

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

INGENIERÍA EN ALIMENTOS



INFORME FINAL

Formulación de un chocolate con sabores ancestrales de orejuela (*Cymbopetalum penduliflorum*), pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) y vainilla (*Vanilla planifolia*)

Por

Angélica Magaly Domínguez Curiel

Carné No. 200730913

Cui: 2600 92835 1001

anged13@gmail.com

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ MARZO 2025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

INGENIERÍA EN ALIMENTOS



INFORME FINAL

Formulación de un chocolate con sabores ancestrales de orejuela (*Cymbopetalum penduliflorum*), pimienta gorda (*Pimenta dioica (L.) Merrill*) y vainilla (*Vanilla planifolia*)

Por

Angélica Magaly Domínguez Curiel

Carné No. 200730913

Asesor principal:

Dr. Marco Antonio del Cid Flores

Asesores adjuntos:

Dr. Armando Cáceres Estrada

Ing. Liuba María Cabrera Ovalle

Ing. Qco. Omar Fernando Ordoñez Rivera

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ MARZO 2025

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Rita Elena Rodríguez Rodríguez
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por darme la sabiduría para poder realizar cada una de mis actividades y porque sé que me seguirá bendiciendo durante mi vida.

A MI FAMILIA

Por ser ese pilar maravilloso en mi vida, por hacerme reír, brillar, correr y por no cortar mis alas. Los amo infinitamente, a mi mami por estar allí durante diferentes etapas de mi vida, a mi princesa bella por ser mejor de lo que hubiese llegado a imaginar y ser ese regalo maravilloso; al amor de mi vida, gracias por estar allí y motivarme.

A MI MAMI

Porque haces mucho por mí. este logro va gracias a Dios y a ti.

A MI PRINCESA

Porque has estado allí, en mis desvelos, en mis risas y lágrimas, eres la inspiración para llegar a donde estoy, gracias por decirme que si puedo lograr lo que sea y por el infinito amor que nos tenemos.

A MI CIELO

Gracias por llegar a mi vida y dar estabilidad, a donde antes había caos, por motivarme y me alegro seamos el apoyo el uno del otro.

A QUIENES YA NO ESTÁN

A esos bellos seres que han trascendido y aunque no los pueda ver. Sus recuerdos permanecerán en mi memoria.

AGRADECIMIENTO

A Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por ser mi Alma Máter, que permite mi formación profesional como Ingeniera en Alimentos en Guatemala.

A Centro Universitario de Suroccidente

Por ser mi casa de estudios, proveedora de mis conocimientos y por ser el único Centro Universitario que tiene la carrera de Ingeniería en Alimentos como profesión en toda la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Mis catedráticos

Por su dedicación al impartir sus conocimientos en toda esta etapa académica.

Mis Padrinos de Graduación

Por apoyarme en diferentes áreas de mi vida, motivarme, brindarme su cariño y amistad. Gracias por estar al pendiente de mi vida universitaria PhD. Marco Antonio Del Cid Flores, Lic. Armando Cáceres, Ing. Nora García.

Mis asesores y evaluadores

Por motivarme, apoyarme durante mi carrera universitaria y en la finalización de mi trabajo de graduación PhD. Marco Antonio Del Cid Flores, Lic. Armando Cáceres, Ing. Liuba Cabrera, Ing. Omar Ordóñez, Dr. Mynor Cárcamo, Dr. Sammy Ramírez, MSc. Ing. Víctor Nájera.

Mis amigos

Gracias por todo el apoyo, ánimos y compañía durante esta vida universitaria. Le agradezco a Dios por permitirme conocerlos y que sean muchos años de amistad.

Índice General

Contenido

1. Introducción	1
2. Planteamiento del Problema.....	3
3. Justificación.....	5
4. Marco Teórico	6
4.1 Cacao.....	6
4.1.1 El cacao en la cultura prehispánica	6
4.1.2 Comercio del cacao en la antigüedad	8
4.1.3 El cacao y la llegada de los españoles a América	9
4.1.4 Origen del cultivo del cacao	11
4.1.5 Taxonomía.....	12
4.1.6 Descripción de la planta	13
4.1.7 Tipo genéticos de cacao	14
4.1.9 Cadena de producción del cacao en Guatemala	17
4.1.10 Controles de calidad del grano de cacao	19
4.1.11 El cacao en la gastronomía guatemalteca.....	23
4.2 Saborizantes ancestrales del cacao.....	24
4.2.1 Orejuela (Flor de oreja sagrada).....	24
4.2.2 Pimienta gorda.....	26
4.2.3 Vainilla	29
4.3 Composición química de la semilla de cacao variedad criollo	32
4.4 Cacao en la industria.....	34
4.4.1 Cacao en Guatemala.....	34
4.4.2 Proceso de transformación del cacao	35
4.4.3 Productos y derivados	37
4.4.4 Equipo utilizado en la transformación de la semilla de cacao	40
4.5 Chocolate	42
4.5.1 Tipos de chocolate.....	42
4.6 Legislación alimentaria	44

4.6.1 Codex alimentarius.....	44
4.6.2 Reglamento técnico centroamericano (RTCA)	45
4.6.3 Comité guatemalteco de normas (Coguanor).....	45
4.7 Evaluación sensorial	45
4.7.1 Percepción sensorial.....	46
4.7.2 Aplicación	46
4.7.3 Tipos de pruebas sensoriales	47
5. Objetivos	48
5.1 Objetivo general.....	48
5.2 Objetivos específicos	48
6. Hipótesis.....	49
6.1 Hipótesis nula:	49
6.2 Hipótesis alterna:	49
7. Recursos	50
7.1 Recursos humanos	50
7.2 Institucionales	50
7.3 Económicos.....	50
7.4 Materiales y equipo.....	50
7.4.1 Elaboración de chocolate con sabores ancestrales	50
7.4.2 Análisis fisicoquímicos de semilla de cacao seco	51
7.4.3 Análisis nutricional de chocolate con sabor ancestral de orejuela, pimienta gorda y vainilla.....	51
7.5 Test de evaluación sensorial.....	51
8. Diseño estadístico.....	52
9. Marco operativo	53
9.1 Primera fase	53
9.1.1 Formulaciones de chocolate	53
9.1.2 Transformación de las semillas de cacao a chocolate	54
9.2 Segunda fase	58
9.2.1 Evaluación sensorial.....	58
9.3 Tercera fase.....	59

9.3.1 Determinaciones fisicoquímicas de las semillas de cacao	59
10. Resultados y discusión de resultados	60
10.1 Resultados de panel sensorial para chocolate saborizado	60
11. Cronograma.....	65
12. Conclusiones	66
13. Recomendaciones.....	67
14. Referencias bibliográficas	68
14 Anexos.....	74
13. Apéndices	77
14. Glosario	94

Índice de Tablas

Tabla	Página
1. Taxonomía de la planta de cacao	12
2. Clasificación científica de <i>Cymbopetalum penduliflorum</i>	24
3. Taxonomía de la pimienta dioica (L) Merrill.....	27
4. Composición nutricional de pimienta dioica (L) Merrill.	27
5. Taxonomía <i>Vanilla planifolia</i>	29
6. Composición nutricional de la <i>Vanilla planifolia</i>	32
7. Contenido proximal de bioelementos de cacao.....	32
8. Productos y derivados obtenidos del cacao.....	40
9. Chocolate oscuro, valor nutricional.....	43
10. Fórmulas del método Andeva.	52
11. Fórmulas estadísticas.....	52
12. Formulación de chocolate al 70% de cacao saborizado con <i>Cymbopetalum penduliflorum</i>	53
13. Formulación de chocolate al 70% de cacao saborizado con pimienta dioica (L) Merrill.	54
14. Formulación de chocolate al 70% de cacao saborizado con <i>Vanilla planifolia</i>	54
15. Codificación de muestras, prueba hedónica verbal para chocolate saborizado	58
16. Codificación de muestras, prueba hedónica verbal para chocolate saborizado con Pimienta. .	59
17. Codificación de muestras, prueba hedónica verbal para chocolate saborizado con Vainilla....	59
18. Codificación de muestras, prueba hedónica verbal para tres chocolates saborizados.....	60
19. Análisis de varianza.....	60
20. Resumen de medias de puntuación	61
21. Formulación de un chocolate saborizado con orejuela, pimienta gorda y vainilla	62
22. Cronograma de actividades	65
23. Tabla de valores F de la distribución Fisher	76
24. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo sabor orejuela	79
25. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo aroma orejuela.....	80
26. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo color orejuela.....	81
27. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo textura orejuela.....	82

28. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo sabor pimienta gorda	83
29. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo aroma pimienta gorda.....	84
30. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo color pimienta gorda	85
31. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo textura pimienta gorda.....	86
32. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo sabor vainilla	87
33. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo aroma vainilla.....	88
34. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo color vainilla.....	89
35. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo textura vainilla.....	90

Índice de ilustraciones

No. de Ilustración	Página
1. Glifo de cacao en una vasija de Río Grande	8
2. Glifo del cacao en el Códice de Dresde	8
3. Árbol de cacao.....	13
4. Fruto de cacao	14
5. Semillas de cacao	14
6. Frutos de cacao tipo criollo de diferente coloración	15
7. Distribución porcentual a nivel nacional de cacao	17
8. C. Penduliflorum, Orejuela.	25
9. Orejuela en manos de una mujer en el mercado.....	26
10. Pimienta gorda.....	29
11. Vainilla.	31
12. Sensograma	46
13. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de chocolate.	57
14. Hoja de evaluación de control de calidad del grano de cacao.....	74
15. Diagrama de flujo del proceso de transformación del cacao.....	75

1. Introducción

La investigación tuvo como objeto contribuir en el área de innovación de productos alimenticios de consumo humano, a partir de la ciencia y tecnología de alimentos, utilizando materias primas de origen guatemalteco para la formulación de un chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla, por ser una variedad de chocolate amargo al 70% de cacao, siendo altamente nutritivo por la composición química del cacao y su baja adición de azúcares.

La materia prima principal en este producto es el *Theobroma cacao* L. su origen biológico es en Sudamérica y el desarrollo de chocolate a partir de esta especie es en Mesoamérica. Existe un interés actual por recuperar los conocimientos tradicionales y ancestrales, no solamente en el cultivo, sino en la forma de elaboración. Este grano es un superalimento, el cual aporta gran valor de nutrientes, entre los que se encuentran las vitaminas y minerales, cafeína, teobromina y taninos, también componentes bioactivos como los polifenoles, los cuales aportan a la salud diversos antioxidantes y propiedades antiinflamatorias.

En el procesamiento del cacao lo que se utiliza principalmente son las semillas que luego de pasar por el proceso de fermentación, secado, procesamiento y transformación, se obtiene el chocolate, el cual puede ser de diversas variedades y sabores. En el ámbito del comercio internacional no se encuentra actualmente un chocolate que caracterice los sabores ancestrales guatemaltecos, por lo cual existe una gran oportunidad para realizar formulaciones de chocolates utilizando sabores autóctonos de Guatemala, que permitan hacer un producto original e innovador, usando plantas nativas como: orejuela, pimienta gorda y vainilla, para obtener así un chocolate característico del país.

La realización de la investigación constó de tres fases, la primera consistió en la transformación de las semillas de cacao fermentado de la variedad criollo proveniente de Lachúa, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala a licor de cacao, utilizando las tres formulaciones de chocolates saborizados con orejuela, tres formulaciones de chocolates saborizados con pimienta gorda y tres chocolates saborizados con vainilla. La segunda fase consistió en el análisis sensorial de los chocolates elaborados, el cual se realizó en la Planta Piloto del Centro Universitario de Suroccidente, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para determinar el chocolate más aceptado saborizado con orejuela, pimienta gorda y vainilla. Los panelistas sensoriales que efectuaron un panel piloto fueron 30 estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, del

Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los cuales tienen conocimiento en el procesamiento de alimentos. Se opta por un panel piloto a nivel sensorial, porque su número de participantes es más pequeño, son expertos entrenados en la evaluación sensorial, capacitados para identificar características específicas en los alimentos (sabor, textura, etc.) teniendo como objetivo la identificación de detalles específicos en las propiedades sensoriales, ayudar en el desarrollo y control de calidad del producto y por lo tanto ofrecer datos precisos y técnicos sobre sus características. A partir de los resultados del panel sensorial, se formuló un chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla.

La tercera fase de la investigación consistió en someter a análisis fisicoquímicos las materias primas utilizadas, siendo éstas: cacao variedad criollo, orejuela, pimienta gorda y vainilla; también al chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla. Éstos fueron realizados en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina y Veterinaria, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde se realizó bromatología para determinar el porcentaje de agua, proteína, cenizas, materia seca total, materia seca parcial, grasa y fibra. También en el Laboratorio de análisis de agua, suelo y plantas “Salvador Castillo Orellana” de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde se realizaron análisis químicos de minerales en alimentos, y en la Unidad de Análisis Instrumental de la Escuela de Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala se le realizó análisis de laboratorio químico para la determinación de vainillina a las vainas de vainilla.

2. Planteamiento del Problema

La ciencia y tecnología de alimentos contribuye con la seguridad alimentaria y nutricional de la población en general, utilizando para ello diversas materias primas de calidad en la creación de productos innovadores e inoos para el consumo, que garanticen cualidades organolépticas en sabor, color, olor y textura.

Una de las materias primas a utilizar para la formulación de nuevos productos es el cacao (*T. cacao*), la cual es consumida alrededor del mundo y por qué no decirlo en Guatemala, un país que cuenta con un clima propicio para su cultivo y ha sido reconocido internacionalmente por ser fino y de aroma agradable.

El cacao es un superalimento porque contiene gran variedad de nutrientes, entre los que se encuentran el fósforo, magnesio, hierro, potasio, calcio, zinc, cobre, manganeso, vitaminas A, B₁, B₂, B₃, C, E, ácido pantoténico, tiamina y riboflavina, cafeína, teobromina y taninos; también componentes bioactivos como los polifenoles, los cuales aportan a la salud diversos antioxidantes y propiedades antiinflamatorias, ayudando al sistema cardiovascular, pues mejora la circulación sanguínea, dilata las arterias, por lo cual mejora las actividades cognitivas y el aumento de la atención.

A nivel del procesamiento del cacao lo que se utiliza principalmente son las semillas, las cuales tienen una etapa de fermentación, secado, procesamiento y transformación, para obtener chocolate, el cual puede ser de diversas variedades y sabores, aunque en el comercio internacional no se encuentra actualmente un producto que caracterice los sabores ancestrales guatemaltecos, que denote un chocolate nacional. A pesar de las grandes bondades del cacao, durante muchos años se redujo la producción de este cultivo y ahora está resurgiendo su producción, pero con un enfoque de producción del grano en el mercado mundial. Ahora existe una gran oportunidad de comercio internacional para realizar formulaciones de chocolates utilizando sabores autóctonos de Guatemala, que le permitan hacer un producto original e innovador, usando plantas nativas como en este caso: orejuela, pimienta gorda y vainilla.

Debido que no se encuentra en el mercado internacional un chocolate con sabores ancestrales de Guatemala, se plantean las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las formulaciones adecuadas para la innovación y procesamiento de chocolates con sabores de origen ancestral, tales como orejuela, pimienta gorda y vainilla?

¿Habrá diferencia estadística significativa entre las formulaciones, de acuerdo al juicio emitido por los panelistas sensoriales del panel piloto?

3. Justificación

Existen diversas formas de elaborar chocolate, como bebida en forma de tableta artesanal o en forma industrial, como chocolates finos de consumo rápido con diferentes sabores y variedades, como chocolate negro, con leche o chocolate blanco. El cacao es cultivado en Mesoamérica desde el siglo X antes A.C. y recientemente se ha estimulado el cultivo particularmente en los departamentos de la Costa Sur, desde San Marcos hasta Escuintla, al igual que en Alta Verapaz, Petén e Izabal.

Es necesario aprovechar esos cultivos de cacao (*T. cacao*) para la creación de un chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla, cultivados en Guatemala, principalmente en departamentos como Alta Verapaz, Petén, Retalhuleu y Suchitepéquez. La utilización de estas materias primas es para elaborar un producto que identifique al país en el ámbito internacional, que contenga todas sus características nutricionales. El cacao, además de sus minerales esenciales como el magnesio, contiene polifenoles, oligoelementos que contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria, la nutrición y lo convierten en un alimento funcional.

El mayor reto en innovación lo constituye la inexistencia de formulaciones adecuadas para el procesamiento de chocolates con sabores nativos de origen ancestral, por lo cual es necesario identificar los sabores ancestrales guatemaltecos y propiciar su caracterización, particularmente la orejuela, pimienta gorda y vainilla.

Con base en lo anterior se plantea la presente investigación cuyo propósito general es innovar en el procesamiento de chocolates con sabores guatemaltecos de origen ancestral, desarrollándose para el efecto diversas formulaciones a partir de saborizantes como: orejuela, pimienta gorda y vainilla, para desarrollar una evaluación organoléptica por medio de un panel sensorial.

4. Marco Teórico

4.1 Cacao

4.1.1 El cacao en la cultura prehispánica

Según los arqueólogos e historiadores, los olmecas (por análisis químicos que establecen el uso del cacao a partir del 1900 al 1500 a.n.e.), y principalmente los mayas (a partir del Clásico Temprano, del 150 al 650), impulsaron el máximo esplendor del cultivo del cacao, para usarlo como bebida sagrada y también como producto de trueque o moneda. El cacao (*Theobroma cacao*; Theo: dios, broma: alimento) y las bebidas derivadas de éste se usaron ampliamente en otros pueblos prehispánicos, como las culturas mixteca, tlaxcalteca y azteca o mexicana. Estos últimos dominaron a los mayas de la región de Chiapas, de donde provenían sus tributos de cacao; de manera particular, les interesaba una especie conocida como cacao lagarto (*T. pentagonum*), la cual asociaban con Cipactli (cocodrilo en náhuatl), quien era la anciana o rectora de los aztecas. El cocodrilo nace de un huevo enterrado en una madriguera, y se dice que una planta surge del montículo de donde nació el cocodrilo, la cual representa al futuro árbol de la vida que conecta el inframundo con la tierra y el cielo. Así, el cocodrilo es una imagen poderosa para las culturas prehispánicas: ha sido representado en la cultura maya como un árbol gigante –la ceiba– cuyo fruto tiene una forma ovoide semejante al fruto del cacao, y al igual que el cacao en su interior las semillas están rodeadas por un material blanco parecido al algodón (Alarcón, 2018, pág. 64).

