

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE LA FORMULACIÓN DE TABLILLAS DE CHOCOLATE CON CUATRO PORCENTAJES DE GRANO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) Y SU PREFERENCIA POR EL CONSUMIDOR.**

**POR:**

**SARA RAQUEL CRESPIÓN GONZÁLEZ**

**HUGO ISAAC PÉREZ TOBAR**

**SAN SALVADOR, MARZO DE 2018**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE FITOTÉCNIA**



**EVALUACIÓN DE LA FORMULACIÓN DE TABLILLAS DE CHOCOLATE CON CUATRO PORCENTAJES DE GRANO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) Y SU PREFERENCIA POR EL CONSUMIDOR.**

POR:

**SARA RAQUEL Crespín González**

**HUGO ISAAC Pérez Tobar**

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO(A) AGROINDUSTRIAL**

SAN SALVADOR, MARZO DE 2018

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

**MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

**SECRETARIO GENERAL**

**LIC. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO**

**ING. AGR. M.SC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

**SECRETARIO**

**ING. AGR. M.SC. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTÉCNIA**

---

**ING. AGR. M. SC. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRIOS**

**DOCENTE DIRECTOR**

---

**ING. AGR. CARLOS MARIO APARICIO**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

---

**ING. AGR. MARIO ALFREDO PÉREZ ASCENCIO**

## RESUMEN

El estudio se realizó en el periodo de febrero a octubre de 2017. La elaboración de las fórmulas de tablillas de chocolate se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos, CENTA, ubicado en San Andrés, La Libertad. Se efectuó una prueba de preferencia por ordenación con un nivel de significancia del 5%, con la participación del consumidor final en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, determinando a la vez los principales motivos de la preferencia. Además, se midieron los grados Brix en cada formulación de bebida de chocolate en el Laboratorio de Agroindustria del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud. La muestra de tablilla de chocolate más preferida fue preparada por digestión ácida con microondas aplicando el método Association of Official Anical Chemists 999.10. Mediante la utilización del método de espectrometría de absorción atómica con horno de grafito se determinó la concentración de As, Pb y Cd y el método de espectrometría de absorción atómica con llama para la determinación concentración de Cu.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó que la bebida de chocolate preparada con tablilla conteniendo el 20% de grano de cacao fue la más preferida, seguido de las formulaciones del 25% y 17% de cacao. La tablilla de chocolate con adición del 30% de cacao fue significativamente la menos preferida. También, se encontró que la cantidad de azúcar por taza de bebida de chocolate sobrepasa el consumo diario recomendado por la OMS. En cuanto a metales pesados, el contenido determinado fue de menos de 0.03 mg/kg de As, 6.5 mg/kg de Cu, menos de 0.1 mg/kg de Pb y 0.05 mg/kg de Cd en la tablilla de chocolate más preferida, estas concentraciones no sobrepasan los límites establecidos en las normativas. Por otro lado, al comparar costos de producción de una tablilla de 42 g para una taza de las diferentes formulaciones de tablilla de chocolate, se determinó que no hay un incremento considerable de los costos totales al adicionar más cacao en las formulaciones desde 17% a 30% de cacao.

**Palabras clave:** Grano de cacao, tablilla de chocolate, prueba de preferencia por ordenación, grados Brix, metales pesados, costos de producción.

## ABSTRACT

The research was developed in the period from February to October 2017. The formulae of chocolate tablets were made in CENTA's Food Technology Laboratory, located in San Andrés, La Libertad. A consumer ranking preference test with a 5% level of significance was carried out in the Agricultural Sciences Faculty of the University of El Salvador; addressing reasons of consumer preference. Furthermore, Brix degree content was measured in each chocolate drink formulation in the Agribusiness Laboratory of the Center for Health Research and Development. The most preferred chocolate tablet sample was prepared by acid digestion with microwave heating, applying the "Association of Official Analytical Chemists 999.10 method". By using the method of atomic absorption spectrometry with graph oven, the concentrations of As, Pb, and Cd in the chocolate tablet preferred by the consumer were determined, and Atomic absorption spectrometry with flame was used to determine Cu concentration.

According to results obtained, it was concluded that the chocolate drink prepared with 20% cocoa beans chocolate tablet was the most preferred, followed by 25% and 17% of cocoa formulae. The chocolate tablet with addition of 30% cocoa was significantly least preferred. Also, it was found that the amount of sugar per cup of chocolate beverage exceeds the WHO recommended daily consumption. Regarding heavy metals, the determined content was less than 0.03 mg/kg for As, 6.5 mg/kg for Cu, less than 0.1 mg/kg for Pb and 0.05 mg/kg for Cd in the most preferred chocolate tablet. These concentrations do not exceed the limits established in the regulations. On the other hand, when comparing production costs of a 42 g tablet for one cup of the different chocolate tablet formulations, it was determined that there is not a considerable increase of the total costs when adding more cocoa in the formulations from 17% to 30% cocoa.

**Key words:** Cocoa beans, chocolate tablet, ranking preference test, brix degrees, heavy metals, raw material costs.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos al Todopoderoso y sabio Dios por permitirnos culminar esta investigación y guiarnos a lo largo de nuestros estudios, por ser nuestro sostén en los momentos de debilidad y brindarnos una vida de muchas experiencias gratificantes.

A nuestro asesor Saúl Ovidio González Rosales, Food Science & Human Nutrition, MS (Q.D.D.G.), por el apoyo, dedicación, paciencia y orientación que brindó para llevar a cabo esta investigación.

Agradecerle al personal técnico del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”, especialmente a la Lic. Patricia de Esquivel, jefe del Laboratorio de Tecnología de Alimentos y la técnica Ana María Rodríguez por brindarnos apoyo en el uso de las instalaciones, materiales y equipo del laboratorio para desarrollar las actividades de campo.

A los miembros de ASECAS (Asociación General de Estudiantes de Ciencias Agronómicas), por facilitarnos el uso de la sala de estudio y equipo para desarrollar las pruebas sensoriales en la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Agradecer a la Ing. Doris Villeda por facilitar el material fotográfico para ilustrar los materiales del género Theobroma.

Y para finalizar, también agradecemos a todos los compañeros de clase durante todos los ciclos de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral nos han impulsado a seguir adelante en nuestra carrera profesional.

**Sara Crespín y Hugo Pérez**

## DEDICATORIAS

A mi compañero y amado novio Hugo Isaac Pérez Tobar, por ser el mejor compañero de tesis, te agradezco por ayudarme y apoyarme en cada decisión del proyecto, gracias a tus aportes lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Fuiste mi motivación más grande para concluir con éxito esta investigación, te amo.

A toda mi familia, por su comprensión apoyo incondicional para realizar esta investigación en especial a mi madre Santos González y mi padre Félix Crespín.

A Saúl Ovidio González Rosales (Q.D.D.G.), a quien le debo mucho por todos los conocimientos compartidos, hoy ya está en el cielo, pero lo recordaré siempre. Gracias por ser el mejor asesor de tesis que pude tener.

**Sara Crespín**

Agradecido con mi Padre celestial por permitirme conocer a mi novia Sara Crespín, a quien amo con todo el corazón, una mujer muy amorosa, dedicada, positiva y ejemplar. Gracias a ella por todo su apoyo en nuestro trabajo de graduación, por darle seguimiento día con día a nuestras actividades académicas, por darme ánimos y cariño en los momentos más difíciles de mi vida. Sin su ayuda, nuestro sueño por terminar la tesis hubiera quedado en solamente eso, un sueño. En lo que va de mi vida, no hay experiencia más gratificante que haber podido ser su compañero de tesis.

Agradecer a mi padre Narciso Pérez y mi madre Blanca Tobar, por apoyarme en todo lo necesario en mi vida, por amarme y cuidarme en cada momento hasta el día de hoy. También, agradezco a nuestro asesor de tesis Saúl Ovidio González Rosales (Q.D.D.G.), quien me apoyó en cada etapa del trabajo de graduación. Fue un hombre con valores, trabajador, profesional y comprometido con todos sus alumnos, alguien que sin duda tendré presente en lo que resta de mi vida. Que Dios lo tenga en su gloria, hasta siempre master.

**Hugo Pérez**

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	2
2.1. Generalidades del cultivo de cacao.....	2
2.2. Origen y domesticación.....	3
2.3. Especies del género <i>Theobroma</i> presentes en la flora salvadoreña.....	4
2.3.1. <i>Theobroma angustifolium</i> .....	5
2.3.2. <i>Theobroma bicolor</i> .....	5
2.3.3. <i>Theobroma cacao</i> L. ....	6
2.4. Requerimientos ambientales del cacao.....	7
2.4.1. Temperatura .....	7
2.4.2. Humedad relativa .....	8
2.4.3. Viento.....	8
2.4.4. Luminosidad y sombra .....	9
2.4.5. Latitud.....	9
2.4.6. Altitud (msm).....	9
2.5. Producción mundial y nacional de <i>Theobroma cacao</i> L.....	11
2.6. Productos semielaborados de <i>Theobroma cacao</i> L.....	12
2.6.1. Licor de cacao.....	12
2.6.2. Manteca de cacao.....	12
2.6.3. Torta de cacao .....	13
2.6.4. Cacao en polvo .....	13
2.7. Productos elaborados a partir de <i>Theobroma cacao</i> L. ....	13
2.8. Producción de elaborados del cacao en El Salvador.....	15
2.9. Concepto de chocolate de tablilla.....	16
2.10. Proceso para preparar el chocolate artesanal .....	17
2.11. Clasificación del Chocolate para mesa según normativas.....	17
2.11.1. Chocolate para mesa .....	18
2.11.2. Chocolate para mesa semiamargo.....	18
2.11.3. Chocolate para mesa amargo .....	18
2.11.4. Chocolate.....	18
2.11.5. Chocolate dulce (corriente) .....	19

2.12.	Usos del cacao en El Salvador.....	19
2.13.	La evaluación sensorial de alimentos.....	20
2.13.1.	Métodos sensoriales .....	20
2.13.2.	Creación de un panel de jueces sensoriales .....	20
2.13.3.	Pruebas afectivas.....	21
2.13.4.	Pruebas de preferencia .....	21
2.14.	Preferencia y motivo del consumo de chocolate.....	22
2.15.	Azúcares adicionados en los alimentos.....	22
2.16.	Las bebidas azucaradas y sus daños a la salud.....	24
2.17.	Generalidades de metales pesados .....	25
2.18.	Metales Pesados en Alimentos .....	26
2.18.1.	Arsénico en alimentos.....	26
2.18.2.	Cobre en alimentos .....	27
2.18.3.	Plomo en alimentos.....	28
2.18.4.	Cadmio en alimentos.....	29
2.19.	Límites máximos de metales pesados en chocolate con adición de azúcar y menor a 40% de cacao .....	32
2.20.	Técnica analítica para la determinación de metales pesados en cacao y sus derivados .....	32
2.21.	Técnica de espectrometría por absorción atómica .....	33
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1.	Descripción de materia prima.....	34
3.2.	Procesamiento de los granos de cacao.....	34
3.3.	Formulación y elaboración de tablillas de chocolate.....	36
3.3.1.	Elaboración de tablillas de chocolate .....	37
3.4.	Evaluación sensorial .....	39
3.4.1.	Selección del método y tipo de prueba sensorial.....	39
3.4.2.	Selección de panel para la prueba sensorial .....	39
3.4.3.	Diseño de la prueba de preferencia por ordenamiento .....	40
3.4.4.	Construcción de boleta de análisis sensorial .....	40
3.4.5.	Materiales para la prueba sensorial.....	41
3.4.6.	Lugar de ejecución de la prueba sensorial .....	42
3.4.7.	Preparación de muestras para la prueba sensorial .....	42
3.4.8.	Ejecución de la prueba sensorial.....	43

3.4.9.	Prueba de Basker y Kramer para análisis de resultados .....	44
3.5.	Determinación de grados Brix .....	44
3.5.1.	Preparación de la muestra .....	44
3.5.2.	Medición de grados Brix.....	45
3.6.	Determinación de metales pesados .....	45
3.6.1.	Preparación de las muestras.....	45
3.6.2.	Equipo y materiales.....	46
3.6.3.	Procedimiento para Digestión Ácida con Microondas.....	46
3.6.4.	Cálculos y evaluación de resultados .....	47
3.7.	Estimación de costos de tablilla de chocolate.....	47
4.	RESULTADOS Y DISCUSION .....	49
4.1.	Pesos obtenidos en el proceso de elaboración de chocolate .....	49
4.2.	Prueba de Basker y Kramer .....	50
4.3.	Determinación de grados Brix.....	54
4.5.	Análisis de costos de materia prima, insumos y material de empaque para la elaboración de tablilla de chocolate .....	58
5.	CONCLUSIONES .....	60
6.	RECOMENDACIONES.....	61
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	62
8.	ANEXOS.....	71

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Taxonomía de <i>Theobroma cacao</i> L. ....	2
<b>Cuadro 2.</b> Distribución geográfica de grupos propuestos por Lachenaud.....	3
<b>Cuadro 3.</b> Principales grupos genéticos de cacao, propuestos por Montamayor.....	3
<b>Cuadro 4.</b> Requerimientos eco-fisiológicos y de manejo para el cultivo de cacao .....	10
<b>Cuadro 5.</b> Composición de productos elaborados a partir de cacao.....	14
<b>Cuadro 6.</b> Exportadores del sector de transformación del cacao en El Salvador.....	16
<b>Cuadro 7.</b> Clasificación de alimentos en aporte calórico. ....	24
<b>Cuadro 8.</b> Concentraciones de Cd en tablillas de chocolate comerciales.....	31
<b>Cuadro 9.</b> Formulación de tablilla de chocolate por tratamiento .....	37
<b>Cuadro 10.</b> Peso de materia prima por tratamiento. ....	37
<b>Cuadro 11.</b> Orden de presentación de las muestras para los panelistas .....	40
<b>Cuadro 12.</b> Materiales utilizados en la prueba sensorial .....	41
<b>Cuadro 13.</b> Pesos del procesamiento de grano de cacao .....	49
<b>Cuadro 14.</b> Peso del producto final por tratamiento .....	50
<b>Cuadro 15.</b> Organización de resultados de la prueba de preferencia por ordenación.....	51
<b>Cuadro 16.</b> Razones de la bebida de chocolate más preferida por el consumidor. ....	52
<b>Cuadro 17.</b> Razones de la bebida de chocolate menos preferida por el consumidor.....	53
<b>Cuadro 18.</b> Comportamiento de los grados Brix en las bebidas de chocolate. ....	55
<b>Cuadro 19.</b> Metales pesados en tablilla de chocolate con 20% de cacao.....	57
<b>Cuadro 20.</b> Porcentaje de grano de cacao adicionado a formulación.....	58
<b>Cuadro 21.</b> Costos de producción de tablilla de chocolate de 42 g. ....	58
<b>Cuadro 22.</b> Costos para la elaboración de tablilla de chocolate de 42 g.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cacao de la india o Cushta ( <i>Theobroma angustifolium</i> ).....	5
<b>Figura 2.</b> Arbol pequeño de Patashte ( <i>Theobroma bicolor</i> ).....	5
<b>Figura 3.</b> Fruto de Patashte ( <i>Theobroma bicolor</i> ).....	6
<b>Figura 4.</b> Fruto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	6
<b>Figura 5.</b> Tablillas de chocolate.....	16
<b>Figura 6.</b> Comparación de concentraciones de Cd de tablillas de chocolate comerciales. ...	31
<b>Figura 7.</b> Flujo del proceso de elaboración de tablilla de chocolate.....	34
<b>Figura 8.</b> Limpieza y selección de grano de cacao.....	35
<b>Figura 9.</b> Tostado de grano de cacao.....	35
<b>Figura 10.</b> Descascarillado de grano de cacao.....	35
<b>Figura 11.</b> Triturado de grano de cacao. ....	36
<b>Figura 12.</b> Pesado de ingredientes.....	37
<b>Figura 13.</b> Mezcla de ingredientes .....	38
<b>Figura 14.</b> Molienda de mezcla de ingredientes de tablilla de chocolate .....	38
<b>Figura 15.</b> Moldeado de tablilla de chocolate. ....	38
<b>Figura 16.</b> Secado de tablilla de chocolate.....	38
<b>Figura 17.</b> Lugar donde se realizó la prueba de preferencia por ordenamiento .....	42
<b>Figura 18.</b> Colocación de muestras en mesas de catación.....	42
<b>Figura 19.</b> Estaciones de catación para prueba sensorial. ....	43
<b>Figura 20.</b> Introducción de la prueba sensorial.....	43
<b>Figura 21.</b> Refractómetro ATAGO.....	44
<b>Figura 22.</b> Medición de grados Brix.....	45
<b>Figura 23.</b> Muestra de Tablilla de Chocolate .....	45
<b>Figura 24.</b> Interraccion de formulaciones de tablilla de chocolate y valor crítico.....	51
<b>Figura 25.</b> Motivo de la bebida de chocolate más preferida.....	52
<b>Figura 26.</b> Motivo de la bebida de chocolate menos preferida.....	53
<b>Figura 27.</b> Razón de mayor preferencia de formulación del 20% de cacao .....	54
<b>Figura 28.</b> Razón de menor preferencia de formulación de 30% de cacao.....	54
<b>Figura 29.</b> Comportamiento de grados Brix en las formulaciones de bebida de chocolate. ...	55
<b>Figura 30.</b> Concentración de metales pesados comparados límites establecidos en normativas.....	57

## ÍNDICE DE ANEXOS

### CUADROS A

<b>Cuadro A-1.</b> Destino del grano de cacao en libras por año de procesadores entrevistados durante la investigación. ....	72
<b>Cuadro A-2.</b> Cantidades de cacao en libras, procesados por semana, mes y año en distintos puntos de San Salvador y La Paz. ....	73
<b>Cuadro A-3.</b> Total de grano de cacao destinado a la elaboración de tablilla de chocolate en los sectores en estudio. ....	74
<b>Cuadro A-4.</b> Preferencia en el consumo de chocolate nacional. ....	74
<b>Cuadro A-5.</b> Motivos de consumo del chocolate. ....	74
<b>Cuadro A-6.</b> Codificación de concentraciones de muestras para prueba sensorial. ....	74
<b>Cuadro A-7.</b> Ordenamiento de las muestras. ....	76
<b>Cuadro A-8.</b> Tabla de prueba de Basker y Kramer “Valor crítico de diferencia entre suma de categorías”. ....	77
<b>Cuadro A-9.</b> Suma de categorías. ....	78
<b>Cuadro A-10.</b> Tablillas de chocolate comercializadas en supermercados, tiendas y mercados de San Salvador. ....	80

### FIGURAS A

<b>Figura A-1.</b> Destino del Cacao en grano .....	84
<b>Figura A-2.</b> Preferencia en el consumo de chocolate nacional. ....	84
<b>Figura A-3.</b> Motivo de preferencia en el consumo de chocolate nacional .....	85
<b>Figura A-4.</b> Boleta de análisis sensorial. ....	86
<b>Figura A-5.</b> Resultados de análisis de metales pesados en Tablilla de chocolate 20% de cacao. ....	87

## 1. INTRODUCCIÓN

Para los nobles, emperadores, sacerdotes, jefes guerreros mayas y aztecas el consumo de “xocolatl” era una amenidad especial, se utilizaba la pulpa que recubre la semilla para elaborar bebidas fermentadas y los granos secos, tostados y sin cascarilla eran triturados en una piedra de moler (metate) para formar una pasta que se mezclaba y batía con agua, cuyo objetivo era formar la apreciada espuma. Esta bebida a veces se le agregaba miel de mamey, achiote, maíz, chile y las bebidas más finas; se condimentaban con vainilla y flores de varias especies (Dubón y Sánchez 2016).

En El Salvador, actualmente se sigue consumiendo la bebida de chocolate, elaborada a partir de una tablilla redondeada compuesta principalmente de azúcar de caña y grano de cacao. La tablilla es producida de manera artesanal, sin un proceso estandarizado y comercializada popularmente. Según CONACYT (2000a) en su Norma Salvadoreña para el Chocolate: NSR 67.00.79:99, un chocolate dulce debe poseer como mínimo un 30% del total del extracto seco de cacao en su composición para ser considerado como tal. Cabe destacar, que no existe ninguna normativa que regule la composición de la tablilla de chocolate. Es por ello, que los productores de tablilla de chocolate utilizan formulaciones de 17% o menos de cacao para reducir costos de producción.

Por otra parte, según Hernández *et. al* (s.f.), el consumir chocolate con alto porcentaje de cacao tiene importantes beneficios para la salud, por ejemplo, proporciona energía, su alto contenido de antioxidantes ayuda a neutralizar a los radicales libres del cuerpo y además produce un estado de bienestar debido a sus propiedades estimulantes y antidepresivas.

El Salvador no cuenta con estudios sobre la contaminación de As, Cu, Pb en tablilla de chocolate. La Norma Salvadoreña para el Chocolate: NSR 67.00.79:99 establece las dosis máximas permitidas de As, Cu y Pb en chocolate dulce y chocolate sin edulcorar, pero no específicamente para tablilla de chocolate. El Cd no está incluido en la norma anterior, no obstante, un estudio realizado por Beltrán *et al.* (2017), determinó que los niveles de Cd encontrados en tablillas de chocolate comercial, no sobrepasan las dosis máximas establecidas por organismos internacionales como la FAO/OMS, Unión Europea, y MERCOSUR.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Generalidades del cultivo de cacao

El nombre del género *Theobroma* que significa “alimento de los dioses”, comprende alrededor de unas 25 especies de las cuales se pueden mencionar algunas de las más importantes: *Theobroma cacao* L. (Cuadro 1), *T. guianensis*, *T. bernoulli*, *T. capillifera*, *T. crimolinae*, *T. microcarpa*, *T. obovata*, *T. spruceana*, *T. bicolor* y *T. angustifolium*, pero solo una, *T. cacao* L. (Cuadro 1), se cultiva comercialmente (Castañeda *et al.* 2016).

**Cuadro 1.** Taxonomía de *Theobroma cacao* L.

<b>Clasificación taxonómica del cacao</b>	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Spermatophyta
<b>Clase</b>	Angiospermae
<b>Sub-Clase</b>	Dicotyledoneae
<b>Orden</b>	Malvales
<b>Sub-Orden</b>	Malvinae
<b>Familia</b>	Sterculiaceae
<b>Tribu</b>	Byttnerieae
<b>Genero</b>	<i>Theobroma</i>
<b>Especie</b>	<i>cacao</i> L.

Fuente: Castañeda *et al.* 2016.

La especie *Theobroma cacao* L. se extiende desde México a Brasil en zonas tropicales. También se siembra en el oeste de África, Malasia, Indonesia y Camerun principalmente. El cacao es originario del continente americano, pero se ha propagado en el mundo porque es utilizado, mayormente, como materia prima para la industria de los chocolates, la cual tiene gran demanda internacional. También es utilizado a menor escala para la industria farmacéutica y de cosméticos (FUNDESYRAM s.f.).

