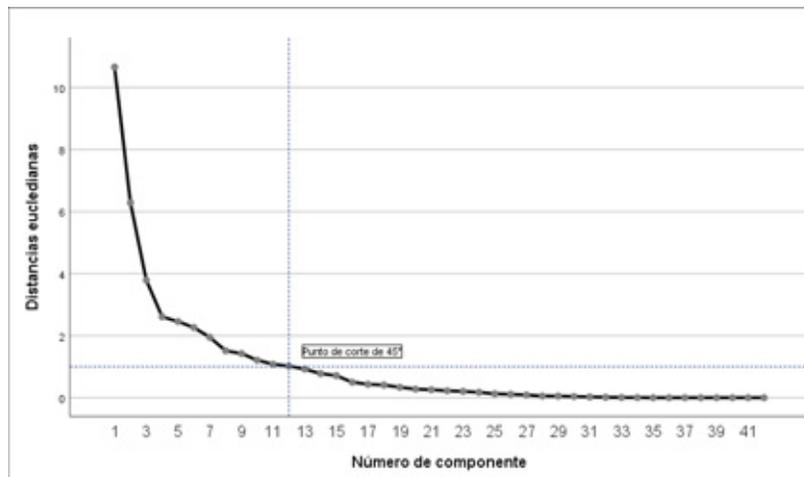


Figura 8. Proporción de la varianza explicada por cada componente principal en la caracterización de cacao

Análisis de conglomerados

En la figura 9, se observan las asociaciones que ocurrieron entre los árboles, debido a la similitud existente entre una o más variables, por lo tanto, se muestran 12 grupos, los cuales se describen a continuación.

El conglomerado uno está formado por los árboles SPN1 y SC13, encontrados en San Pedro Nonualco y Santa Clara, respectivamente, los cuales están siendo influenciados por las variables: peso de fruto, peso de cáscara, diámetro del fruto, largo de fruto, largo de semilla, peso de semilla más placenta, más mucílago y ancho de semilla, debido a la alta homogeneidad entre ellas, con coeficiente de

variación abajo del 10%; y la variable: espesor de caballete, que presenta un coeficiente de variación abajo del 20% siendo también homogénea.

El conglomerado dos muestra la agrupación de SPN 2 y SPN 3, ambos pertenecientes a San Pedro Nonualco, siendo influenciados por las variables: largo de hoja, ancho de hoja, largo desde la base hasta el punto más ancho de la hoja, diámetro a la altura del pecho, número de óvulos y número de semillas, presentando alta homogeneidad debido a que tienen coeficiente de variación abajo del 10%.

El conglomerado tres está formado por los árboles SPN 4, TN 17 y TN 18, el primero

perteneciente a San Pedro Nonualco y el resto a Tenancingo, estos fueron influenciados por las variables: índice de semillas, peso seco de semillas, las cuales presentan alta homogeneidad al obtener un coeficiente de variación abajo del 10%, pero además en el conglomerado se encontró la variable índice de mazorca, la cual presentó heterogeneidad al tener un coeficiente de variación arriba del 20%.

El conglomerado cuatro está formado por los árboles SPN 5, SPN 211 y TN 20, encontrados en San Pedro Nonualco y Tenancingo, estos árboles están influenciados por las variables: largo de estaminodio, que presenta alta homogeneidad por tener un coeficiente de variación abajo del 10%; largo de sépalo, número de flores por cojinete, número de óvulos y número de semillas, son variables homogéneas con un coeficiente de variación abajo del 20%. Este grupo se caracteriza por presentar el menor valor en largo de sépalo y largo de estaminodio.

El conglomerado cinco está agrupado por los árboles SPN 9 y UES 2A, pertenecientes a San Pedro Nonualco y San Salvador, respectivamente, siendo influenciados por las variables: contenido de materia seca, proteína y humedad parcial; estos tienen similitud al análisis bromatológico de la semilla, presentando alta homogeneidad debido al coeficiente de variación por debajo del 10%.

En el conglomerado seis se encuentran los árboles SPN 10, 45 SV (San Pedro Nonualco), TN 21, TN 32, TN 35, TN 37 (Tenancingo) y UES 001 (San Salvador), influenciados por las variables: contenido de carbohidratos, fibra cruda y número de chupones; siendo la primera una variable homogénea ya que presenta un coeficiente de variación abajo del 20%, contrario a las dos variables restantes que son heterogéneas con coeficiente de variación arriba del 30%.

En el conglomerado siete se encuentran los árboles SPN 11 y SPN 210, ambos pertenecientes a San Pedro Nonualco, los cuales están siendo influenciados por las variables: contenido de grasa, hierro y ancho de semilla, con alta homogeneidad al presentar un coeficiente de variación abajo del 10%; y la variable número de frutos es altamente heterogénea ya que presenta un coeficiente de variación arriba del 40%.

En el conglomerado ocho se encuentran los árboles SPN 12 y SPN 15, ambos pertenecientes a San Pedro Nonualco, los cuales están siendo influenciados por las variables: largo y ancho de ovario, la primera es homogénea, al presentar un coeficiente de variación abajo del 20%, y la segunda es heterogénea ya que presenta un coeficiente de variación arriba del 20%.

En el conglomerado nueve se encuentran los árboles SPN 14, SPN 16, SPN 47 Y SPN 209 todos pertenecientes a San Pedro Nonualco, cuyos descriptores fueron influenciadas por las variables: número de chupones, altura y espesor de semilla, siendo esta última altamente homogénea al presentar un coeficiente de variación abajo del 10%, y el resto de variables son heterogéneas ya que presentaron un coeficiente de variación arriba del 30%.

En el conglomerado diez se encuentran los árboles TN 19, TN 22, TN 23 y TN 36, todos pertenecientes a Tenancingo, los cuales están siendo influenciados por las variables: contenido de zinc, que es altamente homogénea por presentar un coeficiente de variación abajo del 10%; el número de cojinete por metro lineal y número de flores por cojinete son homogéneas ya que presenta un coeficiente de variación abajo del 20%; y contenido de humedad total, la cual es heterogénea ya que presenta un coeficiente de variación arriba del 30%.

En el conglomerado once se encuentran los árboles TN 38 (Tenancingo), 48 SV, 49 SV y

50 SV (San Pedro Nonualco), los cuales están siendo influenciados por las variables: ancho de sépalo y contenido de ceniza, la primera es altamente homogénea al presentar un coeficiente de variación abajo del 10%; y la segunda es heterogénea ya que presenta un

coeficiente de variación arriba del 20%.

El conglomerado doce agrupó únicamente el árbol TN 39, perteneciente a Tenancingo, en el cual la única variable agrupada fue el contenido de calcio que es altamente homogénea.

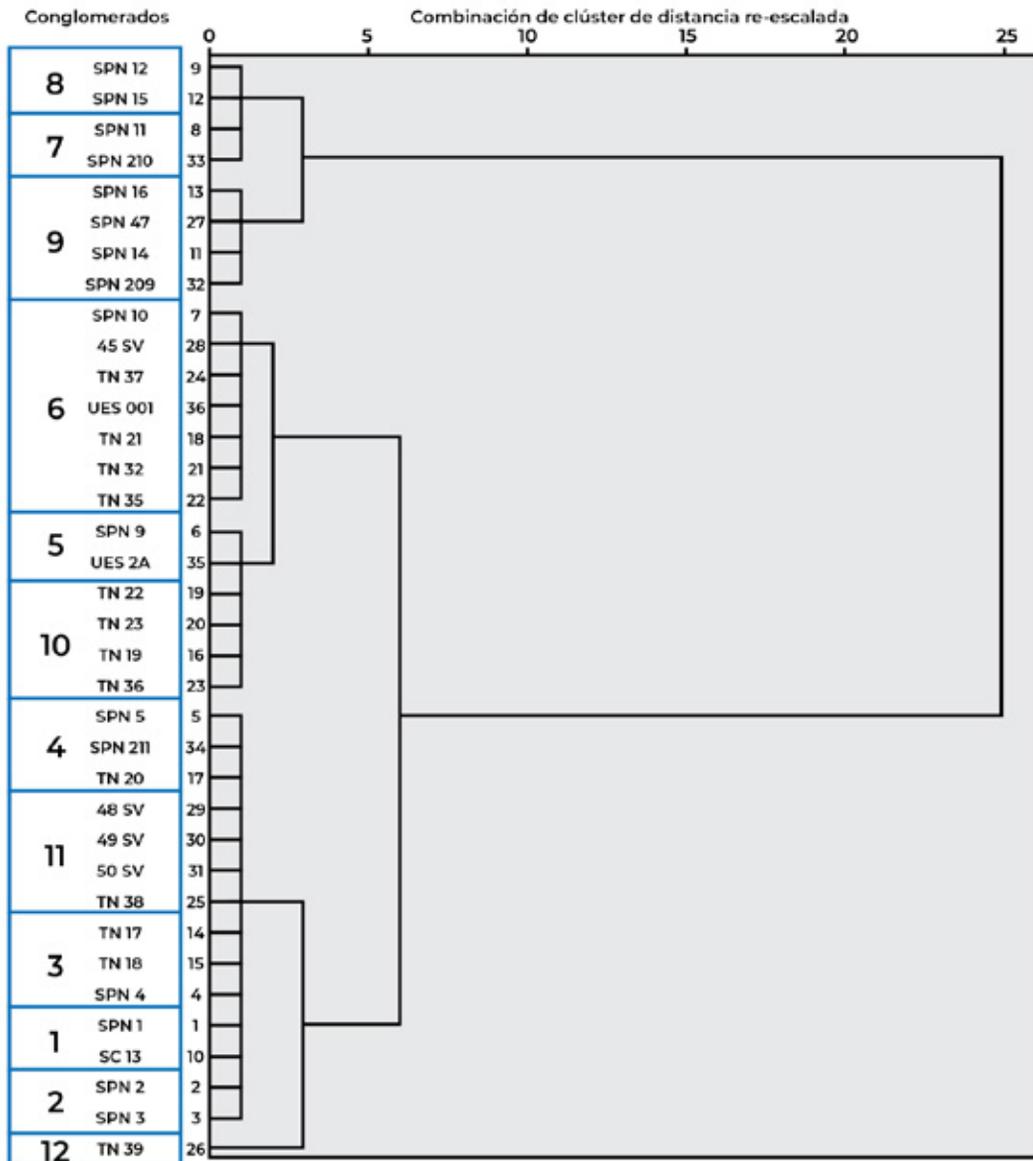


Figura 9. Dendrograma de distancias de 36 árboles de cacao

CATÁLOGO DE SELECCIONES DE 19 ÁRBOLES DE CACAO CRIOLLO

San Pedro Nonualco 10 (SPN 10)



Figura 10. Cacao San Pedro Nonualco 10 (SPN 10). a) mazorca, b) semillas.

Localización: encontrado en Cantón El Lazareto, San Pedro Nonualco, La Paz, propiedad de Otoniel López Beltrán, latitud 13°36'15.80", longitud 88°56'41.60", altitud 558 msnm.

Descripción del árbol: edad de 17 años, arquitectura erecta, forma de ramificación verticilada, sin chupones, diámetro a la altura del pecho 10.30 cm, altura de 3.50 m y número de frutos de 46.

Descripción de fruto: forma ovado, color amarillo, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice obtuso, moderadamente rugosa, longitud 16.25 cm, diámetro 7.15 cm, peso del fruto 344.25 g y un índice de mazorca de 17.90 (Figura 10a).

Descripción de la semilla: color rosa, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, número de semilla 43, largo 2.02 cm, ancho 0.79 cm, peso de semilla seca 1.30 g, e índice de semilla 76.98 (Figura 10b)

Análisis bromatológico: humedad parcial 11.39%, humedad total 2.56%, grasa 51.15%, proteína 16.67%, fibra 9.98%, ceniza 5.04%, carbohidratos 17.17%, materia seca 77.23%, hierro 30.33 ppm, zinc 51.04 ppm y calcio 0.12%.

Santa Clara 13 (SC13)



Figura 11. Cacao Santa Clara 13 (SC13). a) mazorca, b) semillas.

Localización: encontrado en Cantón Hervedor, San Luis Talpa, La Paz, propiedad de Nelson Monjaras, latitud 13°25'31.32", longitud 89°05'05.29", altitud 19 msnm.

Descripción del árbol: edad 27 años, arquitectura erecta, forma de ramificación intermedia, sin chupones, diámetro a la altura del pecho 8.00 cm, altura 6.00 m y número de frutos de 102.

Descripción de fruto: forma ovado, color amarillo, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice obtuso, ligeramente rugosa, longitud 14.50 cm, diámetro 7.66 cm, peso del fruto 375.30 g, e índice de mazorca 20.31 (Figura 11a).

Descripción de la semilla: color crema, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semillas 32, largo 2.11 cm, ancho 1.25 cm, peso de semilla seca 1.54 g e índice de semilla: 65.00 (Figura 11b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 15.15%, humedad total 3.77%, grasa 43.23%, proteína 14.46%, fibra 22.40%, ceniza 4.75%, carbohidratos 15.16%, materia seca 69.70%, hierro 16.84 ppm, zinc 41.91 ppm y calcio 0.10%.

Tenancingo 17 (TN 17)



Figura 12. Cacao Tenancingo 17 (TN 17). a) mazorca, b) semillas.

Localización: encontrado en Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48'39.81", longitud 88°58'80.38", con una altitud de 500 msnm.

Descripción del árbol: edad 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación simple, número de chupones 1, diámetro a la altura del pecho 5.50 cm, altura 4.50 m y número de frutos 3.

Descripción de fruto: forma pentágona, color amarillo verde, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice entallado, muy rugosa, longitud 21.00 cm, diámetro 8.70 cm, peso del fruto 471.70 g, e índice de mazorca 26.16 (Figura 12a).

Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semilla 29, largo 2.47 cm, ancho 1.37 cm, peso de semilla seca 1.32 g, e índice de semilla 75.86 (Figura 12b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 12.94%, humedad total 1.57%, grasa 39.69%, proteína 16.28%, fibra 8.31%, ceniza 5.45%, carbohidratos 24.30%, materia seca 74.11%, hierro 39.46 ppm, zinc 54.82 ppm y calcio 0.10%.



Figura 13. Cacao Tenancingo 18 (TN 18). a) mazorca, b) semillas.

Tenancingo 18 (TN 18)

Localización: encontrado en Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48´40.10", longitud 88°58´80.40", altitud 497 msnm.

Descripción del árbol: edad 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación intermedia, sin chupones, diámetro a la altura del pecho 5.00 cm, altura 4.25 m y número de frutos 3.

Descripción de fruto: forma pentágona, color amarillo verde, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice entallado, muy rugosa, longitud 19.00 cm, diámetro 8.10 cm, peso del fruto 448.30 g, e índice de mazorca 28.89 (Figura 13a).

Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semilla 29, largo 2.26 cm, ancho 1.40 cm, peso de semilla seca 1.19 g, e índice de semilla 73.79 (Figura 13b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 10.18%, humedad total 2.51%, grasa 40.81%, proteína 20.13%, fibra 21.13%, ceniza 5.50%, carbohidratos 5.98%, materia seca 39.64%, hierro 33.29 ppm, zinc 52.51 ppm y calcio 0.10%.



Figura 14. Cacao Tenancingo 19 (TN 19). a) mazorca, b) semillas.

Tenancingo 19 (TN 19)

Localización: encontrado en Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48´39.80", longitud 88°58´80.50", con una altitud de 498 msnm.

Descripción del árbol: edad 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación simple, número de chupones 3, diámetro a la altura del pecho 4.50 cm, altura 3.75 m, número de frutos 3.

Descripción de fruto: forma pentágona, color púrpura, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice entallado, moderadamente rugosa, longitud 11.00 cm, diámetro 6.43 cm, peso del fruto 238.00 g, índice de mazorca 37.11 (Figura 14a).

Descripción de la semilla: color rosa, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, número de semilla 30, largo 1.86 cm, ancho 1.02 cm, peso de semilla seca 0.90 g e índice de semilla de 111.33 (Figura 14b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 23.08%, humedad total 3.05%, grasa 41.11%, proteína 11.23%, fibra 15.74%, ceniza 4.68%, carbohidratos 27.23%, materia seca 53.85%, hierro 32.05 ppm, zinc 38.23 ppm y calcio 0.10%.

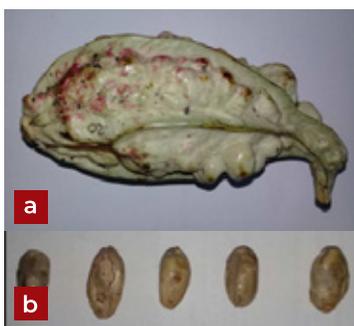


Figura 15. Cacao Tenancingo 20 (TN 20). a) mazorca, b) semillas.

Tenancingo 20 (TN 20)

Localización: encontrado en Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48´40.10", longitud 88°58´80.60", a una altitud de 499 msnm.

Descripción del árbol: edad 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación intermedia, sin chupones, diámetro a la altura del pecho 4.50 cm, altura 3.75 m, número de frutos 4.

Descripción de fruto: forma pentágona, color amarillo verde, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice entallado, muy rugosa, longitud 17.25 cm, diámetro 7.60 cm, peso del fruto 442.85 g, e índice de mazorca de 45.04 (Figura 15a).

Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, número de semilla 22, largo 2.57 cm, ancho 1.41 cm, peso de semilla seca 1.01 g, e índice de semilla de 99.09 (Figura 15b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 12.00%, humedad total 2.88%, grasa 42.27%, proteína 17.93%, fibra 11.80%, ceniza 4.90%, carbohidratos 14.13%, materia seca 76%, hierro 39.50 ppm, zinc 52.46 ppm y calcio 0.10%.



Figura 16. Cacao Tenancingo 21 (TN 21). a) mazorca, b) semillas.

Tenancingo 21 (TN 21)

Localización: encontrado en Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48´39.90”, longitud 88°58´80.90” a una altitud de 500 msnm.

Descripción del árbol: edad 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación intermedia, número de chupones: 2, diámetro a la altura del pecho 6.00 cm, altura 3.50 m y número de frutos 6.

Descripción de fruto: forma pentágona, color amarillo verde, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice entallado, moderadamente rugosa, longitud 18.00 cm, diámetro 7.00 cm, peso del fruto 353.60 g, e índice de mazorca 20.71 (Figura 16a).

Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semilla 31, largo 2.09 cm, ancho 1.14 cm, peso de semilla seca 1.56 g índice de semilla 64.19 (Figura 16b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 14.91%, humedad total 2.11%, grasa 40.93%, proteína 18.25%, fibra 13.51%, ceniza 6.14%, carbohidratos 21.17%, materia seca 82.98%, hierro 41.36 ppm, zinc 38.06 ppm y calcio 0.15%.



Figura 17. Cacao Tenancingo 22 (TN 22). a) mazorca, b) semillas.

Tenancingo 22 (TN 22)

Localización: encontrado en el Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48´39.90”, longitud 88°58´80.80” a una altitud de 497 msnm.

Descripción del árbol: edad: 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación intermedia, número de chupones 1, diámetro a la altura del pecho 5.00 cm, altura 3.60 m y número de frutos 3.

Descripción de fruto: forma pentágona, color amarillo verde, constricción basal débil, forma del ápice entallado, moderadamente rugosa, longitud 14.50 cm, diámetro 6.13 cm, peso del fruto 203.15 g, índice de mazorca 51.04 (Figura 17a).

Descripción de la semilla: color rosa, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semilla 23, largo 2.10 cm, ancho 1.28 cm, peso de semilla seca 0.85 g, e índice de semilla 117.39 (Figura 17b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 9.61 %, humedad total 1.52%, grasa 41.35%, proteína 23.14%, fibra 15.65%, ceniza 4.79%, carbohidratos 11.07%, materia seca 88.37%, hierro 42.80 ppm, zinc 48.61 ppm y calcio 0.10%.

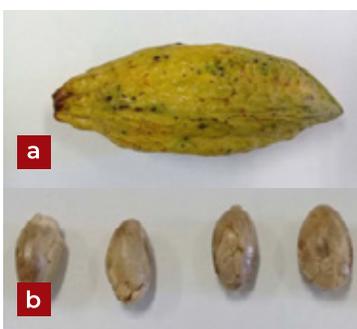


Figura 18. Cacao Tenancingo 23 (TN 23). a) mazorca, b) semillas.

Tenancingo 23 (TN 23)

Localización: encontrado en Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48´39.90”, longitud 88°58´90.00”, a una altitud de 498 msnm.

Descripción del árbol: edad 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación intermedia, número de chupones: 1, diámetro a la altura del pecho 3.50 cm, altura 3.75 m, número de frutos: 3.

Descripción de fruto: forma pentágona, color amarillo verde, constricción basal fuerte, forma del ápice entallado, moderadamente rugosa, longitud 14.00 cm, diámetro 6.20 cm, peso del fruto 191.40 g e índice de mazorca de 80.97 (Figura 18a).

Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semilla 17, largo 2.31 cm, ancho 1.28 cm, peso de semilla seca 0.73 g, e índice de semilla de 137.65 (Figura 18b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 9.58%, humedad total 2.40%, grasa 40.28%, proteína 17.33%, fibra 18.98%, ceniza 4.49%, carbohidratos 13.92%, materia seca 88.02%, hierro 35.20 ppm, zinc 45.05 ppm y calcio 0.05%.



Figura 19. Cacao Tenancingo 32 (TN 32). a) mazorca, b) semillas.

Tenancingo 32 (TN 32)

Localización: encontrado en Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48´41.05", longitud 88°58´80.30", altitud 513 msnm.

Descripción del árbol: edad 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación intermedia, sin chupones, diámetro a la altura del pecho 3.50 cm, altura 3.00 m y número de frutos 6.

Descripción de fruto: forma obovado, color rojo medio, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice entallado, moderadamente rugosa, longitud 14.00 cm, diámetro 7.40 cm, peso del fruto 331.60 g, e índice de mazorca 24.04 (Figura 19a).

Descripción de la semilla: color rosa, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semilla: 31, largo 2.14 cm, ancho 1.35 cm, peso de semilla seca 1.34 g e índice de semilla 74.52 (Figura 19b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 13.54 %, humedad total 1.74 %, grasa 41.98 %, proteína 19.50 %, fibra 18.23 %, ceniza 4.65 %, carbohidratos 15.65 %, materia seca 84.72 %, hierro 38.90 ppm, zinc 53.53 ppm y calcio 0.15 %.



Figura 20. Cacao Tenancingo 35 (TN 35). a) mazorca, b) semillas.

Tenancingo 35 (TN 35)

Localización: encontrado en el Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48´38.60", longitud 88°58´80.70" a una altitud de 504 msnm.

Descripción del árbol: edad 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación simple, número de chupones 1, diámetro a la altura del pecho 4.00 cm, altura 2.25, y número de frutos 4.

Descripción de fruto: forma pentágona, color amarillo verde, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice entallado, moderadamente rugosa, longitud 17.00 cm, diámetro 7.20 cm, peso del fruto 353.50 g, e índice de mazorca 32.25 (Figura 20a).

Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semilla 26, largo 2.17 cm, ancho 1.42 cm, peso de semilla seca 1.19 g, e índice de semilla 83.85 (Figura 20b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 11.84 %, humedad total 2.79 %, grasa 37.06%, proteína 22.79 %, fibra 16.98 %, ceniza 4.95 %, carbohidratos 18.22 %, materia seca 85.38 %, hierro 37.30 ppm, zinc 42.28 ppm y calcio 0.10 %.



Figura 21. Cacao Tenancingo 36 (TN 36). a) mazorca, b) semillas.

Tenancingo 36 (TN 36)

Localización: encontrado en el Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48´38.40", longitud 88°58´80.80", a una altitud de 503 msnm.

Descripción del árbol: edad 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación intermedia, número de chupones 1, diámetro a la altura del pecho 3.50 cm, altura 2.25 m, número de frutos 3.

Descripción de fruto: forma pentágona, color amarillo verde, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice agudo, ligeramente rugosa, longitud 14.00 cm, diámetro 6.58 cm, peso del fruto 249.70 g, e índice de mazorca 34.50 (Figura 21a).

Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semilla 22, largo 2.39 cm, ancho 1.47 cm, peso de semilla seca 1.32 g e índice de semilla 75.91 (Figura 21b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 17.08%, humedad total 1.33%, grasa 40.15%, proteína 20.66%, fibra 16.58%, ceniza 5.39%, carbohidratos 9.74%, materia seca 81.59%, hierro 39.26 ppm, zinc 45.03 ppm y calcio 0.05%.

Tenancingo 37 (TN 37)

Localización: encontrado en Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48´42.38", longitud 88°58´07.07", a una altitud de 512 msnm.

Descripción del árbol: edad 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación verticilada, sin chupones, diámetro a la altura del pecho 4.00 cm, altura 3.75 m, número de frutos 5.

Descripción de fruto: forma obovado, color rojo medio, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice entallado, moderadamente rugosa, longitud 16.00 cm, diámetro 7.60 cm, peso del fruto 361.40 g, e índice de mazorca de 32.02 (Figura 22a).