La palabra kakawa existía ya en el año 400 en el Popol Vuh, el libro sagrado de los mayas; ahí se resalta de manera particular a los gemelos Hunahpú e Ixbalanqué, dos héroes que sufren varias metamorfosis a diferentes formas de vida, tanto animales como vegetales. En una de sus aventuras los gemelos son engañados y condenados a muerte por los señores del inframundo, pero logran resucitar del Xibalbá (inframundo) en forma de peces. El pez que se asocia con el cacao es el bagre o pez gato, que aparece comúnmente adornando las vasijas ceremoniales encontradas en tumbas reales mayas de diferentes sitios arqueológicos. Al recuperar su forma humana, Hunahpú e Ixbalanqué logran matar a los dioses del Xibalbá y se restablece el ciclo de la vida. El padre de los gemelos (1-Hunahpú) se convierte en el maíz, y ellos se integran al cosmos como el Sol y la Luna. El cacao nace y crece bajo la sombra de grandes árboles, por lo que en las culturas prehispánicas se le asocia con el inframundo; mientras que el maíz, al crecer bajo el sol, se considera el sitio terrenal. Otro relato del Popol Vuh explica que Xmucané, madre de 1-Hunahpú y abuela de los gemelos Hunahpú e Ixbalanqué, es la creadora de bebidas a base de cacao entero o

mezclado con maíz (por ejemplo, el pozol, bebida tabasqueña que combina el cacao tostado con el maíz cocido). Otra versión del mito sugiere que 1-Hunahpú es el dios tanto del maíz como del cacao; aprendió el arte del cacao durante su estadía en el Xibalbá y fue quien creó las primeras bebidas a base de chocolate antes de transformarse en maíz y regresar a la tierra. Al parecer, Xmucané y 1-Hunahpú son responsables de las bebidas a base de cacao actuales, y también se asocian a la tradición de ofrecer chocolate en los altares de los difuntos durante las fiestas del Día de Muertos. Asimismo, en las culturas mesoamericanas era costumbre ofrecer cacao a los recién casados en memoria de 1-Hunahpú y Xkik (madre de los gemelos). Durante los banquetes ceremoniales se consumía una gran cantidad de alimentos y bebidas a base de maíz y chocolate, los cuales eran presentados junto con regalos de posesiones prestigiosas (como vasijas o costales con semillas de cacao) con la finalidad de forjar alianzas y mejorar las relaciones sociales y económicas. La costumbre maya era beber el chocolate frío, pero los mexicas crearon una bebida conocida como xocoatl que se tomaba tibia o caliente, y para reducir el sabor amargo del cacao se emplearon otros condimentos como la vainilla, el pochote y los chiles. Además, en las culturas prehispánicas el cacao era un remedio medicinal contra la disentería, la tos, para mejorar la digestión o ayudar al funcionamiento del hígado. Existe una gran variedad de bebidas prehispánicas que incluyen cacao; actualmente se pueden probar en diferentes estados del país (sic). Por ejemplo, el pozol, hecho a base de maíz cocido o masa de maíz y cacao tostado mezclado con agua (Tabasco); el tascalate, preparado con tortilla tostada, cacao tostado sin cascarilla, achiote, canela y azúcar mezclado con agua (Chiapas); el chorote, a base de maíz cocido, cacao tostado molido y azúcar mezclados en agua (Tabasco); y el tejate, hecho con maíz, cacao, hueso de mamey, rosita de cacao y chile pasilla o azúcar mezclados en agua (Oaxaca), todo ello aparece descrito en el libro del Popol Vuh, las antiguas historias del Quiché (Recinos, 2013).

Los primeros testimonios se encuentran en vasijas olmecas de San Lorenzo (siglo I a. C.) en forma de depósitos o sedimentos de teobromina, un alcaloide como la teína y la cocaína. Abundan toda clase de vasijas para guardarlo, vasos cilíndricos para beberlo y vasos estilo códice, en los que se representan ceremonias de la vida cotidiana de los señores con la bebida espumosa y sus recipientes especiales. En algunos de ellos está presente el glifo de la palabra cacau (kakaw) compuesta de tres signos: el primero es una estilización de la aleta del pez y corresponde al valor silábico de ka (pez); el segundo es la representación de un pez de perfil, con el valor silábico ka; el tercer signo representa el valor silábico de waaj (tortilla, maíz), según la lectura de David Stuart hecha a partir

de un vaso de una tumba del período clásico de Río Azul, Guatemala (Hernandez, 2013, págs. 49-50).



Ilustración 1. Glifo de cacao en una vasija de Río Grande

Fuente: (Hernandez, 2013)



Ilustración 2. Glifo del cacao en el Códice de Dresde

Fuente: (Hernandez, 2013)

4.1.2 Comercio del cacao en la antigüedad

El artículo de la revista ciencia en su página 65 (Alarcón, 2018) relata lo siguiente:

“Las culturas del Altiplano Mexicano entraron en contacto con los mayas a partir del siglo XII, tras lo cual adoptaron el cacao y su bebida de chocolate. Gracias a los comerciantes y conquistadores mexicas dicha cultura se extendió rápidamente por todo el Altiplano y Mesoamérica, e incluso llegó a la región occidental de México (Jalisco y Colima). Los granos de cacao se convirtieron en la moneda de todos los pueblos mesoamericanos, y por lo tanto representaban el tributo que pagaban los sitios sometidos por los mexicas, como es el caso del Soconusco en el sureste de Chiapas. El sistema de medida se hacía a partir de la cantidad que un solo hombre podía cargar en sus espaldas; la medida se llamaba carga, que correspondía a 30

kilogramos o aproximadamente 1200 granos de cacao. Existían diferentes tipos de cacao. Las clases humildes utilizaban los granos más pequeños, conocidos como tlalcacahauhtl, para la preparación de su chocolate. Las clases altas y los sacerdotes empleaban los granos más grandes y gruesos, conocidos como cacahuaquahuitl. Otros tipos de cacao se utilizaban principalmente para las actividades comerciales y el pago como tributo a las culturas del Altiplano. Se cree que la primera llegada del chocolate a España se dio por el año 1544. Debido a la importancia económica del cacao, los conquistadores se enfocaron inicialmente en su uso comercial, pero tiempo después adoptaron la cultura del chocolate. El gusto por esta bebida hizo que en los años subsecuentes la producción se elevara, y ya para los siglos XVII y XVIII la demanda de cacao en la Nueva España ascendía a más de dos toneladas por año. En consecuencia, se tuvo que importar cacao de otras regiones de Centroamérica y desde Venezuela. El cacao proveniente del exterior de la Nueva España era pagado con plata de las minas mexicanas, y parte del producto que se exportaba para España se intercambiaba por bienes de manufactura y alimentos. El comercio del cacao se volvió lucrativo, pero la mano de obra indígena era insuficiente. Conforme avanzaba la Conquista, la situación de los indígenas empeoraba, tanto por las epidemias como por los abusos de los españoles, quienes sometían a las personas con pagos mínimos e impuestos excesivos. Por lo tanto, la mano de obra se reemplazó de manera paulatina con los esclavos traídos de África. Ellos eran intercambiados por granos de cacao; un esclavo podía costar de 600 a 4000 granos, dependiendo de sus habilidades (como cantar o bailar). Eventualmente, el cacao perdió su fuerza económica como moneda de cambio, no sin antes haber desatado la avaricia entre los conquistadores de la Nueva España, quienes –como Pedro de Alvarado– fueron responsables de saquear las bóvedas de Moctezuma; se llevaron consigo millones de granos de cacao. Además, los piratas de diferentes nacionalidades realizaron saqueos de grandes cargas de cacao en puertos de la Nueva España. Más tarde, cuando el cacao y el chocolate ya estaban bien establecidos en la dieta de los europeos, la Inquisición prohibió la bebida entre los eclesiásticos debido a los instintos carnales que desataba en las personas, pues las llevaba a cometer pecados capitales” (Alarcón, 2018, pág. 66).

4.1.3 El cacao y la llegada de los españoles a América

Según relata el libro *The De Zaan, Cocoa Manual* (ADM. Cocoa, 2006):

“En el año de 1519, Cortez llegó a México y se reunió con Moctezuma II, el patrono más significativo de cacao. Debido a la creencia de los aztecas de que Cortez fue la reencarnación de

su dios Quetzalcóatl, fue bañado con regalos y honores, incluidos los granos de cacao, los homenajes solicitados por Moctezuma a sus sujetos fueron en parte suministros de granos de cacao. Los granos de cacao se consumían principalmente en forma de bebida conocida como xocolatl, el nombre azteca para el amargo estimulante. Su nombre sería más tarde aplicado a todos los productos, bebibles o sólidos, que se hicieron a partir del cacao en grano. Es una palabra que tal vez tenga lo notable distinción de ser uno de los primeros en ser adoptado de un idioma y luego aplicado en una escala verdaderamente global. Las recetas para xocolatl rara vez se registraron y probablemente variaron según la ubicación de los granos que primero habrían sido recolectadas, dejadas para fermentar naturalmente, secado al sol, asado en ollas de barro, y deshidratadas a mano. Los granos fueron molidos en un poco piedra cóncava llamada metate usando un molinillo cilíndrico. En este punto, las especias y hierbas de diversos tipos, incluyendo vainilla, podrían haber sido añadido a mejorar el sabor; de la pasta resultante se formaron conchas para enfriar y endurecer. Para el consumo, las conchas serían disueltas en agua y batido hasta una consistencia espumosa. El atractivo de esta bebida amarga claramente está en los efectos fisiológicos que ofrecía, el bebedor, muchos de los cuales todavía no están claramente explicado. El hecho de que el cacao sea químicamente muy complejo y que muchos de sus componentes no han sido totalmente identificados confirma la complejidad de este grano bioquímicamente natural.

Como la primera potencia colonizadora principal, fueron los españoles que gobernaron en esta región de las Américas. La popularidad del grano conquistó la corte de España (sic). Como importaciones creció, aunque solo bajo estrecha y supervisión directa de la Corona española, se iniciaron intentos para reducir dependencia de una sola fuente de cacao. Se alentó el cultivo en todos sus territorios colonizados. En 1525, para ejemplo, los españoles trasplantan uno de los principales tipos de granos de cacao de México a Trinidad donde floreció, el árbol de cacao fue plantado a lo largo muchas islas y países del caribe y más tarde a otros continentes, todas las áreas que ofrecía porque tenía el clima y suelos ideales para el éxito del cultivo. La popularidad de la bebida de cacao en la corte real española era tal que aún en el siglo XVI, el cacao fue declarado estado secreto por decreto de Rey Carlos V de España. El cacao debía seguir siendo una posesión española. Cortez fue instruido para nunca divulgar su origen. Aunque era en realidad conocido por otras personas dónde era obtenido por los españoles, nadie invirtió el esfuerzo para investigar más a fondo los secretos del cacao. Tomó casi 140 años para filtrar fuera de España finalmente, a través de un diplomático; el secreto fue trasladado a Italia, luego a Austria y Francia, y hacia el norte de

Europa, donde los holandeses lograron más tarde llegar a dominar el comercio de cacao. A finales del siglo XVII, la bebida del cacao se había vuelto tan popular en Europa que servía como fuente de impuestos ingresados para los gobiernos, una señal segura de que el consumo se estaba extendiendo más allá de los pequeños grupos elitistas que iniciaron su éxito. El alimento de los dioses, o *Theobroma cacao* L., como lo conoce su clasificación científica, se convertiría en uno de los grandes productos del mundo” (ADM. Cocoa, 2006, págs. 9-10).

4.1.4 Origen del cultivo del cacao

El cacao contempla su origen natural de las áreas tropicales húmedas de América Central, noroeste de América del Sur, zona amazónica (Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), 2015).

La revista ciencia (Alarcón, 2018) en su artículo Chocolate: Herencia mesoamericana para el mundo expone lo siguiente:

“Se sabe que antes de los mayas la cultura olmeca utilizó el cacao; fueron los primeros en domesticarlo hace más de 3000 años. El cacao domesticado por estas culturas mesoamericanas es la variedad criollo, una de las más cotizadas a nivel mundial; se encuentra distribuida desde Venezuela y Colombia hasta el sureste de México. De acuerdo con estudios moleculares, los cacaos cultivados por los antiguos mexicanos provienen de especies silvestres localizadas en la región sureste del país, y no de la región amazónica de América del Sur También se han analizado los restos de teobromina en vasijas halladas en la zona arqueológica de San Lorenzo en Veracruz, lo que confirma que los olmecas ya consumían el cacao en forma líquida; pero todavía no hay evidencia sólida de que ellos obtuvieron el chocolate. Dicho producto parece ser legado de la cultura maya. En el sureste de México los mayas sembraron extensas áreas de cacao criollo sin destruir la selva, lo cual permitió que se mantuvieran los estratos del dosel (árboles madre que proveen sombra al cultivo), los árboles de talla mediana y la vegetación del sotobosque (arbustos, plantas no leñosas y árboles de talla no mayor a 4 m). Cuando el cultivo de cacao se realiza de la manera tradicional (con sombra), se convierte en un cultivo amigable para la conservación de las selvas y sus animales; además se produce un cacao de mejor calidad que aquéllos que provienen de cultivos expuestos al sol. Actualmente el cacao se encuentra en vastas extensiones de la región occidental de África (Camerún y Costa de Marfil), donde sus plantaciones son al sol; ello implica una alta tasa de deforestación de las selvas, la extinción de muchas especies, tanto de plantas como

de animales, y un cacao de menor calidad. En el caso de México, los cacaotales tradicionales bajo sombra, en conjunto con la restauración ecológica, representan una de las mejores opciones de conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de los nutrientes del suelo y un importante sustento para las familias. Dentro de los cacaotales de sombra se encuentra una gran variedad de plantas comestibles de autoconsumo, como la pimienta, la canela, el aguacate, la vainilla, el plátano y el achiote. No por nada la vainilla y el achiote eran comúnmente utilizados, junto con el cacao, en la preparación del chocolate” (Alarcón, 2018, pág. 68).

4.1.5 Taxonomía

El cacao se caracteriza por ser una especie de ciclo vegetativo perenne, actualmente está incluida en la familia Malvaceae (Avendaño et al, 2011).

Tabla 1. Taxonomía de la planta de cacao

Theobroma Cacao	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Género	Theobroma
Especie	T. cacao L.

Fuente: (Avendaño et al, 2011)

4.1.5.1 Nombre común

Regularmente se le reconoce como cacao, árbol del cacao, cacaotero o en la lengua coloquial guatemalteca palo de pocha (Avendaño et al., 2011).

4.1.5.2 Nombre científico

Su nombre científico proviene del griego “*Theos*” que significa “Dios” y “*broma*” que significa alimento (Botanica Online, s.f.).

4.1.6 Descripción de la planta

A continuación, se detallan las características distintivas del árbol de cacao.



Ilustración 3. Árbol de cacao

Fuente: (Avendaño et al., 2,011)

4.1.6.1 Forma

Es un árbol pequeño, de follaje perenne, de 4.0 a 7.0 m de altura (cultivado). El cacao sin intervención de poda tiende a crecer hasta 20 m, inclusive más (Linneo, 1,753).

4.1.6.2 Flor(es)

El árbol de cacao según Linneo, (1,753) se caracteriza por presentar alta cantidad flores en racimos, en la longitud del tronco y ramas. La flor presenta una coloración rosa, púrpura y blanca, de aproximadamente 0.5 a 1.0 cm de diámetro y de 2.0 a 2.5 cm de largo, con forma de estrella de cinco pétalos de 6 mm de largo, blancos o rosáceos (pág. 253).

4.1.6.3 Tronco, ramas y hojas

El tronco tiene crecer de forma dimórfica o ciliar. Ramas plagiotrópicas. Las ramas primarias con terminales con 3 a 6 ramillas. Hojas grandes, colgantes, elípticas u oblongas, de 20 a 35 cm de largo por 4.0 a 15 cm de ancho, de punta larga, de ligero grosor, margen liso, verde oscuro en el haz y más pálidas en el envés, cuelgan de un pecíolo (Linneo, 1,753, pág. 253).

4.1.6.4 Fruto(s)

El fruto es una baya grande generalmente denominada "mazorca", es carnosa, oblonga a ovalada, coloración amarilla o purpúrea, de 15 a 30 cm de largo por 7.0 a 10 cm de grueso, puntiaguda y con hendiduras longitudinales; cada mazorca contiene en general entre 30 y 40 semillas dispuestas en disposición axial e incrustadas en una masa de pulpa desarrollada de las capas externas de la testa (Linneo, 1,753, pág. 253).



Ilustración 4. Fruto de cacao

Fuente: (Propia, 2,019)

4.1.6.5 Semilla(s)

Las características de las semillas de cacao según Linneo, (1,753) son:

“De gran tamaño comparable al de una almendra, color chocolate o purpúreo, de 2.0 a 3.0 cm de largo y de sabor amargo astringente. No posee albumen y presentan un recubrimiento mucilaginoso tipo pulpa de color blanco, de sabor dulce y acidulado. Todo el volumen de la semilla en el interior está prácticamente ocupado por los 2 cotiledones del embrión. Se les conoce en el lenguaje coloquial como "habas" o "granos" de cacao. Las semillas de cacao poseen alto contenido de almidón, proteínas y materia grasa, lo cual les confiere un valor nutritivo real” (pág. 253).