Lachenaud citado por Castañeda *et al.* (2016), propone 5 principales grupos de cacao a nivel mundial: Criollo, Forastero del alto amazonas, Guyanas o Forastero del bajo amazonas, Nacional o Arriba y Refractario, cuya distribución geográfica se describen a continuación en el Cuadro 2:

**Cuadro 2.** Distribución geográfica de grupos propuestos por Lachenaud

<b>Grupo</b>	<b>Distribución geográfica</b>
Criollo	América Central, Colombia, Venezuela
Forastero del alto amazonas	Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia y Brasil
Guyanas o Forastero del bajo amazonas	Guyanas, Venezuela, Surinam, Guyana Francesa y Brasil
Nacional o Arriba	Ecuador (zona costera)
Refractario	Ecuador (zona costera)

Fuente: Castañeda *et al.* 2016.

Sin embargo, Montamayor *et al.* (2008) utilizando marcadores moleculares (microsatelites) en más de 1,200 accesiones para determinar la diversidad genética del cacao, proponen una nueva clasificación del germoplasma del cacao en 10 grupos representativos: Marañón, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purus, Nacional y Guiana, en remplazo de los tres grupos que se conocen (Criollo, Trinitario y Forastero) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Principales grupos genéticos de cacao, propuestos por Montamayor.

<b>Grupo</b>	<b>Distribución geográfica</b>
Marañón	Brasil y Perú
Curaray	Ecuador
Criollo	América Central, Colombia, Venezuela
Iquitos	Perú
Nanay	Perú
Contamana	Perú
Amelonado	Brasil
Purus	Perú
Nacional	Ecuador (zona costera)
Guiana	Guyana Francesa

Fuente: Montamayor 2008.

## 2.2. Origen y domesticación

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es una especie endémica de América del sur cuyo centro de origen está localizado en la región comprendida entre las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Napo, tributarios del río Amazonas. Donde se encuentran las zonas focales de divergencia, el Piedemonte oriental ecuatoriano y la provincia de Carabaya. El área de distribución natural se extiende desde la cuenca del Amazonas por el sur hasta la región meridional de México (20°N a 20°S) (Castañeda *et al.* 2016). Después de la llegada de los

Europeos a América, el cultivo del cacao se ha expandido al Caribe, Asia y África (Dostert *et al.* 2011).

Tradicionalmente se ha sostenido que el punto de domesticación del cacao se encontraba en Mesoamérica (entre México, Guatemala, El Salvador y Honduras) donde su uso está atestiguado alrededor de 2000 años antes de Cristo. Estudios recientes demuestran que por lo menos una variedad de *Theobroma cacao* tiene su punto de origen en la Alta Amazonia y que ha estado siendo utilizada en la región por más de 5000 años (Lanaud *et al.* 2012). La domesticación del cacao por los indígenas Centroamericanos, se realizó durante la época precolombina, siendo cultivado desde el siglo VI (Castañeda *et al.* 2016).

En El Salvador, la zona de los Izalcos y San Miguel fueron las más preponderantes en el cultivo de cacao durante la época precolombina y colonial. El núcleo de los Izalcos, constituyó el núcleo primario de producción, y el de San Miguel el núcleo secundario. A su vez la región de los Izalcos con la de Soconusco en México constituyeron los principales centros productores de cacao del pacífico en la época prehispánica llegando a su plena explotación en el siglo XVI.

Con el ocaso de estos centros productivos generado por situaciones económicas, sociales y naturales, se inició la época de oro para otros centros productores principalmente en la costa atlántica de Mesoamérica específicamente en la zona de Matina en Costa Rica (Castañeda *et al.* 2016).

### **2.3. Especies del género *Theobroma* presentes en la flora salvadoreña**

Históricamente, las especies de *Theobroma* se utilizan para la elaboración de diferentes productos derivados, entre ellos la bebida chocolate. Para la elaboración del chocolate, la especie que se ha explotado comercialmente es *Theobroma cacao* L., aunque algunas etnias también utilizaban *Theobroma bicolor* y *Theobroma angustifolium*, especies poco conocidas (Castañeda *et al.* 2016).

El género *Theobroma* se caracteriza por presentar árboles o arbustos con tallos glabros o tomentosos, algunas veces ferrugíneos, con hojas simples, alternas, oblongas, oblanceoladas, pecioladas, enteras, coriáceas (Baudilio y Cumana 2005). En El Salvador

este género se encuentra representado en la flora salvadoreña, por lo general se encuentra en zonas rurales y su producción se limita al autoconsumo doméstico.

### 2.3.1. *Theobroma angustifolium*

El *Theobroma angustifolium* es una especie silvestre también denominado como cacao silvestre, cacao de mono, cacao de montaña. La producción de este árbol se centra en Guatemala. Su parecido con el cacao (*Theobroma cacao* L.) hace que en algunas ocasiones se emplee como sustituto adulterante del mismo (junto con la *Theobroma bicolor*) mezclando los granos durante la fase de



**Figura 1.** Cacao de la india o Cushta (*Theobroma angustifolium*).

fermentación. La característica principal de *Theobroma angustifolium* (Figura 1) es que los frutos maduros liberan un aroma agradable (como perfume) (Otzoy 2012). En El Salvador se encuentra principalmente en Sonsonate y se le conoce como “Cacao de la india” ó Cushta. Su fruto es de pulpa comestible y sus semillas suministran chocolate de regular calidad, pero no es muy comercializado (Castañeda *et al.* 2016).

### 2.3.2. *Theobroma bicolor*

*Theobroma bicolor* (Figura 2) es originario de los bosques húmedos de la región amazónica de Colombia, Ecuador y Perú y su área de distribución actual que es muy semejante a la del pejibaye (*Bactris gasipaes*) va desde México hasta Brasil y Bolivia. Es ampliamente cultivado al nivel casero en el Amazonas colombiano, ecuatoriano y peruano y se encuentra de manera más esporádica en América Central (Otzoy 2012).



**Figura 2.** Arbol pequeño de Patashte (*Theobroma bicolor*).

Se consume la pulpa que rodea las semillas y también éstas obtenidas del fruto (Figura 3). La pulpa es jugosa y

dulce con un sabor agradable, mejor que el de la pulpa de cacao y comparable a la jaca o jack fruit (*Artocarpus heterophyllus*). Se consume fresca y se utiliza en la fabricación de refrescos y batidos. Las semillas se pueden cocer o tostar y emplear en repostería, como las almendras. De ellas se extrae una grasa (manteca de cacao) y se prepara un chocolate sabroso. El pericarpio es resistente, se puede limpiar, secar y utilizar como recipiente (Otzoy 2012).



**Figura 3.** Fruto de Patashte (*Theobroma bicolor*).

En El Salvador, es cultivado en algunos solares de Sonsonate y Ahuachapán conocido popularmente como “Patashte”; es de fruto grande, de cascara leñosa, cuyas semillas son molidas para la preparación de bebidas de uso casero (Castañeda *et al.* 2016).

### 2.3.3. *Theobroma cacao* L.

El *Theobroma cacao* L. es el verdadero cacao (Figura 4) y es la especie que más se comercializa. El Salvador cuenta con un importante acervo genético con mucho potencial comercial en mercados de cacao fino especial (Castañeda *et al.* 2016).

Es un árbol que alcanza una altura de 8 a 10 m, dependiendo de factores ambientales que influyen en su crecimiento. Cultivado con alta luminosidad el tamaño es más reducido que con exceso de sombra. Tiene un tronco recto que puede desarrollarse de formas variadas, según su condición ambiental (Batista 2009). Por lo general, el cacao tiene su primera horqueta cuando alcanza un metro y medio de altura; en este punto, se desarrolla de 3- 6 ramas principales a un mismo nivel, estas ramas forman el piso principal del árbol y se distinguen de los demás por ser la parte más productiva de la planta. Las ramas del cacao tienen un crecimiento ortotrópico y plagiotrópico (Batista 2009).



**Figura 4.** Fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Las hojas son simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de pecíolo corto. Las flores del cacao son hermafroditas, pentámeras, de ovario supero, los cojines florales se originan a partir de botones axilares de las hojas marchitas. Su fruto es una baya elipsoidal, ovoide que contiene de 20 a 40 semillas, normalmente la producción por árbol es de 20 a 50 frutos anualmente, requiriendo de 4 a 6 meses para su maduración; es un cultivo perenne con un ciclo de duración de casi 40 años (Batista 2009).

## **2.4. Requerimientos ambientales del cacao**

De acuerdo a Dubón y Sánchez (2016), el cacao requiere una precipitación anual de 1,800 a 2,500 mm bien distribuidos (150/200 mm/mes). En cambio, Paredes (2003), menciona que la precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm, distribuidos durante todo el año. Precipitaciones que excedan los 2,600 mm pueden afectar la producción del cultivo de cacao cuando no se cuenta con buen drenaje.

Rojas y Sacristán (2013), mencionan que el cacao se puede sembrar en zonas en donde las precipitaciones anuales varíen entre 1,500 y 3,800 mm, siendo el rango entre 1,800 y 2,600 mm en donde mejor se desarrolla, el rango moderadamente apto para la siembra está entre los 1,500 a los 1,800 mm y los 2,600 a los 3,200 mm, en donde se pueden desarrollar los cultivos con algún tipo de limitaciones que pueden derivar en la necesidad de prácticas de manejo adicionales a las comúnmente utilizadas como: sistema de riego, acequias, cobertura con materia orgánica y canales de drenajes.

### **2.4.1. Temperatura**

Según Dubón y Sánchez (2016), las zonas óptimas para el cultivo de cacao presentan temperatura media anual de 26°C, debajo de este rango se inhibe el crecimiento vegetativo, la floración y el desarrollo de los frutos. Por ser una planta típica del trópico, es muy sensible a las bajas temperaturas (21°C es el límite inferior). Sin embargo, Rojas y Sacristán (2013), mencionan que el régimen de temperatura para el cacao se encuentra entre los 18 y 32 °C, en donde las temperaturas más aptas, están entre los 24 a 28 °C y moderadamente aptas se encuentra el rango entre los 20 a 24 °C, y los 28 a 30 °C, las temperaturas menores a 18° y mayores a 32°, dificultan el desarrollo adecuado del cacao. En cambio, Paredes (2003),

menciona que la temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre una mínima de 23°C, una óptima de 25°C y una máxima de 32°C.

#### **2.4.2. Humedad relativa**

Según algunos autores el cacao necesita de una alta humedad relativa para su pleno desarrollo; otros afirman que no existe evidencia de esto y que la humedad relativa del aire puede bajar hasta un 40 a 50% sin afectar negativamente a la planta siempre y cuando haya suficiente agua en el suelo (Rojas y Sacristán 2013). Sin embargo, Dubón y Sánchez (2016) mencionan que la humedad ambiente adecuada para el cacao es aquella que se mantiene entre 70% y 80%.

#### **2.4.3. Viento**

Los vientos que presentan una velocidad mayor a los 4 m/s son perjudiciales, ya que aumentan la desecación de las hojas, e impiden la polinización (Rojas y Sacristán 2013). Dubón y Sánchez (2016) concuerdan en que las plantaciones donde las velocidades del viento son del orden de 14-15 km/hora (4 m/s) y con poca protección por sombra deficiente, y en ausencia de barreras rompevientos, es común observar defoliación fuerte. Comparativamente, en regiones con velocidades de viento del 1 a 2 m/s no se observa dicho problema (Paredes 2003).

Junto con las altas temperaturas y la radiación solar, el viento determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de las hojas de la planta. El principal efecto de los vientos sobre el árbol de cacao es provocar desecamiento y caída prematura de las hojas como consecuencia de la pérdida excesiva del agua y daño mecánico. Para evitar este efecto dañino para la planta, en zonas cacaoteras con vientos frecuentes se recomienda el uso de cortinas de árboles cortavientos (barreras rompevientos), o al menos disponer de árboles en hileras en forma perpendicular a la dirección del viento. Así se disminuye la velocidad del viento y se evitan daños muy severos por efecto mecánico o de carácter fisiológico (Dubón y Sánchez 2016).

#### **2.4.4. Luminosidad y sombra**

El cacao en su zona de origen se le encuentra creciendo bajo sombra de muchas especies arbóricas (incluyendo palmeras) propias del bosque húmedo tropical, condición natural que lo convirtió en una especie típica de penumbra o especie umbrófila (amiga de la sombra). Sin embargo, para obtener los máximos rendimientos por unidad de área, se requiere de una sombra equilibrada cuyo porcentaje a manejar está en consideración con la fertilidad natural del suelo (Paredes 2003).

En la etapa de establecimiento del cultivo de cacao es recomendable la siembra de otras plantas para hacer sombra, debido a que las plantaciones jóvenes de cacao son afectadas por la acción directa de los rayos solares. Para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50% del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% del total de luz los aumenta (Paredes 2003).

#### **2.4.5. Latitud**

De acuerdo a Dubón y Sánchez (2016), la zona tropical donde se dan condiciones para el cultivo del cacao se encuentra comprendida entre los 20° latitud Norte y los 20° latitud Sur del Ecuador. Rojas y Sacristán (2013), mencionan que el cacao solo se puede sembrar en la franja tropical de la tierra, partiendo del ecuador hasta los 15 o 20° de la Latitud, tanto hacia el norte como hacia el sur.

#### **2.4.6. Altitud (msm)**

De acuerdo a Paredes (2003), el cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. No obstante, Rojas y Sacristán (2013) (Cuadro 4), mencionan que el rango altitudinal óptimo para el cultivo del cacao está entre los 400 y 1.200 metros sobre el nivel del mar. Alturas mayores a 1.200 msnm, se consideran como condiciones marginales para el crecimiento del cacao, ya que las temperaturas en general son muy bajas para garantizar una buena productividad de las plantaciones.

Dubón y Sánchez (2016), mencionan que en áreas cercanas al Ecuador las plantaciones se desarrollan y se producen normalmente hasta altitudes que llegan a 1,400 msnm. En cambio,

en Centroamérica por estar a una mayor latitud, el clima propicio para el desarrollo del cacao se ubica hasta los 700-800 msnm, en zonas de vida bh-T (bosque húmedo tropical) o bh – ST (bosque húmedo subtropical). Por encima de estos límites, las plantas sufren alteraciones fisiológicas que afectan casi por completo su capacidad productiva y su capacidad de adaptación, lo que se ve reflejado en reducción del rendimiento y pobre desarrollo.

La excepción se da con los cacaos criollos antiguos que en Honduras se encuentran en zonas diferentes a las áreas que tradicionalmente se ha venido cultivando el cacao en el país; generalmente estos cacaos antiguos se encuentran en sitios con alturas hasta de 1,200 msnm. Están tan adaptados a esas altitudes que no se han logrado buenos resultados al intentar desarrollarlos en las zonas cacaoteras tradicionales (Dubón y Sánchez 2016).

**Cuadro 4.** Requerimientos eco-fisiológicos y de manejo para el cultivo de cacao

<b>Características</b>	<b>Sumamente apta</b>	<b>Moderadamente apta</b>	<b>Marginalmente apta</b>	<b>No apta</b>
Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)	400-800	0-400 y 800-1,000	1,000-1,200	Mayor a 1,200
Temperatura media anual (°C)	24 a 28	20 a 24 y 28 a 30	18 a 20y 30 a 32	Menor a 18 y mayor a 32
Precipitación anual (mm)	1,800-2,600	1,500-1,800 y 2,600-3,200	3,200-3,800 y 1,200-1,500	Menor a 1,200 y mayor a 3,800
Drenaje natural del suelo	Moderadamente o bien drenado		Imperfectamente o moderadamente excesivo drenado	Muy pobre, pobre o excesivamente drenado.
Profundidad efectiva del suelo (cm)	Mayor a 100	50-100	25-50	Menor a 25
<b>Nutrientes disponibles</b>				
Acides (pH)	5.5-6.5	5.0-5.5 y 6.8-7.0	4.5-5.0 y 7.0-8.0	Menor de 4.5 y mayor de 8.0
Materia orgánica (% Total)	Mayor al 5.0	4 a 5	4 a 3	Menor del 3.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Kg/ha)	Mayor a 69	69 a 57	57 a 46	Menor de 46
K (meq/100 gr)	Mayor al 0.3			Menor de 0.15
Ca (meq/100gr)	3.5 a 4.0	4.0 a 8.0	8.0 a 12.0	Menor de 2.0 y mayor de 12.0

Mg (meq/100 gr)	1.0 a 15.0	Menor de 1.0
Ca/Mg (meq/100gr)	3:1	Relación mayor (3:1)
cm=centímetros. mm= Milímetros °C= Grados centígrados. Meq= Miliequivalentes m.s.n.m= Metros sobre el nivel del mar. Kg/ha= Kilogramos por hectárea		

Fuente: Rojas y Sacristán 2013.

## 2.5. Producción mundial y nacional de *Theobroma cacao* L.

El mercado mundial del cacao reconoce dos grandes categorías de cacao en grano: cacao “fino y de aroma” y el cacao “al granel” o “común”. Generalmente, el cacao fino y de aroma es producido por árboles de cacao de variedad (tipo) Criollo o Trinitario, mientras que los granos de cacao al granel provienen de la variedad (tipo) de árbol Forastero. Existen excepciones, por ejemplo, en Ecuador los árboles de cacao Nacional, considerados de variedad (tipo) Forastero, producen cacao fino y de aroma (Oficina Comercial del Ecuador en Alemania *et al.* 2012).

A nivel mundial, la mayor producción se concentra en ocho países: Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Brasil, Ecuador, Camerún, Nigeria y Malasia. Estos países tienen más del 90% del mercado mundial, siendo Costa de Marfil el país que aporta la mayor cantidad de cacao al mercado. La producción es adquirida, principalmente, por los países europeos y Norte América, los cuales transforman el producto bruto o intermedio (semielaborados) en uno con valor agregado. En El Salvador la producción y comercialización de cacao no había tenido mucho auge a lo largo de la historia, ya que, básicamente, era una producción muy doméstica, estrictamente limitada y sin plantaciones comerciales registradas. (FUNDESYRAM s.f.).

Según lo establecido en el Informe de Comercio Exterior de El Salvador, Alianza Cacao en el 2016 cerró con 2,700 hectáreas cultivadas de cacao, con la esperanza que crezca en los próximos 20 años a 2,500 hectáreas anualmente, hasta alcanzar 50,000 hectáreas. A su vez señalaron que son entre 1,000 y 1,200 micro, pequeñas y medianas empresas las que se dedican a la elaboración de chocolate, las cuales actualmente se enfrentan a la búsqueda de financiamiento y la certificación para vender sus productos en el mercado internacional (BCR 2016).

De todo el cacao que consume El Salvador, solo el 20% se produce en el país; el resto es decir el 80% es comprado a Guatemala, Honduras y Nicaragua (Orellana 2016), siendo 26.3%, 12.6% y 60.7% respectivamente (BCIE 2010). Los comerciantes salvadoreños importan un aproximado de 800 toneladas de cacao al año, que es utilizado para la producción de chocolate y productos derivados. El país produce unas 200 toneladas de cacao al año y de esto solo el uno por ciento se exporta al mercado internacional (Orellana 2016).

## **2.6. Productos semielaborados de *Theobroma cacao* L.**

Al procesar el grano del cacao se obtienen cuatro principales productos: licor o pasta de cacao, manteca de cacao, torta de cacao y cacao en polvo. Estos son utilizados como materia prima en la industria de alimentos y farmacéutica, para obtener diferentes productos como chocolate de mesa (chocolate no refinado donde el tamaño del grano de azúcar es mayor de 70  $\mu\text{m}$ ), cobertura de chocolate, chocolate granulado, confites de chocolate, bebidas, etc. (FUNDESYRAM s.f.). De acuerdo a CEI (2013), el segmento del mercado que absorbe la producción de cacao a nivel mundial es la industria chocolatera, sin dejar atrás el uso de productos como: el polvo y la manteca de cacao.

### **2.6.1. Licor de cacao**

El licor de cacao es una pasta fluida que se obtiene del cacao a partir de un proceso de molienda. Se utiliza como materia prima en la producción de chocolates y de algunas bebidas alcohólicas (CEI 2013). Contiene toda la grasa de cacao, sin adición de azúcar y/o agua.

### **2.6.2. Manteca de cacao**

La manteca de cacao es la grasa producida a partir de una o más de las sustancias siguientes: Cacao en grano, cacao sin cáscara ni germen (descascarillado) y cacao en pasta, por un procedimiento mecánico y/o con la ayuda de disolventes autorizados. La manteca de cacao no deberá contener grasa de cáscara, ni grasa de germen en cantidad superior a la proporción en que se presente en el grano entero (CONACYT 2000c).

### **2.6.3. Torta de cacao**

Es el producto que resulta después de la separación de la manteca de cacao por presión. Contendrá, como mínimo, 10% de manteca de cacao, y como máximo, 4% de impurezas (cascarilla, embriones y otros desperdicios del cacao) en materia seca desengrasada (ADCA 2013).

### **2.6.4. Cacao en polvo**

Es una fracción del cacao en grano que se obtiene como subproducto durante el aventamiento y la degerminación. Está constituido por una mezcla de cacao sin cáscara ni germen, cáscara y germen finamente dividida (CONACYT 2000b). El cacao en polvo se usa básicamente para dar sabor a galletas, helados, bebidas y tortas. Así mismo, se emplea en la producción de coberturas para confitería y en postres congelados. El cacao en polvo se consume en la industria de bebidas, por ejemplo, en la preparación de batidos de chocolate (CEI 2013).

## **2.7. Productos elaborados a partir de *Theobroma cacao* L.**

Cruz (2012), menciona que los productos derivados de un proceso de industrialización o elaboración artesanal del cacao en grano son considerados “elaborados del cacao”. Por lo general, se refieren al chocolate, que pueden ser: barras, tabletas, bombones, coberturas, blanco, en polvo, relleno, y un sinnúmero de manufacturas más, obtenidos a partir de mezclas con otros productos o frutos secos.

Además de los usos tradicionales en la producción de chocolate y confitería, helados, sorbetes, la manteca de cacao se utiliza también en la producción de tabaco, jabón y cosméticos. En medicina tradicional es un remedio para las quemaduras, la tos, los labios secos, la fiebre, la malaria, el reumatismo, y otras heridas. Se dice que es antiséptico y diurético. Inclusive la industria de cosméticos utiliza el cacao para productos y tratamientos de belleza (Cruz 2012).

A continuación, en el Cuadro 5 se describe la composición idónea de cada producto de chocolate dentro de la denominación de elaborados del cacao:

**Cuadro 5.** Composición de productos elaborados a partir de cacao

Componentes Productos	Manteca de cacao	Extracto seco desgrasado de cacao	Total de extracto seco de cacao	Materia grasa de leche	Extracto seco magro de leche	Materia grasa total	Azúcar
Chocolate	+18.0	+14.0	+35.0				
Chocolate no edulcorado	+50.0- <=58.0						
Chocolate para revestimiento	+31.0	+2.5	+35.0				
Chocolate dulce(corriente)	+18.0	+12.0	+30.0				
Chocolate con leche		+2.5	+25.0	+3.5	+10.5	+25.0	<=55.0
Chocolate con leche para revestimiento		+2.5	+25.0	+3.5	+10.5	+31.0	<=55.0
Chocolate con leche de alto contenido lácteo		+2.5	+20.0	+5.0	+15.0	+25.0	<=55.0
Chocolate con leche desnatada		+2.5	+25.0	<=0.5	+14.0	+25.0	<=55.0
Chocolate con leche desnatada para revestimiento		+2.5	+2.5	<=0.5	+14.0	+31.0	<=55.0
Chocolate con crema		+2.5	+25.0	+7.0	+3.0- <=14.0	+25.0	<=55.0
Chocolate de grano	+12.0	+14.0	+32.0				
Chocolate en escamas							
Chocolate en grano con leche		+2.5	+20.0	+3.5	+10.5	+12.0	<=66.0
Chocolate con leche en escamas							

Nota: % calculado en relación con el extracto seco del producto Fuente: CONACYT 2000<sup>a</sup>.