Descripción de la semilla: color rosa, forma sección longitudinal oblonga, forma sección transversal aplanada, número de semilla 22, largo 2.50 cm, ancho 1.27 cm, peso de semilla seca 1.42 g, e índice de semilla 70.45 (Figura 22b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 15.46%, humedad total 1.57%, grasa: 44.88%, proteína 21.48%, fibra 20.58%, ceniza 4.80%, carbohidratos 13.26%, materia seca: 82.97%, hierro 25.09 ppm, zinc 54.74 ppm y calcio 0.10%.



Figura 22. Cacao Tenancingo 37 (TN 37). a) mazorca, b) semillas.

Tenancingo 38 (TN 38)

Localización: encontrado en Cantón Corral Viejo, Tenancingo, Cuscatlán, propiedad de Inocente Hernández, latitud 13°48´42.18", longitud 88°58´06.92", a una altitud de 512 msnm.

Descripción del árbol: edad 20 años, arquitectura erecta, forma de ramificación verticilada, número de chupones 2, diámetro a la altura del pecho 4.00 cm, altura 3.75 m y un número de frutos 12.

Descripción de fruto: forma obovado, color púrpura, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice entallado, moderadamente rugosa, longitud 17.50 cm, diámetro 7.90 cm, peso del fruto 546.00 g, e índice de mazorca 23.92 (Figura 23a).

Descripción de la semilla: color rosa, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal aplanada, número de semilla 35, largo 2.26 cm, ancho 1.34 cm, peso de semilla seca 1.19 g, e índice de semilla 83.71 (Figura 23b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 10.18%, humedad total 2.00%, grasa 41.69%, proteína 22.56%, fibra 8.57%, ceniza 5.79%, carbohidratos 21.39%, materia seca 87.83%, hierro 34.88 ppm, zinc 59.44 ppm y calcio 0.15%.



Figura 23. Cacao Tenancingo 38 (TN 38). a) mazorca, b) semillas.

San Pedro Nonualco 209 (SPN 209)

Localización: encontrado en Cantón El Lazareto, San Pedro Nonualco, La Paz, propiedad de Otoniel López Beltrán, latitud 13°36´16.15", longitud 88°56´42.09" a una altitud de 559 msnm.

Descripción del árbol: edad 15 años, arquitectura erecta, forma de ramificación verticilada, número de chupones 2, diámetro a la altura del pecho 8.50 cm, altura 3.00 m, número de frutos 42.

Descripción de fruto: forma ovado, color amarillo verde, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice obtuso, moderadamente rugosa, longitud 16.40 cm, diámetro 9.28 cm, peso del fruto 659.10 g, índice de mazorca 20.45 (Figura 24a).

Descripción de la semilla: color crema, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semilla 35, largo 2.54 cm, ancho 1.53 cm, peso de semilla seca 1.40 g, índice de semilla 71.57 (Figura 24b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 8.96%, humedad total 1.99%, grasa 39.29%, proteína 22.19%, fibra 21.28%, ceniza 4.10%, carbohidratos 13.14%, materia seca 89.05%, hierro 23.87 ppm, zinc 52.06 ppm y calcio 0.05%.



Figura 24. Cacao San Pedro Nonualco 209 (SPN 209). a) mazorca, b) semillas.



Figura 25. Cacao San Pedro Nonualco 210 (SPN 210). a) mazorca, b) semillas.

San Pedro Nonualco 210 (SPN 210)

Localización: encontrado en Cantón El Lazareto, San Pedro Nonualco, La Paz, propiedad de Otoniel López Beltrán, latitud 13°36´15.81", longitud 88°56´42.07", a una altitud de 559 msnm.

Descripción del árbol: edad 15 años, arquitectura erecta, forma de ramificación verticilada, sin chupones, diámetro a la altura del pecho de 9.00 cm, altura 3.50 m, número de frutos 44.

Descripción de fruto: forma ovado, color rojo oscuro, constricción basal moderada, forma del ápice obtuso, moderadamente rugosa, longitud 23.00 cm, diámetro 9.29 cm, peso del fruto 858.20 g, e índice de mazorca de 16.54 (Figura 25a).

Descripción de la semilla: color crema, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal aplanada, número de semilla 41, largo 2.42 cm, ancho 1.28 cm, peso de semilla seca 1.47 g, índice de semilla 67.80 (Figura 25b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 7.61%, humedad total 2.96%, grasa 40.50%, proteína 23.24%, fibra 27.98%, ceniza 5.15%, carbohidratos 3.13%, materia seca 89.43%, hierro 26.51 ppm, zinc 62.27 ppm, calcio 0.05%.



Figura 26. Cacao San Pedro Nonualco 211 (SPN 211). a) mazorca, b) semillas.

San Pedro Nonualco 211 (SPN 211)

Localización: encontrado en Cantón El Lazareto, San Pedro Nonualco, La Paz, propiedad de Otoniel López Beltrán, latitud 13°36´16.40", longitud 88°56´42.60" a una altitud de 565 msnm.

Descripción del árbol: edad 15 años, arquitectura erecta, forma de ramificación simple, número de chupones 1, diámetro a la altura del pecho 5.00 cm, altura 2.25 m y número de frutos 31.

Descripción de fruto: forma ovado, color rojo oscuro, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice obtuso, moderadamente rugosa, longitud 17.00 cm, diámetro 7.95 cm, peso del fruto 420.10 g, índice de mazorca 22.63 (Figura 26a).

Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal elíptica, forma sección transversal aplanada, número de semillas 27, largo 2.22 cm, ancho 1.43 cm, peso de semilla seca 1.64 g e índice de semilla 61.11 (Figura 26b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 13.07%, humedad total 1.32%, grasa 44.00%, proteína 19.18%, fibra 15.08%, ceniza 4.35%, carbohidratos 17.39%, materia seca 85.61%, hierro 27.73 ppm, zinc 59.83 ppm y calcio 0.05%.

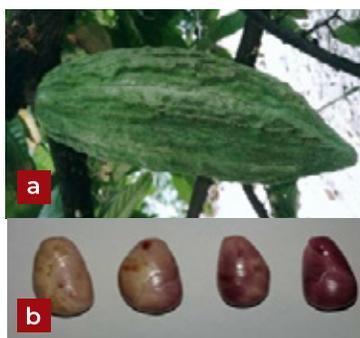


Figura 27. Cacao Universidad de El Salvador (UES 001). a) mazorca, b) semillas.

Universidad de El Salvador (UES 001)

Localización: encontrado en la Universidad de El Salvador, San Salvador, latitud 13°43´80.80», longitud 89°12´00.80», altitud 699 msnm.

Descripción del árbol: edad 4 años, arquitectura erecta, forma de ramificación intermedia, sin chupones, diámetro a la altura del pecho 7.50 cm, altura 1.80 m, número de frutos 6.

Descripción de fruto: forma ovado, color amarillo verde, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice entallado, ligeramente rugosa, longitud 18.00 cm, diámetro 6.98 cm, peso del fruto 336.30 g, e índice de mazorca 19.43 (Figura 27a).

Descripción de la semilla: color rosa, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semilla 35, largo 2.05 cm, ancho 1.11 cm, peso de semilla seca 1.47 g, e índice de semilla 68.00 (Figura 27b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 17.51%, humedad total 1.60%, grasa 47.85%, proteína 20.77%, fibra 14.10%, ceniza 5.10%, carbohidratos 12.1 %, materia seca 80.89%, hierro 35.31 ppm, zinc 63.97 ppm y calcio 0.05%.



Figura 28. Cacao Universidad de El Salvador (UES 2A). a) mazorca, b) semillas.

Universidad de El Salvador (UES 2A)

Localización: encontrado en la Universidad de El Salvador, San Salvador, latitud 13°43´19.50», longitud 89°12´40.70», altitud 695 msnm.

Descripción del árbol: edad 15 años, arquitectura erecta, forma de ramificación intermedia, número de chupones 2, diámetro a la altura del pecho 8.00 cm, altura 3.75 m y número de frutos 52.

Descripción de fruto: forma obovado, color amarillo, constricción basal ausente o muy débil, forma del ápice entallado, moderadamente rugosa, longitud 15.25 cm, diámetro 6.89 cm, peso del fruto 260.40 g, e índice de mazorca 23.11 (Figura 28a).

Descripción de la semilla: color blanco, forma sección longitudinal ovada, forma sección transversal aplanada, número de semilla 30, largo 2.15 cm, ancho 1.25 cm, peso de semilla seca 1.44 g, e índice de semilla de 69.33 (Figura 28b).

Análisis bromatológico: humedad parcial 7.43%, humedad total 3.47%, grasa 39.12%, proteína 17.27%, fibra 16.12%, ceniza 4.99%, carbohidratos 22.50%, materia seca 80.86%, hierro 23.83 ppm, zinc 51.26 ppm y calcio 0.05%.

CONCLUSIONES

Con base a la información obtenida, las observaciones realizadas *in situ* y el análisis de resultados, se presentan las siguientes conclusiones:

Se cuenta con un banco de germoplasma de cacao en el municipio de San Pedro Nonualco, con 36 clones identificados y caracterizados, producto de la colecta en varios municipios de El Salvador y localmente.

De los 36 árboles encontrados y caracterizados, el 25% (9 árboles) presentan forma de fruto pentágono, y el 52.78% (19 árboles) coloración de semilla blanco, crema y rosa, que son características típicas de germoplasma de cacao criollo.

Con la formación de los 12 componentes de agrupación de las variables, se resolvió con 86.33% la variación total de la investigación, lo que indica buena aceptabilidad del modelo estadístico.

El método multivariado permitió agrupar en 12 componentes los árboles de cacao evaluados, llamando a esos componentes como poblaciones de cacao, ya que cada grupo se caracteriza por poseer variables idénticas entre sí, pero diferentes entre los demás grupos.

Se elaboró un catálogo ilustrado, donde se resume la información más importante de los 36 árboles de cacao caracterizados.

BIBLIOGRAFÍA

- Amores, F; Palacios, A; Jiménez, J; Zhang, D. 2009. Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nor oriente de la provincia de Esmeraldas, Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Boletín Técnico N° 135. 100 p.
- AOAC (Asociación Oficial de Químicos Analistas, Estados Unidos). 1990. Métodos oficiales de análisis (en línea). Filipinas, Estados Unidos. Consultado 31 may. 2017. Disponible en <http://www.eoma.aoac.org/>
- Avenidaño Arrazate, CH; Cueto Moreno, J; Mendoza López, A; López Andrade, PA; Sandoval Esquivel, A; Aguirre Medina, JF. 2014. Manual gráfico de descriptores varietales de cacao (*Theobroma cacao* L.). Coyoacán, México. 72 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 2016. Catálogo de clones de cacao

- seleccionados por el CATIE para siembras comerciales (en línea). Turrialba, Costa Rica. 70 p. Consulado 10 sep. 2018. Disponible en http://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/phillipsmora2012clones4.64mb.pdf
- Cruz Montesinos, E. 2012. Caracterización de la cadena de agroproductiva cacao en El Salvador (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 29 de abr. 2017. Disponible en <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/Contribuciones2014311105318.pdf>
- De la Fuente Fernández, S. 2011. Análisis componentes principales. Madrid, España. 34 p.
- Dostert, N; Roque, J; Cano, A; Torre, M; Weigend, M. 2012. Hoja Botánica: Cacao. Trad Luebert, F. Lima, Perú. GmbH. 19p.
- Dubón, A; Sánchez, J. 2011. Manual de Producción de Cacao. 1 ed. La Lima, Cortés: FHIA. 208 p.
- FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros, Colombia). 2005. El beneficio y características físico químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.). Bogotá; Produmedios.
- Jiménez, JM; Castillo, A; Gómez, A; Ramos, G; Chacón, I; Moya, A; Rumbos, R; Vidal, R; Albornoz, L; Gutiérrez, B; Vivas, A; Morales, N; Ramis, C. 1980. Manual Práctico para la caracterización morfológica de cacao (*Theobroma cacao* L.). Caracas, Venezuela. s.e. 50 p.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2017. Boletín Climatológico Mensual, Anual 2017.
- Martínez, WJ. 2007. Caracterización morfológica y molecular del cacao nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 101 p.
- USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional). 2008. Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú (en línea). Lima, Perú. 78 p. Consultado 25 mar. 2017. Disponible en http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/estudio_caracterizacion.pdf
- USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional). 2016. La experiencia de la Alianza cacao Perú: 28,000 Ha de cacao fino y de aroma bajo sistemas agroforestales en la Amazonía peruana: una contribución para una agricultura bio diversa y carbono positiva con ex cocaleros en las regiones de San Martín, Huánuco y Ucayali en la Amazonía Peruana. San Isidro, Perú. 73 p.



Revista MINERVA

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



Territorio, poderes intermedios y locales, antes y después de la Independencia centroamericana

Territory, intermediate and local powers, before and after the Central American Independence

María Eugenia López-Velásquez¹

RESUMEN

En Centroamérica como en muchas partes de América Latina, la primera etapa de la formación de los Estados nacionales, instituidos después de la Independencia, ocurrió en el marco de una transición caracterizada por marcadas permanencias políticas, que se entrelazaron a algunas ideas republicanas, liberales y de viejo arraigo. Así las antiguas provincias de la audiencia de Guatemala se constituyeron en cinco Estados de la Federación de las Provincias Unidas de Centroamérica, con la proyección de introducirse en el orden de naciones como sus pares latinoamericanos. En este ensayo se observa ese proceso desde la perspectiva del traslape de elementos político-administrativos y territoriales que del Antiguo Régimen y del constitucionalismo monárquico transitaron al de la República Federal en unos años de anarquía y fragilidad institucional. Tal proceso aquí se examina en tres espacios: el de la redistribución territorial, el del funcionamiento de los poderes intermedios y el de los poderes locales.

Palabras Clave:

ABSTRACT

In Central America as in many parts of Latin America, the first stage of the formation of national states, instituted after Independence, took place within the framework of a transition characterized by marked political permanence, which was intertwined with some republican, liberal and of old roots. Thus the former provinces of the Guatemalan audience were constituted in five States of the Federation of the United Provinces of Central America, with the projection of entering the order of nations as their Latin American peers. In this essay, this process is observed from the perspective of the overlapping of political-administrative and territorial elements that of the Old Regime and of the monarchical constitutionalism transited that of the Federal Republic in a few years of institutional anarchy and fragility. Such a process is examined here in three spaces: that of territorial redistribution, that of the operation of intermediate powers and that of local powers.

Keywords:

¹ Departamento de Historia, Escuela de Ciencias Sociales, Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador.

INTRODUCCIÓN

La problemática que se plantea en este texto tiene que ver con la trayectoria de la formación de los Estados nacionales centroamericanos instituidos después de la Independencia, que como en muchas partes de lo que fue la América hispana, ocurrió en el marco de una transición no de forma radical, sino marcada por variadas permanencias políticas de viejo arraigo, las cuales se entrelazaron a algunos componentes liberales y del sistema republicano que se adoptaron. Así entre los años de 1823 a 1838, las jurisdicciones de la audiencia de Guatemala, exceptuando la de Chiapas constituyeron cinco Estados de la Federación de las Provincias Unidas de Centroamérica, con la proyección de introducirse en el nuevo orden de las naciones latinoamericanas. En este ensayo se observa ese proceso desde la perspectiva del traslape de compendios político-administrativos y territoriales que del Antiguo Régimen y del constitucionalismo monárquico transitaron al de la República Federal en unos años de anarquía política y fragilidad institucional. Tal proceso aquí se examina en dos espacios medulares: la redistribución territorial y el funcionamiento de los poderes intermedios y locales.

Los traslapes de los regímenes políticos se muestra, en este estudio con base en la acción de los actores políticos y sociales, así como en sus conexiones dentro del marco de las disputas de poderes respecto del funcionamiento de los gobiernos intermedios y locales, y la relación de autoridad que articuló a ambos dominios. En este sentido, se destaca la importante participación que tuvieron los jefes políticos departamentales y los pueblos con sus entidades locales en procesos político-administrativos, en los cuales la resistencia y la cooperación, en el ámbito formal e informal del poder, fueron el asiento.

Sabemos que sobre estos años la historiografía reciente centroamericana ha dedicado importantes esfuerzos. Se ha estudiado problemáticas agrarias, tensiones ideológicas, de intereses y de pensamiento político de los actores, la débil fiscalidad, el nuevo orden municipal, la participación que tuvieron los sectores subalternos en la construcción de los Estados nacionales en el marco de las redes clientelares y el caudillismo, entre otros. Todos esos abordajes han sumado aportes importantes; la intención de este trabajo es sumarse a esos esfuerzos abordando problemáticas en torno a la reorganización territorial y lo significativo que fueron los poderes intermedios para sostener el nuevo entramado político, como bisagras entre el poder local y el poder central.

La demarcación territorial

Siguiendo el modelo de demarcación territorial diseñado por la monarquía española para toda la América hispana, la organización del territorio de la Audiencia de Guatemala en el nivel provincial estuvo bajo el orden de alcaldías mayores, corregimientos y gobernaciones; esto con el propósito de mantener el sistema político unificado y evitar el surgimiento de poderes rivales como también mantener un control de la población. Sin embargo, los poderes hegemónicos fueron inevitables en América, en el caso guatemalteco grupos de poder económicos de la ciudad de Guatemala durante largo tiempo ejercieron importante control político sobre las demás demarcaciones bajo diversos mecanismos.

Hacia 1785, los reformadores borbónicos innovaron en la demarcación territorial, a través de los cambios políticos administrativos del régimen de intendencias y de subdelegaciones, intentando establecer un gobierno regulado y eficiente. Bajo el nuevo régimen, se mantuvieron algunas demarcaciones tradicionales anteriores: de

cuatro gobernaciones, trece alcaldías mayores y cuatro corregimientos donde se distribuían las provincias de la Audiencia; se pasó a la creación de cuatro intendencias y se mantuvieron ocho alcaldías mayores, dos corregimientos y una gobernación; así se hizo una nueva reorganización territorial y de gobierno, sin romper drásticamente con el régimen anterior. La permanencia de las alcaldías mayores y corregimientos fue una disposición que emanó de los poderes arraigados en la capital de la audiencia y así proteger las conexiones comerciales y políticas existentes entre la ciudad y esas demarcaciones. Los cambios provocaron resistencias, particularmente en el ayuntamiento de la ciudad de Guatemala y en algunos sectores, como el de los comerciantes, y la Iglesia asentados en Guatemala, los cuales se vieron amenazados en cuanto a sus privilegios, puesto que el propósito que tuvo el nuevo régimen político, entre otros, fue limitar monopolios capitalinos que afectaban las provincias, y dar mayor poder a los intendentes que el que tenían los alcaldes mayores.

En la división territorial de intendencias, las circunscripciones menores fueron los partidos o las subdelegaciones; y estuvieron gobernados por un subdelegado de partido o un alcalde de ayuntamiento de españoles cabeceras de distritos. Fueron éstos quienes ocuparon el lugar de justicias mayores distritales, pero también el de oficiales intermedios, puesto que fueron el gozne entre el intendente; los gobiernos locales y sus poblaciones.

Con el advenimiento de la crisis monárquica de 1808, ocurre un amplio proceso de desmantelamiento de la Monarquía absoluta. Paralelamente a la instalación de las Cortes y el constitucionalismo gaditano, desde 1810, en algunos lugares de Hispanoamérica se dieron los primeros pasos de autogobierno, nombrándose juntas de gobierno distantes de la Regencia y de lo que se desarrollaba en

Cádiz; se convocaron congresos en los que se debatió sobre la soberanía y el republicanismo, se llegó incluso a proclamar independencias, tal es el caso de Venezuela y Paraguay (Dedieu *et al.* 61).

Mientras en Centroamérica, sabemos que se siguió el camino de la participación en las Cortes. Los diputados se acogieron a la Constitución de 1812, cuya aplicación no fue total ni de inmediato en ninguno de los dos periodos constitucionales que ocurrieron, el de 1812-1814 y el de 1820 a 1821. De manera que los cambios en cuanto a la división territorial de la Audiencia que se propusieron no avanzaron no solamente por el corto tiempo sino también por las resistencias que hubo a los cambios que introdujo el constitucionalismo, entre otros a dividir la audiencia en dos, a los nuevos procedimientos electivos y a los nuevos ayuntamientos

En los días cercanos a la declaratoria de Independencia hubo propuestas desde poderes regionales y locales, económicos y políticos para que se hiciesen cambios en las jurisdicciones territoriales de la Audiencia. Un caso fue el de los comerciantes y cosecheros de añil del distrito de Santa Ana, de la intendencia de San Salvador, quienes desde 1811 habían intentado separar al distrito de la intendencia para unirse a la alcaldía mayor de Sonsonate. En mayo de 1821 este grupo presentó una propuesta en Cortes, a través del clérigo y diputado José Mariano Méndez, para elevar la condición de su distrito a una de las seis provincias en las que se dividiera el territorio de la Audiencia (Marure 51; Méndez 11-12). Dicha propuesta no prosperó, pero dejó ver las tensiones existentes entre los poderes de la ciudad capital de la provincia y los locales, puesto que lo que deseaban los de Santa Ana era separarse de San Salvador.

Con la irrupción de la Independencia y el asunto de la anexión a México la circunscripción

territorial existente fue alterada, no sin tensiones políticas ni intereses económicos de por medio. Chiapas y el Soconusco se incorporaron a la Federación Mexicana y así se inició un largo periodo de tensiones y negociaciones entre México y Guatemala por la definición de sus fronteras. El interés de Guatemala por mantener dentro de su territorio al de Soconusco quedó evidente en el artículo 35 de la Constitución de Guatemala de 1825, en el cual se refiere que la demarcación territorial incluía dicho territorio. Tales pugnas entre ambos países se extendieron durante todo el siglo XIX y nada más se resolvieron a comienzos del siglo XX (Toussaint 63-70; Vázquez 143-173).

Hacia 1823, finalizado el confuso capítulo de la anexión a México, que duró dieciocho meses, y firmada la independencia absoluta, inició una nueva época, la del régimen federal y republicano. El nuevo sistema político fue delimitado en el primer congreso centroamericano de mediados de 1823, se hizo a manera de un pacto con pocos consensos entre sectores de la estructura de poder de Guatemala y provinciales, particularmente, salvadoreños y hondureños; no obstante, de manera igual que el de la anexión, el proyecto de la unidad centroamericana terminó siendo un intento fallido. Las causas de este fracaso fueron diversas: la difícil situación fiscal del gobierno federal, las secuelas de acción militar para dirimir tensiones internas de los Estados, entre los Estados o las fuerzas federales, la poca o nula capacidad que tuvieron los grupos de poder para llegar a consensos, pactos o alianzas para llevar a cabo acuerdos de gobierno y supeditar los intereses de grupos políticos y económicos, el enfrascamiento ideológico en los debates dentro del Congreso y los enfrentamientos entre las posiciones centralistas de Guatemala y las posiciones provinciales que optaban por una federación con mayor autonomía política, entre otras.

La redistribución territorial y la delimitación de las fronteras en la República Federal fueron parte de las controversias entre poderes internos, pero también externos, que surgieron como resultado de que la región centroamericana fue siempre muy desestructurada, con unidades administrativas débilmente constituidas, donde se habían anidado fuertes regionalismos que dominaban política y comercialmente (Sarazúa 1). Por lo tanto, el Estado de Guatemala quedó integrado por los corregimientos y las alcaldías mayores cercanas a la capital de la Audiencia y se mantuvo el control que los grupos económicos y políticos capitalinos habían ostentado durante el periodo de la monarquía católica.

También quedó incorporado a su territorio el de la alcaldía mayor de Sonsonate¹, lo cual desencadenó tensiones entre el Estado de Guatemala y el salvadoreño, puesto que este último agregó a su jurisdicción territorial la de Sonsonate². Ambos Estados mostraron interés para incorporar a Sonsonate a su territorio, debido a que se encontraba en el eje del mercado añilero más importante y que el puerto de Acajutla era uno de los más importantes del Pacífico.

Para resolver ese impase y otros en disputa, en junio de 1824 se integró una comisión constitucional de la recién instaurada Asamblea Nacional; la reorganización territorial administrativa que determinó la comisión fue que Guatemala incluyera a Sacatepéquez, Chimaltenango, Escuintla, Chiquimula,

¹ Véase el artículo 35 de la Constitución de Guatemala de 1825, en el cual se expone que el Estado de Guatemala incorporó a su territorio el de la alcaldía mayor de Sonsonate.

² El artículo 36 de la Constitución Política del Estado de Guatemala de 1825, expone "Hasta que con arreglo al artículo 7 de la Constitución federativa se haya practicado la demarcación del territorio de los Estados, o se declare constitucionalmente a cuál de ellos pertenece el partido de Sonsonate, se observará lo dispuesto en el decreto de la Asamblea nacional constituyente de 5 de mayo de 1824". Por su parte la Constitución Política del Estado del Salvador de 12 de junio de 1824, en su artículo 4^o expone lo siguiente: "El territorio del Estado se compone de lo que antes comprendía la intendencia de San Salvador y la Alcaldía Mayor de Sonsonate".

Verapaz y las comandancias de Omoa y Trujillo; que Comayagua incorporara a Tegucigalpa; que Quezaltenango incorporara a Sololá, Totonicapán y Suchitepéquez, y que San Salvador incorporara a Sonsonate³. Este reparto generó disgusto en Guatemala, puesto que su territorio se disminuía.