Ilustración 5. Semillas de cacao

Fuente: (Avendaño et al., 2011)

4.1.7 Tipo genéticos de cacao

Los estudiosos de la botánica del siglo XX reconocieron dos tipos de cacao, el Criollo o nativo de Mesoamérica y el Forastero de la región amazónica (Durán & Dubón, 2,016).

Sánchez (citado en Durán & Dubón, 2,016, pág. 4) deja claro: “El nombre de Forastero se acuñó porque para los cultivadores de Mesoamérica este tipo de cacao venía de “otro lado”.

De la cruce del cacao criollo y forastero surge el cacao Trinitario, nombre que recibe por la isla de Trinidad donde tiene su origen este cruce. Estos tres tipos poseen diferencias en sus características morfológicas de sus frutos, semillas y afinidad para su utilización en la elaboración de chocolate (Durán & Dubón, 2,016).

4.1.7.1 Criollo

En Guatemala existe plantaciones de cacao criollo, aunque de forma escasa debido al crecimiento de producción de las otras especies que presentan mejores rendimientos comerciales.

El árbol de cacao criollo produce un grano de cáscara fina y suave de complejo sabor aromático, y bajo contenido de taninos, que es muy apreciado. Sin embargo, el árbol es de escaso rendimiento comercial y muy frágil, es por ello que el cacao criollo mínimamente representa el 10 % de la producción mundial y se destina para los chocolates más finos y exquisitos. Los mayores cultivares de cacao criollo se ubican en países como Colombia, Madagascar, México, Nicaragua y las faldas de las montañas andinas venezolanas (Bentley, 2,014).



Ilustración 6. Frutos de cacao tipo criollo de diferente coloración

Fuente: (Durán & Dubón, 2,016)

- *Características del cacao tipo criollo*

Las características que presenta un fruto de cacao criollo según (Durán & Dubón, 2,016) son las siguientes:

- Superficie rugosa, surcos pronunciados y de forma alargada y puntiaguda.
- Predominan los colores verdes y rojos antes de la madurez.
- Los cotiledones de la semilla son de color blanco a cremoso.

- Su sabor no es astringente (sensación que combina la amargura y la sequedad) debido al bajo contenido de taninos. El tanino aporta un sabor seco, áspero, rugoso, astringente que se siente en medio de la lengua y la parte delantera de la boca.
- El mucílago es de sabor dulce y tiene bastante aroma después del fermentado.

4.1.8 Producción de cacao en Guatemala

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), en el IV Censo Agropecuario Nacional, indica que para el ciclo agrícola 2,002 a 2,003, en Guatemala se registraron 9,172 fincas cacaoteras con una extensión de siembra a 2,687 Ha. Adicionalmente se contabilizaron 83,398 plantas dispersas o de traspatio (Godínez, 2,014).

El tamaño de la extensión promedio de siembra, estimada en 0.29 Ha., indica que el cultivo ha sido desarrollado principalmente a nivel de pequeños y medianos productores en dos (Godínez, 2,014); este crecimiento se dirige principalmente a las ciertas regiones del territorio guatemalteco, las cuales presentan condiciones climáticas y edafológicas adecuadas para el cultivo del cacao.

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), existen en Guatemala 159,419.08 Ha. aptas para desarrollar el cultivo de cacao de acuerdo con las variables y criterios edafoclimáticos siguientes: altitud, de 200 a 900 msnm; precipitación de 1,500-3,000 mm; temperatura media 21 C a 26 °C; con moderado a buen drenaje; mediano a muy profundo; pH 5-7; pendiente menor al 16 %, áreas sin cobertura forestal y áreas o zonas de usos múltiples (Grupos de Trabajo de la Agrocadena de Cacao Región Norte y Región Sur de Guatemala, 2,016, pág. 14).

En Guatemala la producción de cacao se delimita a dos zonas muy específicas, la región sur-occidental y a la región norte del país, una parte en, Alta Verapaz, Quiché, Huehuetenango e Izabal, y en la costa sur occidental, en los departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos. De acuerdo con el censo agrícola del INE (2,003), en Guatemala había más de 2,500 hectáreas Ha. sembradas (Guzman, 2,016, pág. 4).

Para el año 2013, las proyecciones del Banco de Guatemala (Banguat), se estimaron una superficie de 6,200 manzanas de cacao (4,340 Ha.) y una producción de 13,154.5 Tm (Godínez, 2,014).

Los departamentos que son las áreas de mayor concentración y producción de cacao se pueden mencionar a el departamento de Alta Verapaz, las áreas de mayor producción se ubican en los municipios de Cahabón, Chisec, Fray Bartolomé de las Casas, Lanquín, Panzós, Tucurú y Santa Catalina la Tinta. La costa sur-occidental, que comprende partes tropicales de los departamentos de Suchitepéquez (principalmente en municipios como Mazatenango, San Gabriel, Santa Bárbara, San Miguel Panán, Santo Domingo, San Antonio y Samayac), Retalhuleu (municipios de El Asintal y Nuevo San Carlos), Quetzaltenango (municipios de Génova y Flores Costa Cuca) y San Marcos (municipios de Nuevo Progreso, El Tumbador y San Pablo). También se registran extensiones de siembra, de menor tamaño, en la parte norte del departamento de Quiché (municipio de Ixcán), Izabal (municipios de El Estor y Los Amates), Huehuetenango (municipio de Barillas) y Petén (municipios de San Luis y Sayaxché) (Guzman, 2,016, págs. 4-5).

La siembra de cacao se distribuye porcentualmente por departamento de la siguiente manera: Alta Verapaz (31 %), Suchitepéquez (31 %), San Marcos (25 %) y los demás departamentos de la República suman el restante (13 %), entre ellos Petén, Izabal, Quiché y Retalhuleu. El 82 % de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 3 departamentos: Alta Verapaz (40 %), Suchitepéquez (24 %) y San Marcos (18 %). (Grupos de Trabajo de la Agrocadena de Cacao Región Norte y Región Sur de Guatemala, 2,016, pág. 16)

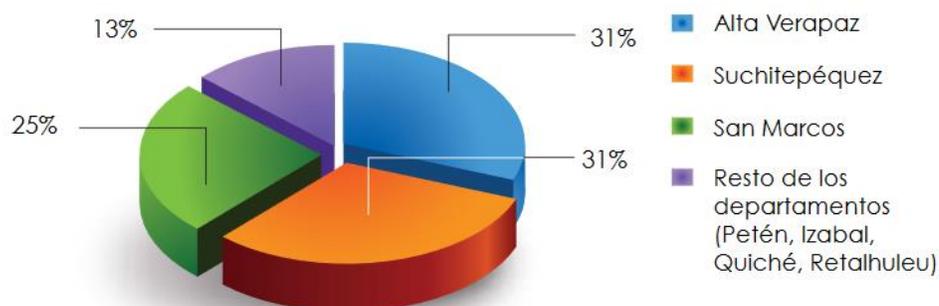


Ilustración 7. Distribución porcentual a nivel nacional de cacao

Fuente: (Grupos de Trabajo de la Agrocadena de Cacao Región Norte y Región Sur de Guatemala, 2,016)

4.1.9 Cadena de producción del cacao en Guatemala

La producción de cacao en Guatemala se basa en la visión agrícola, el producir grano y llevarlo a venta en el mercado nacional y extranjero, esto debido a la falta de industria que genere la transformación de dicha materia prima en el país.

La cadena de producción de cacao se encuentra clasificada en cinco eslabones: los viveristas; los productores; la Transformación primaria; el eslabón de comercialización; y Transformación secundaria (Guzman, 2,016).

4.1.9.1 Viveristas

Se trata de viveristas individuales o Mipymes que se dedican a la reproducción de plantas de cacao, en su mayoría del tipo forastero, para su venta a productores (Guzman, 2,016).

4.1.9.2 Productores

La producción de cacao en el país es muy agrícola, dichos productores agrícolas tienen los equipos más básicos para el proceso primario del cacao. Los procesos primarios de transformación de cacao no están tecnificados, un ejemplo claro es la utilización como método principal de secado, la exposición del grano al sol para quitar la humedad. Las entidades reconocidas como productores generalmente son fincas, aunque por aspectos legislativo utilizan otras formas de figura legal.

En este eslabón se identifican a productores individuales de cacao, grupos de productores no formales y mipymes productoras representadas por asociaciones y cooperativas. Se identifican como productores a las organizaciones constituidas legalmente bajo diferentes figuras y otras que se encuentran bajo ese proceso, como asociaciones civiles, cooperativas, fundaciones, coordinadoras, las cuales se pueden clasificar como Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (Guzman, 2,016, pág. 6).

4.1.9.3 Transformación primaria

El proceso de preparación del grano para su comercio, consiste en quitar toda la pulpa blanquecina y/o rosácea (dependerá del tipo genético de cacao), dulce y comestible mediante procesos físicos y bioquímicos.

La semilla de cacao es sometida a los procesos de fermentación y secado; éste es realizado por las organizaciones productoras (fincas), que cuentan con infraestructura básica para esta labor, así como por algunas organizaciones que proporcionan asistencia técnica puntual a grupos de productores. Las pochas o mazorca de cacao una vez cosechadas, inician el proceso de fermentación en costales o cajones fermentadores, donde se facilita la salida de agua y la libre circulación del aire. Posterior al fermento le sigue el secado de 5 a 7 días aproximadamente; éste logra la disminución del 55 % hasta el 7 a 8 % de humedad contenida en la semilla, siendo la

práctica generalizada el secar al sol en el suelo, pisos de concreto o sobre plástico, para luego ser envasado y almacenado (Guzman, 2,016, pág. 6).

4.1.9.4 Comercialización del grano de cacao

La comercialización de grano de cacao en bruto, esta principalmente está dirigida a su comercialización interna, en un rango minúsculo se va para exportación, los pequeños productores individuales de cacao negocian su excedente con compradores locales o intermediarios quienes lo venden a transformadores secundarios. En el caso de las organizaciones productoras, realizan su compra-venta directamente con transformadoras secundarias nacionales o con empresas exportadoras (Guzman, 2,016).

Un aspecto a destacar es la diferencia entre las calidades del cacao africano, y las que pueden obtenerse en Guatemala y la región Centroamericana, por lo que el mercado está optando a manejarse de forma totalmente diferenciada, enfocándose al cacao de calidad en cuanto aroma y sabores, como ya lo están haciendo prácticamente todos los exportadores de la región (Guzman, 2,016) . “El cacao, grano ancestral que se produce en el país y que es considerado como uno de los mejores de Mesoamérica, empieza a definir el camino que lo llevará a ser más que una materia prima” (Gándara, 2,017).

4.1.9.5 Transformación secundaria del grano de cacao

Una parte de la producción de cacao seco de la cadena de valor, se destina para la fabricación artesanal de chocolate para bebida y otros subproductos que se comercializan dentro los mercados municipales de los departamentos. Otra parte es utilizada en la fabricación de chocolate de cobertura y Cocoa tanto en Antigua Guatemala, como en la industria nacional que adquiere el grano vía intermediarios (Guzman, 2,016).

4.1.10 Controles de calidad del grano de cacao

Respecto a los controles de calidad del cacao se toma como base la práctica de revisión física del grano para evaluar características muy puntuales que inciden directamente en calidad, en este caso para fabricación de chocolate de alta gama u otros productos. La evaluación del grano debe ser exhaustiva en casos en los que uso requiera una alta calidad, en otras situaciones como obtención manteca de cacao y polvo no requiere un control tan estricto. Es por ello primordial

establecer los parámetros a evaluar, para poder declarar un cacao apto para procesamiento y siguiendo en paralelo la seguridad alimentaria.

La metodología aplicada a la evaluación calidad de granos de cacao está basada en los requerimientos internacionales Federation of Cocoa Commerce (FCC), como sigue:

4.1.10.1 Toma y preparación de la muestra del grano de cacao

- *Muestreo*

La muestra deberá ser representativa del lote donde se obtiene y ésta no debe ser menor al 10% de la totalidad del mismo. El peso tomado por saco no deberá ser menor a 100 g (Contreras y Pérez, 2,011).

- *Homogenización de la muestra*

Obtenida la muestra, ésta se reduce a un kg por el método de cuarteo, de manera manual o mecánica. Esto se realiza mezclando muy bien todas las muestras patrones recogidas para formar la muestra global. Ésta se subdivide en cuatro partes iguales y se eliminan dos porciones diagonalmente opuestas, para luego mezclar de nuevo y repetir sucesivamente este proceso, hasta obtener la muestra reducida de un 1 kg (Contreras y Pérez, 2,011).

- *Identificación de la muestra*

La rotulación de la muestra debe ser adecuada, en el exterior del empaque y legible. En caso de rotular al interior del empaque contenedor de la muestra, ésta de ninguna forma debe desprender ningún olor o color de las tintas de rotulación utilizadas (Contreras y Pérez, 2,011).

- *Cuidado de la muestra*

La muestra almacenarse temporalmente en un lugar con humedad baja y libre de olores, usando un empaque aséptico que evite contaminación cruzada durante el almacenaje y transporte (Contreras y Pérez, 2,011).

4.1.10.2 Evaluación

- *Identificación de la muestra*

Para la evaluación de las muestras, se procede a usar la forma donde se ubican las cualidades a evaluar al grano, Anexo 1 “Evaluación de Calidad de Cacao Seco en Grano” en la página 78.

Bajo orden metodológico que Contreras y Pérez, (2,011) indican, como primera acción es recolectar la información básica necesaria para identificar y controlar la calidad al principio de la ficha. El evaluador debe gestionar la información en las casillas teniendo en cuenta:

- El origen de la muestra, se refiere a la zona, centro de beneficio.
 - El número de lote de producción.
 - La fecha de muestreo, es el día en que se ha extraído la muestra para ser enviada al laboratorio.
 - El código de la muestra, se identifica la muestra con un código asignado por el laboratorio.
 - La organización, si la muestra procede de una organización, se escribe el nombre de la misma. Si procede de una sola finca, se escribe el nombre del productor.
 - El municipio o departamento, se debe identificar el lugar de procedencia de la muestra.
 - La fecha de evaluación, esta fecha es el día en que el evaluador analizó la muestra.
 - El evaluador, aquí se consignan los nombres y apellidos de la persona que está realizando el análisis de la muestra.
-
- *Análisis externo del grano*

En esta etapa se evalúa las características exteriores del grano y para ello, se procede de la siguiente forma:

Se toma la muestra y se procede a oler el interior de la bolsa para registrar el “aroma de la muestra”. Si el olor percibido es característico o típico a cacao, se identifica con una T. Si el olor es atípico, se identifica con una A. Un olor atípico corresponde a los olores que no son propios del cacao como pueden ser de excrementos, combustibles, otros alimentos, plástico, agroquímicos, entre otros. Luego se verifica visualmente si la homogeneidad de los granos, tanto en tamaño como en color y se califica con H para homogéneos y NH para no homogéneos. Para evaluarlos, se debe colocar parte de la muestra sobre una superficie limpia que no le transfiera olor (Contreras y Pérez, 2,011).

- *Tamizado, residuos y material extraño*

En esta parte de la metodología se requiere precisar el peso exacto de la muestra. Para ello se coloca la muestra en un tamiz de 5.0 mm de apertura, agitar hasta que no pasen más residuos, recoger y pesar los residuos (fragmentos de cacao, tierra, pequeñas piedras). Ésta se calcula mediante la muestra original total en forma porcentual (Contreras y Pérez, 2,011).

Por residuos (del cacao), se entiende los materiales que no son partes de grano de cacao, pero que pueden ser parte de la mazorca como cáscaras y placentas. El Contenido de materias extrañas, son piedras, madera, hojas, granos de suelo y cualquier otro material que no es propio de la mazorca de cacao y los restos de insectos, corresponde a partes o insectos enteros, vivos o muertos en la muestra, es por ello que realiza el tamizado. Al final calcula el porcentaje de residuos, en el caso de los granos con imperfecciones (aplanados y pegados) según estándares no debe superar el 3 % del total de la muestra (Contreras y Pérez, 2,011).

- *Índice de grano y humedad*

La evaluación de índice de grano, se realiza obteniendo tres sub-muestras al azar, esta vez de 100 granos enteros cada una, y se pesan una a una, en la balanza más exacta que se tenga disponible.

Índice de grano = peso en g de 100 granos de cacao.

Número de granos en 100 g = 10.000 / Índice de grano

Para el contenido de humedad en porcentaje, se toman tres sub-muestras de granos enteros, la determinación de humedad se hace mediante un secado en horno de convección en el cual se somete al calor durante lapsos de tiempo, en simultáneo se lleva el registro del peso del grano hasta llegar a peso constante, entre 1.0 a 1.8 % como máximo (Contreras y Pérez, 2,011).

- *Evaluación de granos deseados (sin defectos)*

Esta evaluación se ejecuta acorde a los estándares de calidad establecidos por normativa, además, presencia de un color que varía desde el color café claro, para los granos criollos o acriollados, hasta el color café oscuro, para los otros granos. Si esta condición es homogénea en toda la superficie, se puede determinar y clasificar el grano como “bien fermentado”. Si, por el

contrario, en el centro del grano se alcanza a apreciar tonos violetas, éste se clasifica como “parcialmente fermentado”. En el caso de los granos acriollados, es el color blanco crema del centro (color más claro que la parte exterior del grano) lo que deja ver que está parcialmente fermentado (Contreras y Pérez, 2,011).

- *Análisis de laboratorio de grano sano entero*

Para esta etapa del análisis, se requiere un análisis de pH y de cadmio. Es importante cadmio sobre grano sin la cascarilla por absorción espectrofotométrica en horno de grafito.

Para el análisis de pH, se retira la cascarilla del grano para dejar solo el cotiledón. Luego, se tritura esta muestra de solo cotiledón, coloca en un vaso de vidrio y se agrega 90 ml de agua destilada (natural potable con pH 7) y se realiza la medición con el pH-metro (Sánchez, 2,012).