## **2.8. Producción de elaborados del cacao en El Salvador**

La demanda de cacao en grano en El Salvador, proviene de las microempresas que producen chocolate artesanalmente y de las grandes empresas que elaboran chocolate u otros derivados del cacao para el consumidor nacional, pero principalmente para la exportación. En el sector artesanal, no se trabaja con contratos, sino por precios y disponibilidad. Por otro lado, hay que mencionar que hay grandes cantidades de microempresas dedicadas al procesamiento artesanal de cacao que no se encuentran registradas (BCIE 2010).

Entre las grandes empresas procesadoras de productos derivados del cacao se destacan Shaw's, Melher SA de CV, Productos Especiales, Productos Instantáneos de Centroamérica SA de CV y FACEMA SA de CV, las cuales dependen de la importación del cacao y de sus derivados, ya que la producción nacional no satisface su demanda (BCIE 2010). Además, existen empresas como Xocolatísimo que utilizan cacao nacional para la elaboración de sus productos.

Hay empresas que se dedican a la fabricación industrial de chocolates elaborados, cocoa en polvo endulzada y chocolate de cobertura. Esta industria adquiere el grano vía intermediarios en los mercados y contratos de compra-venta a productores privados. También, hay empresas como Shaw's que adquiere cacao en grano fermentado, para la transformación en chocolates finos que se comercializan en segmentos de mercado nacionales exigentes en calidad y otra parte se exporta (Tapia 2016?).

De acuerdo a Tapia (2016?), El Salvador exportó 2,411.6 Tm de productos terminados a base de cacao, equivalentes a US\$4,560.5. El total de estas exportaciones fueron cobertura de chocolate, confitería y cocoa en polvo endulzada. Los principales países compradores fueron Guatemala y Honduras seguido de Estados Unidos, Nicaragua, República Dominicana y México. La confitería y el cacao endulzado, por lo general, tienen un 25 % de cacao en su fórmula, lo que significa que la industria local consumió un promedio de 602.2 Tm de cacao en granos. A continuación, en el Cuadro 6 se muestran los principales exportadores del sector de transformación del cacao en El Salvador:

**Cuadro 6.** Exportadores del sector de transformación del cacao en El Salvador

Nombre de la empresa	Producto Exportado
Melher SA de CV Exportadora Rio Grande, S.A. de C.V.	Cobertura de chocolate blanco
FACEMA S.A. de C.V. Shaw's	Chocolate en tabletas
Casa Bazzini, S.A. de C.V. Benjamin Logistic	Chocolate en polvo

Fuente: Tapia 2016.

## 2.9. Concepto de chocolate de tablilla

El chocolate de tablilla es un tipo de chocolate cuya presentación corresponde a una tablilla redonda (Figura 5); obtenida fácilmente de la molienda de los granos de cacao tostados y descascarrillados, mezclados con azúcar y canela, dando como resultado una pasta de la cual se elaboran tablillas redondas que al dejarlas enfriar se solidifican a temperatura ambiente. La principal zona o región de



**Figura 5.** Tablillas de chocolate

producción de tablilla de chocolate es Izalco municipio de Sonsonate donde los productores fabrican y venden pequeñas tablillas de chocolate a \$0.50 las 4 unidades. El chocolate de tablilla se consume como bebida al poner las tablillas en cocción con agua; sirve como acompañante de los deliciosos platillos típicos del desayuno o la cena (Aguilar Sánchez et al. 2011).

De acuerdo a Guía (2015), los españoles luego de la conquista aborrecían la bebida amarga que fabrican los mayas y aztecas, sin embargo, a falta de insumos peninsulares los criollos comenzaron a hibridar el chocolate a su manera. Las diferencias más grandes fueron las siguientes: se bebían el chocolate caliente, endulzado con azúcar de caña, se inventó el molinillo para levantar la espuma y se le adicionaron especias de viejo mundo como canela, nuez moscada o pimienta. Otro elemento para la difusión del chocolate fue que se podía preparar la bebida de manera “instantánea” y llevarla a todos lados en forma de pastillas.

## 2.10. Proceso para preparar el chocolate artesanal

En El Salvador existen diferentes métodos para la elaboración de chocolate artesanal y según Chinchilla y González (2011) uno de ellos es el siguiente:

- a. **Tostado:** se cocinan los granos de cacao en comal a fuego lento hasta que estas se tuesten; se sacan del fuego y se dejan reposar.
- b. **Triturado y descascarillado:** Con una piedra de moler, los granos de cacao se machacan para quitarles la cáscara y se agitan los granos en una batea, para así separar el grano de la cáscara.
- c. **Mezclado de ingredientes:** Aparte se mezcla el azúcar y la canela, dejando reposar por unos minutos.
- d. **Molienda:** Luego el cacao y la mezcla se llevan al molino. Aquí, se coloca el cacao en la tolva para moler y en el recipiente donde se recibe el cacao ya molido se extiende el azúcar para luego mezclarse con el cacao que cae lentamente de la tolva. Se vuelve a pasar la mezcla (cacao, azúcar y canela) por el molino para convertirse en la pasta de chocolate.
- e. **Moldeado y almacenamiento:** La mezcla pasa a convertirse en pasta que luego es moldeada para darle forma circular; se dejan secar en una mesa aproximadamente 4 horas, para luego ser envueltas en papel de empaque o aluminio.

## 2.11. Clasificación del Chocolate para mesa según normativas

Al no existir normativas para tablilla de chocolate se presentan normativas salvadoreñas e internacionales de tipos de chocolate con composición similar a la del producto en estudio como lo es el chocolate para mesa. Según FAO y OMS (2016) en su Norma CODEX STAN 87-1981 el Chocolate para mesa se clasifica en:

### **2.11.1. Chocolate para mesa**

El chocolate para mesa deberá contener, en relación con el extracto seco, no menos del 20% de extracto seco de cacao (incluido un mínimo del 11% de manteca de cacao y del 9% de extracto seco magro de cacao).

### **2.11.2. Chocolate para mesa semiamargo**

El chocolate para mesa semiamargo deberá contener, en relación con el extracto seco, no menos del 30% de extracto seco de cacao (incluido un mínimo del 15% de manteca de cacao y del 14% de extracto seco magro de cacao).

### **2.11.3. Chocolate para mesa amargo**

El chocolate para mesa amargo deberá contener, en relación con el extracto seco, no menos del 40% de extracto seco de cacao (incluido un mínimo del 22% de manteca de cacao y del 18% de extracto seco magro de cacao).

De acuerdo a CONOCYT (2000a), en su Norma Salvadoreña para el Chocolate NSR 67.00.79:99 adoptada de la Norma CODEX STAN 87-1981, se definen el chocolate y chocolate dulce, los cuales son los productos que más se asemejan a la composición de la tablilla de chocolate:

### **2.11.4. Chocolate**

Es el producto que se obtiene a partir de la mezcla de uno o más de los siguientes ingredientes: cacao sin cáscara ni germen, cacao en pasta, torta del prensado de cacao, cacao en polvo incluido cacao en polvo rebajado en grasa, con la adición de mantecas de cacao, o sin ella, con los ingredientes facultativos permitidos o sin ellos, y/o aromatizantes. Está compuesto con más de 18% de manteca de cacao y más del 14% de extracto seco desgrasado de cacao, siendo mayor del 35% el total de extracto seco de cacao (CONOCYT 2000a).

### **2.11.5. Chocolate dulce (corriente)**

Con adición de azúcares, con más de 18% de manteca de cacao y más del 12% de extracto seco desgrasado de cacao, siendo mayor del 30% el total de extracto seco de cacao CONACYT (2000a).

### **2.12. Usos del cacao en El Salvador**

Orellana (2016), en su “Estudio de mercado y prefactibilidad técnica y económica de productos de cacao en las MYPES de El Salvador”, entrevistaron diferentes procesadores de cacao. Por medio de encuestas se conoció la cantidad de grano de cacao que procesan anualmente y su uso para la elaboración de diversos productos derivados del cacao (Cuadro A-1). Por otra parte, con el propósito de identificar el destino probable de esta materia prima, y estimar el número de procesadores de tablilla, de los cuales no existe registro, se procedió a realizar un sondeo en lugares reconocidos por la población, como lugares en los que sirven bebida de chocolate caliente, estos fueron: Pupuserías en Los Planes de Renderos, Mercado Central, pupuserías en Apopa, estos en departamento de San Salvador y en el departamento de La Paz, en pupuserías de Olocuilta. En el Cuadro A-2 se presenta el número de procesadores y cantidad producida de los lugares antes mencionados.

En El Salvador el cacao en grano es destinado principalmente para elaborar tablilla de chocolate y otros productos que incluyen nibs, barras, bombones, cobertura popular, licor, chocolate en polvo para bebida y horchata. De acuerdo al Cuadro A-3, las entrevistas a procesadores junto con los resultados del sondeo realizado en pupuserías, el 53% del cacao en grano es destinado a tablillas, mientras que el resto (47%) a los otros productos antes mencionados. La Figura A-1, corresponde a los porcentajes del total de sumar 133 toneladas de cacao en grano identificadas en sondeo en pupuserías, más 284,15 toneladas de cacao en grano identificadas en entrevista con procesadores, igual 417,15 toneladas de cacao en grano, y representa solo una parte del total del promedio estimado de consumo anual, el cual es de 1,000 toneladas (Orellana 2016).

## **2.13. La evaluación sensorial de alimentos**

La evaluación sensorial tiene múltiples aplicaciones en la industria alimentaria. Puede ser utilizada para el desarrollo de productos o el mejoramiento de los ya existentes, para efectuar cambios en el proceso, reducir costos mediante la selección de un nuevo ingrediente, para efectuar el control de calidad, determinar la estabilidad durante las distintas condiciones de almacenamiento y vida útil y para conocer las opiniones del consumidor (Monstserrat et al. 2007).

### **2.13.1. Métodos sensoriales**

Los métodos o pruebas de Evaluación sensorial han sido clasificadas de diferentes formas de acuerdo a sus objetivos, pero primero que todo existen dos grandes grupos para dividir las pruebas sensoriales: métodos analíticos o de laboratorio y pruebas afectivas o con consumidores (Llanes 2013).

Las pruebas analíticas tienen como objetivo evaluaciones comparativas y descriptivas de las muestras a través de un grupo reducido de catadores entrenados. En cambio, las pruebas afectivas brindan información acerca de la aceptación o preferencia de los consumidores por el producto que se evalúa, por lo que debe trabajarse con un número grande de degustadores no adiestrados, representativos de la población (Llanes 2013).

### **2.13.2. Creación de un panel de jueces sensoriales**

Según Llanes (2013), en la evaluación sensorial el “instrumento de medición” es el panel de jueces sensoriales, por tanto, los resultados de cualquier análisis que se realice dependerá de sus miembros. De forma general existen dos tipos de jueces:

#### **a. Jueces afectivos o consumidores**

Los jueces afectivos no necesitan entrenamiento previo para la evaluación del producto bajo estudio, al contrario, se desea que este panel represente, lo más fielmente posible a la población hacia la cual va dirigida el producto. Estos llevan a cabo pruebas de aceptación o preferencia (Llanes 2013).

## **b. Jueces analíticos**

Los jueces analíticos son considerados un instrumento del laboratorio, por tanto, necesitan precisión y sensibilidad para emitir una respuesta que, conjuntamente con un buen diseño de la experiencia y un adecuado procesamiento de los resultados, sea lo más objetiva posible. Son seleccionados y adiestrados o entrenados para cumplir esta función (Llanes 2013).

### **2.13.3. Pruebas afectivas**

Las pruebas afectivas, son pruebas en donde el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, puede ser frente a otro. Se utilizan escalas de calificación de las muestras (Hernández 2005).

### **2.13.4. Pruebas de preferencia**

Se emplean para definir el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado por parte del consumidor. Para estas pruebas se requiere de un grupo bastante numeroso de panelistas los cuales no necesariamente tienen que ser entrenados (Hernández 2005).

#### **a. Prueba de preferencia pareada**

En esta prueba se le presenta al panelista dos muestras codificadas y se le pide que cual de las dos muestras prefiere y para que sea más representativa se le puede pedir que exponga sus razones sobre la decisión tomada. Para este tipo de pruebas se requiere de por lo menos setenta y cinco panelistas (Hernández 2005).

#### **b. Prueba de preferencia por ordenamiento**

En la prueba de ordenamiento se especifica la preferencia y aceptación de un producto, el tamaño del grupo de panelista debe ser igual que para la prueba de preferencia pareada. Se utiliza principalmente para: desarrollo de nuevos productos, preferencia del consumidor, cambio de proveedores, mejorar productos, cambio de alguna o varias materias primas y nivel de aceptación (Hernández 2005).

#### **2.14. Preferencia y motivo del consumo de chocolate**

De acuerdo al Cuadro A-4 y Figura A-2, las personas encuestadas mostraron preferencia por el consumo de la tablilla en bebida, barra de chocolate, cobertura de chocolate, en polvo para bebida y bombones, en su orden. Y según los datos del Cuadro A-5 y Figura A-3, el motivo más frecuente para justificar el consumo de chocolate es su sabor, la cualidad de “sabroso” del producto. Quedan con menos importancia las cualidades de nutritivo, estimulante, saludable y buen regalo. Rodríguez Membreño (2011) menciona, que el motivo de consumo de este producto es sobre todo su sabor único y la sensación en la boca que da a la gente bienestar emocional. El cacao y el chocolate se han reportado para mejorar la actividad mental, contienen cantidades importantes de una clase de compuestos biológicamente activos llamados “metilxantinas”, que incluyen la teobromina, cafeína y teofilina. Estos compuestos causan acciones fisiológicas que van de la estimulación del sistema nervioso central (SNC), a la estimulación del músculo cardíaco y la relajación de los músculos, en general.

#### **2.15. Azúcares adicionados en los alimentos**

Los azúcares libres o adicionados se definen como los azúcares y jarabes que se agregan a los alimentos durante su procesamiento o preparación. Las fuentes principales de azúcares adicionados se encuentran en refrescos, gaseosas, pasteles, galletas, pies, ponche de fruta, jugos de frutas azucaradas, postres lácteos, chocolates y dulces. Este tipo de azúcares son el azúcar blanco, azúcar morena, azúcar en bruto, jarabe de maíz, sólidos de jarabe de maíz, jarabe de maíz de alta fructosa, jarabe de malta, jarabe de arce, edulcorante de fructosa, fructosa líquida, miel, melaza, dextrosa anhidra y dextrosa cristalina (Cabezas *et al.* 2016).

Según Profeco (2004), al evaluar 11 productos en polvo para preparar bebidas con sabor a chocolate y 18 productos que además del sabor, agregan vitaminas y minerales, se detectó que estos productos contienen principalmente azúcar, la cual oscila entre 71% y 86%; le siguen las proteínas (entre 2% y 5%) y las grasas (entre 0.5% y 4%). Aunque algunos de los nutrimentos que contienen pueden enriquecer la dieta, ciertamente no cubren las necesidades alimentarias y, en cualquier caso, la cantidad de azúcar que agregan es considerable.

De acuerdo con el estudio de Brownell y Frieden (2009), realizado en países de América, se encontró que México es el país que más consume bebidas azucaradas (163.3 l/persona/año), seguido de Estados Unidos (118.1 l/persona/año), Chile (116.2 l/persona/año), Brasil (89.1 l/persona/año) y Colombia (65.3 l/persona/año). El consumo de bebidas azucaradas para la población mayor de dos años correspondió a una ingesta diaria promedio de 214cm<sup>3</sup> y a medida que aumentaba la edad se observó un mayor número de personas que las consumía diariamente, así como también un aumento en la ingesta promedio diaria.

Suh y Rodríguez (2017) al determinar el total de azúcares de varias bebidas no alcohólicas, se obtuvo que, de las bebidas gaseosas, la Coca-Cola tuvo mayor cantidad de azúcar con 55.0 gramos en 500.0 ml (11.0 g/100.0 ml). En cambio, de las bebidas energizantes, la de mayor contenido de azúcar fue la bebida Monster con 63 gramos de azúcar en 500 ml (12.0 g /100 ml).

Sin embargo, el Parlamentum Europaeum y Consilium of the European Union (2006), en su Reglamento (CE) 1924/2006: Declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos de la Unión Europea establece que un alimento con 7.5 g o más de azúcar por cada 100 ml se clasifica como un alimento con aporte calórico alto, por lo tanto las cuatro formulaciones de bebida de chocolate en estudio según esta normativa se clasifican como bebidas con aporte calórico alto, al sobrepasar los gramos de azúcar por cada 100 ml declarados.

AHA (2016) recomienda no más de seis cucharaditas o 100 calorías de azúcar para las mujeres, no más de nueve cucharaditas o 150 calorías de azúcar para los hombres y limitar el consumo de bebidas azucaradas a 36 onzas o 450 calorías por semana.

El Reglamento (CE) 1924/2006: Declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos de la Unión Europea establece que las etiquetas de los alimentos deben ser claras y comprensibles; para ello es necesario tener en cuenta todas las formas en que los ingredientes se suministran en el producto. La información nutricional obligatoria debe incluir las cantidades presentes de azúcares. Los alimentos que contengan azúcares y/o edulcorantes deben mencionar en el etiquetado “con azúcar(es) y edulcorante(es)”. Y hacer referencia que la ingesta de azúcar orientativa para adultos se fija en 90g/día para una dieta

diaria de 2000kcal (Parlamentum Europaeum y Consilium of the European Union 2006). A continuación, en el Cuadro 7, se muestra la clasificación de alimentos en aporte calórico según su concentración de azúcar:

**Cuadro 7.** Clasificación de alimentos en aporte calórico.

Fuente de aporte energético	Nivel de aporte energético		
	Baja	Media	Alta
Concentración de azúcar (g/100 ml)	≤2.5g	>2.5 y <7.5	≥7.5g

Fuente: Parlamentum Europaeum y Consilium of the European Union 2006.

Dentro de la regulación de alimentos, es importante considerar aspectos relacionados con productos que pueden ocasionar los problemas de salud que más afectan a la población mundial, como son los azúcares adicionados.

### 2.16. Las bebidas azucaradas y sus daños a la salud

El consumo del azúcar industrial es uno de los azotes alimentarios en nuestra civilización. Detrás de la producción de este "alimento" desnaturalizado se manejan muchos aspectos de índole económicos que, al parecer, son más importantes que el estudio de salud de las personas que lo consumen sin ninguna limitación por desconocimiento de sus efectos secundarios. El consumo elevado de azúcares se asocia con diversas patologías como sobrepeso, obesidad, alteraciones hepáticas, desórdenes del comportamiento, diabetes, hiperlipidemia, enfermedad cardiovascular, hígado graso, algunos tipos de cáncer y caries dental. Además, el consumo de azúcares puede contribuir al desarrollo de alteraciones psicológicas como la hiperactividad, el síndrome premenstrual y las enfermedades mentales (Name s.f.).

La OMS (2014) coincide en que los factores más importantes que promueven el aumento de peso y la obesidad, así como las enfermedades no transmisibles (ENT), son el aumento en el consumo de productos de bajo valor nutricional y alto contenido en azúcares adicionados, grasas y sal, tales como los snacks y la comida rápida; la ingesta habitual de bebidas azucaradas, y la disminución en la actividad física. Todos estos en su conjunto son parte de un ambiente obesogénico.

## **2.17. Generalidades de metales pesados**

Algunos metales son conocidos por indispensables en bajas concentraciones para el organismo, ya que forman parte de sistemas enzimáticos, como el cobalto, zinc, molibdeno y el hierro que forma parte importante de la hemoglobina. La ausencia de algunos metales causa enfermedades mientras que su exceso intoxicaciones (Toro 2013).

Los metales pesados son conocidos como potencialmente contaminantes, devastadores ya que son estos los que contaminan el aire, el agua y la tierra que son utilizados por las plantas y todos los demás eslabones de las cadenas tróficas. Se considera metal pesado a aquel elemento que tiene una densidad igual o superior a  $5 \text{ gr cm}^3$ , es decir una densidad 5 veces mayor que la del agua (Toro 2013).

Según Pérez (2005), dentro del concepto de metales pesados pueden diferenciarse los siguientes grupos:

### **a. Oligoelementos o micronutrientes**

Los oligoelementos o micronutrientes son aquellos que son requeridos en pequeñas cantidades, normalmente a nivel de trazas, por parte de los organismos para completar su ciclo vital. Sin embargo, estos se vuelven tóxicos al superar cierto valor límite. Principalmente Arsénico (As), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Manganeso (Mn), Níquel (Ni), Selenio (Se) y Zinc (Zn).

### **b. Metales pesados sin función biológica conocida**

Los metales pesados sin función biológica conocida presentes en organismos vivos, conducen a disfunciones de su sistema biológico. Son altamente tóxicos y tienden a acumularse en los tejidos u órganos. Básicamente son: Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Antimonio (Sb) y Bismuto (Bi).

## **2.18. Metales Pesados en Alimentos**

En los últimos años, el número de países que han establecido en sus legislaciones alimentarias límites de tolerancia para el contenido en metales pesados de los alimentos ha ido en aumento, gracias a la puesta en marcha de algunos programas nacionales y un gran programa internacional auspiciado por la FAO-OMS, tendientes a obtener información sobre los contenidos usuales en diversos alimentos (Rubio s.f.).

El papel de los elementos traza en relación a su potencial cancerígeno es un tema controvertido. Se encuentran cuatro metales (As, Cd, Cr y Ni) como implicados en la carcinogénesis humana en base a investigaciones epidemiológicas y otros (Be, Cd, Cr, Fe, Ni, Ti y Zn) implicados en la inducción de cáncer en animales de experimentación.

El gran interés que tiene para la salud pública la presencia de metales pesados en los alimentos, procede del hecho de que el margen de seguridad entre los niveles totales presentes en alimentos de origen animal (carnes y pescados), de origen vegetal e incluso en el agua de bebida, y los que dan lugar a efectos tóxicos, es muy estrecho. El estudio de la exposición de diversas poblaciones humanas a metales pesados por vía pulmonar o digestiva que, aunque de menos “eficacia tóxica” que la anterior es la más común, está muy extendido en todos los países. Además, la Directiva 78/319 de la CEE (20-3-78) incluye al cadmio, mercurio y plomo dentro de la lista de residuos tóxicos y peligrosos (Rubio s.f.).

Se pueden encontrar metales pesados, tóxicos para los seres humanos, en varias materias primas agrícolas, entre ellas el cacao. Algunas autoridades de seguridad alimentaria han fijado límites máximos, basados en su evaluación de la ingesta semanal tolerable (IST) (“nivel seguro”) y de la exposición diaria media de grupos y subgrupos de su población, con el fin de proteger la salud de los consumidores (CAOBISCO *et al.* 2015).