En Sonsonate hubo una consulta ciudadana de cabildos abiertos en los partidos de Ahuachapán y Sonsonate en la cual la población también decidió que la antigua alcaldía mayor se incorporara a territorio salvadoreño. Tal decisión respondía a los intereses de comerciantes añileros, que vieron la oportunidad de apartarse del alcalde mayor y jefe político con el cual tenían desavenencias.

Entre Nicaragua y Costa Rica hubo disputas por la incorporación de Nicoya al territorio costarricense, decisión que fue tomada en cabildo abierto, y como en Sonsonate, promovida por redes comerciales con conexiones en el puerto de Puntarenas, en oposición al grupo de ganaderos de Nicoya con conexiones con ganaderos nicaragüenses. Así en 1826, se decretó la anexión del partido de Nicoya a Costa Rica a pesar de la oposición de la Asamblea Constituyente de Nicaragua.

Mientras, Honduras quedó delimitada en lo que había sido Tegucigalpa y Comayagua, entre ambas entidades se generaron tensiones por las viejas rivalidades y por el asiento que tendría el poder central.

La distribución político administrativa al interior de los nuevos Estados quedó organizada en departamentos, partidos y municipalidades. Para el caso salvadoreño el territorio quedó distribuido en cuatro departamentos, con sus respectivos partidos o distritos y municipalidades, en las que se distribuyeron las ciudades, villas, pueblos, cantones y aldeas.

³ Comisión nombrada para dividir los territorios de Centroamérica en junio de 1824, conformada por José Francisco Barberena y Manuel Jacinto Gómez (Pineda de Mont, II: 464, en Sarazúa 64).

Los cuatro departamentos fueron Sonsonate, San Salvador, San Vicente y San Miguel⁴. El primero era el territorio de la antigua alcaldía mayor de Sonsonate y los tres restantes tenían el antecedente de haber sido las tres provincias internas en las que estuvo integrada la alcaldía mayor de San Salvador antes de las ordenanzas de intendencias del reformismo Borbón.

La capital del Estado se delimitó a la antigua capital de la intendencia, lo cual no estuvo exento de impugnaciones desde otros centros de poder, puesto que centros urbanos y comerciales como Santa Ana, San Vicente y San Miguel desde años atrás mantuvieron tensiones por centralismo ejercido desde la ciudad de San Salvador. Pero también tuvieron que mediar para lograr consensos, tal como lo argumenta Fabregat: "Lo que a primera vista pudiera parecer una institucionalidad desordenada y caótica fue un sistema con una lógica interna basada en la negociación que favoreció a los sectores mercantiles de la sociedad salvadoreña" (59).

Poderes intermedios y su articulación a lo local

Tanto para el Estado monárquico como el republicano del siglo XIX, los poderes intermedios tuvieron una función vital de articulación y de control de la población. Dichos poderes hacia mediados del siglo XVIII, recaían en gobernadores, corregidores y alcaldes mayores; tales figuras fueron cuestionadas por los reformadores borbónicos, por el desapego de sus labores para atender sus negocios particulares y por los abusos cometidos sobre todo en los pueblos de indios. Sus atribuciones se repartían en los cuatro ramos del buen gobierno económico: justicia, policía, hacienda y defensa. Para el cumplimiento de dichas atribuciones, debían realizar múltiples

⁴ Artículo 6° de la Constitución Política del Estado del Salvador, de 1824, que expresa que el territorio del Estado se dividirá en cuatro departamentos: el de San Salvador, Sonsonate, San Vicente y San Miguel; arrojándose la demarcación de cada uno de ellos por ley particular.

actividades, entre otras la de hacer censos de la población tributaria, impulsar la producción agrícola individual y colectiva, recaudar y remesar los tributos, la alcabala, el derecho de la Armada de Barlovento y el diezmo, tener control de las cajas de comunidad, desarrollar obras públicas, el control y la policía en los barrios de los pueblos, organizar el repartimiento de indios y el de comercio y otras actividades más (Agca, AI, leg. 23, exp. 4626, f. 30 r.); en suma, les correspondía gobernar en todas las áreas de la vida de los distritos de su jurisdicción. Tal actividad solamente fue posible gracias al apoyo de sus auxiliares, los cuales estuvieron asignados uno en Santa Ana; otro en el centro, en el pueblo de Cojutepeque y el otro en el oriente, en el pueblo de Usulután (López Velásquez 128).

Para erradicar esas prácticas y dar al gobierno un sello de eficacia, uniformidad y regulación, los reformadores instalaron un nuevo orden político administrativo basado en el régimen intendencial del modelo francés, el cual fue sobrepuesto al régimen anterior, con lo cual muchos de los basamentos normativos, estructurales y de funcionamiento se mantuvieron (López Velásquez 34).

Uno de los asientos más importantes del nuevo régimen administrativo fue el fortalecimiento de los poderes intermedios, esto a través de la nueva figura de los subdelegados de partido, quienes también asumieron el lugar de auxiliares del intendente. En la jurisdicción salvadoreña como en otras partes de la audiencia, tal mecanismo fue puesto en marcha de manera adaptativa y a partir de la comprensión que hicieron los burócratas de la aplicación de las Ordenanzas de Intendencias.

En la alcaldía mayor de Sonsonate, en corregimientos y alcaldías mayores cercanas a la ciudad de Guatemala no se nombraron subdelegados de partidos; tales jurisdicciones continuaron bajo el mando de un corregidor o

un alcalde mayor.

Las potestades que asumieron estas autoridades fueron similares a las de los intendentes, y ambos gobernaban bajo el esquema de las tradicionales cuatro causas de gobierno, con la diferencia que los intendentes eran magistrados de apelación de asuntos judiciales y comerciales, y los subdelegados, los corregidores y los alcaldes mayores eran nada más de primera instancia en asuntos criminales y civiles.

Las autoridades intermedias debían presidir el cabildo de su sede, eran protectores de indios, promovían el crecimiento del comercio, de la industria y la agricultura en las localidades, tenían a su cargo la oficina de tesorería, debían velar por la tranquilidad y encargarse de los cuerpos de milicias, efectuar reparto de tierras realengas a los pueblo de indios, velar por la eficaz recaudación fiscal, hacer mapas topográficos de los distritos, levantar censos, vigilar que la nueva reglamentación para el buen gobierno de los pueblos se cumpliera, vigilar que los justicias de las poblaciones mantuvieran el ornato y la salubridad, y erradicar a los ociosos, pandillas de asaltantes y vagabundos.

Fue común que los subdelegados de la intendencia de San Salvador no contaran con tenientes auxiliares; en su lugar se apoyaron en comisionados, y para vigilar el gobierno de los pueblos de indios se apoyaron en los gobernadores indios y en los alcaldes de Santa Hermandad y sus cuadrillas.

Estos oficiales comúnmente eran peninsulares o criollos que pertenecían a los grupos de poder político y económico del distrito; algunos estaban integrados a las redes de comerciantes locales con conexiones a las poderosas redes de la ciudad de Guatemala. Desde sus cargos establecieron puentes para controlar los poderes locales y atender intereses de

grupo y familiar, establecieron conexiones entre distintos actores a través de redes de negocios y clientelas sostenidas por alianzas e intercambios.

Con la crisis que inició en 1808 por la invasión napoleónica y la prisión del rey Fernando VII, ocurrieron cambios profundos en el sistema monárquico, primero fue la instalación de las Cortes de españoles y americanos en Cádiz, y después, en 1812, la promulgación de la constitución que dio las pautas para la instalación de un nuevo régimen político, el cual fue asentado sobre las bases del anterior. Se crearon tres instancias de gobierno fundamentales: en el nivel del gobierno superior se crearon las diputaciones provinciales, en el intermedio se crearon las jefaturas políticas distritales y en el nivel local, los ayuntamientos constitucionales. Tales organismos no se fundaron, ni mucho menos funcionaron de forma regular e inmediata, dado que los años que siguieron fueron caóticos y convulsos.

Entre 1812-1814 se dio un primer periodo constitucional y de cambios en los órganos de gobierno. El nuevo ordenamiento debía establecer una jerarquía de poderes en las intendencias, estableciéndose como órganos superiores dos diputaciones provinciales, sin que desaparecieran las intendencias. No se realizó la separación territorial y administrativa de la Audiencia, para establecer una diputación en Guatemala y otra en León; solamente fue instalada la de Guatemala el 2 de septiembre de 1813, asumiendo la facultad de órgano superior de la Audiencia. En el gobierno intermedio continuó el régimen de subdelegaciones distritales sin cambios y en el nivel local los ayuntamientos constitucionales electos fueron escasos.

Entre 1814 a 1820 hubo un retroceso en el desarrollo del régimen constitucional. El rey Fernando VII liberado asumió su reinado bajo formas de régimen absoluto. Sin embargo, en

1820, tras un movimiento popular en España se restableció la Constitución de 1812 y se abrió paso a un segundo periodo constitucional, en el cual se establecieron diputaciones provinciales en todas las intendencias de la Audiencia. Las diputaciones provinciales estuvieron integradas por un jefe político provincial, que comúnmente asumió el cargo de intendente y por los diputados electos en los partidos, con lo cual este nuevo órgano colegiado fortalecía la representación y la articulación entre los distintos niveles de gobierno.

La constitución instituyó el poder intermedio en los jefes políticos, figuras que en la jerarquía política quedaron sujetas al intendente y diputado provincial y a las que se les otorgó la potestad superior distrital, con base a lo que habían sido los subdelegados de partido del régimen intendencial.

Los nuevos oficiales continuaron atendiendo las jurisdicciones adjudicadas a los subdelegados de partido, de igual forma, mantuvieron sujetos a su poder a los gobiernos locales, representados ahora en los nuevos ayuntamientos constitucionales y en los antiguos cabildos que preexistieron. Continuaron así los poderes intermedios, vigilantes de las autoridades locales y del transcurrir de los pueblos, puesto que de acuerdo con la Constitución, los ayuntamientos serían presididos por los jefes políticos distritales. Tal disposición había sido retomada de la normativa que regía a los subdelegados⁵.

Sabemos que en torno a la autoridad de los jefes políticos distritales y el papel que desempeñaron en los ayuntamientos hubo una serie de debates y discrepancias entre los diputados de Cortes, particularmente, sobre el punto de

5 El artículo 309 de la Constitución de Cádiz de 1812 se refiere sobre el papel que desempeñaban los jefes políticos distritales dentro de los ayuntamientos constitucionales: "Para el gobierno interior de los pueblos habrá ayuntamientos compuestos de alcalde o alcaldes, los regidores y el procurador síndico, y presididos por el jefe político donde lo hubiere, y en su defecto por el alcalde o el primer nombrado entre éstos, si hubiere dos".

si el jefe político debía ratificar y presidir a los ayuntamientos. Florentino del Castillo, clérigo y diputado de Costa Rica y el diputado Ramos Arizpe de Nueva España, ponderaron limitar las amplias atribuciones de los jefes políticos; cuestionaron el intervencionismo que debían de asumir en los asuntos locales. Del Castillo se opuso a que los jefes políticos quedaran encargados de ejecutar los acuerdos tomados en los ayuntamientos y se le permitiera el voto en los procesos electivos locales, aunque nada más para decidir en casos de empate (Hijano Pérez 26), la preocupación que externaron estos diputados era por el papel predominante que desempeñarían en sus jurisdicciones.

Sin embargo, tales debates no modificaron la figura de estos oficiales en el nuevo régimen constitucional, de manera que no únicamente mantuvieron sus atribuciones, sino que también tomaron mayor protagonismo, dada la intensa vida política que se vivía en esos años. Ellos fueron los que presidieron y promovieron los actos de juramento a la Constitución y los procesos electivos de diputados y de ayuntamientos constitucionales en sus distritos. No obstante, las diputaciones crearon un mecanismo para tener control de su desempeño y evitar que cayeran en abusos de autoridad, como en el pasado, a través del establecimiento de una normativa específica referida a sus atribuciones; sin embargo, tales normativas no se redactaron y las prácticas de estas autoridades estuvieron continuamente fuera del orden.

En ese marco de la política de *buen gobierno económico* de los pueblos, el desempeño de los justicias o autoridades locales también estuvo distribuido en los cuatro ramos de gobierno acostumbradas en el antiguo régimen: policía, hacienda, justicia y guerra. En cuanto al ramo de policía la mayor preocupación fue el funcionamiento de las escuelas de primeras letras, el cumplimiento de las justicias y

la población de los deberes eclesiásticos: catequesis, sacramentos, asistencia a misa, participación en las festividades de los santos y pago de diezmo y limosnas; además, el trabajo común de obras públicas, tales como la apertura de caminos y puentes y, en general, el mantenimiento del buen orden.

En el ramo de justicia, los alcaldes ordinarios debían resolver lo contencioso en causas criminales y civiles, elevar las otras causas al subdelegado y llevar el gobierno de las cárceles; en la causa de hacienda, la actividad más importante fue la fiscal: la recaudación del tributo, llevar a régimen los fondos de las cajas de comunidad y vigilar la recaudación del diezmo, entre otras; estas tareas fueron efectuadas por los gobernadores indios o comisionados y ellos daban cuenta de dichos fondos a los oficiales del poder intermedio; y en el ramo de guerra debían organizar la milicia y, en su defecto, los cabildos y los alcaldes de Santa Hermandad que eran los encargados a patrullar los caminos para efectos de vigilancia y persecución de los delitos.

Con la organización de los ayuntamientos constitucionales a partir del régimen gaditano se intentó uniformar el gobierno local bajo el concepto de la igualdad jurídica y la representación ciudadana, con lo que se pondría fin a la sociedad segregada en repúblicas de indios, repúblicas de españoles, así como pueblos de ladinos y de mulatos. Pero tal asunto, particularmente en el primer periodo constitucional, tuvo un desarrollo muy incipiente, puesto que la transición hacia una monarquía constitucional no fue factible y lo que predominó en su lugar fueron las prácticas y los conceptos tradicionales, de esa manera los procesos electivos fueron una mezcla de lo tradicional y la novedad. Ese es el caso del concepto de pueblo, en el que prevaleció lo tradicional, puesto que fue recurrente que las parcialidades de españoles, ladinos e indios

no supieron y no quisieron consensar una representación política única, y entre tensiones y arbitrariedades se impuso un ayuntamiento comúnmente de españoles o de ladinos, quedando al margen la representación de los indios, con lo cual inició un tránsito del poder indígena a la mengua en pueblos, cuando originariamente habían sido ellos los que poseían el gobierno local.

Variados casos muestran que los procesos electivos se dieron entre disputas y en un ambiente de alteraciones entre las parcialidades o en los pueblos, a raíz de que los gobiernos étnicos disputaron el predominio político sobre los demás. En ese contexto hubo un marco de rivalidad entre los barrios para obtener la representación y la superioridad política local. También hubo tensiones y alzamientos frente a las autoridades intermedias y superiores. Se dieron casos que los subdelegados y los ayuntamientos, cabeceras de partidos, obstaculizaron los procesos electivos apegados al mandato de la Constitución y otros hicieron lo contrario, de manera que no fue fácil la homologación y la igualdad de los nuevos cuerpos. Tampoco fue fácil dejar atrás el sistema de castas y la estructura de repúblicas de indios y de españoles, la lucha de poderes interétnicos y la cultura política tradicional se impuso de manera continuada.

Los nuevos cuerpos mantuvieron similares atribuciones de la política de gobierno anterior, puesto que continuaron siendo prevaletentes las cuatro causas tradicionales de antiguo régimen, en ese marco se inició un proceso de pérdida de atribuciones judiciales de lo contencioso (Hijano-Pérez 259-271), aunque en la práctica las justicias locales continuaron resolviendo querellas como antes.

Los pueblos de indios que llenaron los requisitos para la instalación de un nuevo ayuntamiento buscaron la posibilidad de hacerlo, pues era una oportunidad para ellos contar con la

representación en el nuevo orden jurídico y adaptarse así a las nuevas circunstancias políticas administrativas. Algunos lo lograron, especialmente en el segundo periodo constitucional, pero buena parte de los cabildos indios quedaron al margen; en esa condición también estuvieron algunos pueblos y parcialidades de ladinos.

Así, en los pueblos donde no hubo posibilidad de erigir el nuevo ayuntamiento constitucional, porque no cumplían con los requisitos que demandaba la Constitución, se mantuvieron gobernados por los cabildos antiguos y bajo el control y la vigilancia de los subdelegados o jefes políticos, y en calidad de pueblos sujetos. Variados pueblos estuvieron en esa circunstancia, puesto que también hubo alguna resistencia por parte de los ayuntamientos de las cabeceras de partidos y subdelegados para dejar a un lado sus dominios. Uno de esos pueblos fue Chalchuapa, un pueblo del partido de Santa Ana, integrado de tres parcialidades, en el cual, en la primera elección de los nuevos órganos de gobierno de finales de 1813, quedó gobernado por el cabildo de la parcialidad de ladinos, ese gobierno pedáneo que había estado sujeto al alcalde ordinario de Santa Ana, cabecera del distrito, comunicó a esa autoridad el procedimiento electivo realizado para el nombramiento del nuevo ayuntamiento y demandaron que se les reconociera como una autoridad no sujeta. La respuesta del ayuntamiento de Santa Ana fue no reconocer tal elección, mucho menos aceptar su autonomía; el común de ladinos de dicho pueblo reclamó y le recordaron a las autoridades de Santa Ana uno de los mandatos de la Constitución: "ahora ningún cabildo puede estar sujeto a otro" (Agca, Al. 3, leg. 10, exp. 109).

Sin embargo, sí hubo un cambio significativo en el nivel del gobierno local mediante el cual los ayuntamientos dejaron de estar sujetos a otro ayuntamiento. Ahora los alcaldes de

cabecera de partidos, que habían actuado como órganos superiores distritales, debían dejar esa autoridad, y así, al no estar sujeto un ayuntamiento a otro, se ponía fin a la jerarquía entre los ayuntamientos. Pero esto fue relativo, puesto que muchos otros cabildos perdieron su poder político y pasaron a ser poblaciones sujetas con calidad de cantón o aldea.

Los jefes políticos y los ayuntamientos en la Independencia y en el proyecto anexionista de Iturbide

En el contexto de ambigüedad política posterior a la declaratoria de Independencia firmada en Guatemala, los jefes políticos fueron clave para la movilización de la población en apoyo a uno y otro bando y para que expresara su posicionamiento a través de los ayuntamientos. En Santa Ana el jefe político promovió que los ayuntamientos de Coatepeque y Texistepeque juraran la Independencia conforme al acta del 15 de septiembre y apoyaran la anexión, negándose a someterse a la diputación provincial de San Salvador (Agca, A1. 1, leg. 6931, exp. 57293, f. 1). Del mismo modo el jefe político de Gotera y el ayuntamiento de la ciudad cabecera, acordó no reconocer el pronunciamiento de independencia anti anexionista originado en San Salvador, ni obedecer lo que emanara de la Junta Provincial Gubernativa instaurada en dicha ciudad (Agca, B5. 4, leg. 62, exp. 1668, f. 1). Metapán, Chalatenango y Tejutla, San Miguel, Usulután y San Vicente se alinearon al proyecto anexionista conducido desde la ciudad de Guatemala en oposición a la postura antianexionista de la ciudad de San Salvador conducida por el doctor José Matías Delgado, quien tras su investidura de gobernador intendente de San Salvador y jefe político de la Junta Provincial Gubernativa, en el afán de ganar lealtades a su postura antianexionista, sustituyó subdelegados, tal como aún los llamaban a los jefes políticos en la vida diaria, para evitar que éstos actuaran

desde la oposición, tal como sucedió en Olocuilta⁶; lo mismo ocurrió con el subdelegado de Sensuntepeque quien fue sustituido por su posición anexionista (Agca, B1. 3, leg. 495, exp. 840, f. 7).

En algunos lugares de la Audiencia de Guatemala sucedió lo contrario, como en Trujillo, donde el subdelegado o jefe político promovió la oposición anexionista de Gabino Gaínza, el último presidente de la Audiencia de Guatemala, y de la Junta Provincial de Guatemala y movilizó tropa miliciana para defender esa postura (Agn, México, Indiferente, doc. 1, f. 6 v.).

En otros distritos los jefes políticos negociaron lealtades. En Quezaltenango hubo oposición al plan anexionista, pero esta entidad pronto cambió su postura declarándose unida a Guatemala, en lo cual el jefe político del distrito había sido clave. Sin embargo fue una negociación fallida puesto que el jefe político superior Gabino Gaínza, solicitó al brigadier Vicente Filísola, jefe del Ejército trigarante mexicano que enviara tropas a Quezaltenango para someter a los pueblos insubordinados (Agn, México, Indiferente, doc. 1, f. 6 r.), Con lo anterior se advierte que no siempre fueron posibles los arreglos, optando para dirimir tensiones, la vía del sometimiento.

Del mismo modo sucedió en el partido de Matagalpa cuando el ayuntamiento juró la Independencia bajo la conducción del subdelegado, en medio de la controversia suscitada en cuanto si se debía adoptarse o no la Independencia del 15 de septiembre en oposición a la postura contraria de la Diputación

6 Oficio de nombramiento del subdelegado José María Alfaro, en sustitución de Rafael Reyna, en Agca (B5. 4, leg. 62, exp. 1644); oficio del subdelegado Reina, de 18 de enero de 1822, enviado al Jefe Político superior de Guatemala en Agca (B5. 4, leg. 62, exp. 1651, f. 1); el jefe político superior de la audiencia le ofreció al subdelegado Reina mediante oficio con fecha 29 de enero prestar auxilio ante las "intenciones de quererle sujetar el jefe político de San Salvador contra un sistema democrático" (Agca, B5. 4, leg. 60, exp. 1532, f. 2 r.).

Provincial de León. Tal tensión terminó después de la abdicación de Iturbide y de la negativa del Congreso mexicano de continuar con el proyecto agregacionista.

Con el fracaso del proyecto anexionista, Centroamérica optó por un nuevo rumbo promovido por los republicanos y antianexionistas de Guatemala y de San Salvador, a los que se sumaron otras facciones en busca de un nuevo pacto. De manera que para febrero de 1822, el mismo brigadier Filísola apoyó a los republicanos para la convocatoria a un Congreso Nacional centroamericano, el cual se reunió el 1° de julio de 1823 para declarar la Independencia absoluta.

El poder intermedio departamental y el local en la época de la República Federal

Los años que continuaron después de la Independencia fueron complejos para los distritos y sus pueblos, puesto que los nuevos estados integrados a la República Federal se encontraron en medio de una gran escasez, inestabilidad, debilidad política y confrontación militar. Esa realidad fue el gran obstáculo que se interpuso para que las transformaciones políticas y jurídicas lograran el progreso y la eficacia como se lo proponían

En ese contexto, las figuras de los jefes políticos del constitucionalismo gaditano continuaron reflejadas en la administración de la república federal a la manera de jefes políticos departamentales, quienes fueron designados por los jefes políticos del Estado, para un periodo de cuatro años.

En esas primeras décadas de anarquía y de guerra, esos oficiales continuaron representando las figuras necesarias para el gobierno de sus demarcaciones: dirimiendo conflictos y facilitando la mediación, gracias a las ventajas que les otorgaba su puesto y a las relaciones de poder que sostenían con individuos y corporaciones del entramado

social. Como lo plantea Romana Falcón, para el caso mexicano se trataba de un dominio negociado entre los pueblos y los gobernantes (El jefe político, 29), en el que se solía incubar intereses particulares y de grupo a través de sus redes de poder.

Sus atribuciones fueron delimitadas al ramo de hacienda y de gobierno, siendo suprimidos los ramos de justicia y guerra de los cuatro ramos de gobierno que tuvieron a su cargo los subdelegados borbónicos y los jefes políticos del constitucionalismo gaditano⁷.

La relación con las municipalidades fue una de las más importantes que estrecharon estos burócratas, su carácter fue de dominio y de obediencia, de lealtades y negociación, pero también de tensiones y de conflictos. De lo que se trató fue de ejercer una autoridad subalterna y en su oportunidad negociada respecto al ejecutivo, y con mano dura y autoritaria hacia abajo. De esa manera, los jefes políticos mantuvieron a raya sus municipios y localidades para conservar el orden, apoyar al ejecutivo, controlar sus demandas y revueltas, sobre todo si se trataba de indígenas y de ladinos pobres, tal como lo observa Arturo Taracena para el caso de Guatemala, donde el control de las revueltas indígenas se hizo sometiendo, a partir de la idea de que eran razas inferiores; para lo cual se diseñaron políticas tutelares, que también fueron aplicadas por los otros Estados centroamericanos para tratar el problema indígena durante todo el siglo XIX (Taracena 30).

Para atender los asuntos militares se crearon comandancias distritales separadas de la jurisdicción de los jefes políticos. Sin embargo, debido a las continuas contiendas militares y revueltas populares, los jefes políticos las

⁷ Constitución política del Salvador de 1824, (capítulo X, *Del gobierno interior de los departamentos*, art. 69). En cada uno habrá un Jefe Político intendente nombrado por el Jefe Supremo, a cuyo cargo estará el gobierno político y de Hacienda del departamento, como dispondrá la ley.

tuvieron que asumir, como sucedió en algunos departamentos de Guatemala y del Salvador mientras se dieron las contiendas entre guatemaltecos y salvadoreños en 1826, tal como le ocurrió al jefe político de Zacapa quien movilizó tropa para avanzar por Chiquimula y al de Trujillo, quien envió milicia de negros y mulatos a la capital (Agca, B1.3, leg. 495, exp. 840).