4.1.11 El cacao en la gastronomía guatemalteca

El cacao fue un cultivo de mucha importancia en la cultura maya, es por ello que, hasta la actualidad, aún sigue muy arraigado dentro de la gastronomía ancestral de los pueblos indígenas. Por ello es usado en preparaciones gastronómicas autóctonas del país, siendo la preparación básica utilizada por las señoras:

Primero se dora en un comal (de barro) y seguidamente lo muele hasta un punto granulado; ya molido, lo pone en un guacal grande en donde lo remoja, y a la par del fuego va rotando el guacal conforme lo bate con la mano hasta que en la parte superior aparece la manteca del cacao, que entre más blanca sea, es de mejor calidad. Seguidamente, vertido en agua caliente, se bebe en pequeños guacales de morro y si se desea se le agrega azúcar o panela, canela y/o pimienta (Barrientos et al ., 2,012)

En lo referente a los atoles se puede mencionar el suchile (atole a base de maíz con adición de polvo de cacao) y el puzunque (atole de masa áspera de maíz con adición de polvo de cacao verde). Estos son característicos del área de San Bernardino, Suchitepéquez, en el caso del atole de suchile es un atol de consistencia espesa hecho a partir de maíz molido y polvo de cacao, coloración marrón, de sabor dulce (con azúcar) o levemente amargo (sin azúcar), este consumo tradicional, es un atol que se consume a diario en los hogares. El puzunque es algo parecido al suchile, su diferencia está en que este último no lleva azúcar, es de color blanquecino y de sabor amargo, es muy común en fiestas de cumpleaños y bodas.

El tiste es la bebida por excelencia de regiones de oriente, es artesanal tipo refresco, específicamente de Quezaltepeque, Chiquimula. Es una harina que resulta de moler el azúcar, el cacao, la canela y el achiote, que se prepara en forma de licuado y adopta un tono rojizo con sabor predominante de canela y cacao. El pinol, una variante al pinol tradicional preparado con harina de maíz y polvo de cacao, es consumido tradicionalmente como bebida refrescante (Barrientos et al., 2012). El polvo de cacao se utiliza también en el tamal (platillo sabatino de costumbre de todo guatemalteco) en su variante denominada tamal negro, en el cual se le agrega cacao en polvo al recado (salsa) que recubre al tamal antes de la cocción del mismo, aportándole el sabor, aroma a cacao y el color café oscuro, de allí el nombre tamal negro.

4.2 Saborizantes ancestrales del cacao

4.2.1 Orejuela (Flor de oreja sagrada)

Cymbopetalum penduliflorum es una especie de la familia de las Annonaceae. *Penduliflorum* deriva del latín péndulo que significa colgante y de *florum* que significa florido.

Tabla 2. Taxonomía de *cymbopetalum penduliflorum*

<i>Cymbopetalum penduliflorum</i>	
clasificación científica	
Reino:	Plantae
División :	Angiospermas
Clase :	Magnoliides
Orden:	Magnoliales
Familia:	Annonaceae
Género:	<i>Cymbopetalum</i>
Especies:	<i>C. penduliflorum</i>
Nombre binomial	
<i>Cymbopetalum penduliflorum</i>	
(Sessé y Moç. Ex Dunal) Baill. 1868	
Fuente: (Kalvatchev, Garzaro, & Guerra, 1,998)	

4.2.1.1 Utilización de la orejuela

Las flores secas de *C. penduliflorum* se utilizaban en la antigüedad para dar un sabor picante al chocolate, esto era antes de la llegada de los españoles a América, ya que ellos trajeron especias como la canela, la cual fue sustituto en la elaboración del chocolate. Los pétalos secos de

las flores en la actualidad se utilizan en la elaboración de atoles, pinoles y café. Éste fue uno de los productos más valiosos traídos por los comerciantes de las expediciones. Es una planta confusa, porque tiene al menos tres nombres náhuatl: puede llamarse hueinacaztli ("gran oído"), teonacaztli ("oído divino") u xochinacaztli ("oído fluido"). La característica distintiva es el final nacaztli, que significa "oreja", sea como sea, *C. penduliflorum* fue el principal sabor a chocolate entre los aztecas.



Ilustración 8. C. Penduliflorum, Orejuela.

Fuente: (Durán & Doris, 1994)

4.2.1.2 Ubicación de cultivo

El pétalo grueso y en forma de oreja de la flor de *C. penduliflorum*, un árbol de la familia Annonaceae o chirimoya, que crece en los bosques tropicales de las tierras bajas de México, El Salvador y en Guatemala en lugares como Cobán, Jacaltenango y Antigua Guatemala.

4.2.1.3 Orejuela en la antigüedad

La flor de la oreja u orejuela se menciona como uno de los principales productos que se venden en los mercados aztecas. Bye y Linares plantean la pregunta válida de por qué, si la flor de la oreja era tan común en los mercados aztecas de la era anterior a la conquista, ¿por qué solo la vainilla sobrevivió hoy como saborizante de cacao? (Bye, 1990).

Cabe recalcar Orejuela u orejuela en español. Es típico en español que los árboles tengan una terminación masculina y una femenina dependiendo del contexto (de diversos países) de un malentendido de la diferencia en el significado de un árbol con terminación masculina versus femenina).

Una especie estrechamente relacionada, *C. stenophyllum*, Donnell Smith, fue descubierta por el Capitán John Donnell Smith en el departamento de Quetzaltenango.



Ilustración 9. Orejuela en manos de una mujer en el mercado.

Fuente: (Bye, 1990).

4.2.2 Pimienta Gorda

La pimienta gorda es una especia procedente del árbol de nombre *Pimenta dioica* (L) *Merrill*. El sabor y olor es similar al del clavo, canela, pimienta negra y nuez moscada; por ello en inglés se denomina "allspice" debido a esta combinación (Stobart, 1977).

Tabla 3. Taxonomía de pimienta dioica (L) Merrill.

Taxonomía	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Myrtales
Familia:	Myrtaceae
Subfamilia:	Myrtoideae
Tribu:	Myrteae
Género:	<i>Pimenta</i>
Especie:	<i>Pimenta dioica</i> (L.) MERR.

Fuente: (Stobart, 1977).

Tabla 4. Composición nutricional de la pimienta dioica (L) Merrill.

Pimienta gorda	
Valor nutricional por cada 100 g	
Energía 263 kcal 1100 kJ	
Carbohidratos	72.12 g
• Fibra alimentaria	21.6 g
Grasas	[]
Proteínas	6.09 g
Agua	8.46 g
Retinol (vit. A)	27 µg (3%)
Tiamina (vit. B₁)	0.101 mg (8%)
Riboflavina (vit. B₂)	0.061 mg (4%)
Niacina (vit. B₃)	2.860 mg (19%)
Vitamina B₆	0.210 mg (16%)
Vitamina C	39.2 mg (65%)

Calcio	661 mg (66%)
Hierro	7.06 mg (56%)
Magnesio	135 mg (36%)
Fósforo	113 mg (16%)
Potasio	1044 mg (22%)
Sodio	77 mg (5%)
Zinc	1.01 mg (10%)
% de la cantidad diaria recomendada para adultos.	

Fuente: Pimienta de Jamaica en la base de datos de nutrientes de USDA.

4.2.2.1 Utilización de la pimienta gorda

Tiene diversos usos como especia, ya que aporta un aroma y sabor característicos. Los frutos secos se utilizan como condimento en diversos platillos y puede combinar fácilmente con otras especias.

4.2.2.2 Ubicación de cultivo

Crece en Jamaica, México, Guatemala y Belice.

4.2.2.3 Pimienta gorda en la antigüedad

Descubierto por primera vez por Cristóbal Colón en Jamaica y traído a España en su segundo viaje en el siglo XVI. No está claro su origen porque ya lo usaban los Aztecas para aromatizar sus bebidas y su gastronomía, sobre todo, lo usaban para aromatizar el cacao (Stobart, 1977).

En el siglo XVI fueron encontradas plantas de pimienta de jamaica en los países de Cuba, Guatemala y México, esta es otra razón por la cual no se puede definir exactamente su lugar de origen. Lo que es cierto, es que su primer descubrimiento fue en la Isla de Jamaica. Su nombre viene derivado de su sabor que recuerda a la nuez moscada, al clavo, la canela y ligeramente a la pimienta, popularmente conocido actualmente como pimienta gorda.



Ilustración 10. Pimienta gorda.

Fuente: (Helmutt, 2018).

4.2.3 Vainilla

Vanilla planifolia es una de las especies del género *Vanilla*, produce un fruto del que se obtiene un saborizante, la vainilla (Gómez, 2012).

Tabla 5. Taxonomía de *Vanilla planifolia*.

Taxonomía	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Asparagales
Familia:	Orchidaceae
Subfamilia:	Vanilloideae
Tribu:	Vanilleae
Subtribu:	Vanillinae
Género:	<i>Vanilla</i>
Especie:	<i>Vanilla planifolia</i>

Fuente: (Perrier de la Bathie, 1934)

Tabla 6. Composición nutricional de la *Vanilla planifolia*.

Vanilla planifolia	
Valor nutricional por cada 100 g	
Energía 288 kcal 1100 kJ	
Carbohidratos	13 g
• Fibra alimentaria	0 g
Grasas	0.1 g
Proteínas	0.01 g
Agua	[]
Vitamina B₆	0 mg
Vitamina C	0 mg
Calcio	11 mg
Hierro	0.1 mg
Magnesio	12 mg

Fuente: *Vanilla planifolia* en la base de datos de nutrientes de USDA.

4.2.3.1 Utilización de la vainilla

Ha sido utilizada como saborizante, la vainilla es una esencia elaborada usando las vainas de semillas de la orquídea vainilla. La especie principalmente recolectada es *Vanilla planifolia*, aunque también se utilizan otras, como *Vanilla pompona* y *Vanilla tahitiensis*). La industria agroalimentaria representa entre el 80% y el 85% de la demanda mundial. Incluye la chocolatería industrial, la heladería industrial, y los fabricantes de gaseosa. De este modo, la simple decisión de Coca-Cola de proponer su bebida gaseosa aromatizada con vainilla supuso un incremento del 13 % de la demanda mundial. Sin embargo, la receta original ya usaba la vainilla natural (Soto Arenas, 2010).

4.2.3.2 Ubicación del cultivo

Se cultiva de México a Paraguay y en Madagascar (R. Govaerts, 2005).

4.2.3.3 Vainilla en la antigüedad

La vainilla era ya muy apreciada en la Mesoamérica Precolombina (especialmente en México) y fue introducida en Europa por los conquistadores españoles, extendiéndose al resto

del mundo con posterioridad. La historia de la vainilla está asociada a la del chocolate. Su origen es mexicano. Los mexicas (Sahagún, 2012), y antes los mayas, enriquecían con vainilla una bebida espesa hecha a base de cacao. Esta bebida estaba destinada a los nobles y a los guerreros, y era conocida con el nombre de xocoatl (Ecott, 2014). Las primeras referencias históricas acerca de la vainilla hablan de emperador azteca Itzcóatl (1427-1440) conquistó a los totonacas, antes denominado como “Totonacapan”, dentro del cual se encuentra la región vainillera, por lo que éstos al ser conquistados tenían que pagar tributo, entre ellos, la vainilla (solamente los frutos) llamado en mexicano “tlilxochitl” que significa flor negra. En totonaco “zacatanuxanath” que quiere decir vainilla madura y negra. Después se dispersó por el resto del territorio debido a que estos pequeños lujos se conseguían a través del comercio con regiones vecinas (R. Govaerts, 2005). Además, sus conocimientos botánicos sobre la planta que producía la vainilla eran limitados, porque la designaron como tlilxochitl, que significa «flor negra» (Ecott, 2014).

Los totonacas, que ocupaban las regiones costeras del golfo de México en el norte del estado de Veracruz y en la ciudad de Papantla, eran quienes producían la vainilla y se la facilitaban a los mexicas. Su capacidad productora y exportadora continuó hasta mediados del siglo XIX, momento en el que los cultivadores franceses en México aprendieron la forma de inseminar artificialmente las flores, a partir de los conocimientos del pueblo totonaca (Ecott, 2014).

Según la leyenda totonaca, la planta de la vainilla nació de la sangre de la princesa Tzacopontziza («Estrella de la Mañana») en el lugar donde ella y el príncipe Zkatan-Oxga («Venado Joven»), que la había secuestrado por amor, fueron capturados y decapitados por los sacerdotes de Tonoacayohua, diosa de las cosechas. El Príncipe se reencarnó en un vigoroso arbusto y la princesa se convirtió en una delicada liana de orquídea que abrazaba dulcemente a su amante (Rain, 1995).



Ilustración 11. Vainilla.

Fuente: (Ecott, 2014).

4.3 Composición química de la semilla de cacao variedad criollo

El cacao posee una composición química muy rica en diversos agentes activos que son beneficiosos para la salud humana, químicamente el cacao, por cada 100 g de polvo de contiene un aproximado de:

Tabla 2. Contenido proximal de bioelementos del cacao.

Contenido de la semilla de cacao (100 gr de muestra)	
Calorías	570
Agua	9.40 ml
Proteína	20.78 g
Grasa	28.63 g
Carbohidratos totales	19.98 g
Fibra	4.31 g
Glucosa	8-13 g
Sucrosa	0.4-0.9 g
Calcio	130 mg
Fosforo	537 mg
Hierro	5.5 mg
Tiamina	0.17-0.24 mg
Riboflavina	0.14-0.41 mg
Niacina	1.7 mg
Ácido Ascórbico	3 mg
Ácido Pantoténico	1.35 mg
Acido Glutámico	1.02-1.77 g
Glicina	0.09-0.35 g
Leucina	0.45-4.75 g
Isoleucina	0.56-1.68 g
Tirosina	0.57-1.27 g
Fenilalanina	0.56-3.36 g

Fuente: (Kalvathev, Garzaro, & Guerra, 1,998)

El cacao posee aproximadamente 300 compuestos volátiles estando presentes entre ellos los esteres, hidrocarbocarbonos, monocarbonilos, piroles, y otros más. Se sabe que los componentes que inciden en el sabor son los esteres alifáticos, polifenoles, carbonilos aromáticos insaturados, dicetopiperazinas, pirazinas y teobromina. Dentro de la composición del cacao se puede mencionar también 18 % de proteínas (8% digestibles); grasas (manteca de cacao); aminas y alcaloides, inclusive theobromina (0.5 a 2.7 %), cafeína (0.25 a 1.43 %), tiramina, dopamina, salsolinol, trigonelina, ácido nicotínico y aminoácidos libres; taninos, fosfolípidos entre otros (Kalvathev et al., 1,998, pág. 23).

La semilla de cacao se caracteriza por ser rica en contenido graso (alrededor de un 55 % después de fermentado, tostado y secado). Cerca del 60 % de esta grasa del cacao está clasificada como saturada, muy predominante en ácidos grasos del tipo esteárico (34 %) o el palmítico (28 %). Aunque también existe presencia de ácidos grasos insaturados del tipo oleico (35 %), el cual desempeña el factor de protección vascular al coadyuvar en la disminución del colesterol y las LDL (Lipoproteínas de Baja Densidad) y aumentar las HDL (lipoproteínas de alta densidad.) Se ha realizado análisis que demuestran que en su composición lo conforman moléculas estimulantes como teobromina, metil-xantina y cafeína, alcaloides suaves, alcaloides de mucho interés por su potencial de activar el sistema nervioso. En menor proporción contiene también, una sustancia de sinónima estructura química a las anfetaminas: La afenitil-amina cuya función es antidepresiva (Morales, Garcia, & Mendez, 2,012).

Cabe mencionar que la grasa o manteca de cacao, es uno de los principales compuestos a la cual se le puede atribuir varias de las propiedades benéficas que tiene la semilla de cacao. “En la manteca de cacao hay pequeñas cantidades de esteroides y metilesteroides; los esteroides están compuestos de beta-sitosteroides, estigmasterol y campesterol, con muy pequeñas cantidades de colesterol” (Kalvatchev et al., 1,998, pág. 24).

De los estudios detallados realizados al cacao se ha concluido que el cacao lo componen tres sustancias, la anandamida, N-oleoil-etanol-amina y N-linoleoil-etanol-amina (los dos últimos contenidos en ácidos grasos de la porción grasa del cacao); éstas tienen un efecto a nivel cerebral, sustancias que inducen sensación de bienestar. La anandamida se adhiere en la masa cerebral a los receptores canabinoides que poseen ciertas células y, de esta forma se desencadena una serie de sensaciones placenteras. La N-oleoil-etanol-amina y N-linoleoil-etanol-amina, su función es impedir que la anandamida se destruya, con lo cual logran que las sensaciones placenteras se prolonguen. La fenil-etil-amina, sustancia química presente en el cacao, del grupo de las endorfinas cuyos efectos al estar en el torrente sanguíneo eleva el estado de ánimo (Morales et al., 2,012).

Los flavanoles o flavonoides son un grupo ubicuo y abundante de polifenoles, se encuentran almacenadas en los pigmentos de las células de los cotiledones de las semillas de cacao, se diferencian en tres grandes grupos, a distintas concentraciones: Las catequinas, o flavan-3-oles (~37 %), antocianinas (~4 %) y proantocianidinas (~58 %). Menos abundante es (+)-catequina con sólo trazas de (+)-galocatequina y (+)-epigalocatequina. La fracción de antocianina está dominada por cianidina-3- α -L-arabinósido y cianidina-3- β -D-galactósido. Las procianidinas son

en su mayoría flavan-3,4-dioles, 4-8 o 4-6 unidos para formar dímeros, trímeros u oligómeros con la (-)-epicatequina, como la subunidad principal de la extensión. A esto flavanoles se le atribuye una actividad antioxidante y beneficiosas cardiovasculares al ser consumidos (Morales et al., 2012).