### **2.18.1. Arsénico en alimentos**

El arsénico es un metaloide presente en la naturaleza tanto de forma natural como procedente de fuentes antropogénicas y que se presenta en diferentes formas químicas (inorgánicas y orgánicas). En las aguas el arsénico se presenta normalmente en sus formas químicas inorgánicas (As (III) y As (V) o la combinación de ambos), que son más tóxicas

comparadas con el arsénico orgánico. Este último, por su parte, apenas se detecta en agua porque se forma como resultado de la actividad biológica. La principal fuente de exposición humana al arsénico es la ingesta de alimentos y agua (AECOSAN 2016).

Según la OMS (2016), las principales fuentes de exposición a arsénico son: el agua destinada a consumo humano, los cultivos regados con agua contaminada y los alimentos preparados con agua contaminada. Los pescados, mariscos, carnes, aves de corral, productos lácteos y cereales también pueden ser fuentes alimentarias de arsénico, aunque la exposición a través de estos alimentos suele ser muy inferior a la exposición a través de aguas subterráneas contaminadas. En el marisco, el arsénico está presente principalmente en su forma orgánica menos tóxica.

De acuerdo a ATSDR (2007), el efecto más característico de la exposición oral prolongada a arsénico inorgánico es un cuadro de alteraciones de la piel. Estas incluyen un oscurecimiento de la piel y la aparición de pequeños callos o verrugas en la palma de las manos, la planta de los pies y el torso, a menudo asociados con alteraciones en los vasos sanguíneos de la piel. También se puede desarrollar cáncer de la piel.

También se ha observado que ingerir arsénico aumenta el riesgo de desarrollar cáncer del hígado, la vejiga y los pulmones. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) y la EPA han determinado que el arsénico inorgánico es reconocido como sustancia carcinogénica en seres humanos.

### **2.18.2. Cobre en alimentos**

El cobre (Cu) es un elemento mineral esencial, debe estar presente en una pequeña cantidad en la dieta que reciben los seres vivos y las plantas, por lo cual constituye uno de los llamados micronutrientes. El organismo necesita cobre para poder realizar funciones tan importantes como el crecimiento y la producción de las células sanguíneas, interviniendo este elemento además en varias enzimas y en el mantenimiento funcional y estructural de la célula nerviosa (INVIMA 2017).

Cuando el cobre aparece en exceso en los alimentos, o se administra terapéuticamente a dosis superiores a las debidas, el cobre se convierte en un tóxico potente, capaz de originar

la muerte tanto a corto como a largo plazo. La utilización de sales de cobre en la agricultura y a ganadería es una práctica frecuente, aun cuando la síntesis de los modernos compuestos orgánicos ha disminuido considerablemente el uso de productos que contengan cobre (INVIMA 2017).

El cobre está ampliamente distribuido entre los alimentos, aunque, como ocurre con la mayoría de los minerales, en proporciones muy variables. Sin embargo, durante los últimos años se ha producido un descenso de cobre en los alimentos; ha ido reduciéndose progresivamente debido posiblemente, a la aplicación de métodos modernos en la producción y procesado de los diferentes productos (Rubio s.f.).

La ingesta de cobre puede verse influenciada por dos factores adicionales: las características del agua de bebida y el consumo de alimentos enlatados (Rubio s.f.). Sin embargo, son los mariscos (moluscos y crustáceos), las vísceras, nueces, legumbres secas, chocolate, cacao y algunas verduras los alimentos que mayor cantidad de cobre aportan a la dieta (Rubio s.f.).

### **2.18.3. Plomo en alimentos**

El plomo puede aparecer de forma natural en el suelo, aunque dependiendo de factores del suelo como el pH y el contenido en materia orgánica el plomo a menudo se presenta en forma insoluble, impidiendo su absorción por parte de la planta. No obstante, el plomo también se libera en el medio ambiente durante los incendios forestales, las operaciones de minería y fundición, la extracción de petróleo y la quema de combustibles fósiles. La contaminación atribuida a los gases de escape de los coches ha disminuido de forma notable, al eliminarse el plomo como aditivo en la gasolina en la mayoría de los países; sin embargo, la emisión de gases por el tráfico rodado aún puede constituir una fuente de contaminación, por lo que el cacao no debe secarse ni almacenarse cerca de carreteras con mucho tráfico (CAOBISCO *et al.* 2015). FAO/OMS (2012) ha publicado un código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación por plomo en los alimentos (CAC/RCP 56-2004).

Con el tiempo, este metal pesado puede irse acumulando en los tejidos humanos, provocando la insuficiencia renal y causando daños cerebrales. Debido a su efecto sobre el

neurodesarrollo, las autoridades de seguridad alimentaria se muestran especialmente preocupadas por la ingesta de plomo por parte de niños y recién nacidos, y han introducido unos límites máximos para varios alimentos. No obstante, en un dictamen científico emitido por EFSA (2013) citado por CAOBISCO *et al.* (2015), se señaló que: el cacao, los productos semiacabados de cacao y el chocolate, contribuyen de forma menor a la exposición al plomo, y no se están considerando en la actualidad límites máximos para el plomo en los productos de cacao (en polvo o en grano) y de chocolate, aunque en el Reglamento (UE) N° 1881/2006 se ha fijado un límite máximo de 0,10mg de plomo / kg para los aceites y grasas minerales. No obstante, se aconseja un seguimiento cuidadoso de los niveles de plomo en los productos de cacao y chocolate, y la toma de medidas en toda la cadena de suministro para minimizar la contaminación (CAOBISCO *et al.* 2015).

#### **2.18.4. Cadmio en alimentos**

Recientemente, la Unión Europea ha fijado límites máximos para el Cd en los productos de cacao, que entrarán en vigor con fecha del 1 de enero de 2019 (UE 2014). La Comisión del Codex Alimentarius creó en 2014 un grupo de trabajo encargado de fijar los niveles máximos armonizados con el fin de proteger la salud de los consumidores y facilitar el comercio internacional (FAO/OMS 2014).

El problema del Cd afecta al cacao en grano procedente de determinadas zonas de algunos países productores, sobre todo en la región de América Latina y el Caribe. Aunque un nivel elevado de Cd en los granos se asocia con unos niveles naturalmente elevados de Cd en el suelo, también es probable que los niveles se vean afectados por varios factores, entre ellos el carácter físico y químico del suelo, la variedad de cacao cultivada y distintos factores antropogénicos, entre los que destaca el empleo de fertilizantes contaminados (CAOBISCO *et al.* 2015).

El Cd es un metal pesado no esencial y poco abundante en la corteza terrestre, sin embargo, en las últimas décadas ha aumentado considerablemente su acumulación, como consecuencia de la actividad antrópicas. El hábito de fumar (una caja de cigarrillos contiene de 2 a 4 mg de Cd), los fertilizantes y plaguicidas, las aguas residuales utilizadas para el riego, así como la deposición atmosférica, hacen del Cd un elemento común en los suelos de cultivo, de donde es fácilmente absorbido por las plantas (Rubio s.f.).

La contaminación por Cd puede causar serios problemas a todos los organismos vivos, resultando altamente tóxico para el ser humano. Una posible fuente de contaminación por Cd en humanos es la ingesta de plantas, frutos y aguas contaminadas por el metal (Rodríguez *et al.* 2008). El Cd puede acumularse en el cuerpo humano y provocar afecciones renales, alteraciones óseas y fallos del aparato reproductor. No puede descartarse que actúe como carcinógeno (Rubio s.f.).

Distintos organismos internacionales han recomendado que se realicen mayores esfuerzos para reducir la exposición al Cd en la dieta, puesto que los productos alimenticios son la principal fuente de ingestión humana de Cd. Por consiguiente, deben fijarse contenidos máximos lo más bajos que sea razonadamente posible (Rubio s.f.).

La presencia de metales pesados en el suelo puede ser beneficiosa o tóxica para el medio ambiente. La biota puede requerir algunos de estos elementos básicos (como Fe, Zn, Cu o Mo) en cantidades traza, pero en concentraciones más altas pueden ser peligrosos. Debido a la dificultad en el control de la acumulación de metales pesados en el medio ambiente, los organismos de vigilancia y control, han de hacer frente a la exposición a elementos químicos no deseados, especialmente los considerados biológicamente no esenciales como el Cd (INVIMA 2017).

El efecto de toxicidad del Cd en plantas, como el cacao, implica la necesidad de análisis de la captación, el transporte y la acumulación en las mismas. La exposición de la población humana al Cd presente ya sea en aire, alimentos y agua puede producir efectos en órganos como los riñones, el hígado, los pulmones, sistema cardiovascular, inmunológico y reproductor. Los alimentos, son la fuente principal de exposición a Cd, en la población general que no fuma (INVIMA 2017).

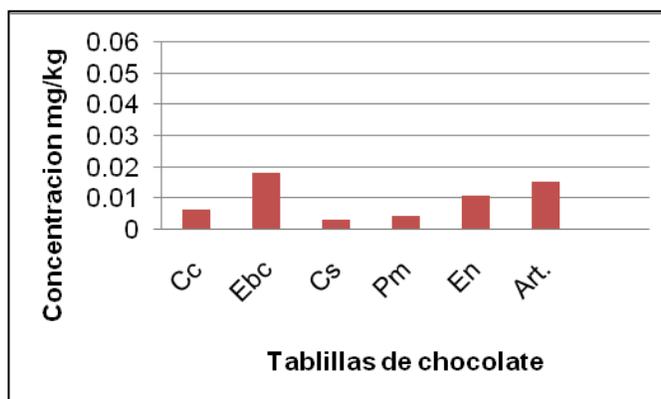
De acuerdo a Beltrán *et al.* (2017), al analizar 6 marcas comerciales de tablilla de chocolate (con 17.24 % de sólidos de cacao aproximadamente) en el área metropolitana, demostraron que las dosis de Cd encontradas no sobrepasan los límites máximos establecidos por el Reglamento Técnico MERCOSUR sobre límites máximos de contaminantes inorgánicos en alimentos (Derogación de las res. gmc nº 102/94 y nº 35/96 (0.20 mg de Cd/kg) (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Concentraciones de Cd en tablillas de chocolate comerciales

Marca de tablilla de chocolate comercial	Código	Concentración de Cd (mg/kg)
Chocolate Criollo	Cc	0.006
El buen chocolate	Ebc	0.018
Chocolate súper	Cs	0.003
Peka maya	Pm	0.004
El negrito	En	0.0105
Artesanal	Art	0.0150

Fuente: Beltrán *et al.* 2017.

Yanus *et al.* (2013) que en el mercado mundial hay productos derivados del cacao que contienen desde un 20% hasta un 90% de sólidos de cacao y sugiere que existe una relación directamente proporcional entre el contenido de sólidos de cacao y trazas de metales pesados en el producto.



**Figura 6.** Comparación de concentraciones de Cd de tablas de chocolate comerciales.

De acuerdo a una investigación realizada por el INIAP *et al.* (2010), en Ecuador determinaron la presencia de metales pesados en suelos agrícolas, aguas y en cultivos de exportación, particularmente el cacao. Este estudio se realizó con miles de muestras de suelos, tejidos de la planta de cacao y agua. Se determinó que la secuencia de acumulación de metales pesados como Pb y Cd en los tejidos de cacao se da en el siguiente orden: raíz, tallo, hojas, cáscara o testa y grano de cacao, demostrando que el grano de cacao contiene el menor porcentaje de estos metales pesados respecto a los demás tejidos de la planta.

Sin embargo, a pesar de contener un menor porcentaje de metales pesados en el grano de cacao, al incluir una mayor adición de sólidos de cacao en la composición de un producto podría variar la concentración de As, Cu, Pb y Cd en un producto.

### **2.19. Límites máximos de metales pesados en chocolate con adición de azúcar y menor a 40% de cacao**

Al no existir una norma que regule el contenido de metales pesados en tablilla de chocolate y considerando la composición de éste producto, CONACYT (2000a) en su Norma Salvadoreña para el Chocolate: NSR 67.00.79:99, menciona que los contenidos de metales pesados máximos permitidos en chocolates con adición de azúcar son: 0.5 mg/kg de Arsénico (As), 15 mg/kg de Cobre (Cu) y 1 mg/kg de Plomo (Pb). Sin embargo, otros metales pesados como el Cd, no son regulados por la norma anterior. El cual, según MERCOSUR (2011) en su Reglamento Técnico Mercosur Sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos, menciona que el límite máximo de Cd en chocolates y productos de cacao con menos de 40 % de cacao es de 0.20 mg/kg.

### **2.20. Técnica analítica para la determinación de metales pesados en cacao y sus derivados**

Existen diversas metodologías para la determinación de metales pesados en alimentos, principalmente basadas en técnicas electroquímicas y espectroscópicas. Para cuantificar Cd, Ar, Pb y Cu en alimentos se emplean técnicas que incluyen la espectrometría de absorción atómica de llama (FAAS), espectrometría de absorción atómica (ETAAS), espectrometría de adsorción atómica con horno de grafito (GF-AAS), espectrometría de fluorescencia atómica con generación de hidruros (HG-AFS), espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) y Espectrofotometría de emisión de plasma con acoplamiento inductivo (FAO/OMS 2014).

La preparación de la muestra para la detección de metales pesados depende principalmente de la matriz y la técnica de medición empleada. Sin embargo, para análisis de metales en alimentos son comunes los procesos de digestión húmeda y seca (Barrueta 2013). La Espectrometría es una técnica instrumental que permite determinar el mayor número de elementos en una gran variedad de matrices, basada en la identificación de analitos mediante el espectro emitido o absorbido por los mismos, y se puede diferenciar entre atómica o de masas (FAO/OMS 2014).

### **2.21. Técnica de espectrometría por absorción atómica**

La técnica hace uso de la espectrometría de absorción para evaluar la concentración de un analito en una muestra; se basa en gran medida en la ley de Beer-Lambert; los electrones de los átomos en el atomizador pueden ser promovidos a orbitales más altos por un instante mediante la absorción de una cantidad de energía (es decir, luz de una determinada longitud de onda). Esta cantidad de energía (o longitud de onda) se refiere específicamente a una transición de electrones en un elemento particular, y en general, cada longitud de onda corresponde a un solo elemento (Barrueta 2013).

Como la cantidad de energía que se pone en la llama es conocida, y la cantidad restante en el otro lado (el detector) se puede medir, es posible, a partir de la ley de Beer-Lambert, calcular cuántas de estas transiciones tiene lugar, y así obtener una señal que es proporcional a la concentración del elemento que se mide (Barrueta 2013).

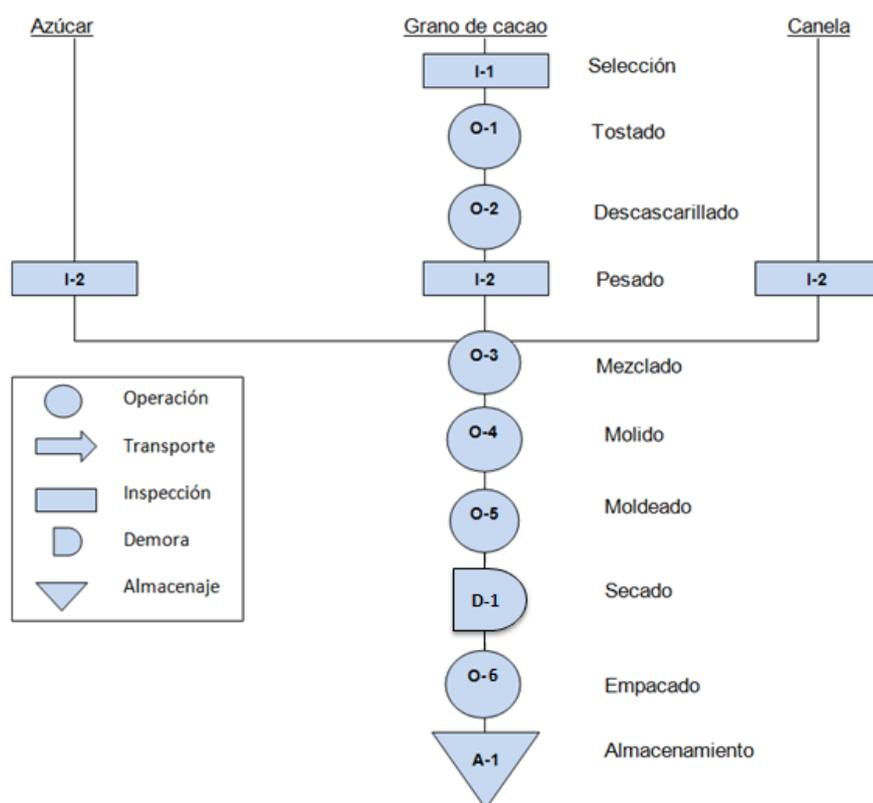
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción de materia prima

Los granos de cacao fueron adquiridos en el Mercado Central de San Salvador, con el objetivo de asemejar la calidad de la materia prima utilizada para la elaboración de tablilla de chocolate que se comercializa y consume popularmente en el país, se compró 8 libras de cacao suficiente para elaborar todas las tablillas de chocolate que se utilizaron en análisis posteriores. Así mismo, se compró azúcar y canela.

#### 3.2. Procesamiento de los granos de cacao

El procesamiento de los granos de cacao (Figura 7) se realizó en Laboratorio de Tecnología de Alimentos del CENTA, San Andrés, La Libertad, durante el mes de mayo de 2017.



**Figura 7.** Flujo del proceso de elaboración de tablilla de chocolate

- a. **Limpieza y selección de granos:** Los granos de cacao en mal estado como el vano, podrido, quebrado, dañado por insectos, infestado por hongos y/o mohos, y materias extrañas como material vegetal, piedras, insectos y otra clase de grano fueron separados, pesados y descartados (Figura 8).



**Figura 8.** Limpieza y selección de grano de cacao.

- b. **Tostado:** Los granos de cacao seleccionados fueron colocados en bandejas de malla galvanizada y llevados dentro de un horno de convección eléctrica marca Hobart, modelo CN85, a 120°C por 30 minutos (Figura 9). A los 15 minutos, se realizó un único volteo de los granos de cacao para la transmisión uniforme de calor. Como indicadores de tostado, se consideró el desarrollo de aroma característico a chocolate y el fácil desprendimiento de la cascarilla de cacao al sujetarlo con poca presión entre los dedos pulgar e índice.



**Figura 9.** Tostado de grano de cacao.

- c. **Descascarillado:** Este proceso se llevó a cabo sobre mesas de acero inoxidable, separando manualmente toda la cascarilla del grano de cacao en recipientes plásticos (Figura 10).



**Figura 10.** Descascarillado de grano de cacao.

- d. **Trituración:** El grano de cacao tostado y descascarillado, fue procesado en un triturador eléctrico para alimentos marca C6W de acero inoxidable (Figura 11), moliendo durante 10 segundos a 1,800 revoluciones por minuto. El objetivo de la trituración del grano fue facilitar la molienda de la mezcla de materia prima para la elaboración de tablilla de chocolate.

- e. **Almacenamiento:** Los nibs de cacao fueron empacados en bolsas plásticas de polietileno con cierre tipo zip-lock, pesadas de acuerdo al tratamiento en que se iba a utilizar. La identificación de las bolsas se hizo atendiendo el código de tratamiento. Las bolsas se colocaron dentro de una caja plástica transparente con cierre hermético y agarraderas de seguridad, colocadas en condiciones ventilación, temperatura y aseo adecuado.



**Figura 11.** Triturado de grano de cacao.

### 3.3. Formulación y elaboración de tablillas de chocolate

La formulación popular de tablilla de chocolate artesanal fue el principal aspecto que determinó las formulaciones de tablilla de chocolate a evaluar en la investigación. De acuerdo a María Isabel Guardado<sup>1</sup> (2017), productora artesanal de chocolate, para la elaboración de sus tablillas de chocolate, utiliza una proporción de una libra de cacao por cada seis libras de azúcar.

Además, al no existir normativas para tablilla de chocolate, se investigó normativas nacionales e internacionales de tipos de chocolate con composición similar a la del producto en estudio, como el chocolate para mesa (Norma CODEX STAN 87-1981 el Chocolate para Mesa) y chocolate dulce corriente (Norma Salvadoreña para el Chocolate NSR 67.00.79:99), en donde establecen que el porcentaje mínimo de extracto seco de cacao que deben componer al chocolate es de 20% y 30% respectivamente.

La materia prima que se utilizó para la elaboración de tablillas de chocolate en los diferentes tratamientos fueron: azúcar blanca, granos de cacao y canela en polvo (Cuadro 9).

---

<sup>1</sup> Guardado, MI. 7 de set. 2017. Formulación de tablilla de chocolate (entrevista). La Libertad, El Salvador, Comercial Imperio

**Cuadro 9.** Formulación de tablilla de chocolate por tratamiento

Materia prima	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
<b>Grano de cacao</b>	17.0%	20.0%	25.0%	30.0%
<b>Azúcar blanca</b>	82.5%	79.5%	74.5%	69.5%
<b>Canela en polvo</b>	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
<b>Total</b>	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

Se consideraron 1,000 g de producto final por tratamiento para realizar la evaluación sensorial con el consumidor final. Además, se consideró 764.77 g extra por cada tratamiento para la determinación de grados Brix, metales pesados y pérdidas el proceso de elaboración de tablilla de chocolate. Los pesos de la materia prima por tratamiento fueron los siguientes (Cuadro 10):

**Cuadro 10.** Peso de materia prima por tratamiento.

Materia prima	Peso por tratamiento (g)			
	T1	T2	T3	T4
<b>Grano de cacao</b>	300.00	352.95	441.79	529.43
<b>Azúcar blanca</b>	1,455.95	1,403.00	1,314.16	1,226.52
<b>Canela en polvo</b>	8.82	8.82	8.82	8.82
<b>Total</b>	1,764.77	1,764.77	1,764.77	1,764.77

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.1. Elaboración de tablillas de chocolate

El proceso descrito a continuación se realizó atendiendo las indicaciones de un proceso artesanal como comúnmente se elaboran las tablillas de chocolate, se desarrolló en el mes de mayo de 2017. Los pasos son descritos a continuación:

- a. **Pesado:** El pesado de la materia prima se realizó en una balanza digital (Figura 12) de acuerdo a las cuatro formulaciones. Para el grano de cacao, el proceso inicio a partir de la obtención de “nibs”. Se elaboraron dos tratamientos de tablilla de chocolate por día.



**Figura 12.** Pesado de ingredientes.

- b. **Mezcla:** La mezcla de la materia prima (“nibs” de cacao, azúcar blanca y canela en polvo) se realizó sobre mesas de acero inoxidable, utilizando un recipiente de acero inoxidable y una cuchara para mover los ingredientes hasta mezclarlos y así continuar con el proceso de molienda (Figura 13).



Figura 13. Mezcla de ingredientes

- c. **Molienda:** Para el proceso de molienda se utilizó un molino de discos CTI, modelo Ewing de 1.5 HP, realizando cuatro repasos de la mezcla hasta obtener una masa más homogénea y refinada para facilitar el proceso de moldeado (Figura 14).



Figura 14. Molienda de mezcla de ingredientes de tablilla de chocolate

- d. **Moldeado:** La masa obtenida de la molienda fue moldeada sobre bandejas de acero inoxidable en las mesas de trabajo, utilizando vasos de durapax de 4 onzas como moldes para asemejar la presentación comercial de tablilla de chocolate (Figura 15).