En la práctica continuaron ejerciendo el ramo de justicia y actuando como jueces mientras no se instituyó el nuevo sistema judicial y mientras no eran nombrados los jueces de primera instancia, lo cual tardó unos años, pues solo hacía 1834 hubo propuestas para establecer el sistema judicial de jurados⁸. Mientras tanto, los jefes políticos continuaron siendo necesarios en los tribunales, lo cual era mal visto y señalado como intervencionismo del ejecutivo (*Paz y Orden* [San Salvador] n.º 6 f. 1 r. y f. 1 v.).

Por otra parte, en el caso salvadoreño, en el artículo constitucional número 57, se estableció que en los pueblos se administraría justicia por medio de los alcaldes, con límites y en el modo que dispusiera la ley; así, los alcaldes de cabeceras de partidos continuaron con dichas atribuciones, ellos fueron los encargados de llevar varias actividades, entre otras, la de reportar al jefe político las causas criminales periódicamente (*Gazeta del gobierno* [San Salvador, El Salvador]). Pero su jurisdicción se limitó, de acuerdo con el artículo 59 de la constitución mencionada a las demandas verbales en lo contencioso en las causas criminales, civiles y por injurias. Así quedó suprimida la atribución de los alcaldes, en cuanto a la impartición de justicia en primera instancia, solamente la ejercieron los alcaldes primeros de ayuntamientos de cabeceras distritales, mientras no se nombraron jueces de primera instancia⁹.

8 Marure (213) quien expone que los promotores del Código de Livingston intentaban establecer ese sistema.

9 Véase en el oficio enviado por el jefe político de Cuscatlán a la municipalidad de Ilobasco, (Agn) de El

Entre estos actores de justicia, muchas veces se cruzaron las tensiones étnicas, como la del común de Nahuizalco por las quejas y las demandas que no se les daba trámite cuando eran interpuestas ante el juez de primera instancia de Dolores Izalco (*El Iris salvadoreño* [San Vicente], n.º 2, f. 5 r.). Era común que jefes políticos y alcaldes ladinos aletargaran los asuntos de los indígenas.

En esos primeros años de republicanismo, la hacienda pública fue el ramo junto al militar de prioridad para los jefes departamentales. Como sucedía en los años de la monarquía española, los ingresos al erario público descansaron en los caudales emanados de las municipalidades, los cuales procedían de los fondos de las cajas de propios y arbitrios y de las cajas de comunidad, además de los diezmos y la alcabala.

En ese marco, el ejecutivo salvadoreño, desde 1824, para mejorar los ingresos fiscales planeó efectuar una serie de reformas que fortalecieran la recaudación fiscal local, la cual debería de enfocarse en el progreso municipal y en el logro de una mayor recaudación para enfrentar la crisis y el déficit monetario del gobierno central. Para tal efecto, la acción de los jefes políticos departamentales fue clave; ellos impulsaron en las municipalidades los cambios al sistema de contribuciones, uno de ellos fue la recaudación única de los impuestos directos, proyecto que provocó revueltas populares que pusieron en jaque al Estado¹⁰. La resistencia contra la imposición de esa contribución generó tensiones y sublevaciones, aunque no únicamente fue la cuestión fiscal el origen de las resistencias de los indígenas y de ladinos en estos años, también lo fueron las redadas militares organizadas por los jefes políticos y las

Salvador, fondo Federación, caja 2 exp. 1, libro de notas de 1826-1827, f. 1490 r.) en el que se expone respecto de la supresión de la judicatura según el decreto de 15 de marzo, para que se suprima el poder de primera instancia de las alcaldías municipales.

10 Bando del Congreso del Estado sobre las rentas directas en *Semanario Político Mercantil de San Salvador* [San Salvador].

comandancias distritales, el arrebato de tierras por parte de ladinos, los conflictos electorales, y la disputa por atraer lealtades locales por parte de las fuerzas de los Estados y del gobierno federal.

Pero también hubo opiniones a favor de la contribución directa surgidas de políticos que plantearon que para solucionar el problema fiscal, de improductividad de las tierras y de la poca estimulación y diversificación del comercio se derogaran las rentas sobre la alcabala, el estanco de tabaco y de aguardiente, y que nada más se mantuviera el sistema único de contribución directa en cuestión. Tal propuesta no beneficiaba al erario público.

Hacia 1832, en Guatemala y en El Salvador hubo un nuevo esfuerzo por efectuar la contribución directa, a la que se le denominó *fondo de los trabajadores o de capitación*; aunque en El Salvador no se pudo establecer del todo, apenas duró unos cuatro meses, dado el débil entramado administrativo en el ramo de hacienda, la caótica situación agraria que continuaba persistiendo y la resistencia popular que se organizó. Fue un impuesto que se diseñó como una contribución personal directa en dinero sobre la base del ingreso; su recaudación no representó un ingreso para las municipalidades, sino para el gobierno central, puesto que las municipalidades recaudaban y le entregaban lo recogido al jefe político departamental, para ser entregada al gobierno central. Dado el corto tiempo que estuvo vigente, se colectó con dificultad, como sucedía con la recaudación tradicional.

También causó tensiones el destino que de acuerdo al gobierno federal debía tener la recaudación del diezmo en territorio salvadoreño. El asunto fue causa de contiendas militares entre los salvadoreños y el gobierno federal, a raíz de que el ejecutivo salvadoreño se opuso a enviar estos recursos a Guatemala y que fuesen transferidos a la catedral de

Guatemala, como en el pasado; para lo cual en San Salvador se creó un obispado. Al clero y a los políticos salvadoreños les pareció legal y justo hacerlo después de tanta negativa en los años de la monarquía; de esa forma, tendrían posesión de los diezmos y de las otras cobranzas eclesiales¹¹.

Pese a los esfuerzos realizados, la recaudación del diezmo y el resto contribuciones fue exigua, a causa de que los municipios enfrentaban diversas dificultades económicas para entregar dichos fondos, además de las resistencias de la población para efectuar esos pagos,

por lo que el ejecutivo tuvo que echar mano de los empréstitos forzosos, fondos necesarios para cubrir los gastos militares, de los que los jefes departamentales tuvieron que hacerse cargo.

Entre contiendas militares y recaudación fiscal, los jefes políticos tuvieron que atender asuntos de gobierno en sus departamentos, entre otros, organizar procesos electivos, los cuales se efectuaron no siempre en orden, puesto que frecuentemente se irrespetaban los mecanismos electivos para favorecer elecciones afines al jefe político estatal o a algún grupo de poder en particular (*Paz y Orden* [San Salvador] n.º 6 f 1 r y f 1 v, 18).

Asimismo, el intervencionismo de los jefes políticos en los asuntos electorales fue objeto de resistencia municipal, por las continuas manipulaciones de las listas de electores para controlar indirectamente a las autoridades municipales (Falcón 30), y para negarse a que los concejiles electos fueran ratificados y obligados a rendirles cuentas como entes subordinados por completo.

También ellos fueron los responsables de otorgar apoyo al comercio, entre otros, para celebrar ferias de añil; dicha actividad fue

¹¹ *Semanario Político Mercantil* [San Salvador], folio 4) en el que se expone que las leyes de Indias ya habían estipulado que dicha recaudación se hacía de las labranzas de los vecinos para beneficio de la Iglesia.

sustancial para afrontar la crisis de los altos precios del añil, con lo cual los cosecheros se vieron con dificultades para vender toda la tinta (*El Iris Salvadoreño* [San Vicente] n.º 2, f. 5 r.). También debían abrir y arreglar caminos, (*El Iris Salvadoreño* [San Vicente] n.º 8, f. 34 v.); perseguir delincuentes y construir cárceles (*El Iris Salvadoreño* [San Vicente] n.º 6); controlar el robo del ganado y establecer rastros en las cabeceras de partidos (*El Iris Salvadoreño* [San Vicente] n.º 5, f. 18 r. 16), y en otros variados asuntos y emergencias.

En esos años tan devastadores por la peste del cólera morbús que azotó a la población y asoló pueblos enteros, así como por las parvadas de chapulines que arrasaban los cultivos, los jefes políticos fueron los encargados de enfrentar la emergencia junto a las municipalidades, la Iglesia y los gremios. En los pueblos se organizaron juntas de sanidad, se promovió que en las escuelas los alumnos memorizaran la receta contra el cólera, así que los niños sabían que ante los dolores de estómago, los vómitos, diarreas y calambres se debía de mezclar 30 gotas de limón en atol frío o hacer lavativas de almidón (*El Iris Salvadoreño* [San Vicente] n.º 8, f. 9 r.; n.º 10, f. 37).

Además de esas múltiples acciones, estos oficiales adquirieron nuevas facultades, una fue ser parte integrante del consejo representativo del ejecutivo, una nueva instancia que funcionó como un ente asesor, integrado por un representante por departamento. Esta cercanía al ejecutivo produjo ciertas ventajas al gobierno departamental, puesto que de esa forma los jefes políticos estrecharon vínculos con el gobierno central para beneficio de sus jurisdicciones.

Como en el pasado, los burócratas intermedios además de dedicarse a los menesteres de su cargo, de forma paralela y en el plano informal establecieron conexiones con figuras potentadas y con corporaciones como la

Iglesia, las cofradías, los gremios y las facciones políticas. Relaciones en las que fluyó el lazo de lealtad, amistad y de familia para actuar en beneficio personal y de grupo; tal como lo asevera Romana Falcón, en un estudio comparativo del papel que desempeñaban los jefes políticos de México y Guatemala.

En ambos lugares, estos oficiales sumaron a sus amplias prerrogativas de gobierno sus dominios informales de redes y clientela. Así, en su entorno solía integrarse una camarilla de fieles a su persona y con ramificaciones en los municipios, lo cual hacía que los vecinos les trataran como a un patriarca (Falcón, “No tenemos...” 209-244). En Guatemala dice Falcón, eran comandantes militares y a la vez jefes del departamento, terratenientes, jueces, padrinos y habilitadores (Falcón, “No tenemos...” 209-244).

Actuaban de manera respetuosa ante sus superiores, pero con despotismo y autoritarios con sus subalternos, sobre todo cuando se trataba de indios y ladinos pobres. Estas formas de actuar no fueron nuevas, antes de la Independencia, durante el régimen monárquico se habían originado.

Finalizada la época federal, en el Estado salvadoreño, en abril de 1841, se juró la nueva Constitución Política, en la cual se sostuvo que se dictarían: “nuevas reglas fundamentales que mejoren la forma de gobierno afianzando de una manera estable la libertad, seguridad, igualdad y propiedad, como únicos medios de conducir las sociedades a su felicidad y bienestar” (Constitución Política del Estado del Salvador de 1841, párrafo introductorio). Así se dio inicio a una reforma política en el sistema de gobierno y en la distribución territorial departamental, en la que los jefes políticos departamentales continuaron siendo claves para su funcionamiento. Las jefaturas departamentales anteriores se transformaron en gobernaciones departamentales, las cuales

fueron los nuevos órganos intermediarios entre el poder ejecutivo y el Consejo Municipal. El desempeño del gobernador departamental, con las nuevas disposiciones constitucionales se redujo a dos años, y sus atribuciones fueron orientadas a la seguridad interior y exterior de cada departamento. Sus actividades ya no tendrían jurisdicción en lo judicial, económico y administrativo de los consejos municipales. Todo lo anterior representaba un cambio significativo en cuanto a la antigua articulación establecida e iniciada bajo el régimen de intendencias y subdelegados de partidos.

La Constitución de 1841 dejó sentado que una de las bases para la organización del nuevo sistema político, en cuanto a gobierno local sería la remoción de los obstáculos que habían paralizado el desarrollo del régimen municipal y económico de los pueblos; de acuerdo con esa consideración se excluía a los ayuntamientos de las atribuciones de justicia. En consecuencia, en el artículo 51 se estableció que los jueces de primera instancia serían los encargados de conocer las causas criminales y civiles, además conocerían en apelación las sentencias verbales de los asuntos de menor cuantía y en los recursos de agravios por prisión, arresto o detención que no excediera de un mes. También fue excluida la atribución en lo militar, ya que esta la asumirían las comandancias locales.

La Constitución hizo cambios al régimen municipal a través de una nueva regulación, así se delimitaron las atribuciones de gobierno y fueron orientadas a los rubros del progreso, salubridad, policía, ornato, administración e inversión de sus fondos. Asimismo, bajo el mandato del artículo 63 constitucional se estipuló que un Consejo Municipal sería el órgano administrador de los fondos municipales cuyo destino garantizaría el provecho común, particularmente para las obras públicas, el ornato, la salubridad y la educación.

CONSIDERACIONES FINALES

Este corto recorrido por Centroamérica en un periodo de importantes transiciones que traspasaron las décadas previas de la vida independiente a las de la formación de los Estados nacionales, se ha enfocado particularmente el caso salvadoreño, en el ámbito del ordenamiento territorial y del funcionamiento administrativo departamental y local, con el objeto de analizar los procesos transformadores de esos años ocurridos no de forma radical sino lenta y amalgamada, en la que los cambios y continuismo dieron la pauta a la marcha en cuanto a pensamiento político, instituciones, prácticas y cultura política. Del antiguo régimen se transitó al régimen construccional gaditano y ambos regímenes traspasaron en el plano territorial y en el ámbito del gobierno intermedio y local, en lo formal y en lo informal al Estado republicano. En el ámbito del poder intermedio y local se ha identificado el importante papel que desempeñaron los burócratas asignados y sus redes de poder en el funcionamiento de los gobiernos locales y la participación de dichos espacios en terrenos de más amplia incidencia.

BIBLIOGRAFÍA

Fuentes primarias

Fuentes inéditas de archivos y bibliotecas

Archivo General de Centro América (Agca).

Archivo General de la Nación de México (Agn)

Archivo General de la Nación de El Salvador (Agn)

Biblioteca de la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" de El Salvador.

Latin American Library of Tulane, Nueva Orleans, E.U.

Biblioteca Nacional de Guatemala.

Periódicos

Gazeta del gobierno [San Salvador], sábado 4 de junio de 1831.

Semanario Político Mercantil [San Salvador], 31 de julio de 1824.

Semanario Político Mercantil [San Salvador], 7 de agosto de 1824.

Semanario Político Mercantil [San Salvador], 14 de agosto de 1824.

Semanario Político Mercantil [San Salvador], 15 de octubre de 1824.

Paz y Orden [San Salvador], 18 de noviembre de 1835.

El Iris salvadoreño [San Vicente] n.º 2, f. 5 r. 2 de octubre de 1836.

El Iris Salvadoreño [San Vicente] n.º 5, f. 18 r., 16 de octubre de 1836.

El Iris Salvadoreño [San Vicente] n.º 6, 30 de octubre de 1836.

El Iris Salvadoreño [San Vicente] n.º 8, f. 34 v., 20 de noviembre de 1836.

Hojas sueltas impresas. Colecciones Especiales Central American Printed Ephemera Collection, 1745-1964. Latin American Library of Tulane.

Documentos impresos

Constitución de Cádiz de 1812.

Constitución de la República Federal de 1824.

Constitución Política del Estado de Guatemala de 1825.

Constitución Política del Estado del Salvador de 1841.

Fuentes secundarias

Dedieu, Jean-Pierre et al. "Abriendo la conciencia de reino: Cádiz y las independencias americanas". *Boletín de la Academia Chilena de la Historia*, n.º LXXVIII, 2012, pp. 61-96.

Falcón, Romana. *El jefe político. Un dominio negociado en el mundo rural del Estado de México 1856-1911*. México: El Colegio de México; El Colegio de Michoacán; CIESAS, 2016.

"No tenemos voluntad de ir al trabajo forzado...". Una comparación de los nexos entre indígenas y jefatura políticas en México y Guatemala. Segunda mitad del siglo XIX". *Las poblaciones indígenas en la conformación de las naciones y Los Estados en la América Latina decimonónica*, coordinado y editado por Ingrid de Jong Ohmstede y Antonio Escobar. México: Ciesas; Colegio de México; Colegio de Michoacán, 2016, pp. 209-247.

López Velásquez, Eugenia. *Pueblos de indios, de ladinos y de mulatos de San Salvador y Sonsonate en tiempos de reformas y transiciones políticas (1737-1841)*. Tesis doctoral en Ciencias Sociales. El Colegio de Michoacán, 2017.

HijanoPérez,Ángeles."Alcaldesconstitucionales y jefes políticos: bases del régimen local en la primera etapa del constitucionalismo". *Revista de estudios políticos (Nueva Época)*, n.º 93, julio-septiembre de 1996, pp. 259-271.

Marúre, Alejandro. *Efeméride de los hechos notables acaecidos en la República de Centro-América desde el año de 1821 hasta el de 1842*. Guatemala: Tipografía Nacional, 1895.

Méndez, José Mariano. *Memoria del estado político y eclesiástico de la Capitanía General de Guatemala, presentada a Cortes el 17 de mayo de 1821*. Madrid: Imprenta de D. Fermín Villalpando, 1912.

---. *Estado político y eclesiástico de la capitanía general de Guatemala, presentada a las Cortes, el día 17 de mayo de 1821*. Madrid: Tipografía de Manuel G. Hernández, 1889.

Sarazúa Pérez, Juan Carlos. *Territorialidad,*

comercio, y conflictos al Este de Guatemala: Santa Rosa, 1850-1781. Trabajo de grado de licenciatura. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, Escuela de Historia, 2007.

Taracena Arriola, Arturo. *Etnicidad, Estado y nación en Guatemala, 1804-1944.* Vol. 1. Guatemala: Cirma, 2002.

Toussaint, Mónica. “Una mirada desde Washington: James G. Blaine y el istmo centroamericano (1881-1882)”. *Revista Secuencia, Nueva época*, n.º 45, septiembre-diciembre de 1999, pp. 63-76.

Vázquez Olivera, Mario. *Chiapas mexicana. La gestación de la frontera entre México y Guatemala durante la primera mitad del siglo XIX.* México: Centro de Investigaciones sobre América Latina y el Caribe. Centro de Investigaciones Multidisciplinarias sobre Chiapas y la Frontera Sur, Universidad Autónoma de México.

ESTUDIO DE CASOS



Revista MINERVA

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



Modelo de atención integral para abordar problemas socioeconómicos de familias en situación de pobreza

Comprehensive care model to address socioeconomic problems of families in poverty

Marta Villatoro-de-Guerrero¹

RESUMEN

Siendo la pobreza un problema mundial y objeto de estudios en las últimas décadas, se propone a través de esta investigación entenderla bajo un enfoque multidisciplinar, y a su vez, proponer soluciones más adecuadas. Esta investigación aplicó un enfoque de atención integral orientado a identificar el origen de los problemas de la pobreza individual y familiar. De ahí que, los resultados obtenidos permitieron a las personas beneficiadas entender la pobreza desde otra perspectiva; además, fortalecer la capacidad de ser independiente en la gestión de sus necesidades y su resolución. Por tanto, el objetivo de este artículo es socializar uno de los procesos de la investigación, dirigida a la transformación y superación de las condiciones de marginación y pobreza de las familias en la comunidad de Nahuaterique, jurisdicción de Arambala, departamento de Morazán, El Salvador, C.A. La metodología empleada fue la investigación acción participativa, con enfoque multidisciplinar. Un resultado importante y principal fue el cambio de actitud individual, por medio de la auto valorización, mismo que, se extendió hacia los recursos naturales valiosos y no explotados, que se encuentran naturalmente, con utilidad nutricional para la familia, como también, generadores de ingresos; el proceso de sensibilización fue muy positivo, que algunos líderes manifestaron que todo lo aprendido, lo replicaría en su comunidad.

Palabras Clave: Atención Integral, Modelo, Enfoque Multidisciplinario, Pobreza.

ABSTRACT

Being poverty a global problem and object of studies in the last decades, it is proposed through this research to understand it under a multidisciplinary approach, and in turn, propose more appropriate solutions. This research applied a comprehensive care approach aimed at identifying the origin of the problems of individual and family poverty. Hence, the results obtained allowed the beneficiaries to understand poverty from another perspective; In addition, strengthen the ability to be independent in the management of their needs and their resolution. Therefore, the objective of this article is to socialize one of the research processes, aimed at transforming and overcoming the conditions of marginalization and poverty of families in the community of Nahuaterique, jurisdiction of Arambala, department of Morazán, El Salvador, C.A. The methodology used was participatory action research, with a multidisciplinary approach. An important and main result was the change in individual

¹ Docente e investigadora en la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador.

attitude, through self-valorization, which also extended to valuable and unexploited natural resources, which are naturally found, with nutritional utility for the family, as well as generators of income; The sensitization process was very positive, that some leaders said that everything they learned would replicate in their community.

Keywords: Comprehensive care, Model, Multidisciplinary Approach, Poverty.

INTRODUCCIÓN

En forma histórica, los jefes de Estado se han reunido y discutido el problema latente y permanente de la pobreza y marginación. A partir de los compromisos adquiridos por los gobiernos en cada cumbre de Las Américas, se ha declarado como prioritaria la superación de la pobreza.

Por lo cual, en la revista de las Naciones Unidas (Naciones Unidas para el desarrollo, 2015, pág. 15) planteó: “En la Cumbre Mundial 2010 sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) concluyó con la aprobación del plan de acción mundial «Cumplir la promesa: unidos para lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio» y el anuncio de un número de iniciativas para luchar contra la pobreza, el hambre y las enfermedades.

Así mismo, en el informe de 2011 sobre los ODM, respecto a la erradicación de la pobreza menciona que, el mundo sigue encaminado a lograr la meta de reducción de la pobreza, a pesar de los serios reveses sufridos por los problemas económicos de 2008-2009, exacerbados por la crisis de los alimentos y la energía, “La Asamblea General de la ONU proclamó el periodo comprendido entre 1997 y 2006 como el Decenio Internacional para la Erradicación de la Pobreza. Para el segundo decenio, se proclama desde el 2008 hasta el 2017” (2013, pág.3). La agenda 2013 y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), principalmente el objetivo número 1 “Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo” el PNUD, plantea que la pobreza ha disminuido en todas las regiones del mundo, pero las desigualdades

persisten y aumentan, perpetuando la pobreza y exclusión social, considerándose de alguna forma, su origen en las políticas, costumbres culturales, corrupción y otros (PNUD, 2019).

El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD,2015), considerando que “el desarrollo solo puede prosperar cuando se invierte en las personas y las instituciones. Es por eso que el PNUD ayuda a los gobiernos a medir y comprender la pobreza (PNUD, 2015). Por ello, el PNUD invierte mil millones de dólares anualmente en la lucha contra la pobreza y el progreso hacia los objetivos de desarrollo sostenibles a nivel mundial.

Sin embargo, desde la percepción de la autora, los programas interamericanos se han revisado y analizado su aplicación y pertinencia, pero no, a la luz de si han sido efectivos los cambios o transformaciones sociales. En ese sentido, las actividades desarrolladas han dejado de ser adecuadas para atender a los mandatos más recientes y a los nuevos desafíos.

Bajo esa perspectiva y sobre la base de los aportes teóricos y conceptuales del Enfoque de Mejoramiento de Vida Japonés, el Enfoque de Sistemas, los factores como la institucionalidad, el desarrollo humano y el bienestar integral de las personas se han convertido en referentes imprescindibles en los análisis de la realidad socioeconómica y, para apoyar los compromisos de país, se reescribe el método y la metodología de trabajo para dar respuesta a un problema complejo como la persistente pobreza en las familias salvadoreñas.

En ese sentido, tradicionalmente en El Salvador, el método empleado por las

instituciones de Gobierno y Organizaciones no Gubernamentales (ONG), para combatir la pobreza y exclusión social, por muchos años, se ha centrado en acciones de apoyo de instituciones individuales o disciplinar, desde la percepción general de los gobernantes o funcionarios creen que las personas necesitan para desarrollarse; en ese sentido, promueven el acceso a la justicia, educación, capacitación laboral y creación de fuentes de trabajo para los grupos marginados o discriminados, impulsando proyectos productivos y empresas sociales para la superación de la pobreza, así como un mejor acceso al crédito, a la capacitación y al apoyo técnico para la micro y pequeña empresa, la cobertura básica de alimentación, salud, vivienda, educación e infraestructura social. Estas Instituciones, hacen énfasis en la mejora de la calidad de los servicios sociales, básicos y acceso en condiciones equitativas. También, promueven y aseguran la participación organizada de la sociedad civil, especialmente de las organizaciones comunitarias, indígenas, campesinas, laborales y vecinales como instrumento para lograr la integración social.

De acuerdo con la observación directa en el territorio y los resultados sobre la base de informes finales revisados, el método tradicional empleado para realizar las diferentes intervenciones, difícilmente evidencia la búsqueda del origen de los problemas concretos, sobre todo, qué hace, que una persona caiga en la condición de pobreza y, además, las distintas acciones realizadas con estos grupos no son sostenibles en el tiempo.