La cáscara del cacao, es otro elemento el cual posee características benéficas a la salud, se ha estudiado contenidos de fibra y la cantidad de polifenoles totales. Los resultados de Flórez y Jerez (citado en Villamizar & López, 2,016), determinan que las cáscaras de cacao poseen un contenido de fibra dietaría total de aproximadamente 60 % en peso. En lo que se refiere a la capacidad antioxidante, el contenido de polifenoles totales; los resultados de Toro et al., (citado en Villamizar & López, 2,016) evidencian que es posible obtener extractos de polifenoles a partir de la cáscara de cacao con un contenido de polifenoles totales que varía entre 60 a 91 mg. En adición a los alcaloides (principalmente thebromina), taninos y otros constituyentes, la cáscara posee un pigmento que es un poliflavono-glucosido con peso molecular sobre los 1500, este pigmento es muy requerido por ser resistente a calor y luz, muy estable a pH de 3 a 11, y muy usado como colorante de alimentos según Leung (citado en Kalvatchev et al., 1998, pág. 24).

4.4 Cacao en la industria

El cacao es una materia prima muy valorada en el mercado mundial y por lo tanto está en auge para seguir fortaleciendo la situación industrial. Ya se ha revisado la bibliografía de la producción a nivel nacional y global del cacao a granel. Ahora se conocerá la industria del cacao no solamente en el mercado nacional, sino que en el internacional.

4.4.1 Cacao en Guatemala

En el país se conocen actualmente al menos 154 empresas que procesan la semilla de cacao de manera artesanal. Y están ubicados en el rubro de pequeños empresarios que generan autoempleo para ellos y sus familiares. El principal producto elaborado es el tradicional chocolate de taza. El proceso de fabricación consta de las siguientes operaciones: selección, descascarillado manual, la molienda y el tueste en hornos de cocina o comales. En lo referente a compañías o instituciones que procesan el cacao de manera industrial y/o tecnificada, en Guatemala se conoce de 8 empresas que operan actualmente (Linares, 2,015).

En Guatemala existe la Asociación de Chocolateros de Quetzaltenango (ASICHOQ) principal exponente de chocolateros en la región occidente, cuenta con 55 socios activos con una

estimación de producción de entre 55 a 82 Tm de cacao por año. Aunado a ello existen otras empresas de chocolate artesanal en Quetzaltenango que no forman parte de ASOCHOQ. Existe la asociación de Cooperativa Tuneca, los cuales elaboran productos derivados de cacao como el chocolate soluble, vino, vinagre y crema de cacao. Otras iniciativas de elaboración de chocolate combinado con el turismo como Fernando's Kaffe y Chocomuseo, localizados en la Antigua Guatemala (Say et al., 2013, pág. 19).

4.4.2 Proceso de transformación del cacao

Antes de la transformación secundaria del cacao le precede una transformación agrícola, esta se efectúa al momento de la cosecha en la madurez completa del fruto, caracterizado por un cambio de color de verde, amarillento o rojizo a un amarillo o anaranjado intenso. Una vez cosechadas, en el mismo campo es extraída la pulpa y almendras, las que son colocadas en bolsas de plástico para su traslado a los ambientes de fermentación (Escobar, Arestegui, Moreno, & Sánchez, 2013).

A partir de la preparación del grano en bruto, le sigue el proceso de transformación basado en operaciones unitarias que siguen una línea de equipos y/o maquinaria específica, con ello se busca darle la forma adecuada al grano para sus diversos usos en los diferentes subproductos del cacao que se adapten a los gustos y/o necesidades del consumidor final. Para comprender mejor el proceso, Anexo 2 “Diagrama de flujo del proceso de transformación del cacao”, en la página 79.

El proceso tecnológico estándar para la transformación del cacao en sus derivados hace uso de los siguientes procesos:

4.4.2.1 Selección y limpieza

Esta etapa tiene como fin eliminar los cuerpos extraños, como: metales, piedras, trozos de madera, vidrios, entre otros. Luego de esta operación es posible que aún queden residuos, los cuales se eliminan posteriormente en forma manual mediante limpieza y lavado (Escobar et al., 2013).

4.4.2.2 Pre-tostado

Se tuestan los granos con la finalidad de “acentuar el sabor y color del grano. La temperatura, tiempo y grado de humedad involucrados en el tostado depende en el tipo de granos a procesar y el tipo de chocolate o productos requeridos del procesamiento (Escobar et al., 2013). El estándar está fijado usando la relación tiempo, temperatura (125 °C, 30 min) de tostado a flujo continuo de 850 kg/h (Cavezas & Eras, 2015; Vega et al., 2016).

4.4.2.3 Descascarillado

Es el proceso en el que se elimina la cáscara, la cual constituye la cubierta exterior de la semilla del cacao (Escobar et al., 2,013). Éste es eliminado por aireación en la mayoría de ocasiones, es primordial su completa eliminación dado que su presencia puede generar sabores no deseados en el producto final (Freire, 2,009).

4.4.2.4 Tostado

Es la operación esencial donde primariamente, a partir del contenido de humedad natural, en combinación con el calentamiento, se promueve un conjunto de reacciones químicas, en las cuales intervienen los compuestos precursores formados durante la fermentación y el secado, que luego darán origen al sabor y aroma inicial del chocolate (Escobar et al., 2,013, pág. 9). Para ello es necesario una temperatura entre 135 a 150 °C durante 7 min (Cavezas & Eras, 2,015).

4.4.2.5 Alcalinización

Las semillas de cacao se someten al de alcalinización, utilizando carbonato de potasio, se utiliza para intensificar el sabor y color del producto final. Esta operación se puede aplicar en cualquier etapa del proceso previa a la molienda de la almendra de cacao (Escobar et al., 2013, pág. 9).

4.4.2.6 Molienda

Las almendras de cacao se muelen para producir el licor de cacao; luego las partículas del cacao son suspendidas en manteca de cacao fundida. El cacao tostado y limpio se muele mediante rodillos; anteriormente se empleaban rodillos fabricados de granito, pero ahora los de acero se usan con mayor regularidad (Escobar et al., 2013, pág. 9).

4.4.2.7 Prensado

La masa o licor de cacao pasa luego a prensas con presiones de hasta 450 kg / cm²; en esta etapa es cuando se separa la grasa de la masa o licor hasta el porcentaje deseado, y el residuo que se forma durante este proceso es lo que constituye la torta de cacao. Para producir la torta con diversas proporciones de grasa, el fabricante controla la cantidad de manteca que se extrae del licor. La torta se pulveriza con la finalidad de preparar el polvo de cacao, el cual tiene un uso de muy amplio en la industria alimentaria (Escobar et al., 2013).

4.4.2.8 Refinado

La mezcla se somete a un proceso de refinado a través de una serie de rodillos hasta obtener una pasta suave. Este refinado mejora la textura del chocolate (Dylfer , 2,018).

4.4.2.9 Conchado

El conchado, es de vital importancia para obtener un producto de calidad y desarrolla aún más sabor y la textura, reduciendo la acidez. Conchado es un proceso de amasado o de suavizado. La velocidad, la duración (hasta tres días) y la temperatura del amasado (entre 60 y 75 °C) afectan al sabor. Una alternativa al conchado es un proceso de emulsión con una máquina que funciona como un batidor pero que no aporta la calidad final. Estas alternativas de reducción de costes no se utilizan por los grandes maestros chocolateros (Dylfer , 2,018).

4.4.2.10 Templado

El templado sirve para enfriar la mezcla hasta 40 °C para que la cristalización de la manteca de cacao sea estable, haciéndola pasar a través de un sistema de calefacción, enfriamiento y recalentamiento. Esto evita la decoloración y la floración de grasa en el producto mediante la prevención de ciertas formas cristalinas de la manteca de cacao en desarrollo (Dylfer , 2,018).

4.4.2.11 Enfriado

La mezcla se coloca en moldes en una cámara de enfriamiento. Una vez frío es empaquetado sépticamente, distribuido y almacenado (Dylfer , 2,018).

4.4.3 Productos y derivados

La industrialización del cacao en grano opera bajo los procesos principales como el tostado, descascarillado, alcalización y molienda, de la cual se obtiene el licor de cacao. La extracción de la grasa del licor de cacao mediante prensado se obtiene como producto la manteca de cacao, dejando como residuo una masa sólida denominada torta de cacao. Al pulverizar la torta se obtiene el polvo de cacao, que es multifunción en la industria alimenticia (Acebo et al, 2,016).

En cambio, para la elaboración de chocolate se utiliza el licor de cacao, al cual se adiciona la manteca de cacao. Para ello también se combina con ingredientes como azúcar, leche, agentes emulsionantes y equivalentes de manteca de cacao también se pueden agregar y mezclar en proporciones que dependen del tipo (chocolate negro, chocolate blanco, con leche, con frutos secos o cereales, con frutas y de cobertura). La mezcla pasa entonces por un proceso de refinación,

amasado y templado, para luego ser depositada en moldes o utilizada para recubrir rellenos, y enfriada de forma que el chocolate queda listo para su empaque y distribución final (Acebo et al., 2,016).

4.4.3.1. Manteca de cacao

La manteca o grasa vegetal del cacao es un producto obtenido por la aplicación de presión mecánica del cacao descascarillado, o de la pasta de cacao. Según Consejería de Economía, innovación, ciencia y empleo (2,013) sus características fundamentales serán:

- Masa sólida que funde al paladar, de color blanco o amarillento, con olor y sabor a cacao.
- Tendrá acidez inferior al 2,25 %, expresada en ácido oleico.
- Contendrá, como máximo, 0,5 % de humedad e impurezas.
- No contendrá grasas extrañas ni ninguna otra.

4.4.3.2 Cascarilla del cacao

Se entiende por la parte externa o las cáscaras del grano de cacao limpias y en perfecto estado de conservación que contienen entre un 2.85 a 3.14 % de grasa en relación con el 30 a 50 % del cacao (Sánchez, 2,012).

Estas “se obtienen cuando los granos son separados de la vaina” (Kalvatchev et al., 1998, pág. 6). La cascarilla tiene ciertas características tales como, Color Marrón, Sabor y olor a cacao. Con una textura tipo quebradizo (Sánchez, 2,012).

4.4.3.3 Cáscara y cenizas de la cáscara de cacao

La cáscara es la parte externa que protege a la mazorca del cacao cuando está en desarrollo. No debe confundirse con la cascarilla de la semilla del cacao. Esta posee unas características muy específicas, un grosor de 1.0 a 1.5 cm, dependerá de la especie genética, su coloración es verde oscuro cuando el fruto no está maduro, éste cambia a rojo, amarillo y/o, anaranjado cuando ya está en etapa de maduración y se torna marrón oscuro cuando el fruto ya está sobre maduro (Durán & Dubón, 2,016). De las cenizas de la cascara pueden ser empleados para abonado de suelos entre otros, éstas son obtenidas mediante incineración.

4.4.3.4 Pulpa del cacao

Recibe el nombre también como exudado o mucilago, el cual es sustancia viscosa, de mayor o menor transparencia. Al hablar de “sustancia viscosa”, el concepto nos vincula a algo pegajoso.

En mucílago rodea la semilla del cacao, el cual posee consistencia similar al látex o goma. En el proceso del cacao, normalmente es eliminado y desechado como desperdicio (Rodríguez, 2,009, pág. 22).

4.4.3.5 Jugo de cacao

Es la dilución acuosa proveniente de la preparación del mucilago o pulpa de cacao y otros ingredientes que le den un sabor agradable. A partir de la extracción de la pulpa del grano de cacao, se obtiene un material blanquecino y viscoso, el cual puede aplicársele un proceso tecnológico para estandarizarlo un jugo concentrado (Carrillo & León, 2,006).

4.4.3.6 Polvo de cacao

Es el producto que se obtiene de la pulverización de la torta de cacao proveniente de la molienda de la semilla de cacao. Según la Consejería de Economía, innovación, ciencia y empleo (2,013) se clasificará de acuerdo a su contenido en materia grasa, de la siguiente forma:

- *El estándar o normal*

Contiene un mínimo de 20 % de manteca de cacao en materia seca, y, como máximo, 8 % de humedad y 4 % de impurezas en materia seca desengrasada.

- *Semidesengrasado*

El cacao en polvo que contenga menos del 20 % de manteca de cacao calculado sobre materia seca y sin que varíen los demás componentes.

- *Cacao azucarado*

Es polvo obtenido de la mezcla de polvo de cacao y azúcar. Contendrá, como mínimo, 32 % de cacao en polvo, normal o semidesengrasado, con ausencia total de otras sustancias.

4.4.3.7 Pasta o licor de cacao

Es la denominación que se le da al “producto obtenido por la molturación del cacao descascarillado tostado. Contendrá, como mínimo, el 50 % de manteca de cacao en materia seca. Cuando se elabore con fines industriales podrá denominarse cobertura amarga” (Consejería de Economía, innovación, ciencia y empleo, 2,013).

4.4.3.8 Chocolate adicionado de saborizantes

Es el chocolate simple adicionado de sustancias aromáticas tales como: canela, vainilla y otras permitidas; también puede llevar otros aditivos alimentarios permitidos Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), 1987.

A continuación, se desglosa el contenido referente a los productos y derivados:

Tabla 8. Productos y derivados obtenidos del cacao

Productos	Usos de la semilla de cacao y derivados
Manteca de cacao	Elaboración de chocolate y confitería, y también puede ser usado en la industria cosmética (cremas humectantes y jabones), y la industria farmacéutica
Pulpa de cacao	Producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas.
Cascarilla	Puede ser utilizado como comida para animales.
Cenizas de cascara de cacao	Puede ser usado para elaborar jabón y como fertilizante de cacao, vegetales y otros cultivos
Jugo de cacao	Elaboración de jaleas y mermeladas
Polvo de cacao	Puede ser usado como ingrediente en casi cualquier alimento: bebidas chocolatadas, postres de chocolate como helados y mousse, salsas, tortas y galletas
Pasta o licor de cacao	Se utiliza para elaborar chocolate

Fuente: (Perfil del Mercado y Competitividad Exportadora de Cacao, 2,012)

4.4.4 Equipo utilizado en la transformación de la semilla de cacao

Dentro de una industria alimentaria se llevan a cabo procesos de transformación de las materias primas bajo las cuales obtienen derivados alimenticios, en este caso derivados del cacao. Para llevar a cabo los procesos es necesario de equipo o maquinaria específica para llevar a cabo de forma eficiente y adecuada el procesamiento de la materia prima conservando la calidad e inocuidad del alimento al consumidor final. Estas etapas están configuradas de manera que sigan un orden lógico de acuerdo el subproducto que se desea obtener, el proceso estándar de transformación conlleva el siguiente equipo.

4.4.4.1 Despedregadoras

Es usado para separar piedras y otros objetos ajenos al cacao, manejo simple, consumo mínimo de energía, control de distribución de fluido de aire y mínimo ruido (Escobar et al., 2,013).

4.4.4.2 Seleccionadora gravimétrica

Es usado para separar granos de cacao de acuerdo a su peso por gravedad así mismo separa los defectos de forma rápida y mejorar la calidad del producto a través de un flujo de aire en contracorriente (Escobar et al., 2,013).

4.4.4.3 Oreadora secadora

Máquina, con sistema de distribución del calor entre las semillas de cacao, intercambiando de forma vertical hacia la parte superior y posteriormente hacia la parte inferior. Realiza un secado uniforme, orea y seca a la vez (Escobar et al., 2013).

4.4.4.4 Descascarilladora de cacao

Máquina que separa la cascarilla del cacao tostado. Pela granos de cacao sin dañarlos, operación y mantenimiento fáciles, tiene un mecanismo con rodillo corrugado de material semiblando para no maltratar al cacao, construido en acero inoxidable (Escobar et al., 2,013).

4.4.4.5 Tostadora

Máquina que sirve para tostar granos de cacao, también permite tostar granos de diversos productos, hasta un punto de calentamiento adecuado al producto a tratar, haciendo uso para generar calor de gas (GLP). Generalmente en este tipo de equipo se puede dosificar la temperatura, también una ventana para sacar muestras del producto, y también enfriadores, todo este sistema funciona a través de un tambor giratorio (Escobar et al., 2,013).

4.4.4.6 Molino de martillos

Máquina que muele los granos secos de cacao y otros en forma homogénea, no permite que el grano se pegue a la máquina, operación y mantenimiento fáciles, éste funciona mediante el método en impacto en el cual rompe los granos de cacao logrando una eficiente molienda de menor granulometría (Escobar et al., 2,013).

4.4.4.7 Molino para refinado de cacao

Posterior a la molienda, esta máquina es utilizada para refinar la pasta de cacao mediante cinco rodillos, este molino tiene una función de calentamiento y tolva para carga de cacao; construido íntegramente en acero inoxidable (Escobar et al., 2013).

4.4.4.8 Prensa hidráulica

Equipo en el cual mediante el prensado mecánico de la pasta refinada de cacao se le extrae la grasa contenida en la pasta o licor de cacao. Estas prensas pueden utilizarse directamente para prensado en frío o en caliente. Las máquinas cuentan con un gran pistón que ejerce presión sobre el contenido consiguiendo obtener una buena extracción de aceite y una torta con bajo porcentaje de aceite residual (Escobar et al., 2013).

4.4.4.9 Túnel de enfriamiento

Este equipo tiene como función enfriar los fluidos que salen de las demás operaciones, la mayoría del proceso de transformación del cacao en derivados requiere de temperatura para operar a mejor ritmo debido que la temperatura provee de una mejor maleabilidad a la pasta de cacao (Escobar et al., 2013).

4.5 Chocolate

Es el alimento que se obtiene mezclando azúcar con dos productos derivados de la manipulación de las semillas del cacao: la masa del cacao y la manteca de cacao (Brillant, 2001).