Figura 15. Moldeado de tablilla de chocolate.

- e. **Secado:** El proceso de secado se realizó a temperatura ambiente, colocando las tablillas de chocolate en bandejas de acero inoxidable y cubriéndolas con una manta de tela. Este proceso duró dos horas (Figura 16).



Figura 16. Secado de tablilla de chocolate

- f. **Empacado:** Las tablillas de chocolate se envolvieron con papel aluminio individualmente, identificando cada tratamiento con etiquetas adhesivas. Se almacenaron

en hieleras plásticas marca Guateplast a temperatura ambiente y en condiciones inocuas, libres de humedad, sin exposición a luz solar; para conservar su calidad hasta el momento de realizar los análisis posteriores.

### **3.4. Evaluación sensorial**

En la evaluación sensorial se consideró principalmente el sentido del gusto para interpretar por medio de la percepción de sabores qué muestra de bebida de chocolate es la más preferida por el consumidor final, se desarrolló en el mes de junio de 2017. Los pasos que se siguieron se describen a continuación:

#### **3.4.1. Selección del método y tipo de prueba sensorial**

El análisis sensorial se realizó aplicando el método afectivo y utilizando la prueba de preferencia por ordenamiento ya que este método y prueba se utiliza principalmente para conocer el nivel de aceptación y preferencia del consumidor final por un determinado producto frente a otros, la cual consta de la presentación de tres o más muestras simultáneamente al consumidor, quien debe comparar las muestras entre sí y así asignar un orden de acuerdo a su preferencia. La prueba de preferencia por ordenamiento requirió como mínimo la participación de 75 consumidores de bebida de chocolate para la obtención de resultados confiables.

#### **3.4.2. Selección de panel para la prueba sensorial**

Para la confiabilidad de los resultados, el desarrollo de la prueba sensorial implicó la participación de 120 personas que consumen bebida de chocolate. El panel fue conformado por jóvenes estudiantes mayores de 18 años de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Cabe destacar, que de acuerdo a Operadora Krystal (2017) al realizar una encuesta en línea sobre el comportamiento de consumo de chocolates a 191 salvadoreños entre 8 a 74 años de edad, resultó que quienes más consumen chocolate son jóvenes entre los 18 a 26 años de edad.

### 3.4.3. Diseño de la prueba de preferencia por ordenamiento

El diseño para la prueba sensorial de las cuatro formulaciones de bebida de chocolate caliente fue una tarea que requirió orden y precisión. Se elaboró una hoja de 120 códigos con números aleatorios utilizando el programa Random.com, posteriormente se agruparon de acuerdo a cada tratamiento (Cuadro A-6).

El ordenamiento de las muestras para la prueba sensorial fue siguiendo el orden de las cuatro primeras letras del abecedario; siendo “A” para la formulación de 17% de grano de cacao, “B” para la formulación de 20%, “C” para formulación de 25% y “D” para la formulación de 30%. Para evitar que los panelistas tuvieran la misma presentación de las muestras al momento de hacer la prueba, se desarrollaron 24 formas distintas de como presentar las muestras a los panelistas (Cuadro 11). Al ser 120 panelistas para la prueba, el orden de presentación de las muestras se repitió cuatro veces (Cuadro A-7).

**Cuadro 11.** Orden de presentación de las muestras para los panelistas

<b>Conjunto</b>	<b>Orden de muestras</b>	<b>Conjunto</b>	<b>Orden de muestras</b>
<b>1</b>	ABCD	<b>13</b>	CABD
<b>2</b>	ABDC	<b>14</b>	CADB
<b>3</b>	ACBD	<b>15</b>	CBAD
<b>4</b>	ACDB	<b>16</b>	CBDA
<b>5</b>	ADBC	<b>17</b>	CDAB
<b>6</b>	ADCB	<b>18</b>	CDBA
<b>7</b>	BACD	<b>19</b>	DABC
<b>8</b>	BADC	<b>20</b>	DACB
<b>9</b>	BCAD	<b>21</b>	DBAC
<b>10</b>	BCDA	<b>22</b>	DBCA
<b>11</b>	BDAC	<b>23</b>	DCAB
<b>12</b>	BDCA	<b>24</b>	DCBA

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.4. Construcción de boleta de análisis sensorial

Se elaboró una boleta de análisis sensorial en donde se solicitó a cada participante algunos datos personales (nombre, edad y género) y la fecha en que realizó la prueba. En la boleta se encontraban las indicaciones de la prueba sensorial, presentando la categoría 1 como “MÁS PREFERIDA” y 4 como la “MENOS PREFERIDA” para el ordenamiento de las muestras según la preferencia del consumidor. Además, se presentó un cuadro con los

códigos de muestras a evaluar en la columna izquierda, mientras que en la columna derecha se encontraba un espacio en blanco para que el consumidor colocara el número ordinal según su categoría de preferencia. Finalmente, se presentaban dos preguntas en relación a la preferencia del consumidor (Figura A-4).

### 3.4.5. Materiales para la prueba sensorial

Los materiales y equipos para la ejecución de la prueba sensorial se adquirieron en la Supertienda Morena de la sucursal Escalón, ubicada sobre la 71 Av. Norte y 1ª Calle Poniente, No. 204. Además, el espacio físico para desarrollar la prueba sensorial fue solicitado a los miembros de la Asociación General de Estudiantes de Ciencias Agronómicas “Carlos Borromeo Najarro”. Los recursos adquiridos se muestran en el Cuadro 12:

**Cuadro 12.** Materiales utilizados en la prueba sensorial

<b>Material</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>
Vaso	Durapax 1.5 onzas	Unidad	600
Plumón	Permanente, marca Artline de 1.0 m/m	Unidad	2
Cucharón	Acero inoxidable, 1 onza	Unidad	2
Recipiente	Plástico, 1 galón	Unidad	5
Azafate	Plástico, marca Industrialplast	Unidad	2
Guantes	Polietileno, caja con 100 pares	Unidad	1
Redecilla	Color negro	Unidad	7
Alcohol gel	Antibacterial, bote de 125 ml	Unidad	1
Servilleta	Paquete de 100 unidades	Unidad	1
Fotocopia	Boleta de análisis sensorial	Unidad	120
Papel toalla	Rollo	Unidad	1
Bolígrafo	Marca Bic, color azul	Unidad	30
Cocina Eléctrica	Marca Brentwood	Unidad	1
Escoba	Plástica, modelo SKU	Unidad	1
Pala	Plástica	Unidad	1
Bolsa	Plástica grande	Unidad	5
Olla	Acero inoxidable	Unidad	4
Gabacha	Color blanco	Unidad	7

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.6. Lugar de ejecución de la prueba sensorial

La prueba de preferencia por ordenamiento se realizó el día martes 06 de junio de 2017 en la sala de estudios de ASECAS de Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador (Figura 17), la cual contaba con 7 mesas de madera y 26 sillas. Además, se contaba con el servicio de electricidad que fue útil para la preparación de muestras.



**Figura 17.** Lugar donde se realizó la prueba de preferencia por ordenamiento

### 3.4.7. Preparación de muestras para la prueba sensorial

La bebida de chocolate de los cuatro tratamientos fue elaborada un día antes de la prueba sensorial. Para ello, se consideró la relación de 42.0 g de tablilla de chocolate para la preparación de 237.0 ml (una taza) de bebida de chocolate, al ser la relación promedio de tablillas de chocolate comercial para preparar una taza de bebida (Cuadro A-10). En total, se utilizó 655.21 g de tablilla de chocolate para preparar 3,700.0 ml de bebida de chocolate por tratamiento en ollas y cocina de gas, cantidad suficiente para la preparación de 120 vasos con 30.0 ml de muestra por cada tratamiento. Una vez en el lugar de la prueba sensorial, se formó un equipo de trabajo integrado por 7 estudiantes de la carrera de ingeniería agroindustrial. La primera actividad en equipo fue la limpieza de las instalaciones, utilizando materiales y herramientas como: escoba, pala, bolsas, papel toalla y alcohol gel. Una vez realizada la limpieza y desinfección del lugar, en función de la higiene e inocuidad se aplicaron las BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), utilizando: gabacha blanca, redcilla y alcohol gel. Las bebidas de chocolate de los cuatro tratamientos se calentaron hasta llegar a una temperatura inferior a los  $57^{\circ}\text{C}\pm 1$  en una cocina eléctrica (marca Brentwood), considerando que según Hernández Alarcón (2005), por lo general las muestras se deben presentar a la temperatura a la cual se consumen normalmente el alimento. Una vez obtenida la temperatura ideal, las muestras preparadas fueron transportadas en azafates para colocarse en las estaciones de catación (Figura 18).



**Figura 18.** Colocación de muestras en mesas de catación

Cada mesa de trabajo utilizada para el análisis sensorial de bebidas de chocolate se dividió en cuatro estaciones, siendo un total de 26 estaciones (Figura 19). En cada estación, se colocó una silla, vaso con agua para enjuague, vaso de descarte, bolígrafo, servilleta, ficha de prueba de preferencia por ordenación enumerada y las cuatro muestras de bebidas de chocolate caliente codificadas y ordenadas de izquierda a derecha.



**Figura 19.** Estaciones de catación para prueba sensorial.

### 3.4.8. Ejecución de la prueba sensorial

Dos integrantes del equipo de trabajo, se encargaron de invitar y orientar a estudiantes consumidores de bebida de chocolate hasta el salón de la prueba sensorial, donde fueron ubicados en su respectiva estación de análisis sensorial en espera a la explicación e inicio de la prueba.

Una vez ubicados los catadores en su estación, se explicó el objetivo de la prueba y las indicaciones para el desarrollo del análisis sensorial (Figura 20), estas fueron:

- a) Indique su nombre completo, fecha de la prueba, edad y género.
- b) Pruebe de izquierda a derecha las muestras de bebida de chocolate.
- c) Según las categorías indicadas en la boleta, asigne un orden de preferencia a las muestras de bebidas de chocolate en la columna vacía "GRADO DE PREFERENCIA".
- d) Conteste las dos preguntas de la boleta



**Figura 20.** Introducción de la prueba sensorial.

Dicho lo anterior, los participantes degustaron cada una de las muestras, anotando de manera ordenada su preferencia. Las boletas fueron recogidas, enumeradas, ordenadas y archivadas para realizar el análisis de resultados posteriormente.

### 3.4.9. Prueba de Basker y Kramer para análisis de resultados

Los datos obtenidos de cada boleta de análisis sensorial fueron ordenados en una hoja de Microsoft Office Excel 2007 para la obtención de suma de categorías. Se utilizó la prueba de Basker y Kramer con un nivel de significancia de:  $\alpha = 0.05$ , aplicando la Tabla de Prueba de Basker y Kramer “Valor crítico de diferencia entre suma de categorías” (Cuadro A-8) para la identificación de un valor crítico (según el número de muestras y panelistas) necesario para definir cuál de las formulaciones de tablilla de chocolate caliente es preferida por el consumidor final y si la preferencia es significativa o no entre muestras.

### 3.5. Determinación de grados Brix

Se determinaron los grados Brix con un refractómetro marca ATAGO, modelo PAL-BX ACID181 (Figura 21) en las cuatro muestras de bebida de chocolate, realizando 5 réplicas a cada tratamiento. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Agroindustria del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), Universidad de El Salvador, San Salvador, durante el mes de julio de 2017.

La medición de los grados Brix fue para determinar los sólidos solubles, especialmente el azúcar en una taza de bebida de chocolate, ya que el contenido de azúcar en tablilla de chocolate no es igual que en la bebida debido al proceso de evaporación que los concentra. Por tal motivo, se determinó el contenido de azúcar en bebida de chocolate, para evaluar si no sobrepasa los límites de consumo de azúcar diario recomendados por la OMS.



**Figura 21.** Refractómetro ATAGO.

#### 3.5.1. Preparación de la muestra

- a. Se pesó la tablilla de chocolate: 42 g de muestra
- b. Se midió una taza de agua: 237 ml
- c. Se introdujo la tablilla en agua y se llevó a ebullición.
- d. Se dejó en reposo para alcanzar la temperatura ambiente.
- e. Se rotulo cada muestra con su código correspondiente.

### 3.5.2. Medición de grados Brix

- a. Se limpió el prisma del refractómetro con agua destilada.
- b. El prisma fue secado con papel toalla.
- c. Se calibró con una gota de agua
- d. Se tomó una muestra de 10 ml de bebida de chocolate a temperatura ambiente.
- e. Las muestras fueron identificadas.
- f. El botón START fue oprimido.
- g. Se tomó 0.2ml de la muestra de bebida de chocolate.
- h. La muestra fue colocada en el prisma del equipo (Figura 22).
- i. El botón de lectura del aparato se accionó.
- j. Al estabilizarse la medida se anotó la lectura.
- k. Éste procedimiento se realizó cinco veces por cada muestra.



**Figura 22.** Medición de grados Brix.

### 3.6. Determinación de metales pesados

La determinación de Cd, As, Pb y Cu se realizó en la formulación de tablilla de chocolate más preferida, según lo obtenido en el análisis de los resultados de la prueba de preferencia por ordenación. Los análisis se realizaron en el Laboratorio Especializado en Control de Calidad, ubicado en Calle San Antonio Abad #1965, San Salvador, durante el mes de octubre de 2017.

#### 3.6.1. Preparación de las muestras

El análisis de metales pesados en tablilla de chocolate, se realizaron en 300 g de muestra de tablilla de chocolate (Figura 23), la cual fue pesada en una balanza digital y depositada en una bolsa hermética con etiqueta de identificación.



**Figura 23.** Muestra de Tablilla de Chocolate

### 3.6.2. Equipo y materiales.

Los procedimientos de determinación de metales pesados fueron realizados bajo los estándares establecidos por Association of Official Analytical Chemists 999.10 (2005), para determinar las concentraciones de metales pesados en la muestra, se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- a. **Equipo:** Balanza analítica, pipetas y micropipetas, Espectrofotómetro de Absorción Atómica con horno de grafito y espectrofotómetro de absorción atómica con llama, vasos de digestión con Teflón, horno microondas, Matraces aforados, Embudos, Botellas de Plástico.
- b. **Reactivos:** Agua Redestilada, Ácido Nítrico al 65% (w/w), Ácido Nítrico 0.1 M, Ácido Nítrico 3 M, Peróxido de Hidrogeno al 30%, Soluciones estándar para Cd, As, Cu y Pb, solución estándar de trabajo.

### 3.6.3. Procedimiento para Digestión Ácida con Microondas

Según Association of Official Analytical Chemists (2005) en su método oficial 999.10 2002 el procedimiento para la digestión ácida con microondas es el siguiente:

- a. Pesar 0.5 g de muestra en el envase de digestión.
- b. Añadir 5 ml de HNO<sub>3</sub>, concentrado al 65% y 2 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 30% cerrar los vasos herméticamente y someter a digestión en microondas, el perfil de la temperatura permitirá llegar a 180°C ± 5°C en menos de 5.5 minutos y permanecerá a 180°C ± 5°C durante 9.5 minutos para la finalización de las reacciones específicas.
- c. Dejar enfriar completamente los vasos de digestión antes de abrirlos, después el contenido del recipiente se puede filtrar, centrifugar o decantar.
- d. Transferir a un matraz aforado 25 ml y envasar con agua desionizada, luego transferir esta solución en un envase de polipropileno de 50 ml. Tratar los blancos de la misma forma.
- e. Si la solución requiere dilución por la alta concentración de metal, se diluirá con HNO<sub>3</sub> 3M, con el fin de mantener la concentración de ácido antes de la determinación de los metales.

Posterior al proceso descrito, la muestra de tablilla de chocolate en solución (resultado de los procesos de digestión) se sometieron al proceso de lectura del contenido de Pb, Cd y As en el equipo de espectrometría de absorción atómica con horno de grafito, mientras que para el Cu se utilizó el equipo de espectrometría de absorción atómica con llama.

#### 3.6.4. Cálculos y evaluación de resultados

Con los resultados obtenidos se calculó la concentración del metal en la muestra de ensayo de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{(a - b) \times V}{m}$$

**Dónde:**

**C**= Concentración de la muestra de ensayo (mg/kg)

**a**= Concentración en las soluciones de ensayo (mg/L)

**b**= Concentración promedio en las soluciones del blanco (mg/L)

**V**= Volumen de la solución de ensayo (ml)

**m**= Peso de la porción de ensayo (g)

Cuando la muestra de prueba se diluyó, entonces se tomó en cuenta el factor de dilución. Cuando se corren los duplicados, el promedio de los resultados se debe dar con 2 cifras significativas. Los resultados se informarán en mg/kg o µg/kg de Cd.

Para el análisis de los resultados se compararon con los niveles máximos de As, Cu, Pb en chocolate según las especificaciones de la Norma salvadoreña para el Chocolate: NSR 67.00.79:99. Para Cd los resultados obtenidos se compararon con las especificaciones establecidas en Reglamento Técnico MERCOSUR sobre límites máximos de contaminantes inorgánicos en alimentos (Derogación de las res. gmc nº 102/94 y nº 35/96), ya que en El Salvador no existe una normativa que regule los niveles máximos de Cd en chocolate.

#### 3.7. Estimación de costos de tablilla de chocolate

Para la estimación de costos de las cuatro formulaciones de tablillas de chocolate se utilizaron los costos de materia prima (grano de cacao, azúcar blanca, canela y material de

empaque), sin considerar los costos del equipo (mesas de trabajo, moldes, recipientes, cucharas e instrumentaria), maquinaria (cocina y báscula de mesa), servicios (energía eléctrica, agua, mano de obra) y recursos de limpieza e higiene (jabón, papel toalla, escoba y trapeador), ya que estos fueron facilitados por el Laboratorio de Tecnología de Alimentos, CENTA. Este análisis se realizó en el mes de julio de 2017.

El objetivo del análisis de costos fue estimar el rango de incremento en cuanto a costos de la materia prima de las cuatro formulaciones de tablilla de chocolate en estudio, considerando que el costo del grano de cacao es más elevado que el azúcar, ingrediente que generalmente se adiciona en mayor proporción al resto para disminuir costos de producción.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. Pesos obtenidos en el proceso de elaboración de chocolate

A continuación, en el Cuadro 13 se presentan los pesos que se obtuvieron después de cada uno de los procesos para la obtención de nibs de cacao:

**Cuadro 13.** Pesos del procesamiento de grano de cacao

Proceso	Peso Inicial (g)	Peso Perdido (g)	Pérdida (%)	Peso Final (g)	Rendimiento (%)	Material inicial	Producto Obtenido
<b>Limpieza y selección</b>	3,632.00	276.00	7.6	3,356.00	92.4	Grano de cacao	Grano de cacao limpio
<b>Tostado</b>	3,356.00	90.20	2.49	3,265.80	89.91	Grano de cacao limpio	Grano de cacao tostado
<b>Descascarillado</b>	3,265.80	581.59	16.01	2,684.21	73.90	Grano de cacao tostado	Grano de cacao sin cascarilla
<b>Triturado</b>	2,684.21	60.93	1.67	2,623.28	72.23	Grano de cacao sin cascarilla	Nibs de cacao
<b>Total</b>	-	1,008.72	27.77	-	72.23	-	-

Fuente: Elaboración propia.

En el proceso de limpieza y selección de grano de cacao se obtuvo una pérdida en peso del 7.6%, debido a la eliminación de piedras, hojas, granos básicos, alimento de mascota, grano de cacao con moho, daño mecánico o vano, encontrados en los 3.63kg de grano de cacao iniciales. Posteriormente, en el tostado se perdió solo el 2.49% del peso, principalmente por pérdida de humedad por evaporación en el proceso.

En el descascarillado se obtuvo un porcentaje mayor pérdida, siendo del 16.01%, debido a la eliminación de la cascarilla del grano de cacao. Por último, se perdió peso en el proceso de triturado al obtener polvillo de grano de cacao, siendo un mínimo porcentaje del 1.67%. El peso total obtenido al final del proceso fue de 2.62 kg (72.23%), perdiéndose un total de 1.01

kg (27.77%) hasta la obtención de nibs de cacao para la elaboración de las cuatro formulaciones de tablilla de chocolate.

De la mezcla inicial de 1,764.77 g por tratamiento, se obtuvieron los siguientes pesos de producto final en cada tratamiento (Cuadro 14):

**Cuadro 14.** Peso del producto final por tratamiento

Tratamientos	Peso (g)
T1	1,588.28
T2	1,589.17
T3	1,587.78
T4	1,524.37

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. Prueba de Basker y Kramer

Luego de realizar la prueba de preferencia por ordenación con la participación de 120 panelistas consumidores de bebida de chocolate caliente, se tomaron en cuenta los resultados de 112 panelistas para la obtención de la suma de categorías (Cuadro A-9). Se obtuvo un total de 8 panelistas que llenaron incorrectamente la boleta por tal razón fueron descartados para el análisis de resultados.

Utilizando la Tabla de Prueba de baskee y Kramer “Valor crítico de diferencia entre suma de categorías” (Cuadro A-8), se observó que no aparece en la tabla el valor crítico para 112 panelistas. Para ello, se obtuvo su valor crítico interpolando entre el número de panelistas inferior y superior más cercanos a 112, con sus valores críticos (110= 49.2 y 120= 51.4), en la siguiente fórmula:

$$y_x = y_o + \frac{x - x_o}{x_1 - x_o} (y_1 - y_o)$$

En donde:

$Y_x$ = Valor crítico para 112 panelistas

$Y_o$ = 49.2 valor crítico para 110 panelistas

$Y_1$ = 51.4valor crítico para 120 panelistas

$X$  = 112 panelistas

$X_o$  = 110 panelistas

$X_1$  = 120 panelistas

Sustituyendo se obtuvo:

$$Y_x = 49.2 + \frac{112 - 110}{120 - 110}(51.4 - 49.2)$$

$$Y_x = 49.64$$

Se obtuvieron los valores absolutos (8, 1, 69, 7, 77 y 70) de la diferencia entre cada uno de los productos (A= 17%, B= 20%, C=25% y D= 30%), los cuales fueron comparados con el valor crítico (49.64), para determinar si existe una preferencia significativa por el consumidor final por una de las formulaciones evaluadas (Cuadro 15).

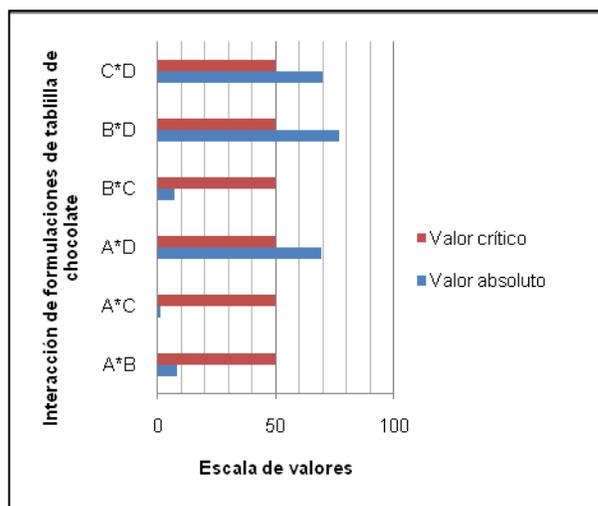
**Cuadro 15.** Organización de resultados de la prueba de preferencia por ordenación

PRODUCTO	PRODUCTO	A (17%)	B (20%)	C (25%)	D (30%)
	SUMADE CATEGORIAS	265	257	264	334
A (17%)	265	0	8	1	-69
B (20%)	257	-8	0	-7	-77
C (25%)	264	-1	7	0	-70
D (30%)	334	69	77	70	0

Fuente: Elaboración propia.