En el mes de abril del año 2012, a petición de algunos miembros radicados en el territorio, se realizó una visita de observación en la zona periférica de la comunidad de Nahuaterique, Jurisdicción del municipio de Arambala, departamento de Morazán, El Salvador, comunidad ubicada en el límite

geográfico entre los países de Honduras y El Salvador. Dada la realidad observada, y revisiones documentales previas, se planteó dar respuesta desde otra perspectiva teórica y metodológica, que permitiera incidir en los cambios de transformación y superación de condiciones de marginación y pobreza en las que se encuentran las familias por medio del modelo de atención integral. Este modelo se construye sobre la base del método de la observación y aportes teóricos de desarrollo regional que plantea Alberto Gago, entiende que “El desarrollo es un proceso de cambio estructural, tendiente a aumentar la calidad de vida de todos los miembros integrantes de la sociedad, de forma de alcanzar una más completa satisfacción de las necesidades colectivas básicas” (Gago, 1993), en igual forma, se consideraron elementos sobre desarrollo local “proceso en el que una sociedad local, manteniendo su propia identidad y su territorio, genera y fortalece sus dinámicas económicas, sociales y culturales, facilitando la articulación de cada uno de estos subsistemas, logrando mayor intervención y control entre ellos” (Enrique, 1999). Los aportes de Gago y Enrique son de importancia de los cuales se retoma lo relacionado, el primero, que el desarrollo es un proceso de cambio estructural, para mejorar la calidad de vida, pero este cambio, según Enrique debe mantener la identidad del territorio su dinámica social y cultural para fortalecer los recursos existentes y evitar llevar lo que les hace falta.

En ese sentido con la participación de los actores sociales, sectores productivos y fuerzas sociales que interactúan dentro del territorio se determinó la necesidad de contar con un objetivo común: elevar la calidad de vida y su propio bienestar, por medio de intereses comunes que combine la generación de ingresos, equidad, cambio social y mejores prácticas culturales, o costumbres, como

también que todas las actividades a realizar deben llevar el enfoque de género, todas esas acciones señaladas, se han realizado anteriormente, por instituciones de gobierno y de cooperación internacional, sobre la base de sus propios objetivos y metas, no de los miembros de la comunidad, además, estas instituciones (actores sociales como MINSAL, MAG, CENTA, MINED, etc.) intervienen en forma separada, para evitar esa continuidad se retoma el planteamiento del Enfoque de Sistemas, el cual permite señalar que “en la actualidad se enfrentan múltiples problemas en la dirección de sistemas cada vez más complejos. Esta complejidad se debe a que los elementos o partes del sistema bajo estudio están íntimamente relacionados, ya que el sistema mismo interactúa en el medio ambiente y con otros sistemas” (Kuri Abdala, 2009), La visión sistémica ayuda a “ver” el todo, apreciar sus interacciones, la energía presente y descubrir sus características distintivas, aquellas que son propias del conjunto y que existe en las partes, este enfoque contribuye a abordar los problemas desde varias disciplinas, para entender la complejidad del mismo, principalmente el área afectiva que tiene un alto grado de incidencia en el todo.

Otra característica importante para la construcción de este modelo es el enfoque de Desarrollo Rural (Polan, 2007), “plantea que los que tienen más problemas son los agricultores, en donde se encuentra alta dependencia y más ineficientes, en vista que los gobiernos no tienen formas de compensar las ineficiencias lo hacen a través de subsidios y otras ayudas paternalistas. El enfoque busca que el gobierno debe educarlos para que ellos mismos transformen su ineficiencia en eficiencia, a través del enfrentamiento de la causa de las causas” (Polan, 2007, pág. 10). La forma de cómo ayudar a encontrar la causa de las causas se retoman elementos del enfoque

de Mejoramiento de Vida, “este enfoque conlleva mejorar lo existente sin introducir tecnología sofisticada; esta filosofía da énfasis en diligencia en el trabajo, una forma de vivir según su condición económica y social y el comportamiento ético, este concepto tiene la posibilidad de mejorar cualquier cosa, en cualquier parte con cualquier persona y en cualquier momento” (Zúniga, 2018), Todos esos elementos vertidos por diferentes autores permite a la autora centrarlos en tres frases “modelo de atención integral”, modelo, porque se busca una nueva forma a seguir para resolver problemas sociales, políticos , financieros y productivos; atención, se debe atender y escuchar a las personas en sus territorios sus múltiples problemas; integral, porque se debe integrar las disciplinas, los saberes, las experiencias y las instituciones presentes en el territorio para dar soluciones a los diversos y complejos problemas que atañen a la sociedad intervenida, desde esa perspectiva el objetivo de la investigación es incidir en los cambios de transformación y superación de condiciones de marginación y pobreza de las familias en la comunidad de Nahuaterique a través del modelo de atención integral a sectores productivos.

METODOLOGÍA

En el proyecto de investigación: “Modelo de Atención Integral a los Sectores Productivos, en la comunidad de Nahuaterique, en el período 2014-2015”, el método utilizado fue el cualitativo, específicamente la investigación acción participativa (Lewis, 1946), porque implicó la participación de talleres sucesivos y progresivos de las personas que fueron beneficiadas de la investigación; en ese sentido se logró una interpretación de la realidad social del grupo y la comunidad en la formulación de acciones para transformarla secuencialmente. El tipo de investigación fue descriptivo y

explicativo (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2004, pág. 99), dado que se describieron los resultados de cómo respondieron los miembros de la comunidad en los diferentes eventos que se realizaron en forma conjunta como un fenómeno social que atañe a la pobreza y marginación de las familias en la comunidad, porque con el método acción participativa y la metodología permitió ordenar en forma lógica cada una de la intervenciones multidisciplinarias, y se sistematizaron, para ir dando solución a los problemas identificados en el proceso con una mirada holística, con ello se buscó el cambio de actitud en forma relativa e integral, no absoluta. El objeto de estudio fue

la aplicación del modelo de atención integral, y el campo de acción fueron los y las jefas/es de familia de la comunidad de Nahuaterique, jurisdicción de Arambala, Morazán, El Salvador, C.A.

Para definir la población se retomó información proporcionada por los líderes de ese momento y en ese lugar, quienes manifestaron que entre los años 2004-2005 se realizó un censo en conjunto con funcionarios hondureños y salvadoreños, con el objeto de dar seguridad jurídica a los residentes de las zonas fronterizas, que están bajo régimen especial, y la población que se encontró en esa fecha se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Población por grupos de edad y sexo de Nahuaterique, jurisdicción de Arambala, departamento de Morazán, El Salvador, C.A.

POBLACIÓN	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Menores de 15 años	458	442	900
15 y 44 años	2,627	2534	5,161
45 - años y mas	732	707	1,439
TOTAL	3,817	3,683	7,500
Total en porcentaje	50.9%	49.1%	100%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información proporcionada por pobladores (2013) y Censo 2004-2005¹

La selección de la muestra para el estudio se realizó por medio de la colaboración de los líderes comunitarios, quienes en igual forma eligieron el lugar de reuniones en el Cantón Nahuaterique, caserío Nahuaterique Centro, ubicado al norte del departamento de Morazán, lugar que les fuera accesible a todos los interesados, en ese sentido, los líderes

hicieron llegar las convocatorias a sus allegados; entre las comunidades para formar parte del estudio fueron: Aradas, Los portillo, Gualinga, Casa Quemada, Llano de Maco, La Tejera, Los Naranjos, Nahuaterique Centro y, Nuevo Tapuyman. Por tanto, se determinó considerar en el estudio la población económicamente activa entre 18 a 55 años de edad (Tabla 2).

¹ Dirección General de Estadística y Censo (DIGESTYC) de El Salvador Y el Instituto Nacional de Estadística (INE), de Honduras

Tabla 2. Población de Nahuaterique por comunidad, caserío y sexo. 2014

COMUNIDAD	CASERÍO	SEXO		
		MASCULINO	FEMENINO	TOTAL
NAHUATERIQUE	Nahuaterique(centro)	46	13	59
	El Naranja	-	15	15
	La Tejera	-	6	6
	Los Arados	-	8	8
	Caimán	-	6	6
	Sub total	46	48	94
LLANO DE MACO	Palo blanco	-	5	5
	Sub total	-	5	5
LA TEJERA	Casa quemada	-	1	1
	Cotón	-	5	5
	Sub total	-	6	6
TAPUYMAN	Cotón	-	1	1
	San Elena	-	4	4
	Sub total	-	5	5
GUALINGA	San Elena	-	2	2
	TOTAL	46	66	112

Fuente: encuesta realizada en Nahuaterique por equipo de investigación.

La muestra a considerar fue de 112 miembros entre hombres y mujeres la cual corresponde a 4 jefes/as de familia de cada comunidad, en representación de cada líder. Entre las técnicas de recolección de datos, se utilizó la técnica del transepto, basados en el estudio de la flora y fauna perteneciente al lugar de estudio, se tomó en cuenta la técnica de la observación y la encuesta, y como instrumento el cuestionario, con el cual se realizaron preguntas de carácter social, político y económico, el cuestionario, fue útil para la construcción de la línea base investigativa. La información fue procesada por medio de la herramienta estadística de SPSS.

La técnica de la gestión fue necesaria, dado que, para ingresar a la comunidad de Nahuaterique y aplicar el modelo se requirió en primer lugar informar, luego involucrar a los funcionarios

políticos representantes de tres municipios, Gobernador, alcaldes y técnicos de Arambala, Perquín y San Francisco Gotera.

Otra de las técnicas utilizadas fueron los talleres participativos, en la casa comunal de Nahuaterique Centro, en donde se desarrollaron diversas acciones multidisciplinares, haciendo uso de herramientas y tecnologías adecuadas al contexto y el entorno de trabajo, como las dinámicas participativas, transepto, el empleo de los recursos disponibles, incorporando nuevos hábitos, y mejores prácticas. Estos talleres se realizaron por medio de una visita cada semana, durante 10 meses consecutivos, en donde se trabajó tres temáticas de áreas del conocimiento relacionadas en forma paralela.

El trabajo multidisciplinar de la investigación

se inició con la participación de los líderes de la comunidad, estudiantes del programa voluntariado de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador (FMO-UES), estudiantes egresadas de la carrera de Administración de Empresas, con su trabajo de elaboración de tesis, para su graduación, con profesores de la FMO-UES, con técnicos de: CENTA San Miguel, Técnico de Gobernación departamental – Morazán, Técnico de CÁRITAS – San Miguel.

En la aplicación del “Modelo de Atención Integral”, contempla varias fases de trabajo y cada fase incorpora tres o más etapas de intervención.

En la primera, se inicia con el Proceso de Gestión y Sensibilización; este trabajo se desarrolló con tres municipios de Arambala, Perquín y San Francisco Gotera, para realizar la consulta ciudadana, esta fase se realiza en tres etapas en forma simultánea:

1. Alcaldías y líderes comunitarios, para identificar comunidades.
2. Visitas a cada una de las Instituciones públicas y privadas con presencia en las comunidades elegidas.
3. Integrar instituciones, líderes y funcionarios del gobierno local, a través de talleres participativos.

Esta última es fundamental dada la metodología elegida. Iniciar este proceso permite al o la investigadora lograr establecer el punto de partida del proceso de la acción cultural de carácter transformador.

La segunda: Introducción a Las Comunidades Elegidas; para la obtención de la información se realizó una encuesta, que permite establecer la línea base. Al finalizar las distintas intervenciones con las familias, se cuenta con información y se identifican los cambios significativos que para ellos/as ha representado el proyecto. Las etapas son las siguientes:

1. Levantamiento de información de base socioeconómico y político de las comunidades.
2. Procesamiento de información.
3. Elaboración de informe inicial de las condiciones socioeconómicas y políticas de la comunidad intervenida; en este nivel se logró determinar las carencias relacionadas con la salud y las relaciones interpersonales familiares y comunitarias.

La tercera: Aplicación del “Modelo de Atención Integral”; esta aplicación se realizó en la comunidad elegida y consensuada con líderes comunitarios y con los posibles beneficiarios, por medio de múltiples talleres participativos y multidisciplinarios; estos a su vez se formalizaron en tres etapas:

1. Mejora de la vida sin dinero.
 - a. Relaciones afectivas intrafamiliares y comunitarias.
 - b. Seguridad alimentaria y nutricional desde las responsabilidades individuales.
2. Mejorar la vida con los recursos existentes.
 - a. Identificación de los recursos.
 - b. Generar valor agregado a los recursos existentes.
3. Mejorar la vida con dinero.
 - a. Desarrollar un producto local que los identifique y transferir tecnología de acuerdo a los requerimientos de los recursos que se encuentran en el territorio.

RESULTADOS

Inicialmente la investigación a través de la observación y preguntas, se descubre que la situación socioeconómica de los habitantes, uno de los problemas al que se da poca importancia de parte de instituciones públicas

y organizaciones no gubernamentales, es lo relacionado con el desarrollo de las personas, lo que más prevalece son las regalías desde, semillas, alimentos, medicina, hasta dinero en efectivo; estas acciones tienen presencia principalmente en épocas electorales de los dos países El Salvador y Honduras, no así, un programa o proyecto social o educativo que permita el involucramiento efectivo de las familias. Un elemento observado, fue la falta de educación formal, cuentan con infraestructura, pero, no con una planta docente, dado que los niños son atendidos por estudiantes de profesorado en práctica. Desde esta condición se puede interpretar que las familias sufren marginación social.

La observación directa, deja en evidencia que la pobreza no puede justificar del todo la existencia de enfermedades, contaminación, basura, desnutrición infantil, una de las características que se observa en los niños y jóvenes es su delgadez y baja estatura, que podría estar relacionada con Malnutrición proteínico-energética (MPE), y la desnutrición adulta, se observó que a temprana edad tienen que estar en sus casas por falta de fuerza y al mismo tiempo aumenta la prevalencia de las enfermedades, dado que entre los consultados por medio de la encuesta, las personas que más enferman y manifiestan que su salud es regular (representan 23% de los consultados) son los comprendidos entre 50 y más años de edad; además se observaron las casas en desorden, niños sucios, desarreglo personal y generalmente estas familias hacen uso inadecuado de los recursos para alimentarse; se observa con regularidad el maltrato infantil, la violencia intrafamiliar; se identifican en igual forma, miembros de la familia en pobreza.

Ante esa realidad se aplicó, el “Modelo de Atención Integral”, en este se adopta el **método** investigación acción participativa y una metodología diferente al tradicional,

dado que, ordena en forma lógica cada una de las intervenciones multidisciplinarias y sistematiza sus resultados, lo que conlleva una mirada holística para encontrar el origen de los problemas de la pobreza, desde la intervención psicológica, las que fueran necesarias, de tal manera que les permitiera fortalecer las capacidades para salir de su propia condición real de vida, volviéndose personas con voluntad de resolver su vida personal y familiar en forma sostenible. En ese sentido se construyó una definición: “Modelo de atención integral” es una propuesta conceptual y metodológica reescrita y aplicada que, a diferencia de modelos y enfoques tradicionales, este identifica los recursos existentes y deja en evidencia los múltiples problemas, a la vez facilita técnicas y tecnología para la solución de estos, a través de intervenciones multidisciplinarias, al mismo tiempo, integra los actores sociales con presencia en las comunidades.

En el proceso de aplicación del modelo de atención integral, se empleó la técnica del transepto (Figuras 1 y 2), lo que permitió descubrir recursos importantes de la flora y fauna que los miembros de los diferentes caseríos tienen en su entorno, por medio de esta técnica se logró identificar una especie de mucha importancia para la nutrición de cada uno de los habitantes de la zona, ellas y ellos la denominan malanga, su nombre científico es *Colocasia esculenta*.



Figura 1. Miembros de la comunidad, que participan en el taller y elaboran el transepto.



Figura 2. Diseño del transepto de la comunidad elaborada por los participantes en el taller

La malanga es un tubérculo (figura 3 y 4) con mucha presencia en la región, dado que se propaga solo en forma natural y de poca importancia para los pobladores, ocasión que permitió al equipo de intervención, informar y facilitar la composición nutricional y como prepararlo en diferentes formas, para no dejar de consumirlo.



Figura 3. Planta completa de malanga.



Figura 4. Tubérculos de malanga que se utilizan para la alimentación.

Así mismo, a través de la observación se logró identificar en las tiendas los bocadillos de marca Diana, y los niños consumiéndolos, en ese sentido se recomendó a los miembros asistentes a los talleres elaborar bocadillo de malanga para consumo familiar y para el mercado local, oportunidad que los miembros tendrían para generar empleo e ingresos. La producción de malanga de acuerdo a lo que refieren las familias no requiere, mantenimiento, fertilización, o sea que no genera costos para ellos, dadas esas condiciones el proyecto se vuelve importante y novedoso, con recursos que han estado ahí sin ser utilizados como suplemento nutricional de mucha importancia, además como generador de ingresos.

Para la elaboración de los bocadillos de malanga, se facilitó la tecnología y la técnica de buenas prácticas de manufactura (BPM), para el producto que se comercializara en el mercado formal, en ese sentido, se les facilitó en forma práctica cada uno de los pasos para la aplicación de BPM, es así que el grupo beneficiado, logró elaborar sus bocadillos de malanga, para su propio consumo y para comercializarlo en el mercado formal, a continuación, se muestra como quedó el producto (Figura 5 y 6).



Figura 5. Forma como queda la malanga cuando ha pasado por el proceso de la fritura para luego ser empacado.



Figura 6. Bocadillo de malanga con empaque, viñeta, logo y etiqueta, para el mercado formal.

Con el trabajo multidisciplinar que conllevó el “Modelo de Atención Integral”, se logró gran relevancia social dado que se incorporó trabajo individual y grupal, que les permitió el cambio de actitud, como el trabajo en equipo para que logren juntos resolver sus problemas principales relacionados con la falta de empleo, la producción y la generación de ingresos,

Los resultados del trabajo generaron impacto dado que se logró identificar productos naturales de alto contenido nutricional como la malanga (*Colocasia esculenta*), y que ellos no valoraban, más aún, se ha logrado incorporar buenas prácticas de manufactura en el procesamiento para su mejor introducción en el mercado facilitando generar valor agregado al recurso natural del cultivo. En igual forma lograron una alta valorización de la naturaleza de su entorno.

Otro resultado importante es la disposición de algunos líderes en replicar lo aprendido en los distintos talleres en su comunidad.

La comunidad intervenida con el nuevo método y metodología de trabajo investigativo, permitió incidir en la población involucrada, porque, se incorporaron técnicas y tecnología, que puede ser adoptada o adaptada, por instituciones del Estado para intervenir en territorios con problemas relacionados con la pobreza, con la finalidad de transformar en

forma sostenible, la realidad de esas familias.

DISCUSIÓN

Gálvez Santamaría, y Méndez Maldonado (2017, pág. 1), en su trabajo de investigación mencionan que en los últimos años se han ejecutado diversos programas para impulsar el desarrollo en el departamento de Chalatenango de El Salvador, C.A., el más grande ha sido la ejecución de un programa de cinco años para reducir la pobreza en la Zona Norte por medio del crecimiento económico. Es así como surge el Primer Compacto del Programa Fondos del Milenio (Fomilenio I) que tenía como finalidad primordial “reducir la pobreza a través del crecimiento económico”, por medio de tres grandes objetivos estratégicos: desarrollo humano, desarrollo productivo y conectividad vial.

Después de la ejecución de dicho programa, se han realizado diversos estudios sobre las repercusiones socioeconómicas generadas en la zona; pero en tales estudios no se han analizado los efectos de Fomilenio I en la condición de pobreza multidimensional de los hogares del departamento de Chalatenango, El Salvador, C.A. En este trabajo de investigación queda en evidencia que se analizó la pobreza por ingresos cuya medición de la pobreza era el método tradicional en donde la idea de que, más allá de los avances logrados en los últimos años, la pobreza persiste como un fenómeno estructural; concluyen en la investigación que los datos revelaron que la ejecución de más de US\$460 millones por Fomilenio I, no fue la cura para la pobreza, pero si mejoró las condiciones de vida de muchas personas. La anterior investigación plantea que el enfoque para reducir la pobreza es vía crecimiento económico, en cambio, la presente investigación considera otra mirada, en donde es necesario incorporar otros elementos relacionados con el método investigación acción participativa, dado que,

se debe partir de las necesidades propias de los beneficiarios y no de la percepción que los cooperantes creen que necesitan para mejorar la pobreza, esta es una acción que se logró por medio de la aplicación del enfoque multidisciplinar.

El PNUD en su informe mencionan (PNUD El Salvador, 2014, págs. 10, 14) entender de manera apropiada qué la pobreza ha sido objeto de numerosos estudios realizados desde principios del siglo pasado. A pesar de una cantidad importante de literatura sobre el tema, de recetarios para su alivio y de diferentes ópticas y metodologías para su medición, la realidad es que el mundo no ha sido capaz de dar una respuesta satisfactoria ni en la teoría – para explicar la pobreza– ni en la práctica –para erradicarla–. La típica respuesta a la pregunta sobre qué es pobreza está relacionada con la falta de recursos económicos. Hace pocas décadas, sin embargo, ha ganado espacio una visión “más integral” que define la pobreza como el conjunto de carencias –además del ingreso– en alimentación, educación, materiales de construcción y servicios de la vivienda. Ahora bien, estas respuestas son fruto de reflexiones rigurosas de analistas de diversas disciplinas, pero en muchos casos realizadas desde la comodidad de los escritorios. También, en contraste, se recogen acercamientos diferentes, partiendo de que para definir bien el fenómeno y dar pistas para su erradicación es indispensable tomarle la palabra a quienes viven en pobreza. Es decir que, para hacer un diagnóstico apegado a la realidad se requiere un cambio de informante. En lugar de darle la primacía a la estadística, es indispensable ir a la fuente humana, para entender y proponer soluciones al problema endémico de la pobreza en El Salvador. Es decir que, para hacer un diagnóstico apegado a la realidad se requiere un cambio de informante. a saber: vivienda, trabajo, esparcimiento, seguridad, salud,

alimentación, educación e ingresos. Es así que el equipo de PNUD recoge y organiza las opiniones que compartieron las comunidades consultadas. Su objetivo fue iniciar una suerte de “contagio afectivo”, de identificación con las personas menos aventajadas de la sociedad salvadoreña. Pretende facilitar la capacidad humana de ponerse en los zapatos del otro. Está claro que un documento por sí solo no va a cambiar la realidad, pero sí puede incidir en el ánimo de la sociedad.

Este estudio, la autora lo considera de mucha importancia, dado que, cambia la mirada de ver la pobreza, y se logra leer que es un diagnóstico con la posibilidad de hacer nuevas propuestas de solución a la pobreza para erradicarla, este es otro documento que deja a la imaginación que se tiene que hacer para resolver, y con todo lo planteado, la autora considera que este tipo de problema aunque es universal, no se puede generalizar a la hora de buscar la solución dado que, cada familia, cada comunidad, cada región, cada país, tiene sus propias particularidades, por lo tanto en el presente trabajo realizado se buscó individualizar los problemas particulares, y desde esa perspectiva se dio soluciones particulares.

CONCLUSIONES

El “Modelo de Atención Integral” se inició en el mes de mayo de 2014, y sobre la base de los objetivos presentados, se concluye lo siguiente:

En el trabajo de investigación que se desarrolló en la comunidad de Nahuaterique se obtuvo logros importantes, porque se incidió en los cambios de transformación por medio de las diferentes intervenciones psicológicas para mejorar la relación individual y con su familia, en igual forma, valorizar los recursos naturales con los que cuentan; situación que permitió reducir la percepción de auto marginación, lo

cual fue manifiesto en forma verbal y con la presencia en cada uno de los talleres

Fue muy importante el hecho que reflexionaran que cuentan con recursos naturales muy valiosos como el agua abundante, vegetación, frutas, que antes no las aprovechaban adecuadamente, por tanto, la percepción de pobreza cambió, dado que ellos se consideraban pobres porque no tenían dinero en efectivo, pero con la facilitación de las técnicas de procesamiento de la malanga a través los talleres, vieron otras oportunidades de mejorar su vida y obtener ingresos,

Por medio de los talleres se les facilitó ciencia, relacionada con el contenido nutricional de la malanga, y los diferentes usos que le podrían dar para su propia alimentación y la de su familia, también, se les facilitó tecnología relacionada con la BPM y el diseño del logo, la viñeta, etiqueta y el empaque, de los bocadillos de malanga, para el mercado formal.

Finalmente, se plantea que los resultados descritos en el presente artículo es solamente algunos de los resultados positivos que se logró con la aplicación del modelo de atención integral, en el próximo artículo se presentarán otros hallazgos y transformaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Enrique, P. (1999). Estudio de la gestión ambiental en la microregión del Rosario. *Programa desarrollo local del centro Latinoamericano de Economía (CLAEH), Texto impreso*(ISMN/ISSN/DL: 978-9974-614-22-2), 35. Recuperado el 2012, de http://190.64.148.141/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=314

Gago, A. (1993). *Planificación y Desarrollo Regional*. Mendoza.

Gálvez Santamaría, M. M., & Méndez Maldonado, C. I. (2017). *Efectos del programa fondos del milenio I en la condición de pobreza de Los*

hogares de Chalatenango en el período 2007-2014. Universidad de El Salvador, San Salvador. San Salvador: UES. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/12839/>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2004). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.