4.5.1 Tipos de chocolate

4.5.1.1 Chocolate en tableta

- *Chocolate negro*

Un chocolate negro *debe* presentar una proporción de pasta de cacao superior, aproximadamente, al 50 % del producto, pues es a partir de esa cantidad cuando el amargor del cacao empieza a ser perceptible. En cualquier caso, existen en el mercado tabletas de chocolate negro con distintas proporciones de cacao, llegando incluso hasta el 99 % (Brillant, 2001).

- *Chocolate de taza*

Es el chocolate negro (normalmente, con una proporción de cacao inferior al 50 %), al que se le ha añadido una pequeña cantidad de fécula (normalmente, harina de maíz) para que a la hora

de cocerlo aumente su espesor (Brillant, 2001). Se puede encontrar amargo, semi-amargo y/o dulce. Hoy en día, es posible encontrar también este chocolate en los comercios en forma ya líquida.

- *Chocolate de cobertura*

El chocolate de cobertura es el chocolate que utilizan los chocolateros y los pasteleros como materia prima (Brillant, 2001). Sus características son de ser un chocolate *negro* o *con leche*, pero en todo caso se trata de un chocolate con una proporción de manteca de cacao de alrededor del 30 %, lo que supone el doble que en los otros tipos de chocolate. La cobertura se usa para conseguir un alto brillo al templar el chocolate y porque se funde fácilmente y es muy moldeable (Araujo, Nascimento, & Almoosawi, 2013).

Tabla 9. Chocolate oscuro, valor nutricional.

Chocolate, oscuro, 70-85% cacao sólidos	
Valor nutricional por cada 100 g	
Energía	599 kcal 2504 kJ
Carbohidratos	45.90 g
• Azúcares	23.99 g
Grasas	42.63 g
• saturadas	24.489 g
• trans	0.030 g
• monoinsaturadas	12.781 g
• poliinsaturadas	1.257 g
Proteínas	7.79 g
Agua	1.37 g
Retinol (vit. A)	2 µg (0%)
• β-caroteno	19 µg (0%)
Vitamina E	0.59 mg (4%)
Vitamina K	7.3 µg (7%)
Calcio	73 mg (7%)
Cobre	1.77 mg (0%)

Hierro	11.90 mg (95%)
Magnesio	228 mg (62%)
Manganeso	1.95 mg (98%)
Fósforo	308 mg (44%)
Potasio	715 mg (15%)
Selenio	6.8 µg (15%)
Sodio	20 mg (1%)
Zinc	3.31 mg (33%)

Fuente: (Alarcón, 2018).

4.6 Legislación alimentaria

Las descripciones como "chocolate" o "con sabor a chocolate" están reservadas en muchos países para productos que realmente lo contienen, mientras que en otros se permite el uso de estos términos para productos hechos con polvo de cacao que contengan un cierto porcentaje mínimo de manteca de cacao.

Se tomará como referencia al Codex alimentarius, Reglamento técnico centroamericano y Comité guatemalteco de normas.

4.6.1 Codex alimentarius

4.6.1.1 CODEX STAN 87-1981, Norma para el chocolate y los productos del chocolate

Esta norma se aplica para el chocolate y los productos derivados del chocolate para consumo humano.

4.6.1.2 CODEX STAN 141-1983, Norma para el cacao en pasta (licor de cacao/chocolate) y torta de cacao.

Esta norma se aplica al cacao en pasta o licor de cacao/chocolate, y a la torta de cacao, según se definen, para uso en la fabricación de productos de cacao y chocolate. Estos productos podrán venderse también directamente al consumidor.

- *Cacao en pasta (licor de cacao/chocolate)*

El cacao en pasta o licor de cacao/chocolate es el producto obtenido del cacao sin cáscara ni germen que se obtiene de vainas de cacao de calidad comerciable, que ha sido limpiado y liberado de la cáscara del modo técnicamente más completo posible, sin quitar ni añadir ninguno de sus elementos constituyentes.

- *Torta de cacao*

La torta de cacao es el producto obtenido por eliminación completa o parcial de la grasa del cacao sin cáscara ni germen o del cacao en pasta.

4.6.2 Reglamento técnico centroamericano (RTCA)

4.6.2.1 Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios. RTCA 67.04.54:10.

Dentro de la categoría de confitería están contemplados los derivados del cacao y demás subproductos.

- *Productos de cacao y chocolate, incluidos los productos de imitación y sucedáneos del chocolate*

Esta categoría se ha subdividido para dar cabida a la variedad de productos a base de cacao y chocolate normalizados y no normalizados.

- *Mezclas de cacao (en polvo) y cacao en pasta/torta de cacao*

Comprende una variedad de productos que se utilizan en la elaboración de otros productos de chocolate o en la preparación de bebidas a base de cacao. La mayoría de los productos de cacao tienen su origen en la almendra de cacao descortezada, que se obtiene de los granos de cacao limpio y descascarillado. El cacao en pasta se obtiene mediante la desintegración mecánica de la almendra de cacao descortezada.

4.6.3 Comité guatemalteco de normas (Coguanor)

4.6.3.1 Norma guatemalteca obligatoria: 34-159, chocolates

Dentro de su terminología define cobertura amarga de chocolate o chocolate amargo al sólido homogéneo o el producto semiplástico, que se obtiene de una molienda fina de semillas de cacao descascarilladas y desgerminadas, a la cual se le puede agregar manteca de cacao, torta de cacao y cacao en polvo. También define al chocolate adicionado de saborizantes, el cual es el chocolate simple adicionado de sustancias aromáticas tales como: canela, vainilla y otras permitidas; también puede llevar otros aditivos alimentarios permitidos.

4.7 Evaluación sensorial

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT) (como se citó en Hernández E., 2005), define la evaluación sensorial como la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído.

4.7.1 Percepción sensorial

La percepción se puede definir como la capacidad mental del ser humano para atribuir información sensorial a objetos externos a medida que la produce. Dicha sensación se mide únicamente por métodos psicológicos y los estímulos por métodos físicos o químicos (Hernández, 2,005).

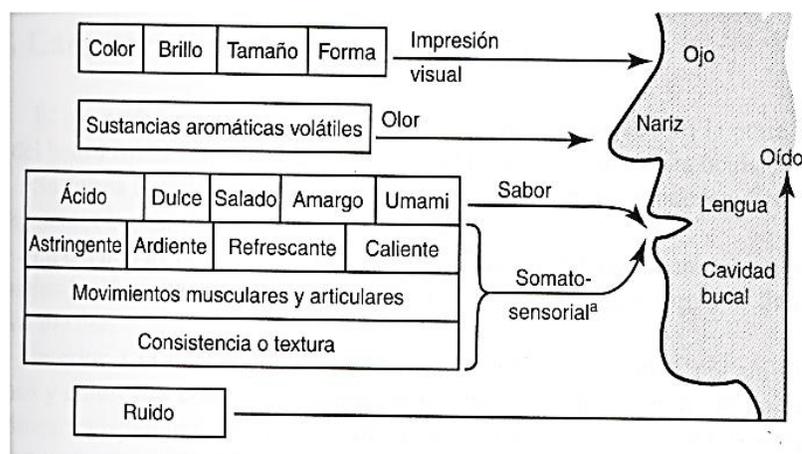


Ilustración 12. Sensograma

Fuente: (Sancho, Bota, & De Castro, 1,999)

4.7.2 Aplicación

La evaluación sensorial es un eslabón importante dentro de la industria alimenticia, con la cual se logra definir características propias del alimento o productos. Dicha evaluación define esas cualidades que tienen como fin provocar en el consumidor la necesidad de adquirir el producto.

En el proceso de análisis sensorial se puede ampliar la utilización de materias primas opcionales (sean originarias o introducidas), en la creación de productos alimentarios totalmente nuevos, los cuales que aumenten la disponibilidad y el acceso a los alimentos. La palatabilidad y aceptabilidad son elementos de importancia en la calidad nutricional (Surco & Alvarado, 2,011).

La aplicación del análisis sensorial en la industria alimentaria, se basará al objetivo principal que se desea descubrir, entre ellos se pueden mencionar los siguientes tipos de pruebas.

4.7.2.1 Análisis de calidad

Se examina en su totalidad el producto y se clasifican objetivamente las propiedades organolépticas del producto evaluado, para determinar si cumple con los estándares internos establecidos (Cordero, 2,013).

4.7.2.2 Análisis de aceptación

Se dictamina el grado de aceptación que tendrá un producto, siendo también deseable conocer la reacción subjetiva e impulsiva del catador. Este tipo de pruebas lo pueden realizar personas poco expertas en la materia, pero que respondan al medio social o cultural al que va destinado el producto (Cordero, 2,013).

4.7.3 Tipos de pruebas sensoriales

Dentro del contexto de una evaluación sensorial, se debe aclarar que existen tres tipos de pruebas: las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas (Cordero, 2,013).

4.7.3.1 Pruebas afectivas

Llamadas también estudios de consumidores, son aquellas pruebas en las que los jueces expresan su opinión personal y subjetiva sobre un producto, indicando si les gusta o les disgusta, si lo aceptan o lo rechazan, o si lo prefieren a otro producto. Dentro de estas pruebas, se distinguen tres tipos de ensayos: las pruebas de preferencia, las pruebas de grado de satisfacción y las pruebas de aceptación (Cordero, 2,013).

4.7.3.2 Pruebas discriminativas

Según Sancho y Col. (como se citó en Cordero, 2013), estas pruebas tienen el fin de establecer si existe diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud de esa diferencia. Este tipo de pruebas son muy utilizadas en el control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme, si son comparables con muestras de referencia, etc.

4.7.3.3 Pruebas descriptivas

Como menciona Cross y Col. (como se citó en Cordero, 2013) este tipo de pruebas se pretende definir las propiedades del alimento y medirlas lo más objetivamente posible. En este caso no interesan las preferencias de los jueces, ni si las diferencias son detectadas por los mismos, sino cuál es la intensidad de los atributos del alimento.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

5.1.1 Formular un chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla.

5.2 Objetivos específicos

5.2.1 Procesar un chocolate que contenga las proporciones más aceptadas de orejuela, pimienta gorda y vainilla.

5.2.2 Evaluar por medio de panel sensorial las tres formulaciones de chocolate con concentraciones diferentes de cada uno de esos saborizantes ancestrales.

5.2.3 Determinar la composición nutricional del chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla.

6. Hipótesis

6.1 Hipótesis nula:

Existe diferencia estadística significativa entre las 3 formulaciones de chocolate de acuerdo al juicio emitido por los participantes en el panel sensorial.

6.2 Hipótesis alterna:

Las formulaciones de acuerdo al juicio emitido por los participantes en el panel sensorial de consumidores no son diferenciables.

7. Recursos

7.1 Recursos humanos

- TPA Angélica Magaly Domínguez Curiel
- Docentes Asesores:
- Dr. Marco Antonio Del Cid Flores
- Dr. Armando Cáceres Estrada
- MSc. Liuba María Cabrera Ovalle
- Ing. Omar Fernando Ordoñez Rivera
- Panelistas de laboratorio (30 estudiantes del Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala)

7.2 Institucionales

7.2.1 Centro Universitario Metropolitano (Campus Central)

7.2.2 Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (Campus Central)

7.2.3 Facultad de Veterinaria (Campus Central)

7.2.4 Facultad de Agronomía (Campus Central)

7.2.5 Centro Universitario de Suroccidente (CUNSUROC).

7.2.6 Laboratorio de Química del Centro Universitario de Suroccidente (CUNSUROC)

7.2.7 Planta Piloto Carrera, Ingeniería en Alimentos CUNSUROC-USAC.

7.2.8 Laboratorio de Evaluación Sensorial de la planta piloto de la Carrera de Ingeniería en Alimentos CUNSUROC – USAC-.

7.3 Económicos

7.3.1 Los gastos generados serán sufragados por el estudiante.

7.4 Materiales y equipo

7.4.1 Elaboración de chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla

7.4.1.1 Materiales e insumos

- Semillas de cacao
- Orejuela
- Pimienta gorda
- Vainilla

- Agua potable
- Redecilla
- Mascarilla
- Guantes
- Bata blanca
- Moldes de policarbonato para chocolate

7.4.1.2 Equipos

- Balanza analítica
- Molino
- Refinadora

7.4.2 Análisis fisicoquímicos de semilla de cacao seco

Dentro de los análisis a realizar están: contenido graso, fibra cruda, proteína cruda, carbohidratos, cenizas y oligoelementos (hierro, zinc, magnesio).

Estos análisis se realizarán en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y Facultad de Agronomía de Universidad de San Carlos de Guatemala, campus central.

Los insumos y equipos serán reportados posterior a la realización de los análisis.

7.4.3 Análisis nutricional de chocolate con sabor ancestral de orejuela, pimienta gorda y vainilla

Estos análisis se realizarán en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, campus central.

7.5 Test de evaluación sensorial

- Platos desechables
- Servilletas
- Vasos para servir agua
- Agua pura
- Etiquetas
- Boleta de evaluación
- Lapiceros

8. Diseño Estadístico

Los datos que se obtengan del análisis sensorial a través del panel piloto, se someterán a evaluación utilizando el método estadístico de Andeva (análisis de varianza).

Tabla 10. Fórmulas del método Andeva.

Causas de Variación	Suma de cuadrados (Sc)	Grado de libertad (Gl)	Cuadrado medio (CM)	Factor calculado (fc)	Factor tabulado (ft)
Bloque	$\frac{\Sigma(\Sigma \text{ trat.})^2}{\# \text{ bloques}} - Fc$	# trat. - 1	$\frac{Sc \text{ trat.}}{Gl \text{ trat.}}$	$\frac{CM \text{ trat.}}{CM \text{ error}}$	Se busca en tabla
Tratamientos	$\frac{\Sigma(\Sigma \text{ bloque})^2}{\# \text{ trat.}} - Fc$	# bloque - 1	$\frac{Sc \text{ bloque}}{Gl \text{ bloque}}$	$\frac{CM \text{ bloque}}{CM \text{ error}}$	Se busca en tabla
Error	Sc total - Sc trat. - Sc bloque	Gl trat x Gl bloque	$\frac{Sc \text{ error}}{Gl \text{ error}}$		
Total	$\Sigma(\text{dato})^2 - Fc$	n - 1			

Fuente: (Flores, 2015)

El factor de corrección se obtiene haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$Fc = \frac{(\Sigma \text{ total})^2}{n}$$

Para la obtención del factor tabulado, Anexo 3. Tabla de Fisher de dos colas, en la página 75.

Tabla 11. Fórmulas estadísticas.

CV = Coeficiente de variación	$CV = \left(\frac{S}{X} \right) * 100$
S = Desviación estándar	$S = \sqrt{\frac{SC \text{ error}}{Gl \text{ error}}}$
X = Media Aritmética	$X = \frac{\Sigma fiXi}{n}$
IC = Intervalo de confianza	$X \pm S$

Fuente: (Flores, 2015)

9. Marco Operativo

La investigación se desarrolló a partir de fases de operación, las cuales son: primera fase, es donde se desarrollará el chocolate; segunda fase, es donde se realizará la evaluación sensorial; y la tercera fase consiste en someter a análisis fisicoquímicos las materias primas utilizadas y el chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla.

9.1 Primera fase

Este es el inicio del proceso, el cual se llevó a cabo en la planta ITZ, ubicado en la ciudad de Mazatenango, la materia prima básica será la semilla de cacao fermentado de la variedad criollo proveniente de Lachúa, Alta Verapaz y como saborizantes ancestrales se utilizarán la orejuela, pimienta gorda y vainilla.

9.1.1 Formulaciones de chocolate

A continuación, se detallan las formulaciones de chocolates en primera fase, es decir chocolate saborizado con orejuela en 3 diferentes concentraciones de saborizante natural aceptables según normativa vigente, chocolate saborizado con pimienta gorda en 3 diferentes concentraciones y chocolate saborizado con vainilla en 3 diferentes concentraciones. Todo ello con la finalidad de hallar según panel sensorial la concentración aceptada de cada saborizante, el cual se utilizará para la segunda fase de formulación para obtener un chocolate saborizado con orejuela, pimienta gorda y vainilla, ya que esta es la manera adecuada de formular para obtener un producto final.

9.1.1.1 Formulaciones de chocolate saborizado con orejuela

Se formulan 3 chocolates saborizados con orejuela en diferentes concentraciones.

Tabla 12. Formulación de chocolate al 70% de cacao saborizado con *Cymbopetalum penduliflorum*

Ingredientes	Código de muestra 207	Código de muestra 115	Código de muestra 936
Cacao	70%	70%	70%
Azúcar	27%	28%	29%
Orejuela	3%	2%	1%
Total	100%	100%	100%

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

9.1.1.2 Formulaciones de chocolate saborizado con pimienta gorda

Se formulan 3 chocolates saborizados con pimienta gorda en diferentes concentraciones.

Tabla 13. Formulación de chocolate al 70% de cacao saborizado con pimienta dioca (L) Merrill.

Ingredientes	Código de muestra 305	Código de muestra 472	Código de muestra 851
Cacao	70%	70%	70%
Azúcar	27%	28%	29%
Pimienta Gorda	3%	2%	1%
Total	100%	100%	100%

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

9.1.1.3 Formulaciones de chocolate saborizado con vainilla

Se formulan 3 chocolates saborizados con vainilla en diferentes concentraciones.

Tabla 14. Formulación de chocolate al 70% de cacao saborizado con Vanilla planifolia.

Ingredientes	Código de muestra 542	Código de muestra 730	Código de muestra 619
Cacao	70%	70%	70%
Azúcar	27%	28%	29%
Vainilla	3%	2%	1%
Total	100%	100%	100%

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

9.1.2 Transformación de las semillas de cacao a chocolate

A continuación, se detallan los procesos aplicados a la transformación de la semilla de cacao fermentado de la variedad criollo proveniente de Lachúa, Alta Verapaz para el procesamiento de un chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla.