Considerando la escala de la prueba de preferencia por ordenación, en donde: 1= más preferido y 4= menos preferido, se observan gráficamente los resultados:

De acuerdo a la Figura 24 no hay una diferencia significativa entre la preferencia de las formulaciones de bebida de chocolate caliente con 17%, 20% y 25% de cacao (producto A, B y C respectivamente), porque el valor absoluto entre ellos es menor al valor crítico (49.64). Siendo, la formulación de la bebida de chocolate caliente con 20% de cacao (producto B) el producto más preferido, sin embargo, la diferencia de preferencia solo es significativa sobre el producto D (30% de cacao).



**Figura 24.** Interracción de formulaciones de tablilla de chocolate y valor crítico

En cambio, la formulación de bebida de chocolate caliente con 30% de cacao (producto D), tiene una diferencia significativa con las formulaciones de 17%, 20% y 25% de cacao (producto A, B y C respectivamente), al ser el producto menos preferido al presentar una suma de categorías superior al resto.

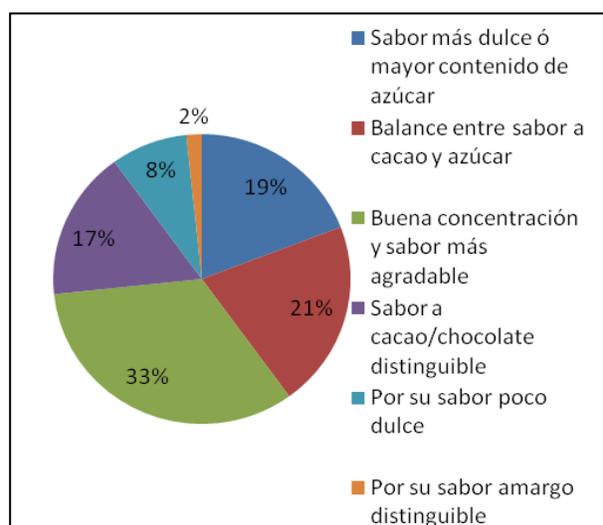
Al agrupar por similitud las respuestas a la pregunta “¿Por qué razón es la más preferida?”, la bebida de chocolate caliente más preferencia tiene como principales razones las siguientes (Cuadro 16):

**Cuadro 16.** Razones de la bebida de chocolate más preferida por el consumidor.

Razón	Frecuencia
Sabor más dulce ó mayor contenido de azúcar	23
Balance entre sabor a cacao y azúcar	25
Buena concentración y sabor más agradable	40
Sabor a cacao/chocolate distinguible	20
Por su sabor poco dulce	10
Por su sabor amargo distinguible	2
<b>Total</b>	<b>120</b>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Figura 25, la buena concentración y sabor agradable (33%), es la principal razón para definir cuál es la formulación más preferida, seguido del balance entre sabor a cacao y azúcar (21%) y un sabor dulce o mayor contenido de azúcar (19%). Presentando una menor frecuencia su sabor amargo distinguible y poco dulce (10%). Lo cual indica, que el consumidor final, prefiere una bebida de chocolate caliente con buena concentración de azúcar y cacao, logrando un balance de



**Figura 25.** Motivo de la bebida de chocolate más preferida.

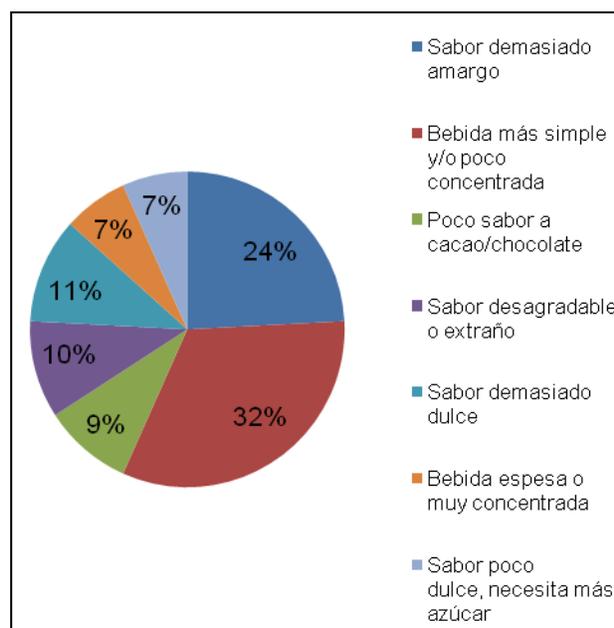
sabores en el que predomine el sabor dulce que el amargo. Mientras que los motivos de bebida de chocolate menos preferida de los participantes en la prueba de preferencia por ordenación se observar en el Cuadro 17:

**Cuadro 17.** Razones de la bebida de chocolate menos preferida por el consumidor

Razón	Frecuencia
Sabor demasiado amargo	29
Bebida más simple y/o poco concentrada	39
Poco sabor a cacao/chocolate	11
Sabor desagradable o extraño	12
Sabor demasiado dulce	13
Bebida espesa o muy concentrada	8
Sabor poco dulce, necesita más azúcar	8
<b>Total</b>	<b>120</b>

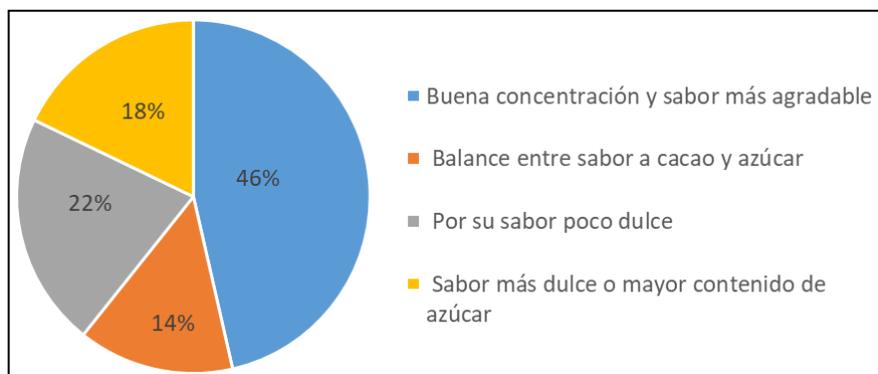
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Figura 26, entre los motivos dados por los consumidores predomina una bebida de chocolate simple o de menos concentración (32%) como la principal razón para definir qué formulación es la menos preferida, seguido del sabor muy amargo (24%). Resultando la razón de bebida poco dulce o muy espesa o concentrada las de menor frecuencia para definir su menor preferencia. Por tanto, el consumidor final, no prefieren las bebidas de chocolate caliente simples y con una intensidad alta a sabor amargo.



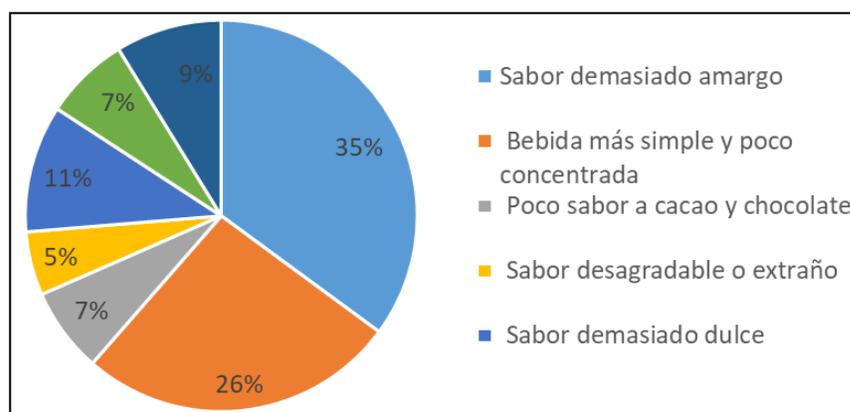
**Figura 26.** Motivo de la bebida de chocolate menos preferida.

Los resultados obtenidos en las preguntas realizadas en la ficha de prueba sensorial coinciden con los resultados de la prueba de Basker y Kramer, considerando que el sabor amargo es una característica a altos porcentajes de cacao en la bebida. Y como se observó en la prueba, si hay una diferencia significativa entre la formulación con 30% de cacao con el resto, al ser la menos preferida y a la vez siendo la más amarga por su contenido elevado de cacao al compararse con el resto de formulaciones.



**Figura 27.** Razón de mayor preferencia de formulación del 20% de cacao

La Figura 27 representa a 33 de 112 consumidores (29.5%) que participaron en la prueba sensorial, los cuales, prefirieron la bebida de chocolate con 20% de cacao en su formulación. La razón principal fue la buena concentración y sabor más agradable. Se observa que ninguno de ellos prefirió ésta formulación por su sabor amargo y si hubo razón de preferencia por su sabor poco dulce con un 22%.



**Figura 28.** Razón de menor preferencia de formulación de 30% de cacao

En cambio, en la Figura 28 la bebida de chocolate con 30% de cacao en su formulación fue la menos preferida por 57 de 112 consumidores (50.9%) que participaron en la prueba sensorial, siendo la principal razón su sabor demasiado amargo (35%) y por ser una bebida más simple y poco concentrada (26%).

#### 4.3. Determinación de grados Brix

La Norma CODEX STAN 87-1981 describe tres tipos de chocolate para mesa con porcentajes de extracto seco de cacao en la mezcla no menores al 20% y llegando a un

máximo del 100% en el caso de la NSR 67:00.79:99 clasificado como “sin edulcorar”. Dos aspectos son importantes de reconocer: en primer lugar, en todas las definiciones se menciona el contenido de grasa de cacao, principalmente para establecer la clasificación del chocolate en mención. En segundo lugar, para ninguno de los chocolates mencionados en las diferentes normas se define el uso para preparar la bebida de chocolate, que es la forma de consumo popular de cacao en El Salvador.

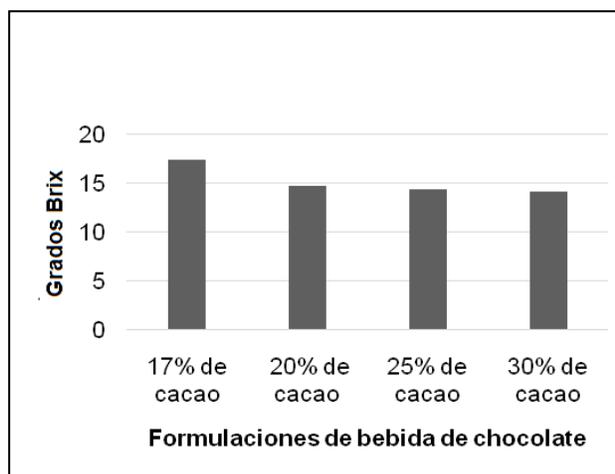
Según el Cuadro 18 los grados Brix totales en las formulaciones de tablilla de chocolate varió de acuerdo a la cantidad de azúcar agregada en la fabricación del producto. Entonces, para el caso de la formulación de tablilla de chocolate con 17% de cacao, se encontró un promedio de 17.44 grados Brix, equivalente a 17.44 g de sacarosa por cada 100 ml de disolución, siendo un total de 41.26 g en una taza de bebida de chocolate (236.58 ml), en cambio las formulaciones restantes presentaron un promedio inferior a 15 grados Brix por cada 100 ml de disolución.

**Cuadro 18.** Comportamiento de los grados Brix en las bebidas de chocolate.

Replica	Formulación 17% de cacao y 82.5% de azúcar	Formulación 20% de cacao y 79.5% de azúcar	Formulación 25% de cacao y 74.5% de azúcar	Formulación 30% de cacao y 69.5% de azúcar
	Grados Brix	Grados Brix	Grados Brix	Grados Brix
1	17.5	14.4	14.3	14.2
2	17.6	14.7	14.5	14.3
3	17.3	14.8	14.5	14.0
4	17.3	14.5	14.4	14.2
5	17.5	15.7	14.2	14.3
<b>Promedio</b>	17.44	14.82	14.38	14.2

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 29, se observó que la formulación de bebida de chocolate caliente con 17% de cacao presentó el valor más elevado, con un promedio de 17.44 grados Brix. Según la OMS (2015 citado por Prats (2015), idealmente, para “proporcionar beneficios adicionales para la salud”, la cantidad de azúcar debería quedar por debajo del 5% del aporte



**Figura 29.** Comportamiento de grados Brix en las formulaciones de bebida de chocolate.

calórico (seis cucharadas, 25 g al día)". En el caso de los niños, el consejo es no sobrepasar los 37 g al día (para una dieta de 1,750 calorías).

El contenido total de azúcar en una taza (236.58 ml) de bebida de chocolate de las formulaciones en estudio (17, 20, 25 y 30% de cacao) presentaron un promedio de 41.26 g, 35.06 g, 34.02 g y 33.59 g respectivamente, sobrepasando (las cuatro formulaciones) los 25 g de azúcar al día recomendados por la OMS. Por lo tanto, solo el consumo de una taza de bebida de chocolate al día, contribuye a la aparición de enfermedades no transmisibles.

Según Blanco (2002), el consumo excesivo de azúcar se relaciona con enfermedades como: caries dental, aumento de demanda de vitaminas del complejo B, Hipertrigliceridemia, Obesidad y diabetes mellitus. Por lo consiguiente, el consumo de una bebida de chocolate con menor contenido de azúcar tiene mayor beneficio para la salud del consumidor, al permitir que el resto de aporte calórico se adquiriera en otros alimentos de la dieta diaria, sin sobrepasar lo recomendado por la OMS.

#### **4.4. Contenido de metales pesados en tablilla de chocolate con 20% de cacao**

La contaminación de metales pesados en la dieta humana se ha convertido en un tema que genera preocupación en muchos países alrededor del mundo, pues una alta concentración podría causar problemas en la salud de los seres humanos. Las consecuencias de la presencia de metales pesados en chocolate y productos derivados del cacao resultan un tema de interés comercial que impacta a la economía de los países productores.

Según CONACYT (2000a), en la Norma Salvadoreña para el Chocolate: NSR 67.00.79:99, establece las dosis máximas para As, Cu y Pb en productos derivados de cacao con edulcorar y sin edulcorar, sin embargo, no se incluye al Cd en dicha normativa. A nivel mundial, muchos países no han establecido niveles máximos de Cd para productos derivados de cacao y solamente existe un número limitado de países que han presentado algún tipo de estudio para conocer el contenido de este metal en chocolate y productos derivados. Sin embargo, MERCOSUR (2011) en su Reglamento Técnico MERCOSUR sobre límites máximos de contaminantes inorgánicos en alimentos (Derogación de las res. gmc n° 102/94 y n° 35/96), establece el límite máximo de Cd en chocolate.

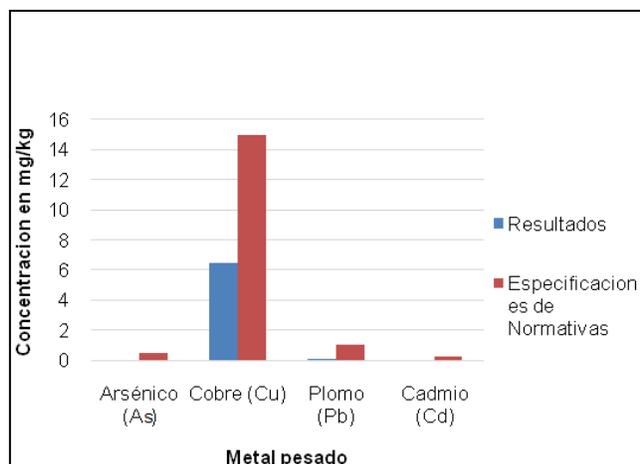
Existe variación en la dosis máxima permitida de Cd para productos derivados de cacao. Esta situación ha conllevado a que los límites que han establecido varios países no estén sustentados sobre una base científica y varían mucho para cada país, lo cual puede afectar al comercio mundial de estos productos. A continuación, en el Cuadro 19, se menciona el límite máximo de metales pesados (As, Cu, Pb y Cd) según NSR 67.00.79:99 y el Reglamento Técnico MERCOSUR y las concentraciones obtenidas de cada metal en las unidades de mg/kg (Figura A-5):

**Cuadro 19.** Metales pesados en tablilla de chocolate con 20% de cacao.

Metal	Especificación (mg/kg)	Resultados (mg/kg)
Arsénico (As)	0.5	Menor de 0.03
Cobre (Cu)	15.0	6.5
Plomo (Pb)	1.0	Menor de 0.1
Cadmio (Cd)	0.20	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos de la muestra analizada, fueron comparados de forma gráfica con las especificaciones de las normativas anteriormente mencionadas. Como se observa en la Figura 30 las concentraciones de As, Cu, Pb y Cd en la tablilla de chocolate con 20% de cacao son inferiores a los niveles máximos permitidos por la Norma salvadoreña



**Figura 30.** Concentración de metales pesados comparados límites establecidos en normativas.

para el Chocolate: NSR 67.00.79:99 (0.5 mg de As/kg, 15.0 mg de Cu/kg, 1.0 mg

de Pb/kg) y Reglamento Técnico MERCOSUR sobre límites máximos de contaminantes inorgánicos en alimentos (Derogación de las res. gmc nº 102/94 y nº 35/96 (0.20 mg de Cd/kg); determinando de esta manera que el contenido de los metales pesados en la muestra de tablilla de chocolate analizada con un valor aproximado de sólidos de cacao del 20%, cumplen con las especificaciones de las normativas descritas para chocolate con un contenido < 40 % de sólidos de cacao.

#### 4.5. Análisis de costos de materia prima, insumos y material de empaque para la elaboración de tablilla de chocolate

Para obtener costos de materia prima se determinó la cantidad de granos de cacao, azúcar y canela de cada formulación. Dicha materia prima tuvo una variación de costo de producción para cada formulación en estudio. Cabe mencionar que cuando se procesó el grano de cacao en el LTA-CENTA, se obtuvo una merma del 27.77% (Cuadro 13), pérdida resultante de los procesos de limpieza, selección, tostado, descascarilla y triturado del grano hasta la obtención de nibs de cacao. Para lo cual se ha considerado en la formulación de tablillas de chocolate una cantidad adicional de grano de cacao, con el objetivo de evaluar los costos respetando los porcentajes establecidos en la formulación por tratamiento (Cuadro 20).

**Cuadro 20.** Porcentaje de grano de cacao adicionado a formulación

Materia prima	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
% Grano de cacao establecido por fórmula	17.0	20.0	25.0	30.0
% Grano de cacao adicionado	4.72	5.55	6.94	8.33
<b>Total (%)</b>	<b>21.72</b>	<b>25.55</b>	<b>31.94</b>	<b>38.33</b>

Fuente: Elaboración propia.

Los costos de materia prima para la producción de tablillas de chocolate por cada formulación se muestran en el Cuadro 21:

**Cuadro 21.** Costos de producción de tablilla de chocolate de 42 g.

Formulación de 17% de cacao				
Materias primas	Unidad	Cantidad	Costo (\$US)	Total (\$US)
Grano de cacao	Gramos	7.14	1.50 (454 g)	0.02
Azúcar blanca	Gramos	34.65	0.50 (454 g)	0.04
Canela en polvo	Gramos	0.21	1.10 (60 g)	0.004
Empaque con etiqueta	Unidad	1	0.03	0.03
Total (\$US)				0.09
Formulación de 20% de cacao				
Materias primas	Unidad	Cantidad	Costo (\$US)	Total (\$US)
Grano de cacao	Gramos	8.40	1.50 (454 g)	0.03
Azúcar blanca	Gramos	33.39	0.50 (454 g)	0.04
Canela	Gramos	0.21	1.10 (60 g)	0.004
Empaque con etiqueta	Unidad	1	0.03	0.03
Total (\$US)				0.10
Formulación de 25% de cacao				
Materias primas	Unidad	Cantidad	Costo (\$US)	Total (\$US)
Grano de cacao	Gramos	10.50	1.50 (454 g)	0.03

Azúcar blanca	Gramos	31.29	0.50 (454 g)	0.03
Canela	Gramos	0.21	1.10 (60 g)	0.004
Empaque con etiqueta	Unidad	1	0.03	0.03
Total (\$US)				0.10
Formulación de 30% de cacao				
Materias primas	Unidad	Cantidad	Costo (\$US)	Total (\$US)
Grano de cacao	Gramos	12.60	1.50 (454 g)	0.04
Azúcar blanca	Gramos	29.19	0.50 (454 g)	0.03
Canela	Gramos	0.21	1.10 (60 g)	0.004
Empaque con etiqueta	Unidad	1	0.03	0.03
Total (\$US)				0.10

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la estimación de precio en el mercado, una tablilla de chocolate comercial que rinde para dos tazas tiene un precio promedio de \$0.30 centavos de dólar (Cuadro A-10). Sin embargo, el precio promedio incluye otros costos de producción los cuales no han sido considerados. En el Cuadro 22 se realiza una comparación de los costos de materia prima de cada formulación:

**Cuadro 22.** Costos para la elaboración de tablilla de chocolate de 42 g

Descripción	Formulación de 17% de cacao	Formulación de 20% de cacao	Formulación de 25% de cacao	Formulación de 30% de cacao
Costos de producción por unidad (42 g para una taza)	0.09	0.10	0.10	0.10

Fuente: Elaboración propia.

El costo de las materias primas, insumos y empaque para la elaboración de las tablillas de chocolate en estudio, da como resultado que, la formulación del 17% de cacao, presenta menores costos de producción. Debido a que mayormente está compuesto por azúcar, que comúnmente tiene un costo menor que el cacao en el mercado nacional. Entre las formulaciones de 17% y 20% de cacao, los costos de materia prima, insumos y material de empaque total de una unidad de 42 g para una taza, aumentan \$0.01. En cambio, entre las formulaciones de 20%, 25% y 30% de cacao los costos totales se mantienen; lo cual significa que no incrementa considerablemente los costos de producción al adicionar más cacao en la formulación.

## 5. CONCLUSIONES

La mayoría de los consumidores que realizaron la prueba de preferencia por ordenación prefirió la formulación de tablilla de chocolate con adición del 20% de cacao (29.5%). Sin embargo, no hay preferencia significativa entre las formulaciones de tablilla de chocolate con adición del 17%, 20% y 25% de cacao.

La formulación de tablilla de chocolate con adición del 30% de cacao fue significativamente la menos preferida entre las cuatro formulaciones estudiadas. Siendo para el 50.9% de los consumidores la de menor preferencia.

Los principales motivos de preferencia del consumidor por una determinada formulación de tablilla de chocolate fueron la buena concentración de cacao en la bebida y sabor agradable al paladar. En cambio, el sabor demasiado amargo de la bebida de chocolate fue el principal motivo de menor preferencia.