Kuri Abdala, J. A. (2009). Definición del concepto de la planeación. Guadalajara, México. Obtenido de http://www.ingenieria.unam.mx/~jkuri/Apunt_Planeacion_internet/TEMA11.1.pdf

Lewis, K. (1946). *La investigación acción y los problemas de las minorías*. España: Popular.

Naciones Unidas. (2011). *Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Nueva York. Recuperado el marzo de 2017, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/MDG_Report_2011_SP.pdf

Naciones Unidas para el desarrollo. (2015). Reducción de la pobreza. *Programa UNDP*, 15.

Organización de las Naciones Unidas, ONU. (2013). Objetivos de desarrollo del milenio más allá de 2015. *Sistema ONU*, (pág. 3). Perú.

PNUD. (2015). *Reducción de la pobreza*. Obtenido de [undp.org: http://www.undp.org/content/undp/es/home/ourwork/povertyreduction/overview.html](http://www.undp.org/content/undp/es/home/ourwork/povertyreduction/overview.html)

PNUD. (2019). *Los ODS hoy*. Recuperado el 2019, de <https://sdgs.undp.org/2019-inequality/es/>

PNUD El Salvador. (2014). *La pobreza en El Salvador: desde la mirada de sus protagonistas*. San Salvador. Obtenido de https://www.undp.org/content/dam/el-salvador/docs/povred/UNDP_SV_Miradas_Pobreza_2015.pdf

Polan, L. (2007). *El libro de los pobres rurales*. Curitiba, Paraná, Brazil. Obtenido de <http://www.pehcbm.gob.pe/files/pobresrurales>.

pdf

Zúniga, V. (junio de 2018). Enfoque de mejoramiento de vida: una alternativa de extensión japonesa para el desarrollo rural de países Latinoamerica. *Revista Universitaria del Caribe*, 20(1), 11. doi:10.5377/ruc.v1i1.6780



Revista MINERVA

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



Coronas de disilicato de litio elaboradas en sistema CAD-CAM: una alternativa estética en dientes anteriores tratados endodónticamente

Lithium Disilicate crowns elaborated in system CAD-CAM: an aesthetic alternative in anterior endodontically treated teeth

Deysi Cristina Guevara-Galdámez¹, Valeria Cristina Pérez-Valiente¹, Rafael Antonio Reyes-García¹, Jorge Kevin Amaya-Azurdiá¹, Katia Gisela Ardón-Rivas¹, Ronald Wilfredo Ruiz-Urbina¹, Erick Wahn-Sosa²

RESUMEN

La odontología ha evolucionado de la mano con la tecnología en la aplicación de modernas técnicas y equipos para la preparación de restauraciones cerámicas entre ellos Computer Aided Design /Computer- Aided Manufacturing (CAD-CAM) el cual permite usar materiales como el Disilicato de Litio (IPS E-max), reduciendo tiempo clínico y de laboratorio. El objetivo de reportar este caso es el uso de esta tecnología a nivel de pregrado en la Facultad de Odontología de la Universidad de El Salvador permitiendo restaurar a un paciente con un nuevo protocolo de trabajo, minimizando el tiempo clínico de rehabilitación, proponiendo una nueva alternativa con resultados clínicos favorables para los pacientes. Paciente femenina solicitó un tratamiento estético para sus cuatro incisivos superiores los cuales presentan tratamiento de conductos radiculares con sustancial pérdida de tejido dental. Se planteó la rehabilitación de los dientes con la utilización de postes colados y coronas de Disilicato de litio con técnica cut-back con el sistema de procesado CAD-CAM. Como resultado final se obtuvo excelente estética y adecuada rehabilitación a través del abordaje integral e innovador aplicando nuevo protocolo y materiales; lográndose tiempos de trabajo clínico más cortos sin comprometer su calidad.

Palabras clave: CAD CAM; Disilicato de Litio; Dientes tratados endodónticamente.

ABSTRACT

Dentistry has evolved hand in hand with technology in the application of modern techniques and equipment for the preparation of ceramic restorations including Computer-aided Design/ Computer-aided Manufacturing (CAD-

1 Estudiante, Práctica Disciplinar Profundizada, Facultad de Odontología, Universidad de El Salvador
2 Profesor adjunto, Escuela de Posgrado, Facultad Odontología, Universidad de El Salvador.

CAM) which allows the use of materials such as Lithium Disilicate (IPS E-max), reducing clinical and laboratory time. The objective of reporting this case is the use of this technology at the undergraduate level in the Dentistry Faculty of the University of El Salvador, allowing the restoration of a patient with a new work protocol, minimizing the time clinical of rehabilitation, proposing a new alternative with favorable clinical results for patients. Female patient requested an aesthetic treatment for her four incisors which have root canal treatment with substantial loss of dental tissue. The rehabilitation of the teeth with the use cast posts y crowns of Lithian Disilicate with cut-back technique the CAD-CAM processing system was. As a final result, excellent aesthetics and adequate rehabilitation were obtained through the comprehensive and innovative approach applying new protocol and materials; achieving shorter clinical work times without compromising its quality.

Keywords: CAD CAM; Lithium Disilicate; Endodontically Treated Teeth.

INTRODUCCIÓN

Las restauraciones dentales buscan mejorar la función y ofrecer resultados estéticos. Por esta razón, el uso del metal en restauraciones de cerámica ha disminuido con el tiempo por sus limitaciones estéticas debido a la subestructura metálica. Al mismo tiempo, la demanda de restauraciones cerámicas que son biocompatibles y estéticamente similares al diente natural ha aumentado¹.

La odontología ha experimentado una rápida expansión en los últimos 10 años evolucionando de la mano con la tecnología en la aplicación de modernos equipos para la preparación de restauraciones cerámicas con diversas técnicas; entre ellos Computer Aided Design / Computer- Aided Manufacture, más conocido por sus siglas CAD CAM, siendo un método que ha sido ampliamente utilizado en los países de primer mundo desde los años 80's. Permite usar los materiales que se encuentran en el mercado como el Disilicato de Litio (IPS E-max), reduciendo tiempo clínico y de laboratorio ya que el diseño de los dientes a rehabilitar se puede realizar el mismo día de la preparación de estos, ofreciendo un mayor control de la calidad del tratamiento.^{2,3}

Para la elección del tipo de material se busca el equilibrio entre los factores estéticos, biológicos,

mecánicos y funcionales. Sin embargo, existen diferencias considerables entre ellos. Por lo tanto, para seleccionar la cerámica más adecuada en cada caso, es necesario conocer las principales características de estos materiales y de sus técnicas de confección⁴.

El Disilicato de litio es un material cerámico estético con alta resistencia a la flexión, tiene mejores propiedades mecánicas comparadas con las porcelanas convencionales, excelentes propiedades ópticas, permite caracterización de superficie y es significativamente más translucido que un zirconio, lo que favorece resultados estéticos en rehabilitación del sector anterior^{5,6}

La estructura remanente de un diente que ha sido tratado endodónticamente es un factor importante que influye en la selección del tipo de rehabilitación, para la selección del tratamiento se debe evaluar: paredes presentes, altura y espesor, el pronóstico de un diente tratado endodónticamente depende no solo del éxito del tratamiento endodóntico sino también del tipo de reconstrucción^{7,8}

La trascendencia del caso reportado es por la utilización de una técnica nueva e innovadora, el sistema de procesado CAD-CAM por parte de los estudiantes pertenecientes a la Práctica Disciplinar Profundizada Restaurativa (pregrado) de la Facultad de Odontología

de la Universidad de El Salvador, los cuales cumplieron los requisitos exigidos por el paciente, estética y funcionalidad por un corto tiempo de trabajo mediante la utilización de coronas libres de metal en el sector anterior con la utilización de Disilicato de Litio. El tiempo de trabajo clínico se minimiza en contraparte con los tradicionales ya que la toma de impresiones de las preparaciones, el escaneado, el diseño y la selección de color de estas, se pueden realizar en una misma cita, así mismo no se hacen diferentes pruebas; prueba de metal, porcelana-color y biscocho en boca ya que estos pasos se resumen en el diseño.

PRESENTACIÓN DEL CASO

Paciente de 35 años de edad, se presentó a la Facultad de Odontología de la Universidad de El Salvador, solicitando un tratamiento estético para sus cuatro incisivos superiores con tratamiento de conductos radiculares,

paciente sistémicamente estable a la fecha por lo que no se tuvo una interconsulta con médico general. Paciente del área urbana, soltera con tres hijos, dueña de negocio propio manifiesta tener los recursos económicos para su tratamiento, por lo que deja a criterio de los profesionales brindarle el mejor tratamiento.

Evaluación clínica:

Los incisivos se encontraban asintomáticos, se evidenció la pérdida dental con diferentes grados en la estructura coronal remanente, los dientes 1-2, 1-1 y 2-2 presentan cemento provisional, mientras el 2-1 una corona fenestrada, presencia de diastemas en todo el sector antero superior. Se observan líneas medias dentales no coincidentes con la línea mediafacial, línea de sonrisa baja. A la evaluación de la articulación temporomandibular se encontró asintomática y la musculatura normotónica (Figura 1).



Figura 1. Fotografía inicial.

Evaluación radiográfica:

Los dientes 1-2, 1-1 y 2-2 con tratamiento de conductos radiculares en buen estado

y el diente 2-1 tratamiento de conducto radicular con cirugía periapical; debido a una complicación durante el tratamiento de conducto radicular.

Herramientas diagnósticas:

Se tomaron radiografías, fotografías diagnósticas intra y extra orales, modelos de estudio con alginato Cromatic Hydrogum 5, registros de mordida en máxima intercuspidadación (MIC), se retiró la corona fenestrada, y el cemento provisional para evaluar las paredes presentes, se registró con arco facial para montaje en articulador WhipMixsemi ajustable Modelo 22400 y se envió al laboratorio para la elaboración de encerado diagnóstico mediante el sistema CAD CAM.

Diagnósticos:

1-2, 1-1, 2-1 y 2-2: Dientes previamente tratados; con poco tejido remanente.

Plan de tratamiento:

Se determinó rehabilitar con postes colados, eliminando paredes socavadas y áreas retentivas, desobturando 2/3 del sellado radicular.⁷ Se fabricó el patrón de duralay con Núcleo Lay de la casa MDC Dental utilizando almas prefabricadas, se verificó que la medida del patrón coincidiera con la medida de desobturado.

La rehabilitación provisional del paciente se realiza con una llave de silicona virtual 380, consistencia Heavy Body de la casa comercial Ivoclar Viva Dent, y polietilmetacrilato (PEMA) por presentar buenas propiedades como: contracción de polimerización reducida, bajo costo, buena estabilidad de color y presenta porcentajes de filtración marginal reducido entre otras⁹. Los cuales fueron cementados con TempBond de la casa comercial Kerr, siguiendo el protocolo que la casa comercial indica, el objetivo fue proveer anatomía a los cuatro incisivos anterosuperiores, brindarles una correcta disposición de áreas de contactos, buen ajuste marginal que favorezca el reposicionamiento de la encía papilar y por lo tanto persiga con buena salud periodontal.

Una vez finalizados los patrones se enviaron al laboratorio para ser procesados en cromo amarillo con la finalidad de facilitar su enmascaramiento al colocar una corona libre de metal, después de ser probados y adaptados fueron cementados con Luting 2 de la marca 3M, cementado según el protocolo del fabricante¹⁰ (Figura 2). Se tomó radiografía control de la cementación. Para la selección del color se utilizó la guía VITA donde se estableció un color base A2 con colores tenues A3 en la región cervical y A1 acompañado de traducidos en el borde incisal.



Figura 2. Postes procesados en cromo amarillo cementados

Se rectificaron las preparaciones, su pulido fue con fresa de diamante grano fino listón rojo y amarillo se colocó hilo retractor con técnica de 1 hilo 00 marca Ultrapak de la casa comercial Ultradent, para tomar impresiones definitivas con técnica de dos pasos con silicona virtual de la casa comercial Ivoclar Viva Dent (Figura 3).

El modelo de trabajo fue vaciado con yeso tipo IV, individualizado y debridado. A continuación, se realizó el remontaje en el articulador con el modelo de trabajo, se envió al laboratorio para ser escaneado y diseñado por el ordenador, mecanizado, presinterizado y procesado de las coronas de Disilicato de litio con técnica cut-back (Figura 4).



Figura 3. Impresión definitiva

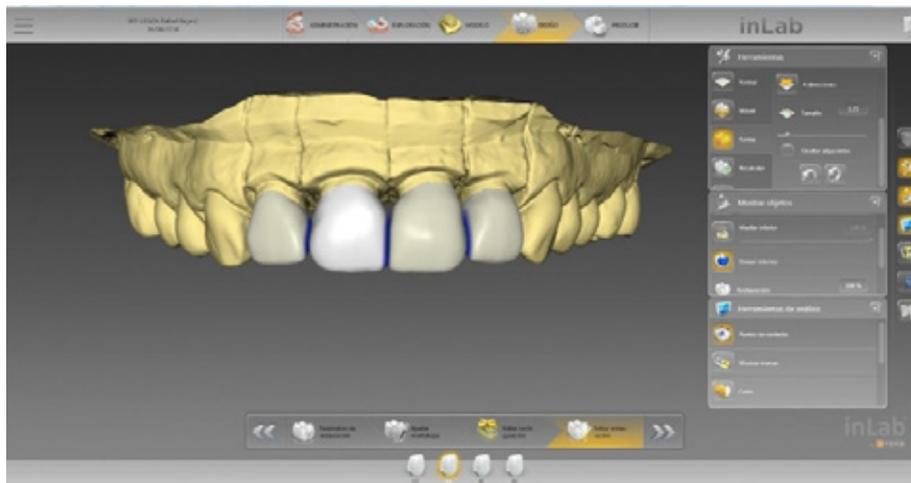


Figura 4. Imagen del ordenador mecanizado

Finalmente se realizó la prueba clínica verificando, oclusión, fonética y estética, así también toma radiográfica para corroborar ajuste marginal.

Preparación previa a la cementación definitiva

- Se retiró el provisional. Se eliminaron los restos mediante una profilaxis con piedra pómez
- Prueba de la restauración final se revisa color, ajuste y oclusión de la restauración.

Protocolo de cementación definitiva

Restauración:

- Arenado de la restauración con Al_2O_3 50 μ m
- Aplica ácido fluorhídrico al 9% durante 1 min, luego se neutralizó con bicarbonato sódico por 1 min y se lavó con abundante agua y se secó.
- Aplicación de ácido fosfórico al 37% durante 30 segundos, se lavó con abundante agua y se secó.
- Se aplica Monobond N a la superficie pre tratada con un microbrush dejándolo actuar por 1 min, se seca con una corriente de aire sin fotocurarla.

Diente:

- Aislamiento del campo con *OptraDam* y abundante eyección
- La preparación se limpia con un brocha de pulido y piedra pómez lavando y secando.
- Se mezclan los dos líquidos Primer A y B en proporción de 1:1
- Se frota en la superficie del diente con microbrush se dispersa con aire hasta que la película desaparezca. Dado que el primer es de autocurado, el fotocurado no es necesario.
- Se dispensa el de la jeringa de automezcla y se aplica la cantidad deseada en la

restauración

- La restauración se asienta se fotopolimeriza por dos segundos para la eliminación de los excesos
- Al igual que todos los compositos Multilink N está sujeto a la inhibición de oxígeno para evitar este problema se recomienda cubrir los márgenes de la restauración con glicerina inmediatamente después de remover los excesos
- A continuación, todos los márgenes son fotopolimerizados otros 20 segundos
- Las áreas interproximales se ajustan con tiras de pulido los márgenes de la restauración con fresas de diamante extra fina de listón amarillo.

La cementación definitiva fue realizada con Multilink N de la casa comercial Ivoclar Viva Dent, siguiendo el protocolo establecido por el fabricante.¹¹

Controles de las restauraciones:

- El primero se realiza a las 24 horas posteriores a la cementación de las coronas, con la finalidad de verificar el ajuste y la oclusión. (Figura 5).
- A los quince y treinta días para evaluar tejidos blandos y oclusión de la paciente; se reforzó en la educación y motivación en higiene oral. (Figura 6).



Figura 5. Control a las 24 horas.



Figura 6. Control a los 30 días.

DISCUSIÓN

Juárez A & cols¹² mencionan que el éxito clínico de las restauraciones depende de las propiedades mecánicas y el diseño de la preparación, así como también de la exactitud del proceso de CAD – CAM. Actualmente es posible combinar la estética, la resistencia y la precisión con estos sistemas cerámicos, es por ello que para la realización de este trabajo los operadores encargados de la rehabilitación acudieron al laboratorio dental para ayudar en el diseño de las coronas de Disilicato de Litio el cual es diseñado y asistido por un ordenador.

El IPS e-max CAD® (Ivoclar Vivadent) es un bloque de cerámica de disilicato de litio para la técnica CAD-CAM, compuesto por 70% cristales de $\text{Li}_2\text{S}_2\text{O}_5$ con un tamaño de partícula de 3-6 μ en forma de aguja dentro de una matriz de vidrio, en la cual las propiedades mecánicas se encuentra dentro del rango aceptable para la fabricación de restauraciones según la Norma ISO para cerámicas (ISO6072-2008) observándose que IPS e-max CAD tiene un nivel superior de resistencia a flexión y un mejor ajuste interno¹³. Para la elección del material restaurador para este caso se trabajó en base a la clasificación hecha por J. Robeth Kelly¹⁴ la cual ajusta las causas primarias de selección del material que determinarán la función y la estética, se tomó como referencia

el motivo de consulta de la paciente la cual fue netamente estética sin embargo se hicieron las pruebas pertinentes para llegar al diagnóstico y así elegir el material ideal, el disilicato de litio cumple con las características estéticas que exigidas y funcionales que rige el área a rehabilitar.

El zirconio aunque es más resistente que el Disilicato de Litio, el sector anterior no necesita utilizar tal resistencia, ya que éste resiste hasta 400 MPa, siendo la fuerza incisal máxima requerida según la literatura varía de 90N a 370N¹⁵, el Disilicato de Litio es menos susceptible a la fractura y astillamiento porque su módulo de elasticidad está cerca a los de la dentina, causando menos desgastamiento dental del antagonista, Así mismo la translucidez es mayor, lo que la convierte en un material mucho más estético con una apariencia armónica y natural. Por su alto contenido vítreo en la cementación es obligatorio el uso del grabado con ácido fluorhídrico, al hacerlo genera retenciones micromecánicas que permiten la adhesión a la estructura dentaria por medio de cementos resinosos disminuyendo la filtración marginal y mejorar la retención a la fractura cuando se siguen las indicaciones del fabricante^{5,16, 17, 18}

Según Glen H. Johnson¹⁹ Los cementos que utilizan un agente de unión a la dentina, como

a la cerámica (Silano) proporcionan un mayor éxito en la retención de las coronas de Disilicato de Litio al usar este agente de acoplamiento, es por ello que para la cementación definitiva de las coronas seleccionadas para este paciente se utilizó Multilink N de la casa Ivoclar Viva Dent y se siguió el protocolo indicado por esta casa comercial.

Las aleaciones metálicas vierten iones nocivos al medio oral al sufrir corrosión, con el tiempo se observan sombras en los márgenes de la encía y el diente, es lo que se observó clínicamente en los dientes 1-1, 1-2, 2-1 y 22, lo que dificultó la selección del tratamiento estético apropiado, lo cual fue contrarrestado con el material elegido y su manejo clínico.⁴

CONCLUSIONES

- Las coronas de Disilicato de Litio mediante el proceso CAD-CAM para la rehabilitación protésica de este caso clínico; fueron la mejor alternativa para la obtención de resultados estéticos logrando que se mimeticen con los dientes naturales, así como su funcionabilidad, satisfaciendo así la petición de la paciente
- El tiempo de trabajo clínico fue en menos citas en contraparte con los métodos tradicionales.
- Al grupo de la Práctica Disciplinar Profundizada Restaurativa se les permitió conocer un nuevo protocolo de trabajo en rehabilitación, mejorando resultados estéticos, reduciendo el tiempo de trabajo clínico.
- Se comprobó el éxito con este protocolo de vanguardia en dientes tratados endodónticamente, combinando el uso de postes colados con coronas libres de metal fabricadas con Disilicato de Litio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Of, R., Problem, T. H. E., Area, T. H. E. I. & Impressions, D. O. F. Basic principles in impression making. (2005).
2. Lima, F. F., Neto, F. & Rubo, J. H. Marginal adaptation of CAD-CAM onlays: Influence of preparation design and impression technique. *J. Prosthet. Dent.* 1-7 (2017). doi:10.1016/j.prosdent.2017.10.010
3. Lambert, H., Durand, J.-C., Jacquot, B. & Fages, M. Dental biomaterials for chairside CAD/CAM: State of the art. *J. Adv. Prosthodont.* **9**, 486-495 (2017).
4. Martínez-Rus, F, P. R. G. *Cerámicas Dentales: Clasificación y criterios de selección.* *Rcoe* **12**, 253-263 (2007).
5. Kim, J. H., Jeong, J. H., Lee, J. H. & Cho, H. W. Fit of lithium disilicate crowns fabricated from conventional and digital impressions assessed with micro-CT. *J. Prosthet. Dent.* **116**, 551-557 (2016).
6. Vahey, B. R. et al. Mechanical integrity of cement- and screw-retained zirconium-lithium silicate glass-ceramic crowns to Morse taper implants. *J. Prosthet. Dent.* 1-11 doi:10.1016/j.prosdent.2018.01.028
7. Mannocci, F. & Cowie, J. Restoration of endodontically treated teeth. *Br. Dent. J.* **216**, 341-346 (2014).
8. Peroz, I., Blankenstein, F., Lange, K.-P. & Naumann, M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores—A review. *Quintessence Int.* **36**, 737-46 (2005).
9. José Luis Cova N. (2010). *Biomateriales Dentales Segunda Edición* (Amolca, pp.

- 38–49; 56–67; 70–72; 77–91). Venezuela.
10. 3m ESPE company. (2013). Preguntas Realizadas con Frecuencia. Retrieved from https://www.3mchile.cl/3M/es_CL/inicio/todos-los-productos-3m/~3M-RelyX-Luting-2-Ionómero-de-Vidrio-kit-cemento-3-unidades-/?N=5002385+3293422442&rt=rud
 11. [Fhttps://www.3mchile.cl/3M/es_CL/inicio/todos-los-productos-3m/~3M-RelyX-Luting-2-Ion%C3%B3mero-de-Vidrio-kit-cemento-3-unidades-/?N=5002385+3293422442&rt=rud](https://www.3mchile.cl/3M/es_CL/inicio/todos-los-productos-3m/~3M-RelyX-Luting-2-Ion%C3%B3mero-de-Vidrio-kit-cemento-3-unidades-/?N=5002385+3293422442&rt=rud)
 12. Corts, José Pedro, Abella, R. Protocolos de cementado de restauraciones cerámicas. *Actas Odontológicas***10**, 37–44 (2013).
 13. García, A. J., Santana, F. B. & Szalay, E. R. Marginal adaptation and microleakage comparison between two zirconia oxide systems with the same cement. **15**, 101–106 (2011).
 14. Pérez, C. C. & Duque, J. V. CAD-CAM RESTORATIONS SYSTEMS AND CERAMICS : A REVIEW. *Fac Odontol Univ Antioq***22**, 88–108 (2010).
 15. Kelly J.R. Dental Ceramics: What is this Stuff Anyway?, *Journal of the American Dental Association* 139, 45-48 (2008)
 16. Figueroa, R. I. *et al.* Rehabilitación de los Dientes Anteriores con el Sistema Cerámico Disilicato de Litio Rehabilitation of Anterior Teeth with Ceramic Lithium Disilicate System. *Int. J. Odontostomat***8**, 469–474 (2014).
 17. Arcangelo, C. D., Vanini, L., Rondoni, G. D. & Angelis, F. De. Wear properties of dental ceramics and porcelains compared with human enamel. *J. Prosthet. Dent.* 1–6 doi:10.1016/j.prosdent.2015.09.010
 18. Mobilio, N. & Catapano, S. The use of monolithic lithium disilicate for posterior screw-retained implant crowns. *J. Prosthet. Dent.* 1–3 doi:10.1016/j.prosdent.2016.12.023
 19. SILVA, L. H. da *et al.* Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz. Oral Res.***31**, 133–146 (2017).
 20. Johnson, G. H., Lepe, X., Patterson, A. & Schäfer, O. Simplified cementation of lithium disilicate crowns: Retention with various adhesive resin cement combinations. *J. Prosthet. Dent.* 1–7 (2014). doi:10.1016/j.prosdent.2017.07.012

NOTAS TÉCNICAS



Revista MINERVA

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



Insectos como plagas potenciales del cacao (*Theobroma cacao* L.) en El Salvador

Insects as potential cocoa pests (*Theobroma cacao* L.) in El Salvador

José Miguel Sermeño-Chicas¹; Dagoberto Pérez²; Leopoldo Serrano-Cervantes¹; Mario Ernesto Parada-Jaco³; Andrea L. Joyce⁴; Enrique José Maldonado-Santos⁵; Yamileth de los Ángeles Alvanes-Leiva⁵; Fátima Michelle Rodríguez-Sibrían¹; César Daniel Girón-Segovia⁵; Doris Argentina García-Sánchez¹; Carmen Esmeralda Hernández-León¹; Francisco Rivas-Nieto¹; Fredy Arturo Rivera-Mejía¹; Fidel Ángel Parada-Berríos⁶; Efraín Antonio Rodríguez-Urrutia⁷; Elías Antonio Vásquez-Osegueda⁶; Luis Miguel Lovo-Lara⁶.