9.1.2.1 Selección y limpieza

Esta etapa tiene como fin eliminar los cuerpos extraños, como: metales, piedras, trozos de madera, vidrios, entre otros. Luego de esta operación es posible que aún queden residuos, los cuales se eliminan posteriormente en forma manual mediante limpieza y lavado (Miguez, 2019).

9.1.2.2 Pre-tostado

Se tuestan los granos con la finalidad de “acentuar el sabor y color del grano. La temperatura, tiempo y grado de humedad involucrados en el tostado depende en el tipo de granos a procesar y el tipo de chocolate o productos requeridos del procesamiento (Miguez, 2019). El estándar está fijado usando la relación tiempo, temperatura (125 °C, 30 min) de tostado a flujo continuo de 850 kg/h (Cavezas & Eras, 2015; Vega et al., 2016).

9.1.2.3 Descascarillado

Es el proceso en el que se elimina la cáscara, la cual constituye la cubierta exterior de la semilla del cacao (Escobar et al., 2013). Este es eliminado por aireación en la mayoría de ocasiones, es primordial su completa eliminación dado que su presencia puede generar sabores no deseados en el producto final (Miguez, 2019).

9.1.2.4 Tostado

Es la operación esencial donde primariamente, a partir del contenido de humedad natural, en combinación con el calentamiento, se promueve un conjunto de reacciones químicas, en las cuales intervienen los compuestos precursores formados durante la fermentación y el secado, que luego darán origen al sabor y aroma inicial del chocolate (Miguez, 2019). Para ello es necesario una temperatura entre 135 a 150 °C durante 7 min (Cavezas & Eras, 2015).

9.1.2.5 Molienda

Las almendras de cacao se muelen para producir el licor de cacao; luego las partículas del cacao son suspendidas en manteca de cacao fundida. El cacao tostado y limpio se muele mediante rodillos; anteriormente se empleaban rodillos fabricados de granito, pero ahora los de acero se usan con mayor regularidad (Miguez, 2019).

9.1.2.6 Refinado

La mezcla se somete a un proceso de refinado a través de una serie de rodillos hasta obtener una pasta suave. Este refinado mejora la textura del chocolate (Miguez, 2019).

9.1.2.7 Conchado

Es de vital importancia para obtener un producto de calidad y desarrolla aún más sabor y la textura, reduciendo la acidez. La velocidad, la duración (hasta tres días) y la temperatura del amasado (entre 60 y 75 °C) afectan al sabor. Una alternativa al conchado es un proceso de emulsión con una máquina que funciona como un batidor pero que no aporta la calidad final. Estas alternativas de reducción de costes no se utilizan por los grandes maestros chocolateros (Miguez, 2019).

9.1.2.8 Templado

Sirve para enfriar la mezcla hasta 40 °C para que la cristalización de la manteca de cacao sea estable, haciéndola pasar a través de un sistema de calefacción, enfriamiento y recalentamiento. Esto evita la decoloración y la floración de grasa en el producto mediante la prevención de ciertas formas cristalinas de la manteca de cacao en desarrollo (Miguez, 2019).

9.1.2.9 Enfriado

La mezcla se coloca en moldes en una cámara de enfriamiento. Una vez frío es empaquetado sépticamente, distribuido y almacenado (Miguez, 2019).

Diagrama de flujo

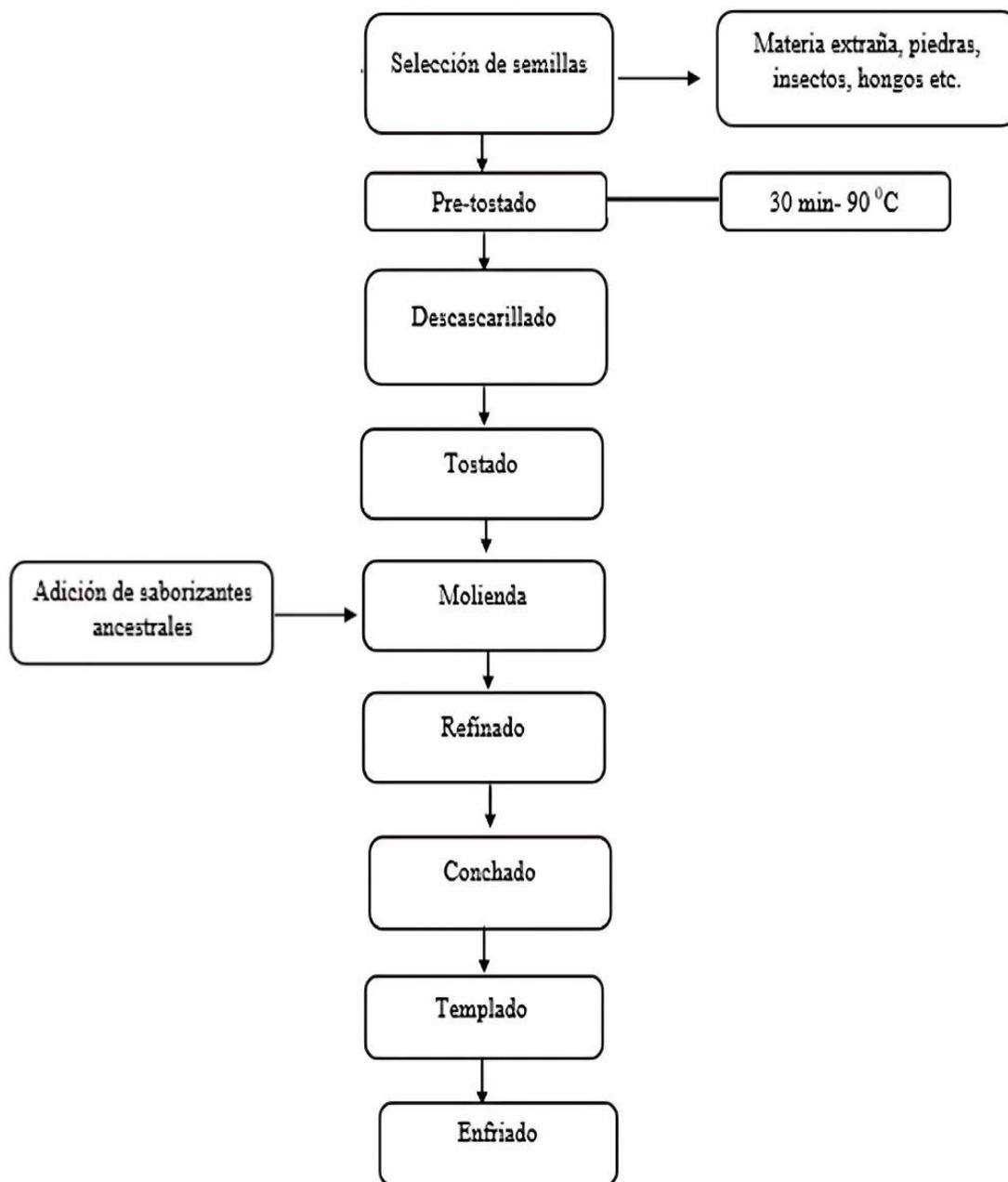


Ilustración 13. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de chocolate.

Fuente: (Elaboración propia, 2023).

9.2 Segunda fase

9.2.1 Evaluación sensorial

Esta evaluación sensorial se realizó en base a los atributos de los chocolates saborizados con orejuela, pimienta gorda y vainilla: color, olor, sabor y textura.

En base a los tipos de pruebas sensoriales a realizar según los aspectos a evaluar se hará uso de las siguientes técnicas de evaluación, en el panel piloto:

9.2.1.2 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 utilizaron escalas de calificación de las muestras. A través de un modelo de preferencial y satisfacción se evaluará a través de las siguientes pruebas:

- *Prueba de escala hedónica verbal*

Consiste en pedirle a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto, al presentársele una escala hedónica o de satisfacción, de forma verbal, la escala verbal va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo, entonces las escalas deben ser impares con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta.

A continuación, se detalla en la siguiente tabla el proceso de codificación de las muestras puestas a evaluación sensorial para determinar su grado de aceptabilidad:

Tabla 15. Codificación de muestras, prueba hedónica verbal para chocolate saborizado con Cymbopetalum penduliflorum

	Chocolate saborizado con orejuela	Chocolate saborizado con orejuela	Chocolate saborizado con orejuela
Código	207	115	936

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Tabla 16. Codificación de muestras, prueba hedónica verbal para chocolate saborizado con Pimienta dioca (L) Merrill.

	Chocolate	Chocolate	Chocolate
Muestra	saborizado con	saborizado con	saborizado con
	pimienta gorda	pimienta gorda	pimienta gorda
Código	305	472	851

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Tabla 17. Codificación de muestras, prueba hedónica verbal para chocolate saborizado con Vanilla planifolia.

	Chocolate	Chocolate	Chocolate
Muestra	saborizado con	saborizado con	saborizado con
	vainilla	vainilla	vainilla
Código	542	730	619

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Esta evaluará que tanto nivel de gusto genera el chocolate en el panelista, quien decidirá entre la escala hedónica de 9 puntos. **Apéndice 1.** Escala hedónica verbal, página 80.

9.3 Tercera fase

Esta parte de la investigación se someterá a los análisis fisicoquímicos de los chocolates obtenidos.

9.3.1 Determinaciones fisicoquímicas de las semillas de cacao

Se realizaron en los laboratorios de las facultades de Ciencias Químicas y Farmacia, Agronomía y Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se determinarán los parámetros de pH, contenido graso, fibra cruda, proteína cruda, carbohidratos, cenizas y oligoelementos (hierro, zinc y magnesio).

10. Resultados y discusión de resultados

10.1 Resultados de panel sensorial para chocolate saborizado con orejuela, pimienta gorda y vainilla

Tabla 18. Codificación de muestras, prueba hedónica verbal para tres chocolates saborizados con orejuela, tres chocolates saborizados con pimienta gorda y tres chocolates saborizados con vainilla.

ANDEVA BLOQUES AL AZAR				
Tratamiento	I	II	III	IV
730 V	7.70	8.67	8.73	8.67
542 V	7.90	7.67	8.03	8.03
619 V	7.17	6.73	6.95	7.17
305 P	5.37	5.20	7.20	7.27
472 P	7.87	7.73	8.4	8.00
851 P	8.63	8.47	8.5	8.53
207 Or	7.53	7.63	7.73	7.30
115 Or	8.47	8.4	8.23	8.40
936 Or	6.97	6.87	6.90	7.17

Fuente: (Del Cid Flores, 2024)

Tabla 19. Análisis de varianza

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	19.71	8	2.46	14.26	2.36
Bloque	1.08	3	0.36	2.09	3.01
Error	4.15	24	0.17	---	---
Total	24.94	35	---	---	---

Fuente: (Del Cid Flores, 2024)

Conclusiones

- Existe diferencia estadística entre los tratamientos.
- No existe diferencia estadística en cuanto a los atributos sensoriales.

Tabla 20. Resumen de medias de puntuación

TRATAMIENTOS	SABOR	AROMA	COLOR	TEXTURA	FC	FT	ORDEN DE ACEPTACIÓN
730 V	7.7	8.67	8.73	8.67	33.77	8.4425	2
542 V	7.9	7.67	8.03	8.03	31.63	7.9075	
394 V	7.17	6.73	6.95	7.17	28.02	7.005	
305 P	5.37	5.2	7.2	7.27	25.04	6.26	
472 P	7.87	7.73	8.4	8.00	32.00	8.00	
851 P	8.63	8.47	8.5	8.53	34.13	8.5325	1
207 Or	7.53	7.63	7.73	7.30	30.19	7.5475	
115 Or	8.47	8.4	8.23	8.40	33.5	8.375	3
936 Or	6.97	6.87	6.9	7.17	27.91	6.9775	

Fuente: (Del Cid Flores, 2024)

El análisis de los resultados en el panel sensorial revela diferencias significativas en la aceptabilidad de los distintos tratamientos de chocolate saborizado con orejuela, pimienta gorda y vainilla. El tratamiento 851 P (chocolate con pimienta gorda) obtuvo el mayor puntaje de aceptabilidad (8.53), seguido por el tratamiento 730 V (chocolate con vainilla) con 8.44 y el tratamiento 115 Or (chocolate con orejuela) con 8.38. Estos resultados indican una clara preferencia por los sabores especiados y dulces en la formulación de chocolates.

La preferencia por el tratamiento 851 P sugiere que la pimienta gorda aporta un perfil sensorial atractivo en combinación con el cacao. Este ingrediente es conocido por sus notas especiadas y ligeramente dulces, lo que podría realzar la percepción del chocolate como un producto sofisticado y complejo. Estudios previos han demostrado que la incorporación de especias en productos de cacao puede mejorar la percepción sensorial al aumentar la profundidad de los sabores y la persistencia gustativa. Además, la pimienta gorda contiene compuestos aromáticos como el eugenol, que pueden contribuir a una experiencia sensorial más rica y placentera.

A partir de los resultados del panel sensorial (Ver Apéndice 2 al 13, página 79) y el análisis estadístico se logró formular un chocolate con los sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda

y vainilla, utilizando las concentraciones de las muestras 851 P, 730 V y 115 Or, siendo la siguiente la formulación final:

Tabla 21. Formulación de un chocolate saborizado con orejuela, pimienta gorda y vainilla.

Ingredientes	Porcentaje
Cacao	70%
Azúcar	25%
Pimienta gorda	1%
Vainilla	2%
Orejuela	2%
Total	100%

Fuente: (Elaboración propia, 2024).

Se establecieron las bondades nutricionales del producto final donde se pudo determinar la cantidad de proteínas, fibra cruda, cenizas y extracto lípido mediante el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. También se realizaron análisis de laboratorio de las materias primas como el cacao, pimienta gorda y orejuela; según los resultados, el producto final sigue con la presencia de proteínas, fibra cruda, cenizas y extracto lípido por lo que el proceso de elaboración de chocolate que incluye secado, triturado y condiciones de temperatura controladas no afectó el aporte nutricional del producto, cabe resaltar que el chocolate cuenta con un 15.8% de proteína. (Ver Apéndice 14, página 91).

El siguiente análisis fue realizado en el Laboratorio de suelo, planta, agua “Salvador Castillo Orellana”, de la Facultad de Agronomía, ubicado en el edificio UVIGER de la Universidad de San Carlos de Guatemala. A partir de las cenizas obtenidas en el primer laboratorio se pudo conocer la cantidad de fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, cobre, zinc, hierro y manganeso; tanto a las materias primas pimienta gorda, cacao y orejuela, como al chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla. (Ver Apéndice 15, página 92).

Por otro lado, el chocolate con vainilla (730 V) también obtuvo una alta aceptabilidad, lo que se alinea con el uso tradicional de la vainilla como un potenciador del sabor del cacao. La vainillina, principal compuesto aromático de la vainilla, es ampliamente utilizada en la industria chocolatera por su capacidad para suavizar notas amargas y aportar una sensación dulce y cremosa. Cabe destacar que el análisis realizado en la Unidad de Análisis Instrumental de la Escuela de Química confirmó un alto porcentaje de vainillina (5.68%) en las vainas utilizadas, lo que podría haber influido positivamente en la percepción del producto. (Ver Apéndice 16, página 93).

El tratamiento 115 Or, elaborado con orejuela, alcanzó el tercer lugar en aceptabilidad. Este resultado es relevante, ya que la orejuela es un ingrediente menos conocido en la formulación de chocolates, lo que podría haber influido en la percepción del consumidor. Sin embargo, su aceptabilidad relativamente alta indica que este sabor tiene potencial de ser explorado y optimizado en futuras formulaciones. La orejuela podría ofrecer un valor agregado como un ingrediente tradicional con propiedades sensoriales distintivas, contribuyendo a la diferenciación del producto en el mercado.

En contraste, los tratamientos con menor aceptabilidad, como el 305 P (5.37) y el 936 Or (6.97), sugieren que ciertos niveles de estos ingredientes pueden no ser del agrado del consumidor. Esto podría deberse a una concentración excesiva de compuestos amargos o a una interacción desfavorable con la matriz del chocolate. En futuras investigaciones, sería conveniente evaluar la influencia de diferentes concentraciones y métodos de procesamiento para mejorar la aceptabilidad de estos tratamientos.

Desde un punto de vista nutricional, la formulación final del chocolate, basada en los tratamientos con mayor aceptabilidad, mantiene un perfil rico en nutrientes. La evaluación en el laboratorio de Bromatología confirmó que el producto conserva un contenido significativo de proteínas (15.8%), fibra cruda, cenizas y extracto lipídico, lo que lo posiciona como un alimento con valor funcional. Asimismo, la presencia de minerales esenciales como fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, cobre, zinc, hierro y manganeso refuerza su potencial como un producto nutritivo y diferenciado.

En términos de aplicabilidad, los resultados sugieren que la formulación de chocolates con ingredientes ancestrales puede representar una innovación en el mercado de chocolates gourmet.

La combinación de cacao con especias y sabores tradicionales no solo mejora la aceptabilidad sensorial, sino que también ofrece una propuesta diferenciadora para consumidores interesados en experiencias gastronómicas auténticas y saludables. Además, la inclusión de ingredientes nativos podría fomentar el desarrollo de productos con identidad cultural, generando oportunidades para la valorización de materias primas locales.

Finalmente, aunque se identificaron diferencias significativas entre los tratamientos, los atributos sensoriales individuales no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Esto sugiere que la aceptabilidad del producto es un fenómeno multidimensional, influenciado por la combinación equilibrada de sabor, aroma, color y textura. Futuras investigaciones podrían explorar la percepción del consumidor a través de pruebas de preferencia más detalladas o estudios de mercado para determinar el potencial comercial de estas formulaciones.

El presente estudio demuestra que la incorporación de ingredientes ancestrales como la pimienta gorda, la vainilla y la orejuela en la formulación de chocolates es viable tanto desde una perspectiva sensorial como nutricional. Estos hallazgos abren la puerta a nuevas líneas de investigación y desarrollo en la industria chocolatera, promoviendo la innovación basada en la riqueza gastronómica y cultural.