Todas las formulaciones de tablilla de chocolate poseen un contenido de azúcar superior a lo que se recomienda consumir al día (25 g al día). Por lo tanto, el consumo excesivo de cualquier tablilla de chocolate con adición inferior al 30% de cacao en su formulación, puede ocasionar la aparición de enfermedades no transmisibles.

La concentración de As, Cu, Pb y Cd encontrada en la tablilla de chocolate más preferida no sobrepasan los límites máximos establecidos por normativas que regulan su presencia en productos derivados del cacao clasificados como chocolate con adición de azúcar y de 40% o menos de cacao en su formulación.

Comparando los costos de materia prima en la formulación de tablilla de menor adición de cacao (17%) y la formulación con mayor adición de cacao (30%) se pudo observar que existe un incremento de los costos de \$0.01 en esta última.

## 6. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una prueba de preferencia por ordenación con formulaciones de tablilla de chocolate elaboradas de grano de cacao criollo.

Realizar una investigación similar con tablillas de chocolate que estén compuestas por otro tipo de edulcorante natural para evaluar si existe una percepción diferente en la preferencia del consumidor final.

Evaluar la preferencia del consumidor de tablillas de chocolate con las mismas proporciones de grano de cacao a partir de cacao fermentado, utilizando enzimas que reduzcan las concentraciones de compuestos fenólicos y por ende la acidez, el amargor y la astringencia.

Evaluar las concentraciones de metales pesados en productos con alto contenido de sólidos de cacao como los chocolates amargos para determinar si es mayor la concentración de metales pesados (As, Cu, Pb y Cd).

Es necesario mencionar que en El Salvador no existe una normativa que incluya los límites máximos de Cd en chocolate, por lo que se recomienda establecer una normativa o actualización de las ya existentes para su regulación.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

AECOSAN (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición). 2016. Arsénico (en línea). España. Consultado 17 oct. 2017. Disponible en [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/gestion\\_riesgos/Arsenico\\_ficha\\_AGO15.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/Arsenico_ficha_AGO15.pdf)

ADCA (Agencia de Defensa de la Competencia de Andalucía). 2013. Cacao: Polvo seco que se obtiene moliendo los granos y extrayendo total o parcialmente, la grasa o manteca de cacao (en línea). Consultado 1 feb. 2018. Disponible en [http://www.juntadeandalucia.es/defensacompetencia/sites/all/themes/competencia/files/fichas/pdf/6\\_Cacao.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/defensacompetencia/sites/all/themes/competencia/files/fichas/pdf/6_Cacao.pdf)

Aguilar Sánchez, AM; Duarte Vides, AN; Ramírez Rojas, IB. 2011. Elaboración de Tablas Nutricionales de Dulces Típicos Artesanales. Tesis Ing. Antiguo Cuscatlán. La Libertad, El Salvador. UJMD. 181p.

AHA (American Heart Association). 2016. Added Sugars Add to Your Risk of Dying from Heart Disease (en línea). Dallas, Texas, United States. Consultado 06 ago. 2017. Disponible en [http://www.heart.org/HEARTORG/HealthyLiving/HealthyEating/Nutrition/Added-Sugars-Add-to-Your-Risk-of-Dying-from-Heart-Disease\\_UCM\\_460319\\_Article.jsp](http://www.heart.org/HEARTORG/HealthyLiving/HealthyEating/Nutrition/Added-Sugars-Add-to-Your-Risk-of-Dying-from-Heart-Disease_UCM_460319_Article.jsp)

AOAC (Association of Official Analytical Chemists International). 2005. AOAC Official Method 999.11 Determination of Lead Cadmium, Copper, Iron and Zinc in Foods (en línea). United States. Consultado 17 oct. 2017. Disponible en <http://img.21food.cn/img/biaozhun/20100108/177/11285282.pdf>

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2007. Resumen de Salud Pública Arsénico CAS: 7440-38-2 (en línea). Atlanta, Estado Unidos. Consultado 17 oct. 2017. Disponible en [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs2.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.pdf)

Barrueta, S. 2013. Guía de Métodos de Detección y Análisis de cadmio en cacao (en línea). Lima, Perú. Consultado 22 oct. 2017. Disponible en

<https://es.slideshare.net/RIICCHPeru/guia-de-metodos-de-deteccion-y-analisis-de-cadmio-en-cacao>

Batista, L. 2009. El Cultivo de Cacao (en línea). s.l. Consultado 1 nov. 2017. Disponible en <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>

Baudilio, B; Cumana, L. 2005. Revisión taxonómica del género Theobroma (sterculiaceae) en Venezuela (en línea). Venezuela. Consultado 4 sep. 2017. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86228107>

BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica). 2010. Manual de oportunidades: Cacao amigable con la biodiversidad en América Central, El Salvador y Honduras (en línea). Turrialba, Costa Rica. Consultado 30 jun. 2017. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7734e/A7734e.pdf>

BCR (Banco Central de Reserva de El Salvador). 2016. Informe de Comercio Exterior de El Salvador enero - septiembre 2016 (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 12 sep. 2017. Disponible en <http://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/611224203.pdf>

Blanco, J. 2002. Consumir azúcar con moderación (en línea). La Habana, Cuba. Consultado 30 jul. 2017. Disponible en [http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16\\_2\\_02/ali08202.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16_2_02/ali08202.pdf)

Beltrán, E; Hernández, K; Rodríguez, A. 2017. Determinación de cadmio en chocolate de mesa comercializado en la zona metropolitana de san salvador. Tesis Ing. San Salvador, El Salvador. UES. 145p.

Brownell, KD; Frieden, TR. 2009. Ounces of Prevention. The Public Policy Case for Taxes on Sugared Beverages (en línea). Consultado 06 ago. 2017. New York, United States. Disponible en <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp0902392>

Cabezas, C; Hernández, B; Vargas, M. 2016. Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 06 ago. 2017. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v64n2/v64n2a17.pdf>

CAOBISCO (Chocolate, Biscuits & Confectionery of Europe); AEC (European Cocoa Association); FCC (Federation of Cocoa Commerce). 2015. Cacao en Grano: Requisitos de Calidad de la Industria del Chocolate y del Cacao (en línea). Consultado 24 sep. 2017. Disponible en

[http://www.cocoaquality.eu/data/Cacao%20en%20Grano%20Requisitos%20de%20Calidad%20de%20la%20Industria%20Apr%202016\\_es.pdf](http://www.cocoaquality.eu/data/Cacao%20en%20Grano%20Requisitos%20de%20Calidad%20de%20la%20Industria%20Apr%202016_es.pdf)

Castañeda, V; Aranzazu, F; Hernández, L; Quintanilla, G; Moran, A. 2016. Guía de conceptos básicos de genética en cacao, para su aplicación en la caracterización de germoplasma de cacao nativo de El Salvador. San Salvador, El Salvador. 71 p.

CEI (Centro de Inversiones y Exportaciones Nicaragua). 2013. Estudio de Mercado de Japón para Cacao Nicaragüense (en línea). Nicaragua. Consultado 3 jul. 2017. Disponible en [https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/22\\_estudio\\_02.pdf](https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/22_estudio_02.pdf)

Chinchilla E; González G. 2011. Plan de negocios para generar demanda de chocolate artesanal elaborado por artesanos del municipio de Concepción de Ataco dirigido a tiendas y mercados municipales de la ruta turística denominada " Ruta de las Flores". Tesis Lic. San Salvador, El Salvador. UES. 220p.

CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, El Salvador). 2000a. Norma Salvadoreña para el Chocolate: NSR 67.00.79:99(en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 8 sep. 2017. Disponible en <http://faolex.fao.org/docs/pdf/els22869.pdf>

CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, El Salvador). 2000b. Norma Salvadoreña Recomendada: Cacao sin cascara ni germen, cacao en pasta, torta de prensado de cacao y polvillo de cacao (finos de cacao) para uso en la fabricación de productos de cacao y chocolate NSR 67.00.122:99 (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 3 jul. 2017. Disponible en <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/els25365.pdf>

CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, El Salvador). 2000c. Norma Salvadoreña Recomendada: Manteca de cacao NSR 67.00.78.99 (en línea). San Salvador,

El Salvador. Consultado 3 jul. 2017. Disponible en [http://www.censalud.ues.edu.sv/CDOC-Deployment/documentos/Normas\\_manteca\\_de\\_cacao.pdf](http://www.censalud.ues.edu.sv/CDOC-Deployment/documentos/Normas_manteca_de_cacao.pdf)

Cruz, E. 2012. Caracterización de la cadena de valor de cacao en El Salvador. El Salvador, s. e. 71 p.

Dostert, N; Roque, J; Cano, A; La Torre, M; Weigend, M. 2011. Hoja botánica: Cacao. Lima, Perú, s. e. 60 p.

Dubón, A; Sánchez, J. 2016. Manual de producción de cacao. 2 ed. González, V; Tejada, R; Bardales, M (eds). La Lima, Cortés, Honduras, s.e. 264 p.

EFSA (European Food Safety Authority). 2013. Lead in food - Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain (en línea). Consultado 22 oct. 2017. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2010.1570/epdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); OMS (Organización Mundial de la Salud). 2016. Normas para el chocolate y los productos del chocolate (CODEX STAN 87-1991). 12p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); OMS (Organización Mundial de la Salud). 2014. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias: Anteproyecto de Niveles máximos para el cadmio en el chocolate y productos derivados de cacao (en línea). Consultado 22 oct. 2017. ecuador. Disponible en [ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/cccf/cccf9/cf09\\_06s.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/cccf/cccf9/cf09_06s.pdf)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); OMS (Organización Mundial de la Salud). 2012. Prevention and Reduction of Food and Feed Contamination: CAC/RCP 56-2004(en línea). Consultado 27 oct. 2017. Roma, Italia. Disponible en [ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Contaminants/CCCF\\_2012\\_EN.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Contaminants/CCCF_2012_EN.pdf)

FUNDESYRAM (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental). s.f. Historia del cacao en El Salvador (en línea). Consultado 3 jul. 2017. Disponible en <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3079>

Guía, J. 2015. El chocolate conservador y el café liberal en el siglo XIX Mexicano (en línea). Consultado 12 ago. 2017. Estado de México, México. Disponible en [http://web.uaemex.mx/Culinaria/nueve\\_ne/pdf%20culinaria%209/el\\_chocolate.pdf](http://web.uaemex.mx/Culinaria/nueve_ne/pdf%20culinaria%209/el_chocolate.pdf)

Hernández Alarcón, E. 2005. Evaluación Sensorial (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 22 oct. 2017. Disponible en [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34955977/4902Evaluacion\\_sensorial.PDF?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1509670670&Signature=6D2PZ0rUFyz%2FTCZ9W7i7LMUx1d8%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEVALUACION\\_SENSORIAL.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34955977/4902Evaluacion_sensorial.PDF?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1509670670&Signature=6D2PZ0rUFyz%2FTCZ9W7i7LMUx1d8%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEVALUACION_SENSORIAL.pdf)

Hernández, C; Corado, N; Flores, B; Doddoli, C. s.f. Ciencia con sabor a chocolate (en línea). El Salvador. Consultado 22 ago. 2017. Disponible en [http://www.universum.unam.mx/assets/pdf/expo\\_chocolate.pdf](http://www.universum.unam.mx/assets/pdf/expo_chocolate.pdf)

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias); Estación Experimental Tropical Pichilingue; Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas. 2010. Avances del monitoreo de presencia de cadmio en almendras de cacao, suelos y aguas en ecuador (en línea). Ecuador. Consultado 24 Oct. 2017. Disponible en <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/6.-Francisco-Mite.-Cadmio.-INIAP.pdf>

INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos). 2017. Programa Nacional de Vigilancia y Control de cadmio en productos derivados del cacao (licor de cacao, chocolate de mesa, cocoa en polvo y chocolatina de leche) (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 23 sep. 2017. Disponible en [https://www.invima.gov.co/images/pdf/inspeccion\\_y\\_vigilancia/direccionalimentos/subsectoriales/Documento-tecnico-Cadmio-en-cacao.pdf](https://www.invima.gov.co/images/pdf/inspeccion_y_vigilancia/direccionalimentos/subsectoriales/Documento-tecnico-Cadmio-en-cacao.pdf)

Lanaud, C; Solórzano, R; Zarrillo, S; Valdez, F. 2012. Origen de la domesticación del cacao y su uso temprano en el Ecuador. Revista Nuestro Patrimonio. No.34

Lawlees, HT; Heymann H. 1998. Sensory evaluation of food. Principles and practices. New York, United States, Aspen Publishers. 47 p.

Llanes, L. 2013. Formación de un panel para la evaluación sensorial de productos de Chocolate (en línea). La Habana, Cuba. Consultado 27 ene. 2018. Disponible <http://bdigital.reduniv.edu.cu/fetch.php?data=1991&type=pdf&id=1999&db=2>

MERCOSUR (Mercado Común del Sur). 2011. Reglamento Técnico Mercosur Sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos (Derogación de las Res. GMC N° 102/94 y N° 35/96) (en línea). Consultado 09 jul. 2017. Disponible en [http://www.puntofocal.gov.ar/doc/r\\_gmc\\_12-11.pdf](http://www.puntofocal.gov.ar/doc/r_gmc_12-11.pdf)

Montamayor, J; Lachenaud, P; Da Silva, J; Loor, R; Kuhn, D; Brown, S; Schnell, R. 2008. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L.) (en línea). Consultado 3 sep. 2017. Disponible en <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0003311>

Name, M. s.f. Los efectos nocivos del azúcar (en línea). Cali, Colombia. Consultado 22 oct. 2017. Disponible en <http://www.promesa Guatemala.com/resources/Los%20efectos%20nocivos%20del%20az%C3%BAcar.pdf>

Oficina Comercial del Ecuador en Alemania; Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. 2012. Estudio de cacao y sus elaborados (en línea). Ecuador. Consultado 1 jul. 2017. Disponible en [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/02/PROECU\\_PPM2012\\_CACAO\\_ALEMANIA.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/02/PROECU_PPM2012_CACAO_ALEMANIA.pdf)

OMS (Organización Mundial para la Salud). 2016. Arsénico: Fuentes de exposición (en línea). s.l. Consultado 17 oct. 2017. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/es/>

OMS (Organización Mundial para la Salud). 2015. Sugar intake for adults and children (en línea). s.l. Consultado 30 jul. 2017. Disponible en [http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars\\_intake/en/](http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/en/)

OMS (Organización Mundial para la Salud). 2014. Plan de Acción para la prevención de la obesidad en la niñez y la adolescencia (en línea). Consultado 1 jun. 2017. Disponible en [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=28899&Itemid=270&lang=es](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=28899&Itemid=270&lang=es)

Operadora Krystal. 2017. Encuesta sobre el comportamiento de consumo de chocolates (en línea). El Salvador. Consultado 22 oct. 2017. Disponible en [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc-lcWr8qLXQAA1Su6f\\_RxquAI\\_mTfEN4M65N1R1t8HusZog/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc-lcWr8qLXQAA1Su6f_RxquAI_mTfEN4M65N1R1t8HusZog/viewform)

Orellana, V. 2016. Estudio de Mercado y de Prefactibilidad Técnica y Económica de Productos de Cacao en las MYPES de El Salvador. El Salvador, CENTA. 231p.

Otzoy, M. 2012. Evaluación de la variabilidad y preservación de parientes silvestres de cacao (*Theobroma bicolor*) y (*Theobroma angustifolium*) provenientes de la región suroccidental de Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 4 sep. 2017. Disponible en <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202009.12.pdf>

Paredes, M. 2003. Manual de cultivo del cacao (en línea). Perú, MINAG. Consultado 4 sep. 2017. Disponible en <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/215.pdf>

Parlamentum Europaeum y Consilium of the European Union. 2006. Reglamento (CE) 1924/2006: Declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos (en línea). Bruselas, Bélgica. Consultado 06 ago. 2017. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1924&from=ES>

Pérez, G. 2005. Disponibilidad de metales tóxicos en sitios contaminados. Tesis Ing. Barcelona, España. UAB. 378p.

Prats, J. 2015. La OMS recomienda no consumir más de 12 cucharillas de azúcar al día (en línea). Valencia, España. Consultado 30 jul. 2017. Disponible en [https://elpais.com/elpais/2015/03/04/ciencia/1425492900\\_302754.html](https://elpais.com/elpais/2015/03/04/ciencia/1425492900_302754.html)

Profeco. 2004. Polvos para preparar bebidas sabor a chocolate (en línea). México. Consultado 05 ago. 2017. Disponible en

[https://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est\\_04/polvos\\_chocolate\\_feb04.pdf](https://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_04/polvos_chocolate_feb04.pdf)

Rodríguez, M; Martínez de la Casa, N; Romero Puertas, M; del Río, L; Sandalio, L. 2008. Toxicidad del Cadmio en plantas (en línea). Consultado 23 sep. 2017. Disponible en

[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8734/1/ECO\\_17%283%29\\_14.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8734/1/ECO_17%283%29_14.pdf)

Rodríguez Membreño, O. 2011. Identificación y evaluación de oportunidades de mercado para cacao fino de aroma, en la asociación cooperativa de producción agrícola de la hacienda La Carrera, Usulután. Tesis MSc. La Libertad, El Salvador. UJMD

Rojas, F; Sacristán, E. 2013. Guía ambiental para el cultivo del cacao (en línea). Colombia, FEDECACAO. Consultado 4 sep. 2017. Disponible en

[https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub\\_doctecnicos/fedecacao-pub-doc\\_05B.pdf](https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_05B.pdf)

Rubio, C. s.f. Ingesta dietética de contaminantes metálicos (Hg, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn y Mn) en la Comunidad Autónoma Canaria. Evaluación toxicológica. Tesis Dr. San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España. 185p.

Suh, H; Rodríguez, E. 2017. Determinación del pH y contenido total de azúcares de varias bebidas no alcohólicas: su relación con erosión y caries dental (en línea). Consultado 30 jul. 2017. Disponible en

[https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/odontoinvestigacion/Documents/odontoinvestigacion\\_n005/oj\\_005\\_002.pdf](https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/odontoinvestigacion/Documents/odontoinvestigacion_n005/oj_005_002.pdf)

Tapia, S. 2016?. Situación actual de la cadena de valor del cacao en El Salvador (en línea). Consultado 12 sep. 2017. Disponible en

[https://d2vmpwbfz8sj1e.cloudfront.net/sites/default/files/paragraph/attachments/analisis\\_el\\_salvador.pdf](https://d2vmpwbfz8sj1e.cloudfront.net/sites/default/files/paragraph/attachments/analisis_el_salvador.pdf)

Toro, PS. 2013. Determinación de los metales pesados Cobalto, Mercurio y Plomo en la represa Daule Peripa por medio de Espectómetro de emisión atómica con fuente de Plasma de argón con Acoplamiento Inductivo. Tesis Ing. Guayaquil, Ecuador.UG. 93 p.

UE (Unión Europea). 2014. Reglamento (UE) No 488/2014 de la comisión de 12 de mayo de 2014 que modifica el Reglamento (CE) no 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios. (en línea). Consultado 17 oct. 2017. Disponible en

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0488&from=ES>

Yanus, R; Sela, H ; Eitan, Zakon, C; Saphier, M; Nikolski, A; Lorber, A; Karpas, Z. 2013. Trace elements in cocoa solids and chocolate: An ICPMS study (en línea). Israel. Consultado 27 oct. 2017. Disponible en

[http://www.academia.edu/15678643/Trace\\_elements\\_in\\_cocoa\\_solids\\_and\\_chocolate\\_An\\_ICPMS\\_study](http://www.academia.edu/15678643/Trace_elements_in_cocoa_solids_and_chocolate_An_ICPMS_study)

## **8. ANEXOS**

**Cuadro A-1.** Destino del grano de cacao en libras por año de procesadores entrevistados durante la investigación.

Producto elaborado	Nibs	Licor	Chocolate para cobertura popular	Chocolate en tablilla para bebidas	Chocolate en polvo para bebidas	Chocolate en barra con o sin agregados	Confitos a base de cacao	Bombones rellenos	Productos cosméticos	Horchata	Bebida fortificada
Entrevistados											
PROINCA S.A. de C.V.											6,000.00
FACEMA S.A. de C.V				4,200.00	1,800.00						6,000.00
CHOCOLATES MELHER			192,000.00			48,000.00 (no hay datos exactos para cada uno de estos productos, por lo que se incluyen todos).					
SHAWS ETCETERA S.A. de C.V.	641.00			267.00	1,069.00		176,223.00 (no hay datos exactos para cada uno de estos productos, por lo que se incluyen ambos)				
JOSEFINA RUIZ				192.00							75.00
ZONIA ESCOBAR				300.00							
EL REY DEL CHOCOLATE				67,200.00							
MARLENE DEL CARMEN ALVARENGA				300.00							
RENE GONZALEZ JIMENEZ				36.00	108.00						
CHOCOLATES NIÑA GABI				60,000.00							
CHOCOLATES DEL NEGRITO				60,000							
ACPACI de R.L.CACAO LOS IZALCOS		180.00		150.00			630.00 (no hay datos exactos, por eso se incluyen ambos)				
MUWAN CHOCOLATE											
Total	641.00	180.00	192,000.00	193,545.00	2,977.00	224,853.00			-	12,000.00	75.00
<b>TOTAL 626,271.00 lb (284.15 Toneladas)</b>											

Fuente: Orellana 2016.

**Cuadro A-2.** Cantidades de cacao en libras, procesados por semana, mes y año en distintos puntos de San Salvador y La Paz.

Lugar de sondeo	Número de locales incluidos en el sondeo	Cantidad en lb procesadas/semana	Cantidad en lb procesadas/mes	Cantidad en lb procesadas/año
Pupuserías de los Planes de Renderos	30 pupuserías	25 lb, cada pupusería $25 \times 30 = 750$	3,000.00	36,000.00
Mercado Central de San Salvador	15 procesadores	240 lb cada procesador $240 \times 15 = 3,600$	14,400.00	172,800.00
Pupuserías en Apopa	30 pupuserías	42 lb cada pupusería $42 \times 30 = 1,260$	5,040.00	60,480.00
	1 procesador	250 lb	1,000.00	12,000.00
Pupuserías en Olocuilta	25 pupuserías, solo 10 pupuserías son procesadores el resto compra la tablilla de chocolate	25 lb, cada pupusería $25 \times 10 = 250$	1,000.00	12,000.00
Total				293,280 lb (133 Toneladas)

Fuente: Orellana 2016.

**Cuadro A-3.** Total de grano de cacao destinado a la elaboración de tablilla de chocolate en los sectores en estudio.

<b>Destino del grano de cacao en El Salvador</b>	<b>Ton.</b>	<b>%</b>
Grano de cacao para elaborar Tablilla de Chocolate en pupuserías	133.0	32
Grano de cacao para elaborar Tablilla de Chocolate por procesadores	87.81	21
<b>Tablilla de Chocolate Total</b>	<b>220.81</b>	<b>53</b>
Grano de cacao para elaborar otros productos por procesadores	196.34	47
<b>Total</b>	<b>417.15</b>	<b>100</b>

Fuente: Orellana 2016.

**Cuadro A-4.** Preferencia en el consumo de chocolate nacional.

Preferencia	Tablilla	Barra	Cobertura	Polvo para bebidas	Bombones
Nº de encuestados	60	58	33	21	19

Fuente: Orellana 2016.