RESUMEN

El trabajo de investigación fue desarrollado en cacaotales de El Salvador, identificando más de 250 especies de artrópodos, durante el estudio, de los cuales pocas especies de insectos se pueden convertir en plagas del cacao (*Theobroma cacao* L.), cuando se hace un uso inadecuado de agroquímicos sintéticos y mal manejo del cultivo, suelo y ambiente. En este artículo se describen y se proporcionan fotografías tomadas en campo y laboratorio, de los insectos que pueden convertirse en plagas del cultivo de cacao en El Salvador.

Palabras claves: plagas del cacao, insectos, enemigos naturales.

ABSTRACT

The research was carried out in cocoa trees in El Salvador, identifying in the study more than 250 species of arthropods, of which few insect species can become cocoa pests (*Theobroma cacao* L.), when inappropriate use of synthetic agrochemicals is made and poor management of the crop, soil and environment. This article describes and provides photographs taken in the field and laboratory of insects that can become pests of the cocoa crop in El Salvador.

Keywords: cocoa pests, insects, natural enemies.

- 1 Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
- 2 Departamento de Agronomía, Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de El Salvador.
- 3 Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).
- 4 Docente e Investigadora, University of California, Merced.
- 5 Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de El Salvador.
- 6 Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
- 7 Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los diversos grupos taxonómicos y funcionales en el ecosistema del cacaotal, permite entender mejor el funcionamiento de la comunidad de estos organismos, dentro de los cuales, los grupos de artrópodos principalmente insectos, arácnidos y caracoles, son los que, con mayor posibilidad, los productores o estudiosos de la ecología del cacaotal, pueden encontrar y observar fácilmente a nivel de campo. El entendimiento al que se debe hacer énfasis, es aquel orientado no solo a destacar aspectos posiblemente dañinos al cultivo, sino también los aspectos beneficiosos al mismo, para considerar un balance de justas valoraciones de presencia–ausencia, abundancia–frecuencia; así como de incidencia biológica, económica y ambiental, para posibilitar un manejo integral del agroecosistema.

Muchas de las especies de estos artrópodos habitantes del cacaotal, pueden alimentarse a expensas de las plantas de cacao, aunque no siempre todas se constituyen como especies plaga propiamente dichas, ya que sus niveles de abundancia o daño biológico a las plantas en sus diferentes órganos, no se presentan tan intensos, abundantes o de repercusiones económicas en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

En El Salvador es conveniente y necesario que, junto a los esfuerzos por tecnificar el cultivo del cacaotal, también se realicen esfuerzos para estudiar y manejar de la forma más racional posible, las poblaciones de artrópodos, y seguramente también de otros invertebrados que son parte de la fauna asociada al cultivo, para que éste pueda convertirse en una actividad agrícola, técnicamente productiva y rentable a la vez, que resulte ambientalmente sostenible en el tiempo.

La presencia de una diversidad de artrópodos

en un cacaotal, puede ser signo del estado de fortaleza de ese ecosistema, al existir un balance entre insectos fitófagos y sus enemigos naturales (parasitoides, depredadores y entomopatógenos). Tal situación fue evidenciada en esta investigación a nivel de campo y laboratorio, cuando se realizaban colectas de los estados inmaduros para su cría en laboratorio y estas no alcanzaron su total estado de madurez, por estar parasitadas por otros insectos o entomopatógenos, indicándonos este ejemplo un equilibrio del sistema, generado principalmente, por el entorno que rodea los cacaotales. En El Salvador se han encontrado más de 250 especies de artrópodos asociados al cacaotal, pero el presente artículo se enfoca sobre algunos insectos como plagas potenciales del cacao (*Theobroma cacao* L.). En el manejo integrado de los cacaotales salvadoreños, no se debe abusar con el uso de agroquímicos sintéticos, y mal manejo del cultivo, suelos y ambiente, porque existen insectos que pueden convertirse en plagas destructores y que a continuación se ilustran.

Insectos potenciales plagas en plantaciones de cacao en El Salvador

Orden: Thysanoptera

Familia: Thripidae

Nombre Científico: *Selenothrips rubrocinctus* (Giard., 1901)

Las ninfas y adultos del *trips bandirrojas* del cacaotero, se alimentan de frutos y hojas. Se encuentran en colonias en el envés de las hojas de las plantas de cacao, generalmente cerca a la nervadura principal y las secundarias, donde introduce su aparato bucal cortador-chupador, para alimentarse. Al inicio, las hojas atacadas muestran un color rojizo y después, bronceado



Figura 1. Trips bandirrojas del cacao *Selenothrips rubrocinctus* (Giard.): a) Ninfas y adulto; b, c) Daño en frutos de cacao. Fotografías: Sermeño-Chicas, J.M.

o blanquecino plateado, y finalmente marrón, a medida que el tejido muere; si el ataque es fuerte, se presenta el fenómeno de “quema”, que consiste en que las hojas caen y la planta presenta defoliación parcial o total. Cuando los adultos y las ninfas atacan los frutos de cacao, la savia que aflora a través de los orificios de alimentación, se derrama sobre la cutícula y se oxida, tomando un color castaño y bronceado, con aspecto ferruginoso que dificulta la diferenciación entre frutos maduros y atacados por el insecto, lo que puede atrasar la cosecha y reduce la calidad del cacao, debido a la falta de fermentación, deteriorando el producto final, pues las semillas están sobremaduras en estado de germinación. Si el daño es en frutos jóvenes, se perjudica el desarrollo y en frutos más pequeños causa la sequedad y muerte (Coto y Saunders 2004; Vélez-Ángel 1997). Los ataques severos pueden producir la caída prematura de las hojas dañadas, especialmente durante los periodos secos y en plantaciones con poca sombra, donde las poblaciones del insecto son más abundantes. El estrés de los árboles por nutrientes o suelos empantanados en las plantaciones podrían favorecer la reproducción rápida del insecto (Coto y Saunders 2004). En la selva del Perú causa la defoliación y deterioro del fruto en plantaciones de cacao que carecen de sombra adecuada, acentuándose el problema durante periodos

de sequía (Raven 1992). El exceso de insolación y aplicación de plaguicidas contribuyen a problemas graves por daños al cacao, por este insecto en Colombia (Vélez-Ángel 1997). El manejo de la sombra del cacaotal parece ser una alternativa para reducir las cantidades de trips bandirrojas del cacaotero, ya que, en un estudio realizado en Brasil, donde evaluaron la densidad poblacional en dos parcelas de cacao, una de ellas expuesta a sombreado medio y la otra a sombreado leve. Se evaluó en cada una de ellas el número de hojas formadas con un cierto grado de madurez: de frutos pequeños, de frutos grandes y de flores. Se demostró que las poblaciones de trips bandirrojas en hojas y frutos grandes de plantas expuestas a un ligero sombreado, eran significativamente mayores que las de plantas expuestas a un sombreado medio (De la Iglesia y Lambert 2001).

Los huevos de forma arriñonada, son depositados individualmente por las hembras debajo de la epidermis del fruto, envés o las venas de la hoja (Coto y Saunders 2004; Vélez-Ángel 1997). Sus ninfas gregarias, del segundo al cuarto estadio, son de color pálido amarillento, con una banda dorsal roja brillante en el tercer segmento abdominal (Coto y Saunders 2004). Dependiendo de las condiciones ambientales, el estado ninfal de 6 a 13 días: Prepupa (2 a 5 días) y pupa (3 a 7 días), siendo estados

relativamente inmóviles (Vélez-Ángel 1997). El adulto, marrón oscuro a negro, presenta una banda roja menos conspicua a través de la base del abdomen, y su cuerpo tiene de 1 a 1.54 milímetros de longitud y su longevidad aproximadamente es de 35 días; la hembra es capaz de depositar entre 50 a 87 huevos y su reproducción es partenogénica (Coto y Saunders 2004; Vélez-Ángel 1997). En el Caribe se desarrollan numerosas generaciones cada año (Schmutterer *et al.* 1990).

Entre los enemigos naturales se encuentran, parasitoides: *Goetheana* (= *Dasyscaphus*) *parvipennis* Gahan (Hymenoptera: Eulophidae), *Megaphragma caribea* Delvare,

M. mymaripenne Timberlake (Hymenoptera: Trichogrammatidae), depredadores: *Orius thripoborus* (Hemiptera: Anthocoridae), *Franklinothrips tenuicornis* Hodd, *F. vespiformis* Crwf. (Thysanoptera: Aelothripidae), *Paracarnus* sp., *Teratophylidea maculosa* Usinger, *T. pilosa* Reut., *T. opaca* Calvalho, *T. ocellata* Calvalho (Hemiptera: Miridae), *Ninyas torvus* Dist. (Hemiptera: Lygaeidae), *Triphlep* sp. (Hemiptera: Anthocoridae), *Wasmannia auropunctata* Roger (Hymenoptera: Formicidae), *Beauveria globulifera* (Speg.) y *Cephalosporium* sp. (Entomopatógenos) (Entwistle 1972; Martínez-González *et al.* 2006; Vélez-Ángel 1997).



Figura 2. Ninfas de la chinche del cacao *Monalonia* cf. *annulipes* Signoret. Fotografías: Sermeño-Chicas, J.M.

Orden: Hemiptera

Familia: Miridae

Nombre Científico: *Monalonia* cf. *annulipes* Signoret, 1858

La chinche del cacao, se considera una potencial plaga de mayor importancia, porque las ninfas y adultos se alimentan directamente de brotes, tallos tiernos y frutos de cacao, extrayendo la savia, por lo cual es vector importante en la transmisión de los patógenos que causan la *Monilia*, mazorca negra, entre otras (FEDECACAO-PRONATTA, 2004, citado por Huaycho-Callisaya, *et al.* 2017); específicamente los hongos patógenos y destructores del cacao

Monilia sp. y *Phytophthora* sp. (Potes 1952).

Para Centro América, es una plaga muy estacional, ocasionalmente importante y aparece especialmente bajo condiciones de temperaturas y humedad alta y poca sombra del cacaotal, por tanto, una práctica agrícola muy importante es mantener las plantaciones de cacao con sombra regular, eliminar plantas hospederas alternas. Aparentemente, las poblaciones de este insecto, en Centro América, se mantienen bajas debido a sus enemigos naturales (Coto y Saunders 2004). Altas poblaciones de *Monalonia annulipes* Signoret, están relacionadas con la muerte

descendiente del cacao, debido a los daños en brotes terminales que el insecto causa, presentándose altas poblaciones del insecto en cultivos de cacao sin sombra en Costa Rica (Villacorta 1973).

Los órganos infectados de la planta, muestran pústulas y manchas negras verrugosas, que se marchitan y mueren. En altas infestaciones, estas manchas se unen entre sí, adquiriendo los frutos de cacao una apariencia seca y petrificada, cubierta de micelio y esporas del hongo. Estos daños amenazan la producción, porque los frutos afectados no se desarrollan, se secan y caen al suelo. El insecto durante la succión de savia, inyecta una toxina que acelera la muerte de las células que rodean el punto de alimentación. El fruto puede ser atacado en cualquier periodo de desarrollo, y se tiene un gran impacto económico, cuando los frutos de cacao son atacados en su etapa juvenil entre 7 a 12 semanas y entre 10 a 12 centímetros, porque pronto se tornan negros, se endurecen y mueren. Los frutos de cacao de mayor tamaño pueden ser cosechados, ya que, en muy pocos casos, se observa atrofia, y menor tamaño de las almendras (Coto y Saunders, 2004).

Los huevos de aproximadamente un milímetro de largo, de color blanco perla y ligeramente curvados (Vélez-Ángel 1997). Eclosionan entre 4 a 8 días y son depositadas individualmente de 18 a 40 huevos en los retoños, brotes tiernos, pecíolos de las hojas, pedúnculos de los frutos de cacao (preferentemente en la cáscara de los frutos jóvenes) (Coto y Saunders, 2004). Las ninfas recién emergidas del huevo tienen de 1 a 1.5 milímetros de largo y de 7 y 8 milímetros de largo, en su último estadio (Vélez-Ángel 1997). El estado inmaduro de 10 a 21 días, pasando por cinco estadios ninfales, son de color rojo amarillento y ojos negros. Los adultos tienen una longevidad de 6 a 90 días y miden de 8 a 15 milímetros de longitud, con el cuerpo delgado, abdomen amarillo rojizo, alas oscuras

o amarillo rojizo, con bandas transversales negras, cabeza y antenas negras, patas negras con bandas claras (Coto y Saunders, 2004). Son voladores ágiles y las hembras luego de la copula comienzan a ovipositar de 4 a 5 huevos diarios. Tiene importancia económica cuando el insecto abunda y se presentan condiciones favorables para su desarrollo, los daños que ocasiona son graves, presentándose en muchos casos la pérdida total de las cosechas de los frutos de cacao (Vélez-Ángel 1997).

Entre los enemigos naturales se encuentran, parasitoides de huevos: *Prophanurus (Telenomus) badkini* (Hymenoptera: Scelionidae), *Pediobus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae); Depredadores: *Podisus* sp. (Hemiptera: Pentatomidae), *Heza* sp. (Hemiptera: Reduviidae), *Dolichoderus* sp., *Oecophylla* sp. (Hymenoptera: Formicidae); Entomopatógenos: *Beauveria bassiana* (Bals Vuill.) (Entwistle 1972; Vélez-Ángel 1997).

Orden: Homoptera

Familia: Aphididae

Nombre Científico: *Toxoptera aurantii* (Boyer de Foscolombe, 1841)

Los áfidos o pulgones negros forman grandes colonias, preferiblemente a lo largo de la nervadura principal del envés de hojas jóvenes, brotes, tallos suculentos, especialmente chupones y algunas veces sobre los pedúnculos florales del cacao (Schmutterer et al. 1990). En El Salvador se presentan altas poblaciones atacando las flores, frutos pequeños y el follaje del cacao. Si se abusa con el uso de agroquímicos sintéticos y mal manejo agronómico de las plantas de cacao en vivero y plantaciones comerciales, se pueden tener problemas económicos por los daños del insecto.

Las abundantes poblaciones causan daño al succionar savia con su aparato bucal chupador



Figura 3. *Toxoptera aurantii* (Boyer de Foscolombe, 1841): a) colonia de ninfas y adultos en fruto de cacao; b) adulto alado; c) adulto áptero; d) áfidos áptero parasitado por *Lysiphebus testaceipes* (Cresson). Fotografías: Sermeño-Chicas, J.M.

(Artiga 1994). Constituyen un problema serio en plantas de viveros y sobre todo en injertos jóvenes. La producción de mielecilla excretada por los insectos se acumula en el haz de las hojas y los frutos, dando lugar al hongo negro *Capnodium* sp. (fumagina), que reduce la fotosíntesis (Coto y Saunders 2004). Las hojas de cacao fuertemente atacadas envejecen prematuramente (Schmutterer et al. 1990), reportándose deformaciones de los brotes tiernos de las plantas de cacao en Perú (Raven 1993).

Si los insectos se establecen en los capullos florales, éstos detienen su desarrollo y si lo hacen en flores ya abiertas, la fruta no se forma o se desarrolla con deformaciones. A 25°C el ciclo demora de 6 a 7 días, y a 15°C entre 20 a 23 días. Cada hembra produce aproximadamente 100 ninfas durante su vida, de 15 a 28 días; ello permite un rápido crecimiento de las poblaciones, la que llega a cubrir totalmente las zonas aptas para su alimentación. Cuando las condiciones ambientales son favorables o las plantas hospederas se han lignificado, se producen cada vez más formas aladas para

migrar a lugares y hospederos más favorables (Artiga 1994).

Las hembras vivíparas, ápteras y aladas de 1.0 a 1.78 milímetros de longitud (Coto y Saunders 2004). Ala anterior con pterostigma marrón oscuro o negro y normalmente la vena media (M) con una bifurcación. Segmentos antenales III, IV y V, pálidos en la mayor parte de su longitud, excepto el ápice oscuro. Presentan órgano estridulador, constituido por una hilera de setas modificadas muy cortas, en las tibias posteriores y abdomen con finas estrías aserradas lateroventralmente (Quiros 1988).

Entre los enemigos naturales se encuentran, parasitoides: *Lysiphebus testaceipes* (Cresson), *L. fabarum* (Marshall), *L. ambiguus*, *Lysaphidius platensis* (Brethes), *Aphidius colemani* Vier., *A. matricariae* Hal., *A. porteri* Brethes, *A. picipes* (Nees), *Lipolexis gracilis* Forster, *Ephedrus persicae* Froggatt, *Trioxyx angelicae* (Haliday), *Diaeretella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae=Aphidiidae); Depredadores: *Cycloneda sanguinea* (L.), *Hippodamia convergens* Guéron, *Adalia bipunctata*

(L.), *A. deficiens* Muls., *Eriopis connexa* (Germ.), *Scymnus roseicollis* (Coleoptera: Coccinellidae), *Ocyptamnus* sp., *Baccha clavata*, *Allograpta hortensis* (Phil.), *A. pulchra* Shannon, *Syrphus octomaculatus* Walker (Diptera: Syrphidae), *Aphidoletes cucumeris* (Lint.) (Diptera: Cecidomyiidae), *Chrysoperla*

carnea (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae); Hongos entopatógenos: *Acrostalagnus albus* y *Entomophthora* sp. (Artiga 1994; Coto y Saunders 2004). En el presente estudio se han encontrado en plantaciones comerciales de cacao de El Salvador, los depredadores que se muestran a continuación.



Figura 4. Coleoptera de la familia Coccinellidae depredadores de *Toxoptera aurantii* (Boyer de Foscolombe, 1841): a) *Cycloneda sanguinea* (L.); b) *Azya luteipes*; c) *Eupalea picta* (Guerin-Meneville); d) *Brachiacantha bistripustulata* (F.); e) *Adalia* sp. Mulsant. Fotografías: Sermeño-Chicas, J.M.



Figura 5. Diptera de la familia Syrphidae depredadores de *Toxoptera aurantii* (Boyer de Foscolombe, 1841): a, b) *Ocyptamus* cf. *antiphates* (Walker, 1849); c) *Pseudodoros clavatus*; d, e, f) *Ocyptamus gastroctactus* (Wiedemann, 1830); g) *Toxomerus* cf. *pictus*; h) *Orphnabaccha* sp. (grupo *coerulea*); i) *Ocyptamus* sp. (grupo *lepidus*). Fotografías: Sermeño-Chicas, J.M.



Figura 6. Insectos rizófagos en cacao: a) Larva de *Phyllophaga* sp.; b) *Phyllophaga elenans* Saylor; c) *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard). Fotografías: Sermeño-Chicas, J.M.

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Nombre científico: *Phyllophaga elenans* Saylor; *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard)

El estadio larval 1 y 2 se alimentan de materia orgánica y raíces fibrosas durante 4 a 6 semanas; el estadio larval 3, se alimenta de las raíces de las plantas desde finales de junio hasta octubre, debilitándolas y matándolas cuando las plantas son jóvenes (dañan árboles recién trasplantados hasta tres años de edad); el daño a menudo aparece en parches bien definidos. El daño durante el segundo año del ciclo ocurre de junio a septiembre. Dependiendo de la intensidad del daño, las plantas se marchitan o se acaman cuando existe viento. Los daños del insecto tienden a ser más fuertes en cultivos que están cerca de pastos, plantaciones de cafetal, cercos que contienen plantas alimenticias, preferidas por los adultos y en suelos bien drenados (Coto y Saunders 2004).

Los huevos blancos de 2.5 milímetros de longitud, eclosionan en un período de 10 a 12 días y son puestos bajo la cobertura de zacates, vegetación espontánea o en las raíces de las plantas cultivadas. Una hembra puede depositar hasta 200 huevos. Las larvas

en un periodo de ocho a nueve meses pasan por 3 estadios larvales y miden entre 35 a 40 milímetros de longitud en su último estadio; cuerpo blanco cremoso en forma de “C” con mandíbulas fuertes. Cuando termina su periodo de alimentación, la larva forma una cámara pupal en el suelo, de unos 10 a 20 centímetros de profundidad para descansar inactiva hasta que empupa en enero o febrero. El estado de pupa dura de 21 a 35 días, es color pardo dorado, y mide aproximadamente 18 milímetros de longitud. Los adultos son de actividad nocturna y emergen del suelo, apareciendo poco después de las primeras lluvias fuertes de la época lluviosa. Tienen un tamaño de 16 a 22 milímetros de longitud por 9 a 11 milímetros de ancho, y son atraídos hacia los árboles de *Erythrina poeppigiana*, y plantas de yuca, sobre las cuales se alimentan (Coto y Saunders 2004). Publicaciones de King (1994), mencionan que las especies que viven en las zonas más húmedas de Centro América, muestran un ciclo vital de un año, mientras que las que habitan en las regiones más secas, es de dos años. Las hembras hacen su aparición al atardecer (aproximadamente a las 6:00 de la tarde) en las plantaciones de frutales, vegetación silvestre o arbustos pequeños. Los adultos dejan el suelo justamente al anochecer y permanecen en los árboles durante la noche apareándose y alimentándose. Al amanecer

regresan con rapidez al suelo, donde las hembras ponen sus huevos. El ciclo biológico de las especies del género *Phyllophaga*, pueden tener una duración mínima de seis meses y un máximo de tres años, dependiendo de la humedad y temperatura del suelo.

Entre las especies registradas en Centroamérica como más dañinas y con una amplia distribución, tenemos: *Phyllophaga menetriesi*, *P. elenans*, entre otras. En El Salvador, es común encontrar a *P. elenans*, atacando las raíces de los frutales, en el occidente del país. Además, se presenta *Cyclocephala lunulata*, con menor abundancia. Las larvas de *Phyllophaga spp.*, se separan de otros géneros a través de la hendidura anal en forma de V ó Y, el décimo segmento abdominal con palidia bien desarrollada y carencia de esclerotización pronotal. La separación de las especies se hace posible mediante un examen cuidadoso de la disposición de las setas en el último segmento abdominal (raster); sin embargo, con este método no es posible distinguir con seguridad algunas especies. En la mayoría de adultos, las especies pueden identificarse claramente con ayuda de las estructuras genitales masculinas llamada aedeagus y en muchos casos, con las placas genitales femeninas (Arguello, et al.

1999; Morón y Terrón, 1988).

Como enemigos naturales, las larvas por ser de hábitat subterráneo, son controladas fácilmente por patógenos. Los hongos ejercen un buen control y existen reportes que demuestran que cerca del 80% de las enfermedades de los insectos son causadas por hongos. Uno de los hongos más utilizados es *Metarhizium anisopliae*, que es fácilmente identificable por su coloración blanca, la cual posteriormente se vuelve verde olivo; pero a nivel de campo se han encontrado otros hongos como *Cordyceps sp.*, que atacan larvas de gallina ciega. También existen protozoarios, virus, bacterias y nematodos que causan mortalidad al insecto. Los adultos son controlados por moscas del género *Pyrgota sp.*, las cuales parasitan a los escarabajos o chicotes en pleno vuelo, colocando la mosca sus huevos en el interior de las alas de los escarabajos. Además, existen ectoparásitoides de larvas de gallina ciega, como, por ejemplo: *Campsomeris dorsata* (Hymenoptera: Scollidae) y *Tiphia sp.* (Hymenoptera: Tiphidae). También son importantes los sapos y lagartijas como depredadores. Bacterias entomopatógenas: *Bacillus popilliae* y *Bacillus thuringiensis* (Trabanino 1998; Sermeño et al. 2005).



Figura 7. Casta de soldado de termita *Heterotermes convexinotatus* (Snyder, 1924). Fotografía: Sermeño-Chicas, J.M.

Orden: Blattaria: Isoptera

Familia: Rhinotermitidae

Nombre científico: *Heterotermes convexinotatus* (Snyder, 1924)

Pueden constituirse en plagas de árboles maderables perennes, árboles de sombra o plantaciones de cacao y otras plantas (Madrigales-Cardeno 2003). Son consumidores de madera (xilófagos), cuya fuente principal de alimento es la celulosa y establecen sus nidos en el interior del suelo. De estos nidos subterráneos, parten diversas galerías y pasajes (camino) en el suelo, a partir del nido principal, hasta las fuentes de alimento en plantaciones forestales y cultivos agrícolas, causándoles pérdidas económicas. Las galerías que construyen, pueden estar ligadas a uno o más sitios de alimentación por encima del suelo. Estos insectos están distribuidos ampliamente en las regiones tropicales, subtropicales y templadas (Costa-Leonardo 2002; Eggleton 2000; Nickle & Collins 1992), y nuevas especies de *Heterotermes* se están estableciendo en nuevas áreas geográficas, en la cual, la presencia de alados ocurre cuando comienzan las lluvias (Scheffrahn & Su. 1995). *Heterotermes convexinotatus* (Snyder, 1924) en El Salvador, se puede convertir en plaga de importancia económica, si las plantaciones de cacao son manejadas inadecuadamente con el uso de agroquímicos sintéticos, monocultivo, inadecuado manejo de la sombra y fertilidad del suelo. En las colectas realizadas en las plantaciones de cacao en El Salvador, se han encontrado castas de obreras y soldados que no están causando daños de importancia económica. Reyes *et al.* 1989, informa que en el municipio de Guaymango, Departamento de Ahuachapán, El Salvador, la presencia de *Heterotermes convexinotatus* (Snyder, 1924), ha causado daños promedios del 37% de plantas

de sorgo, que podrían asociarse al uso rutinario de insecticidas a la siembra del cultivo.

En la colonia, la casta de soldado, se presenta en pequeñas cantidades (Zorzenon *et al.* 2006). Los soldados presentan cuerpo alargado, con los ojos ausentes. Tarsos de cuatro segmentos, pronotum plano, cerci cortos de dos segmentos. Soldados con cabeza amarillenta, alargada con los lados paralelos. Mandíbulas alargadas, delgadas, ligeramente más largas que la anchura de la cabeza. Fontanella pequeña, de forma circular, situada en el dorso de la cápsula cefálica, posterior a los receptáculos antenales. Pronotum plano (Constantino 1999; Nickle & Collins 1992).

Entre los enemigos naturales se encuentran, hongos Entomopatógenos: *Metarhizium anisoplia*, *Beauveria bassiana*; Bacterias Entomopatógenos: *Bacillus thuringiensis* (BT) (Pearce 1997).

Orden: Coleoptera

Familia: Curculionidae: Scolytinae

Nombre científico: *Xylosandrus morigerus* (Blandford, 1897)



Figura 8. Barrenador de las ramas del cacao *Xylosandrus morigerus* (Blandford, 1897). Fotografía: Sermeño-Chicas, J.M.

Las hembras causan perforaciones de menos de un milímetro de diámetro en las ramas verdes de diferentes grosores, pero logran penetrar al corazón del área leñosa en las ramas

de diámetros menores a dos centímetros. Los machos nunca emergen de las galerías y copulan con las hembras antes de que éstas salgan al exterior. Después de perforar en forma perpendicular la rama especialmente seleccionada, la hembra, cava una galería en la dirección de la misma y realiza una cámara que amplía lo suficiente. Luego, deposita las conidias del hongo *Ambrosiaomyces zeilanicus* Trot., el cual al crecer le sirve de alimento, tanto a ella como a la progenie. La relación entre el hongo y el insecto es completamente simbiótica y al parecer, el hongo es conservado por la hembra en un órgano presente entre el segundo y tercer segmentos torácicos. Se cree que cada especie de este insecto, cultiva una determinada especie de hongo. Si las condiciones de humedad en la galería son altas, el hongo y el insecto se desarrollan normalmente (Vélez-Ángel 1997).

Al realizar un corte longitudinal de ramas infestadas, se observa en el tejido vegetal las perforaciones de color negro por la presencia de los hongos *Fusarium* sp. y *Lasiodiplodia theobromae*, que dañan las plantas y frutos aledaños, causando su pudrición. Importantes ataques del insecto, se producen en áreas nuevas o plantillas de cacao, en la cual los daños por perforaciones son más frecuentes y se debe realizar medidas de control cuando se encuentra más del 1% de plantas de cacao atacadas (Nakayama & Vieira da Encarnacao 2012). El daño del insecto es menor en comparación con el extenso ataque del hongo; éste no penetra muy profundo en la madera, pero puede interferir en el transporte del agua en la rama y causar su muerte (Vélez-Ángel 1997). Este insecto aparece en plantaciones de cacao cultivadas en suelos podres en nutrientes y ácidos, con manejo nutricional inadecuado y deficiencia hídrica (Nakayama & Vieira da Encarnacao 2012).

Si los daños del insecto no son severos, se

producen nuevas cepas de madera a partir del cambium y la rama se recupera. La hembra deposita los primeros huevos entre 6 a 12 días después de iniciarse la perforación. El mismo orificio de entrada sirve de salida a la progenie. Las hembras muestran un alto fototactismo positivo. En pocas ocasiones se ha observado perforaciones del insecto en troncos y raíces. Entre las plantas hospederas de importancia económica se tiene al cacao. El árbol afectado presenta las hojas del ápice de las ramas secas o marchitas y los frutos muestran las rugosidades típicas de un vaneamiento. Para Colombia, en 1957 se reportaron daños devastadores de *Xylosandrus morigerus* (Blandford), en el municipio de Dagua (Valle del Cauca), y en menor proporción en los alrededores de Medellín y Mutatá (Antioquia) (Vélez-Ángel 1997); también el insecto ha sido registrado en plantaciones de cacao en Nicaragua (Maes y Tellez-Robleto 1988).

Los huevos microscópicos de 0.5 milímetros de largo por 0.3 milímetros de ancho, que son depositados en pequeños grupos sobre las capas del hongo simbiótico dentro de la cámara de cría, eclosionan durante 6 a 8 días. Cada hembra deposita entre 14 a 22 huevos, y probablemente son puestos con algunas diferencias de tiempo, ya que con mucha frecuencia se encuentran larvas, pupas y adultos, dentro de las cámaras. El estado larval de 7 a 10 días, mide 0.6 milímetros de largo por 0.3 milímetros de ancho, y cuando alcanzan su máximo desarrollo miden aproximadamente 2.0 milímetros de largo por 0.5 milímetros de ancho, pasando por cuatro estadios y durante todo su desarrollo permanecen dentro de la cámara de cría, alimentándose del hongo simbiote. Al finalizar su periodo cesa de alimentarse, mudan por última vez y pasa al estado de pupa. Permanece en estado de pupa de 8 a 10 días, dentro de la cámara de cría hasta transformarse en adulto. Casi siempre existe

mayor número de hembras que de machos. A través del agujero inicial, emergen las hembras para continuar las infestaciones en las plantas hospederas, y tiene una longevidad entre 30 a 40 días las hembras, y entre 8 a 15 días los machos. Los adultos hembras miden en promedio 1.7 milímetros de largo por 0.8 milímetros de ancho, y los machos de 1.0 milímetros de largo por 0.5 milímetros de ancho; las hembras tienen alas membranosas y faltan en los machos (Vélez-Ángel 1997).

Como enemigos naturales destacan los parasitoides: *Prorops nasuta* Wtst. (Hymenoptera: Bethyridae), *Tetrastichus xyleborus* (Hymenoptera: Eulophidae); Entomopatógenos: *Beauveria* sp. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) (Vélez-Ángel 1997).

Orden: Coleoptera

Familia: Curculionidae: Scolytinae

Nombre científico: *Xyleborus ferrugineus* (F., 1801)



Figura 9. Barrenador *Xyleborus ferrugineus* (F., 1801). Fotografía: Ph.D. Jiri-Hulcr & Thatkinson.

Las hembras dañan las ramas y el área del cuello de los árboles de cacao, haciendo túneles ramificados por todo el tronco, cultivando hongos que sirven de alimento a las larvas y adultos. Existe una simbiosis del hongo *Fusarium solani*, que se multiplica en las galerías hechas por el insecto; además, este hongo sintetiza las sustancias químicas que

son esenciales para la reproducción del insecto (Coto y Saunders 2004; Vélez-Ángel 1997). Los adultos jóvenes transportan directamente las esporas del hongo desde la galería madre a la nueva galería (Vélez-Ángel 1997). En los cacaotales, las hembras del artrópodo pueden ser transmisoras del hongo *Ceratocystis fimbriata*, causante de la muerte eventual del árbol, varios meses después del ataque inicial del insecto (Coto y Saunders 2004). En 1925 se detallaron los primeros informes sobre daños causados a plantaciones de cacao en Colombia, con destrucciones promedios de medio millón de árboles, y para 1955 causó la muerte de cerca de dos millones de árboles de cacao. Las pérdidas causadas por el insecto y asociadas con el hongo *Ophiostoma* llegaron a una estimación del 15 al 20% en Colombia; mientras que, en Costa de Marfil, las pérdidas por los ataques del insecto al cacao, excedieron el 60% (Vélez-Ángel 1997). Los plantíos soleados, plantas débiles o enfermas y los cultivos descuidados o viejos son los más atacados, presentando como síntomas del daño la presencia de exudado blanco y aserrín en ramas y troncos de los árboles de cacao (Coto y Saunders 2004). Para El Salvador, se debe realizar un programa de manejo adecuado sin el abuso de los agroquímicos sintéticos y con un manejo integrado del agroecosistema cacaotero.

Los huevos eclosionan entre 12 a 14 días; elípticos microscópicos (aproximadamente 0.5 milímetros de largo por 0.3 milímetros de ancho), superficie lisa y apariencia cristalina que cambia a blanquecina a medida que progresa la incubación (Vélez-Ángel 1997). El estado larval de 7 a 11 días, pasando por tres estadios. Son blancas y cambian levemente al amarillo cuando están maduras; cuerpo levemente curvado de dos milímetros de largo y apoda (Coto y Saunders 2004). El estado de pupa de 18 a 24 días, presentando coloración

blanca, y pupa del tipo exarata; los élitros y las alas membranosas son transparentes en las futuras hembras y en los machos se observan únicamente los élitros (Vélez-Ángel 1997). Empupan dentro del tallo del árbol de cacao para transformarse en adulto. La hembra adulta mide 2.0 a 3.3 milímetros de longitud (el macho 1.8 milímetros), 2.7 a 3.0 veces más largo que ancho (Coto y Saunders 2004). Los machos normalmente no salen de la galería en que fueron desarrollados y las hembras emergen a través de pequeñas horadaciones en la corteza e inician nuevos ataques. Cada hembra deposita entre 20 a 30 huevos en grupos de

cuatro a cinco dentro del tallo (Vélez-Ángel 1997).

La forma del cuerpo de los adultos de *Xyleborus ferrugineus* (F.), es cilíndrica y se presenta oblicuamente truncado en su extremo posterior. La cabeza está considerablemente retraída en el protórax, de modo que no se observa desde el dorso. Los ojos son muy grandes, con facetas toscas y el margen anterior emarginado. El pronoto tiene las partes antero-laterales provistas con depresiones amplias, poco profundas, que le otorgan una textura semi-rugosa (Morón y Terrón, 1988).



Figura 10. Polilla del cacao *Michaelophorus nubilus* (Felder & Rogenhofer, 1875): a) larva; b) prepupa; c) pupa; d) adulto. Fotografías: Sermeño-Chicas, J.M.

Orden: Lepidoptera

Familia: Pterophoridae

Nombre científico: *Michaelophorus nubilus* (Felder & Rogenhofer, 1875)

Las larvas de la polilla del cacao se alimentan de hojas en desarrollo y ocasionalmente flores. Si bien el impacto en la producción de árboles maduros es mínimo, el daño sustancial a las hojas de las plántulas es una preocupación

para los cultivadores de viveros (Bacillo 2005). Las larvas se alimentan de las hojas nuevas de cacao (Gielis 2006). En El Salvador, cuando los ataques de las larvas son fuertes, se ha observado caída de hojas tiernas de las plántulas de cacao en vivero; por lo cual, el abuso con plaguicidas sintéticos puede causar el incremento de las poblaciones del insecto.

Esta polilla del cacao, se conoce en Venezuela, Perú, Ecuador, Brasil, Colombia, Honduras, Costa Rica y Trinidad (Gielis 2006). Las larvas

presentan una longitud de 9.5 milímetros y las pupas miden 7.5 milímetros de longitud (Matthews & Miller 2010). La especie se caracteriza por el color marrón oscuro de las alas anteriores, con una mancha discal circundada de color pálido. La envergadura alar es de 12-15 milímetros. Cabeza oscura marrón. Palpos con longitud equivalente a dos veces el diámetro del ojo. Antenas de color marrón oscuro con escamas blancas alternas en los segmentos. Tórax, ventralmente blanco brillante. Abdomen marrón oscuro, ventralmente blanco. Patas anteriores pardas, oscurecidas distalmente, fémur con línea longitudinal blanca. Patas medias y posteriores de color marrón oscuro, interrumpidas con blanco. El cuerpo del adulto

presenta franjas de color marrón oscuro con una línea basal continua de escamas en el término de ambos lóbulos y dos pinceles más oscuros en el dorso del segundo lóbulo. Alas de color marrón oscuro y franjas de color marrón oscuro, con escamas en el ángulo anal del segundo lóbulo y apicales en el tercer lóbulo. Escamas venosas negras, en una doble fila, la fila costal se extiende hacia el segundo lóbulo (Gielis 2006).

Entre los enemigos naturales se encuentran, parasitoides: *Actia panamensis* Curran (Diptera: Tachinidae), *Conura* sp. (Hymenoptera: Chalcididae); Depredadores: *Dolichoderus bispinosus* (Olivier) (Hymenoptera: Formicidae) (Gielis 2006; Matthews & Miller 2010).



Figura 11. Barrenador del cacao *Stenoma* sp.: a, b) Frutos de cacao perforados por la larva, mostrando excrementos mezclados con la seda que produce en el área atacada; c) larva perforando rama bifurcada de cacao. Fotografías: Sermeño-Chicas, J.M.

Orden: Lepidoptera

Familia: Depressariidae

Nombre científico: *Stenoma* sp.

Para El Salvador la especie, *Stenoma decora* Zeller, no está registrada, y en la presente investigación fueron encontradas dos larvas, una perforando el fruto y otra perforando una

rama del cacao, pero no fue posible obtener el adulto por estar parasitada por un hongo; por tanto, se informa únicamente el género *Stenoma* sp.

Stenoma decora Zeller, es un problema de los cacaotales en Brasil. El adulto mide aproximadamente 25 milímetros de envergadura alar, presentan coloración blanca y amarillenta. La larva alcanza hasta seis

centímetros de longitud y se ha documentado causando daños significativos en los cultivos. Los daños en el cacaotero son la perforación del tronco, principalmente en las bifurcaciones que pueden secarse dependiendo de la intensidad del ataque; cuando la infestación es más severa, toda la parte aérea puede secarse y causar la muerte de la planta (Alves et al. 2017; Ventocilla 1968).

Este insecto, también infesta los frutos de cacao, pero en menor intensidad (Alves et al. 2017). La larva puede alimentarse de la corteza del árbol, así como del pericarpio de la fruta (Benton 1980). El signo de ataque en la planta es fácilmente detectable por la presencia de ramas secas y sus excrementos mezclados con la seda que produce en el área atacada. Su ocurrencia se presenta con mayor frecuencia en años más secos, con déficit hídrico (Alves et al. 2017).

En un estudio realizado en Brasil se encontró que *Ceiba pentandra*, es una planta hospedera de este insecto, por lo cual, puede convertirse en un problema cuando este árbol es utilizado como sombra del cacao (Silva y Heinrich 1946; Silva y Heinrich 1947).

Entre los enemigos naturales se encuentran, parasitoides: *Arachnophaga hirtibasis* Gahan (Hymenoptera: Eupelmidae); Depredadores: *Synoecca surinama* (Hymenoptera: Vespidae) (Silva y Heinrich 1946; Silva y Heinrich 1947).

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación forma parte del proyecto de investigación científica aplicada titulado "Conservación de recursos fitogenéticos de café y cacao criollo en sistemas agroecológicos productivos de El Salvador frente al cambio climático", el cual es financiado por USAID a través del Proyecto de Educación Superior para el Crecimiento Económico, con Acuerdo de

Cooperación Número 0214405-G-2018-003-00 entre Research Triangle Institute (RTI), USA y la Universidad de El Salvador (UES).

Cees Gielis PhD., MD., Naturalis Biodiversity Center NCB, Department of Terrestrial Zoology, por la identificación de *Michaelophorus nubilus* (Felder & Rogenhofer, 1875).

Ronald Cave, PhD., University of Florida, EE.UU., por su ayuda en rectificar las identificaciones de los Coccinellidae y corrección del escrito.

Gil Felipe Gonçalves Miranda, PhD., Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade (IDEFLO-Bio), Brasil, por su ayuda en rectificar las identificaciones de los Syrphidae.

John Brown, Dr., Smithsonian Institution, EE.UU., por su ayuda en rectificar las identificaciones de *Stenomoma* sp.

Dra. M. Alma Solis, Dra., Research Entomologist SEL, USDA, Smithsonian Institution, EE.UU., por los contactos de expertos y reconfirmación de la identificación de *Michaelophorus nubilus* (Felder & Rogenhofer, 1875).

José Rutilio Quezada, PhD., por sus orientaciones oportunas y contactos de expertos.

A todos los integrantes de la Cooperativa Santa Clara en el departamento de La Paz, Jaime Arévalo en el departamento de Sonsonate, Inocente Hernández, departamento de Cuscatlán y José Luis Rivas Alfaro, departamento de San Vicente, por facilitar las plantaciones de cacao y el tiempo necesario para realizar parte de la investigación.

A la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA), por la donación de los microscopios con cámara incorporada que sirvió para la toma de microfotografías en laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

- Alves, W; Martins, D; Gomes, C; Rosa, R; Da Vitoria, R; Souza, R; Fornaizer, M; Quiroz, R; Ventura, J. 2017. Infestação de *Stenoma decora* Zeller (ELACHISTIDAE: LEPIDOPTERA) em clones de cacau no estado do espírito santo. Espírito Santo, Brasil. 1p.
- Arguello, H; Cáceres, O; Morón, MA. 1999. Identificación de especies de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) presentes en las principales zonas agrícolas de Nicaragua. Programa Manejo Integrado de Plagas con Productores de América Central (PROMIPAC-Nicaragua). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 30p.
- Artiga, JN. 1994. Entomología económica: Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (Nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Volumen I. Ediciones Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 1126p.
- Bacillo, J. 2015. Plagas del cultivo de cacao. Tingo María, Perú. 81p.
- Benton, FP. 1980. Crianza de *Stenoma decora* (Lepidoptera: Stenomidae) en condiciones de laboratorio Revista *Theobroma*, 10(1):25-30.
- Constantino, R. 1999. Clave ilustrada para identificación dos generos de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. Museo de Zoologia da Universidade de Sao Paulo, 40(25):378-448.
- Costa Leonardo, AM. 2002. Cupins-Praga. Morfologia, Biología e Controle. STATI Biblioteca da UNESP. Rio Claro, São Paulo, Brasil. 128p.
- Coto, D; Saunders, J. 2004. Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central. Manual Técnico 52. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 400p.
- De la Iglesia, M; Lambert, W. 2001. Densidad poblacional de *Selenothrips rubrocinctus* en parcelas de cacao, en niveles de sombra ligeros y medios. Densidad poblacional de *Selenothrips rubrocinctus* en cacao expuesto a la sombra y la luz. Revista Fitosanidad, (51):7-8.
- Eggleton, P. 2000. Global patterns of termite diversity. In: T. Abe, D.E. Bignell y M. Higashi. (eds), Termites: evolution, sociality, symbiosis, ecology. Kluwer Academic Publication, Dordrecht, Países Bajos, p.25-51.
- Entwistle, PF. 1972. Pests of cacao. Formerly Entomologist, West African Cocoa, Research Institute, Ghana and Nigerian, Cocoa Research Institute. 779p.
- Gielis C. 2006. Review of the Neotropical species of the family Pterophoridae, part I: Ochyroticinae, Deuterocopinae, Pterophorinae (Platyptiliini, Exelastini, Oxyptilini) (Lepidoptera). Zool. Med. Leiden, 80-2(1):1-290.
- Huaycho Callisaya, H; Maldonado Fuentes, C; Manzaneda Delgado, F. 2017. Control del chinche del cacao (*Monaloniondis simulatum* Dist.) con aplicación de bioinsecticidas en la región de Los Yungas de Bolivia. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz, vol.4, n°1, p. 31-39. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v4n1/v4n1_a05.pdf. Consultado el 19 de enero de 2019.
- Madrigales Cardeño, A. 2003. Insectos forestales en Colombia: biología, hábitos, ecología y manejo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia. 848p.
- Maes, J; Tellez Robleto, J. 1988. Catálogo de los insectos y artrópodos terrestres asociados a las principales plantas de importancia

- económica en Nicaragua. *Revista nicaragüense de entomología*. Museo entomológico autónomo, León Nicaragua, 6(1):1-95.
- Martínez González E; Barrios Sanromá G; Rovesti L; Santos Palma R. 2006. Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV), Cuba.
- Matthews, DL; Miller, J.Y. 2010. Notes on the cacao plume moth in Honduras and description of the larvae and pupae (Lepidoptera: Pterophoridae). *Trop. Lepid. Res.*, 20(1):28-34. Consultada en 03 febrero 2019: https://www.researchgate.net/publication/268266396_NOTES_ON_THE_CACAO_PLUME_MOTH_IN_HONDURAS_AND_DESCRIPTION_OF_THE_LARVAE_AND_PUPAE_LEPIDOPTERA_PTEROPHORIDAE
- Morón, MA; Terrón, RA. 1988. Entomología práctica: Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, medica, forestal y ecológica de México. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Instituto de Ecología. México, D.F., 504p.
- Nakayama, K; Vieira da Encarnacao, A.M. 2012. Principais pragas do cacauero e seu controle. *Ciencia, Tecnología e Manejo do Cacauero*. CEPLAC/CEPEC, Itabuna, Bahia, Brasil, p.135-160.
- Nickle, DA; Collins, MS. 1992. The Termites of Panama. In: *Insects of Panama and Mesoamerica*. Edited by D. A. Quintero & A. Aiello. New York: Oxford University Press. p.208-241.
- Pearce, MJ. 1997. Termites: Biology and pest management. Formerly of the Natural Resources Institute Chatham, Kent, UK. CAB International. 172p.
- Potes A. 1952. Plaga importante en el cacao del valle del cauca – Colombia. *Revista UNAL*, II(4):183-194.
- Quiros, DI. 1988. Áfidos (Homoptera: Aphididae) de Panamá. Universidad de Panamá, Vicerrectoría de Investigación y Posgrado. Maestría en Entomología. Tesis Maestro en Ciencia con especialización en Entomología General, 318p.
- Raven, KG. 1992. Ordenes Psocoptera, Mallophaga, Anoplura, Thysanoptera. Universidad Nacional Agraria La Molina, Departamento de entomología. Lima, Perú, 122p.
- Raven, KG. 1993. Orden Homoptera II: Sternorrhyncha. Universidad Nacional Agraria La Molina, Departamento de entomología. Lima, Perú, (VII):17.
- Reyes, R; Guerrero, O; López, M; Carranza, N; Amaya, J; Zelaya, R; Soto, JL. 1989. Estimación de pérdidas en rendimiento de granos causadas por gusanos barrenadores del tallo *Diatraea lineolata* Walker y termitas *Heterotermes convexinotatus* Snyder en el sistema de cultivo maíz-sorgo. Proyecto MIP-CATIE, El Salvador. Manejo integrado de plagas (Costa Rica), (14):18-30.
- Scheffrahn, R; Su, NY. 1995. A new subterranean termite introduced to Florida: *Heterotermes Froggatt* (Rhinotermitidae: Heterotermitinae) established in Miami. *Florida Entomologist*, 78(4):623-627. Consultada en 01 febrero 2019: <http://journals.fcla.edu/flaent/article/viewFile/59176/56855>
- Schmutterer, H; Cruz, RR; Cicero, J. 1990. Plagas de las plantas cultivadas en el Caribe con consideración particular en la República Dominicana. *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GIZ), Technical Cooperation-Federal Republic of Germany*, 640p.
- Sermeño, JM; Rivas, AW; Menjívar, RA. 2005. Guía técnica de las principales plagas artrópodos y enfermedades de los

frutales. Programa Nacional de frutas de El Salvador (FRUTAL ES). IICA a través del programa MAG-FRUTAL ES. El Salvador, 78p. Consultada en 03 febrero 2019: <http://ri.ues.edu.sv/9076/1/A%20Plagas%20de%20frutales%20El%20Salvador%202005.pdf>

Silva, P; Heinrich, C. 1946. *Stenomoma decora* Zeller, una nueva plaga potencial del cacao en la Bahía, Brasil Rev Ent [Rio De Janeiro], 17(3):361-374.

Silva, P; Heinrich, C. 1947. *S. decora*, una nueva plaga potencial de cacao en Bahia. Rev. Ent, Rio de Janeiro, 17(3):361-374.

Trabanino, R. 1998. Guía para el manejo integrado de plagas invertebradas en Honduras. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Departamento de Protección Vegetal. Honduras, 156p.

Vélez Ángel, R. 1997. Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado. 2da Edición, Ciencia y tecnología, Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 478p.

Ventocilla, A. 1968. *S. decora* es una plaga del cacao en el municipio de Colatina Cacau Atual, Itabuna, 5(1-4):27.

Villacorta, A. 1973. Fluctuación anual de las poblaciones de *Monalonion annulipes* Sig. y su relación con la "muerte descendente de *Theobroma cacao*" en Costa Rica. Revista Peruana de Entomología, Vol. 16, Nº 1. p. 21-24. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v16/pdf/a07v16.pdf> Consultado el 02 de febrero de 2019.

Zorzenon, FJ; Junior, JJ; Potenza, MR; Barbosa de Campo, T; Canello, EM. 2006. Cupins: Pragas em áreas urbanas. Boletín Técnico No. 18. Instituto biológico, Secretaria de Agricultura e Abastecimiento, Sao Paulo, 66p.



SIC-UES

Secretaría de Investigaciones Científicas
de la Universidad de El Salvador

ISSN 2521-8794



9 772521 879403