**Cuadro A-5.** Motivos de consumo del chocolate.

Motivo	Sabroso	Nutritivo	Estimulante	Saludable	Buen regalo
Número de encuestados	84	13	13	3	10

Fuente: Orellana 2016.

**Cuadro A-6.** Codificación de concentraciones de muestras para prueba sensorial.

Orden	Concentraciones			
	17% de Cacao(A)	20% de Cacao(B)	25% de Cacao(C)	30% de Cacao(D)
1	118	123	136	140
2	166	170	172	173
3	184	187	194	217
4	230	242	246	248
5	250	269	270	273
6	282	288	290	294
7	297	305	307	317
8	331	341	353	354
9	359	361	378	385
10	389	390	392	395
11	408	409	417	426
12	427	430	455	470

13	471	473	476	477
14	479	508	512	522
15	532	535	536	545
16	565	570	572	580
17	588	592	594	599
18	606	612	635	636
19	648	656	665	668
Orden	Concentraciones			
	17% de Cacao(A)	20% de Cacao(B)	25% de Cacao(C)	30% de Cacao(D)
20	669	687	697	701
21	715	718	723	744
22	748	759	760	766
23	773	802	803	811
24	816	818	822	846
25	849	863	866	867
26	876	880	890	891
27	897	898	899	901
28	922	929	931	942
29	944	946	953	958
30	963	970	974	997

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A-7. Ordenamiento de las muestras.

Boleta	Orden	Código de muestras				Boleta	Orden	Código de muestras				Boleta	Orden	Código de muestras				Boleta	Orden	Código de muestras			
1	ABCD	118	123	136	140	31	BACD	123	118	136	140	61	CABD	136	118	123	140	91	DABC	140	118	123	136
2	ABDC	166	170	173	172	32	BADC	170	166	172	173	62	CADB	172	166	173	170	92	DACB	173	166	172	170
3	ACBD	184	194	187	217	33	BCAD	187	194	184	217	63	CBAD	194	187	184	217	93	DBAC	217	187	184	194
4	ACDB	230	194	217	187	34	BCDA	242	246	248	230	64	CBDA	246	242	248	230	94	DBCA	248	242	246	230
5	ADBC	250	273	269	270	35	BDAC	269	273	250	270	65	CDAB	270	273	250	269	95	DCAB	273	270	250	269
6	ADCB	282	294	290	288	36	BDCA	288	294	290	282	66	CDBA	290	294	288	282	96	DCBA	294	290	288	282
7	BACD	305	297	307	317	37	CABD	307	297	305	317	67	DABC	317	297	305	307	97	ABCD	297	305	307	317
8	BADC	341	331	354	353	38	CADB	353	331	354	341	68	DACB	354	331	353	341	98	ABDC	331	341	354	353
9	BCAD	361	378	359	385	39	CBAD	378	361	359	385	69	DBAC	385	361	359	378	99	ACBD	359	378	361	385
10	BCDA	390	392	395	389	40	CBDA	392	390	395	389	70	DBCA	395	390	392	387	100	ACDB	389	392	395	390
11	BDAC	409	426	408	417	41	CDAB	417	426	408	409	71	DCAB	426	417	408	409	101	ADBC	408	426	409	417
12	BDCA	430	470	455	427	42	CDBA	455	470	430	427	72	DCBA	470	455	430	427	102	ADCB	427	470	455	430
13	CABD	476	471	473	477	43	DABC	477	471	473	476	73	ABCD	471	473	476	477	103	BACD	473	471	476	477
14	CADB	512	479	522	508	44	DACB	522	479	512	508	74	ABDC	479	508	522	512	104	BADC	508	479	522	512
15	CBAD	536	535	532	545	45	DBAC	545	535	532	536	75	ACBD	532	536	545	535	105	BCAD	535	536	532	545
16	CBDA	572	570	580	565	46	DBCA	580	570	572	565	76	ACDB	565	572	580	570	106	BCDA	570	572	580	565
17	CDAB	594	599	588	592	47	DCAB	599	594	588	592	77	ADBC	588	599	592	594	107	BDAC	592	599	588	594
18	CDBA	635	636	612	606	48	DCBA	636	635	612	606	78	ADCB	606	636	635	612	108	BDCA	612	636	635	606
19	DABC	668	648	656	665	49	ABCD	648	656	665	668	79	BACD	656	648	665	668	109	CABD	665	648	656	668
20	DACB	701	669	697	687	50	ABDC	669	687	701	697	80	BADC	687	669	701	697	110	CADB	697	669	701	687
21	DBAC	744	718	715	723	51	ACBD	715	723	718	744	81	BCAD	718	723	715	744	111	CBAD	723	718	715	744
22	DBCA	766	759	760	748	52	ACDB	748	760	766	759	82	BCDA	759	760	766	748	112	CBDA	760	759	766	748
23	DCAB	811	803	773	802	53	ADBC	773	811	802	803	83	BDAC	802	811	773	803	113	CDAB	803	811	773	802
24	DCBA	846	822	818	816	54	ADCB	816	846	822	818	84	BDCA	818	846	822	816	114	CDBA	822	846	818	816
25	ABCD	849	863	866	867	55	BACD	863	849	866	867	85	CABD	866	849	863	867	115	DABC	867	849	863	866
26	ABDC	876	880	891	890	56	BADC	880	876	891	890	86	CADB	890	876	891	880	116	DACB	891	876	890	880
27	ACBD	897	899	898	901	57	BCAD	898	899	897	901	87	CBAD	899	898	897	901	117	DBAC	901	898	897	899
28	ACDB	922	931	942	929	58	BCDA	929	931	942	922	88	CBDA	931	929	942	922	118	DBCA	942	929	931	922
29	ADBC	944	958	946	953	59	BDAC	946	958	944	953	89	CDAB	953	958	944	946	119	DCAB	958	953	944	946
30	ADCB	963	997	974	970	60	BDCA	970	997	974	963	90	CDBA	974	997	970	963	120	DCBA	997	974	970	963

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro A-8.** Tabla de prueba de Basker y Kramer “Valor crítico de diferencia entre suma de categorías”.

Número de Panelistas	Número de productos evaluados								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.3	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	29.9	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	30.5	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.1	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	31.7	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.3	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	32.8	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	33.4	42.0	50.2	59.4	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.0	42.6	51.0	60.3	60.3	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	61.2	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	62.1	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	63.0	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.9	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	64.7	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	67.2	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68.0	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72.0	82.4	92.4
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105.0	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115.0	131.6	148.4

Fuente: Lawlees y Heymann 1998.

**Cuadro A-9.** Suma de categorías.

#Boleta	Formulaciones				Total
	17	20	25	30	
1	3	1	2	4	10
2	1	2	3	4	10
3	1	3	2	4	10
4	3	2	1	4	10
5	1	2	3	4	10
6	1	3	4	2	10
7	3	1	2	4	10
8	1	4	2	3	10
9	2	3	4	1	10
10	3	4	2	1	10
11	1	3	2	4	10
12	4	2	3	1	10
13	0	0	0	0	0
14	2	1	3	4	10
15	4	2	1	3	10
16	3	1	2	4	10
17	3	4	2	1	10
18	2	4	1	3	10
19	3	1	2	4	10
20	3	2	1	4	10
21	2	3	1	4	10
22	3	2	4	1	10
23	1	2	3	4	10
24	3	2	4	1	10
25	3	1	2	4	10
26	2	1	3	4	10
27	2	4	3	1	10
28	0	0	0	0	0
29	4	1	3	2	10
30	1	4	2	3	10
31	4	3	1	2	10
32	1	2	3	4	10
33	1	4	3	2	10
34	3	2	1	4	10
35	2	3	1	4	10
36	2	1	3	4	10
37	4	3	1	2	10
38	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0
40	3	2	4	1	10

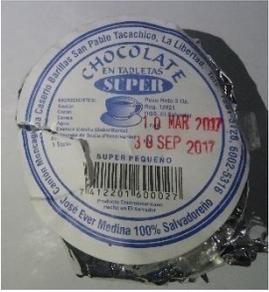
#Boleta	Formulaciones				Total
	17	20	25	30	
41	2	1	3	4	10
42	4	1	3	2	10
43	1	4	3	2	10
44	2	4	3	1	10
45	3	1	2	4	10
46	1	2	3	4	10
47	4	3	2	1	10
48	4	2	3	1	10
49	1	3	4	2	10
50	0	0	0	0	0
51	3	4	1	2	10
52	3	1	2	4	10
53	3	2	4	1	10
54	1	2	3	4	10
55	2	1	3	4	10
56	2	1	3	4	10
57	4	1	3	2	10
58	0	0	0	0	0
59	1	3	4	2	10
60	1	3	2	4	10
61	1	3	2	4	10
62	3	2	4	1	10
63	3	2	1	4	10
64	2	3	1	4	10
65	3	2	1	4	10
66	1	2	3	4	10
67	2	3	4	1	10
68	2	1	3	4	10
69	4	1	2	3	10
70	3	1	2	4	10
71	4	1	3	2	10
72	4	2	1	3	10
73	1	2	3	4	10
74	2	4	1	3	10
75	2	1	3	4	10
76	2	3	1	4	10
77	1	2	4	3	10
78	4	3	1	2	10
79	3	4	2	1	10
80	4	2	3	1	10

#Boleta	Formulaciones				Total
	17	20	25	30	
81	2	1	3	4	10
82	0	0	0	0	0
83	1	2	3	4	10
84	3	4	1	2	10
85	1	2	3	4	10
86	4	1	2	3	10
87	4	1	2	3	10
88	2	3	1	4	10
89	4	3	1	2	10
90	4	2	1	3	10
91	1	3	2	4	10
92	3	4	1	2	10
93	0	0	0	0	0
94	2	3	1	4	10
95	1	2	4	3	10
96	2	1	3	4	10
97	3	4	2	1	10
98	3	1	4	2	10
99	2	1	3	4	10
100	2	3	1	4	10
101	4	3	2	1	10
102	1	4	2	3	10
103	2	3	1	4	10
104	2	1	3	4	10
105	1	3	2	4	10
106	3	2	1	4	10
107	1	2	4	3	10
108	4	1	2	3	10
109	2	4	3	1	10
110	2	3	1	4	10
111	2	1	3	4	10
112	1	3	2	4	10
113	2	1	3	4	10
114	3	4	2	1	10
115	3	2	1	4	10
116	4	3	1	2	10
117	2	1	3	4	10
118	1	3	2	4	10
119	2	1	4	3	10
120	1	3	4	2	10
<b>SUMA DE CATEGORIAS</b>	<b>265</b>	<b>257</b>	<b>264</b>	<b>334</b>	<b>1,120</b>

Nota: Las boletas # 13, 28, 38, 39, 50, 58, 82 y 93 no fueron llenadas correctamente

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro A-10.** Tablillas de chocolate comercializadas en supermercados, tiendas y mercados de San Salvador.

Fabricante	Nombre comercial	Registro	Ingredientes	Tabla nutricional	Peso neto (g)	Tazas a preparar	Por taza(g)	Lugar de compra	Precio (\$US)	Precio para dos tazas (\$US)
	Chocolate en tabletas súper	12821	Azúcar, Cacao, Canela, Agua, esencia de Vainilla, Benzoato de Sodio	No	85.05	3	28.35	Despena de Don Juan, Los Héroes	0.36	0.24
	Chocolate criollo	38733	Azúcar, Cacao, Canela, Benzoato de sodio	Si	60.25	2	30.13	Súper Selectos, Metrópolis	0.29	0.29

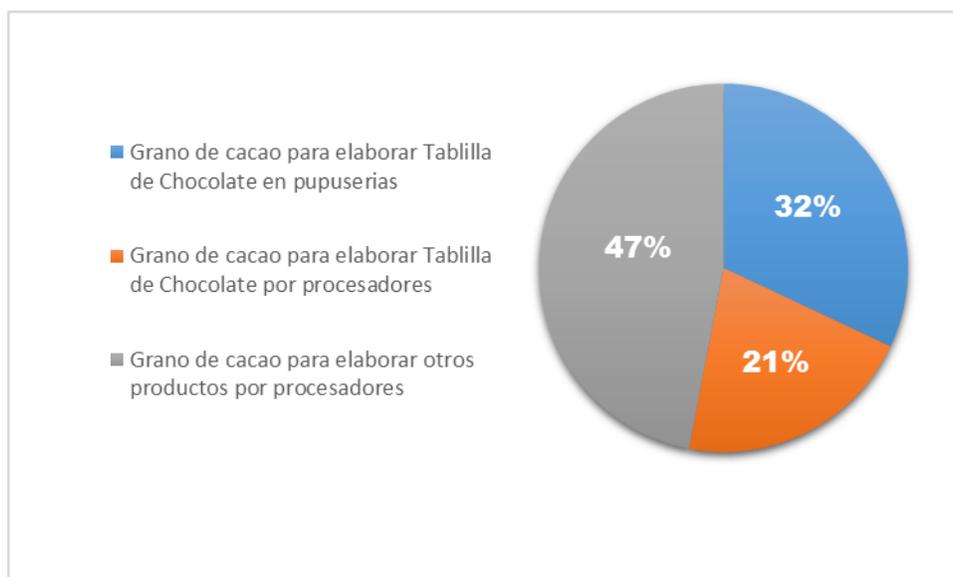
<p>Gloria del Carmen Aguilar</p> 	<p>Chocolate en tablilla "El buen chocolate"</p>	<p>9132</p>	<p>Cacao, azúcar, canela, agua Aditivos: esencia de vainilla, sorbato de potasio</p>	<p>No</p>	<p>85.0</p>	<p>2</p>	<p>42.50</p>	<p>Súper selectos metrópolis</p>	<p>0.29</p>	<p>0.29</p>
<p>CLAIRE SA de CV</p> 	<p>Peka Maya Chocolate</p>	<p>31011</p>	<p>Azúcar fortificada con vitamina A, pulpa de cacao, nuez Moscada, canela, benzoato de sodio y Sorbato de Potasio</p>	<p>Si</p>	<p>170</p>	<p>4</p>	<p>42.50</p>	<p>Despena de Don Juan los Héroes</p>	<p>0.65</p>	<p>0.33</p>
<p>Maximiliano Cañas Castillo</p>	<p>Chocolate en tablilla</p>	<p>27245</p>	<p>Azúcar, Cacao, Canela, Agua</p>	<p>Si</p>	<p>340</p>	<p>7</p>	<p>48.57</p>	<p>Súper selectos Metrocentro, 8° etapa.</p>	<p>1.13</p>	<p>0.32</p>

										
Promedio							29.90			0.29

Fabricante	Lugar	Peso neto (g)	Tazas a preparar	Por taza(g)	Precio (\$US)	Precio por dos tazas (\$US)
Tienda Totos 	Mejicanos, San Salvador	55.96	1 taza	55.96	0.15	0.30
Quesería Miriam 	Ayutuxtepeque, San Salvador	271.95	5 tazas	54.39	1	0.40

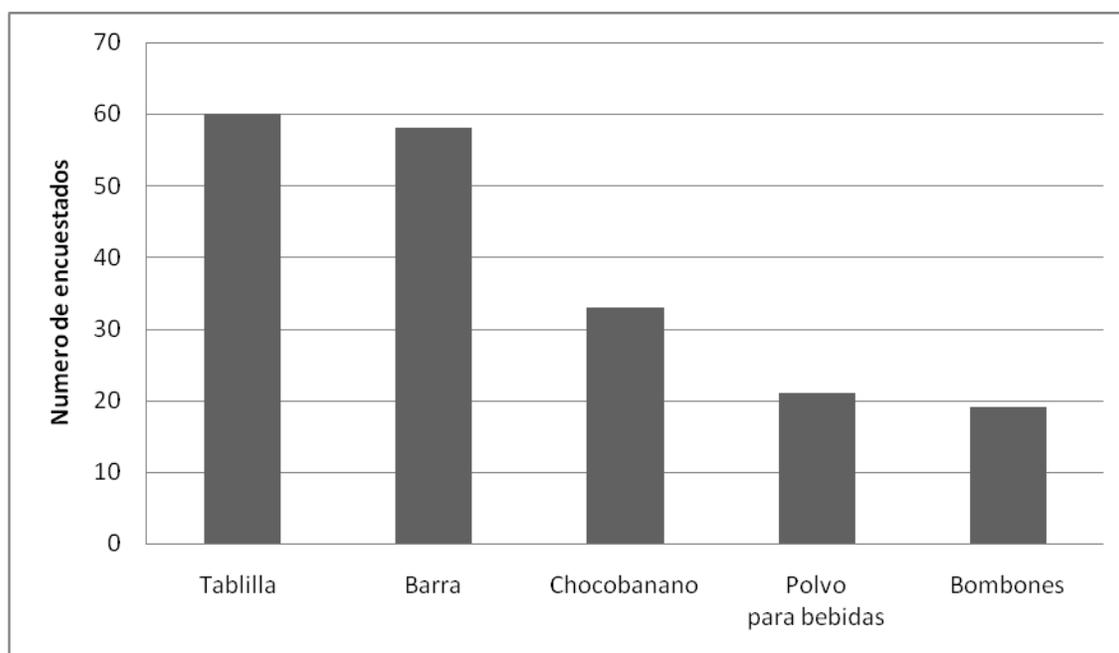
Mercado Municipal Ayutuxtepeque 	Ayutuxtepeque, San Salvador	378.84	7 tazas	54.12	1	0.29	
Tienda San Antonio 	Ayutuxtepeque, San Salvador	54.89	1 taza	54.89	0.15	0.30	
Beti Eliza Pérez	Mejicanos, San Salvador	105.38	2 tazas	52.69	0.35	0.36	
				<b>Promedio(g)</b>	<b>54.41</b>	<b>Total(\$US)</b>	<b>0.33</b>

Fuente: Elaboración propia.



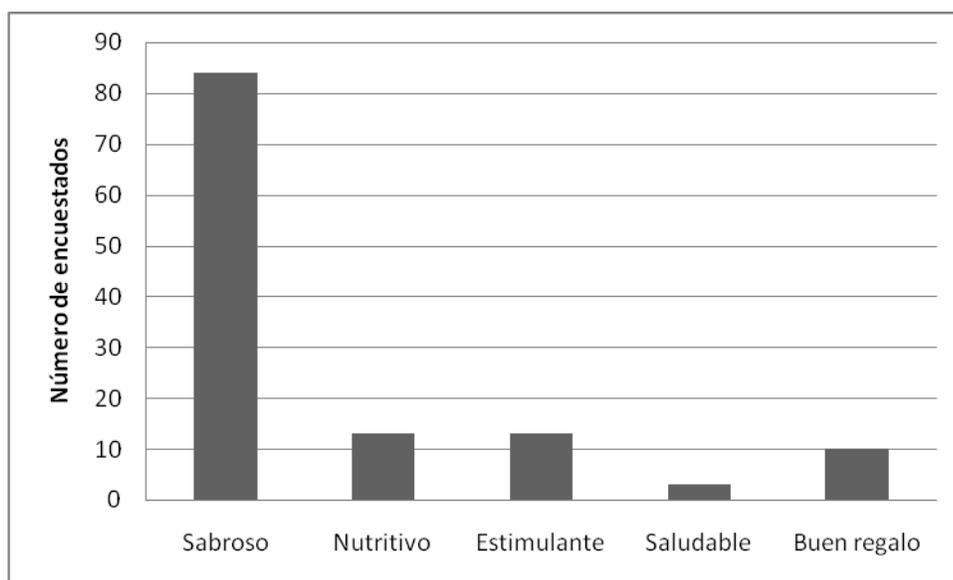
**Figura A-1.** Destino del Cacao en grano

Fuente: Orellana 2016.



**Figura A-2.** Preferencia en el consumo de chocolate nacional.

Fuente: Orellana 2016.



**Figura A-3.** Motivo de preferencia en el consumo de chocolate nacional

Fuente: Orellana 2016.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.



Evaluación de cuatro porcentajes de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la composición de tablilla de chocolate y su efecto en la preferencia del consumidor de la bebida caliente.

**Prueba de preferencia por ordenación de bebida de chocolate caliente**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_. Género: M  F

**Indicaciones:** Frente a usted se encuentran cuatro muestras de bebida de chocolate caliente que debe ordenar de acuerdo a su preferencia. Asigne un orden de preferencia a las bebidas de chocolate presentadas usando las siguientes categorías:

- 1= MAS PREFERIDA.
- 4= MENOS PREFERIDA.

**NOTA:** No debe haber empate de preferencias entre las muestras.

MUESTRAS	
CODIGO DE MUESTRAS	GRADO DE PREFERENCIA

¿Por qué razón es la más preferida?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

¿Por qué razón es la menos preferida?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Figura A-4.**Boleta de análisis sensorial.

Fuente: Elaboración propia 2017.

**LECC<sup>®</sup>** Laboratorio Especializado en Control de Calidad  
 ESEBESA, S.A. DE C.V.  
 No. de inscripción 357  
 Calle San Antonio Abad, No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.  
 PBX: (503) 2525-0200 FAX: 2525-0222 • www.lecc.com.sv • E-mail: info@lecc.com.sv

---

**INFORME DE ANÁLISIS**

PROCEDENCIA: HUGO ISAAC PERÉZ TOBAR	CONTROL: AL-710-443
MUESTRA: TABLILLA DE CHOCOLATE 20% DE CACAO	LOTE: NO DECLARA
	VENCIMIENTO: NO DISPONIBLE
	INGRESO: 16-OCT-2017
	MUESTREÓ: CLIENTE
	EMISIÓN: 23-OCT-2017

---

DETERMINACIÓN	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS
Arsénico Método: Absorción Atómica Fecha final de análisis: 20-oct-2017	0.5 mg/kg (1)	Menor de 0.03 mg/Kg
Cobre Método: Absorción Atómica Fecha final de análisis: 20-oct-2017	15 mg/kg (1)	6.5 mg/Kg
Plomo Método: Absorción Atómica Fecha final de análisis: 20-oct-2017	1 mg/kg (1)	Menor de 0.1 mg/Kg
Cadmio Método: Absorción Atómica Fecha final de análisis: 20-oct-2017	0.20 mg/kg (2)	0.05 mg/Kg

NOTA: (1) Especificación: Dosis Máxima según NSR 67.00.79:99  
 (2) Especificación: Límite máximo según Reglamento Técnico Mercosur Sobre Límites Alimentos

---

El informe corresponde a la muestra remitida y ensayada



Lic. Oscar David Guzmán Julián  
 Dir. Integración Técnica-Administrativa

Lic. OSCAR DAVID GUZMÁN JULIÁN  
 QUÍMICO FARMACÉUTICO  
 Terc. J.V.P.Q.F. No. 1818

República de El Salvador  
 D. N. M.  
**LABORATORIO ESPECIALIZADO  
 EN CONTROL DE CALIDAD LECC**  
 No. Inscrip. 357  
 Pmp. SOCIEDAD ESEBESA, S.A. DE C.V.  
 SAN SALVADOR      SAN SALVADOR

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA POR LA DIRECCIÓN DE LECC  
 EL INFORME NO ES VALIDO SIN EL SELLO SECO DE LECC

Pag: 1 de 1

**Figura A-5.** Resultados de análisis de metales pesados en Tablilla de chocolate 20% de cacao.