11. Cronograma

Tabla 22. Cronograma de actividades

Actividades	Calendario																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Noviembre 2019																															
Correcciones por terna evaluadora																															
Correcciones por terna evaluadora																															
Octubre 2024																															
Realizar panel de evaluación sensorial																															
Obtención de resultados del panel de evaluación sensorial																															
Noviembre 2024																															
Enviar muestras de chocolate saborizado con orejuela, pimienta gorda y vainilla, a los diferentes laboratorios																															
Obtención de resultados de análisis de laboratorio																															
Enero 2025																															
Presentar Seminario 2																															
Realizar correcciones indicadas por evaluadores																															
Presentar correcciones realizadas																															
Presentar a comisión de tesis cartas de correcciones aprobada por evaluadores																															
Someter tesis a aval académico																															

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

12. Conclusiones

12.1 El estudio realizado ha permitido formular un chocolate con los sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla; basándose en la aceptabilidad estadística de las formulaciones evaluadas. La formulación final obtenida consiste en un chocolate con 70 % de cacao, 25 % de azúcar, 2 % de orejuela, 2 % de vainilla y 1 % de pimienta gorda. Estos hallazgos no solo validan la viabilidad sensorial y nutricional de la propuesta, sino que destacan el potencial de estas materias primas para la diversificación y valorización del mercado chocolatero.

12.2 Por medio de la evaluación sensorial se lograron identificar las diferencias significativas en la aceptación de cada una. El análisis estadístico demostró que los mejores porcentajes que se deben utilizar en la formulación final para la elaboración de un chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla, son las muestras con código 851 P, 730 V y 115 Or. No existe diferencia estadística significativa entre los demás productos evaluados.

12.3 Mediante los análisis de laboratorio para determinar la composición nutricional del chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla, se demostró que el producto final obtenido mantiene las bondades nutricionales de las materias primas como lo son minerales, proteína y fibra cruda, por lo que las operaciones unitarias de secado, molienda y temperatura no afectaron la calidad del producto.

13. Recomendaciones

- 13.1** Estandarizar el proceso de producción de un chocolate con sabores ancestrales de orejuela, pimienta gorda y vainilla, a partir de la formulación obtenida en la investigación, para asegurar la calidad y consistencia del producto.

- 13.2** Realizar pruebas de vida útil del chocolate, considerando el contenido de azúcares y su potencial para el crecimiento de mohos y levaduras, y así garantizar la inocuidad del producto.

- 13.3** Promover el chocolate con sabores ancestrales, resaltando sus propiedades nutricionales y el uso de ingredientes autóctonos, para posicionarlo en el mercado y fomentar el consumo de productos locales.

- 13.4** Consumir junto con este chocolate oscuro al 70% de cacao, alimentos ricos en vitamina C, ya que existe evidencia científica que indica que la absorción de nutrientes es mayor en como proteína, hierro y fósforo.

14. Referencias bibliográficas

- Acebo, M., Rodríguez, J., & Quijano, J. (2016). *Industria de Cacao*. Quito: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- ADM. Cocoa. (2006). *The De Zaan. Cocoa manual*. Países Bajos: ADM. Cocoa.
- ADM. Cocoa. (2006). *The De Zaan. Cocoa manual*. Países Bajos: ADM. Cocoa.
- Alarcón, D. S. (Octubre de 2018). Chocolate: herencia mesoamericana para el mundo. *Ciencia*, 69(4), 64.
- Andújar, I., Recio, M., & Ríos, J. (2013). Cacao, actualización de sus propiedades beneficiosas para la salud. *Fitoterapia*, 5-21.
- Araujo, Q., Nascimento, J., & Almoosawi, S. (Agosto de 2013). Cacao and Human Health: from Head to Foot. Review. *ResearchGate*, 3-38. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/256445382>
- Avendaño, C., Villarreal, J., Campos, E., Gallardo, R., Mendoza, A., Aguirre, J., . . . Espinosa, S. (2011). *Diagnóstico del Cacao en México*. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Barrientos, L., Barrientos, T., Chajón, A., Villar, L., & Hernández, S. (2012). *Raíces Mayas de la gastronomía guatemalteca*. Nueva Guatemala de la Asunción: Editora Educativa.
- Behage, J. (2005). *Polvos de cacao sol lecitinados*. Slovenia: ADM. Cocoa.
- Bentley. (28 de Abril de 2014). *El origen y los tipos de cacao*. Obtenido de Alice Bentley: <http://alicebentleychocolates.com/index.php?route=pavblog/blog&id=12>
- Botanica Online. (s.f.). *El cacao*. Recuperado el 22 de Marzo de 2019, de Botanica-Online: <https://www.botanical-online.com/cacao.htm>
- Bowman, B., & Russel, R. (2004). *Conocimientos actuales sobre nutrición*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Brillant, J. (2001). *Fisiología del gusto*. Barcelona.
- Bye, R. A. (1990). *Plantas del Mercado Mexicano del siglo XVI*. México.
- Cárabez, A., & Chavarría, A. (2013). Bioquímica. En F. Martínez, & J. Pardo, *Química de los carbohidratos* (págs. 201-214). México: Universidad Autónoma de México.
- Carrillo, A., & León, A. (2006). *Desarrollo experimental del proceso para la obtención de una bebida fermentada a partir del mucilago de cacao*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Castaño, M. (2017). *Los carbohidratos*. I love pdf.

- Cavezas, S., & Eras, V. (2015). *Mejora del perfil sensorial de un semielaborado (licor de cacao) en una industria chocolatera aplicando un proceso térmico desbacterizado*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Chang, R. (2002). *Química*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Cocoa Food Co.,LTD. (2019). *Alibaba.com*. Recuperado el 9 de Mayo de 2019, de cacao en polvo para hornear: https://wxhdcocoa.en.alibaba.com/?tracelog=product_detail_cp
- Codini, M., Díaz, F., Ghirardi, M., & Villavicencio, I. (2004). *Obtención y Utilización de la Manteca de Cacao*. Rosario: Universidad del Centro Educativo Latinoamericano.
- Condor, Á. (2014). *Determinacion de grasa*. Lima: Universidad Peruana Los Andes. Obtenido de Det: https://www.academia.edu/7058121/PRACTICA_007_bromato?auto=download
- Consejería de Economía, innovación, ciencia y empleo. (2013). *Cacao*. Sevilla: Consejería de Economía, innovación, ciencia y empleo.
- Consejo Europeo de Información Alimentaria. (2004). *Guía de Principios Básicos Sobre Grasas*. Madrid: Fundación de la Industria de Alimentación y Bebidas.
- Contreras, J., & Pérez, M. (2011). *Instructivo para el control de calidad de granos de cacao*. Bogotá: COEXCA.
- Cordero, G. (2013). *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos de la cocina y en la industria alimentaria*. Madrid/Salamanca: Universidad Pablo de Olavide.
- Dagny Trading Company. (2019). *Alibaba.com*. Recuperado el 1 de Mayo de 2019, de Calidad del cacao cáscara: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Quality-Cocoa-Husk-50039239137.html>
- Del Cid Flores, M. A. (2021). Análisis estadístico. (A. Domínguez, Entrevistador)
- Departamento de Alimentos y Biotecnología. (2008). *Fundamentos y Técnicas de Análisis de Alimentos*. México: Facultad de Química-UNAM.
- Durán, D., & Doris, H. (1994). *La historia de las Indias de la Nueva España*. Oklahoma.
- Durán, E., & Dubón, A. (2016). *Tipos genéticos de cacao y distribución geográfica en Honduras*. La Lima: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola.
- Dylfer . (2018). *La fabricación del chocolate*. Recuperado el 10 de Abril de 2019, de Club del chocolate: <https://www.clubdelchocolate.com/82-la-fabricacion-del-chocolate.html>
- EcoDiario.Es. (27 de Enero de 2017). *EcoDiario.Es*. Recuperado el 21 de Febrero de 2019, de EcoDiario.Es:

<https://ecodiario.economista.es/ciencia/noticias/8112656/01/17/Las-ventajas-y-desventajas-de-comer-chocolate.html>

- Ecott, T. (2014). *Travels in search of the ice cream orchid, Vanilla*.
- Escobar, R., Arestegui, M., Moreno, A., & Sánchez, L. (2013). *Catálogo de maquinaria para el procesamiento de cacao*. Lima: Proyecto Energía, Desarrollo y Vida.
- Fallas, J. (2012). *Análisis de Varianza*. Creative Commons.
- Flores, M. A. (2015). *Estadística*. Mazatenango.
- Freire, A. (2009). *Panorama en la industria del chocolate*. Quito: Escuela Politécnica del Ejército de Ecuador.
- Gándara, N. (5 de Mayo de 2017). *Buscan convertir cacao en chocolate desde Guatemala*. Recuperado el 28 de Mayo de 2019, de Prensa Libre: <https://www.prensalibre.com/economia/buscan-convertir-cacao-en-chocolate-desde-guatemala/>
- García, A., Salval, J., Baeza, F., & Tenza, A. (2009). *Determinación de la Granulometría de un Árido*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Godínez, T. (2014). *Evaluación cualitativa de la cadena de valor de cacao en Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Economía.
- Gómez, J. A. (26 de febrero de 2012). *Herbotecnia*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Vanilla_planifolia
- Goyenola, G. (2007). *Determinación del pH*. Montevideo: Universidad de la República.
- Grupos de Trabajo de la Agrocadena de Cacao Región Norte y Región Sur de Guatemala. (2016). *Plan estratégico de la agrocadena de cacao de Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Ganadería, Alimentación y Agricultura.
- Guzmán, S. V. (2016). *Diagnóstico de la Cadena de Cacao*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- Helmuth, N. (2018). *Yaxhá*.
- Hernández, A. (2013). *Chocolate: historia de un nahuatlismo*. México: Instituto de Investigaciones Filológicas de la UNAM.
- Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- International Cocoa Organization Secretariat; World Bank. (9 de Mayo de 2019). *Index Mundi*. Recuperado el 10 de Mayo de 2019, de Cacao en grano precio Diario: <https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=granos-de-cacao>

- Kalvatchev, Z., Garzaro, D., & Guerra, F. (1,998). *Theobroma Cacao L.: un nuevo enfoque para nutrición y salud*. Caracas: Agroalimentaria.
- Kastenmayer, P. (1,997). Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. En H. Araya, G. Beecher, B. Burlingame, R. Chateaneuf, J. Pierre, C. Davis, . . . N. Romero, *Análisis de minerales y elementos traza en alimentos* (págs. 271-294). Santiago: Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición.
- Keen, C. (2,001). Chocolate: Food as Medicine/Medicine as Food. *Journal of The American College of Nutrition*, 436-439.
- Kirk, R., Egan, H., & Sawyer, R. (1,996). *Composición y análisis de alimentos de Pearson*. Continental.
- Lemay, T., Lemay, E., Bursten, & Burdge, J. (2,004). *Química*. México: Pearson Education.
- Linares, H. (2,015). *Chocolate y cacao*. Guatemala: Ministerio de Economía-Unión Europea.
- Linneo, C. (1,753). *Species Plantarum 2*. Estocolmo: Systema Naturae.
- Márquez, B. (2,014). *Cenizas y Grasas*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Mella, Á., Borguenson, R., & Masson, L. (1,987). Composición química y valor calórico de los chocolates. Características físicas y químicas de la materia grasa. *Ciencia, Tecnología e Industria Alimentaria*, 7-14.
- Merrington, M., & Thompson, C. (1,943). *Tables of porcentage points of the inverted beta (F) distribution*. Biometrika.
- Miguez, L. d. (9 de Noviembre de 2019). Transformación del cacao. (A. M. Curiel, Entrevistador)
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2,014). *Perfil comercial del cacao*. Guatemala: MAGA-Union Europea.
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). (2015). *Ficha Técnica del Cultivo del Cacao*. Panamá: Dirección de Agricultura.
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario [MIDA]. (2,015). *Ficha Técnica del Cultivo del Cacao*. Panamá: Dirección de Agricultura.
- Morales, J., Garcia, A., & Mendez, E. (2,012). *¿Qué sabe usted acerca de...Cacao?* México: Asociación Faramceutica Mexicana.
- Mundochapin.com. (s.f.). *El cacao, la bebida de los dioses en la cultura maya*. Recuperado el 23 de Marzo de 2019, de Mundo Chapin: <https://mundochapin.com/2011/12/el-cacao-kakaw-la-bebida-de-los-dioses/2802/>

- Normas Mexicanas. (1,978). *Determinación de Fibra Cruda en Alimentos*. México: Ley General de Normas y de Pesas y Medidas.
- Orozco, N. (2,017). *Licor de cacao, cocoa y manteca de cacao*. México: Escuela Mexicana de Chocolatería y Confitería.
- (2,012). *Perfil del Mercado y Competitividad Exportadora de Cacao*. Peru.
- Perrier de la Bathie, H. (1934). *Les vanilles de Madagascar*.
- Phillips, W., Arciniegas, A., Mata, A., & Motamayor, J. (2,012). *Catálogo de clones de cacao*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- R. Govaerts, M. C. (2005). *World Checklist of Orchidaceae*. Brasil.
- Rain, P. (1995). *The legend of vanilla*.
- Ramírez, A., & Cámara, M. (2,012). Los oligoelementos en la naturaleza. *Anales de la Real Academia de Doctores de España*, 155-159.
- Ramírez, D., & Arrubla, J. (2,016). *Implementation of a method of determination crude fiber raw materials and finished product*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Recinos, A. (2013). *Popol Vuh*. México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Reuters. (29 de Mayo de 2,018). *gob.mx*. Obtenido de Reporte diario de Precios de Contado en diversos Mercados Internacionales:
<https://info.aseca.gob.mx/fisicos/fisico.asp?de=cacao>
- Rodríguez, J. (10 de Noviembre de 2,009). *Aprovechamiento del mucilago de cacao en la gastronomía*. Recuperado el 10 de Abril de 2019, de Repositorio Digital:
<http://repositorio.iti.edu.ec/handle/123456789/42>
- Romero. (1,997). Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. En H. Araya, G. Beecher, B. Burlingame, R. Chateaufeuf, J. Pierre, C. Davis, . . . N. Romero, *Métodos de análisis para la determinación de nitrógeno y constituyentes nitrogenados en alimentos* (págs. 165-176). Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Romero, X., Navarro, P., & Noguera, J. (2,005). *Acidez Y pH*. Mérida: Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química.
- Sahagún, B. (2012). *Historia general de las cosas de Nueva España*.
- Sánchez, J. (2,012). *Cascarilla de cacao*. Recuperado el 10 de Abril de 2019, de Molienda Perú: <http://moliendadeharinasyespecias.com/productos/cascarilla-de-cacao.html>
- Sancho, J., Bota, E., & De Castro, J. (1,999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Barcelona: Universidad de Barcelona.

- Say, E., Villalobos, M., Escobedo, A., Sánchez, Y., & Somarriba, E. (2013). *Uso actual y oferta de tecnologías sostenibles en las cadenas de valor del cacao en Guatemala para mejorar la seguridad alimentaria*. Guatemala: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Silveira, M., Monereo, S., & Molina, B. (2003). Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos? *Salud Pública*, 318-331.
- Soto Arenas, M. A. (2010). *A new infrageneric classification and synopsis of the genus Vanilla Plum*.
- Stobart, T. (1977). *Herbs, Spices and Flavourings*.
- Sucden. (s.f.). *Diagrama de flujo del proceso*. Recuperado el 5 de Abril de 2019, de S y D. SUCDEN: <https://www.sucden.com/es/products-and-services/cocoa/process-flowchart/>
- Surco, J., & Alvarado, J. (2011). Estudio estadístico de pruebas sensoriales de harinas compuestas para panificación. *Revista boliviana de química*, 79-87.

14 Anexos

Anexo 1.

EVALUACIÓN No.

EVALUACIÓN DE CALIDAD DE CACAO SECO EN GRANO			
ORIGEN DE LA MUESTRA		ORGANIZACIÓN	
Nº LOTE		MUNICIPIO/DEPARTAM.	
FECHA DE MUESTREO		FECHA DE EVALUACIÓN	
CÓDIGO DE LA MUESTRA		EVALUADOR	

1. Descripción general

Muestra	Criterio	Valor de referencia	Medición
Muestra de 1.000 gr.	Aroma de la muestra Apariencia externa de la muestra	Típica de cacao (T), Atípica (A) Homogénea (H), No homogénea (NH)	

2. Material tamizado

1.000 gr. (tamizado, malla de 5,00 mm)	Material tamizado (gr.)	Partículas extrañas, tierra, restos de cacao, cascavilla, otros, en gramos y luego expresado como % sobre los 1.000 gr.	
A. Subtotal Tamizado %			

3. Residuos y material extraño

Separación manual en la muestra restante, medición en peso y % expresado sobre la muestra de 1.000 gr.	Contenido residuos (cacao) (%)	Partes de cáscaras, granos, placentas, hojas u otras partes de cacao.	
	Granos aplastados o partidos (pasilla) (%)	Granos planos que no permiten su corte longitudinal.	
	Contenido materias extrañas (%)	Piedras, madera, hojas, granos de suelo y otros materiales no propios de la planta de cacao.	
	Restos de insectos (%)	Partes o insectos enteros, vivos o muertos en la muestra.	
	Granos pegados (%)	Dos o más granos que se encuentran fuertemente pegados	
B. Subtotal residuos y material extraño% (suma)			
Total granos enteros (100% - A-B)			

4. Índice de grano y humedad

		1	2	3	Promedio
3 submuestras, peso según el equipo de medición	Contenido de humedad % (m/m)				
3 submuestras, cada una de 100 granos	Índice de grano (peso de 100 granos expresado en gramos)				

5. Evaluación sobre corte de granos enteros

		1	2	3	Promedio
3 submuestras de 100 granos enteros c/u, (prueba de corte, expresado en %). La suma de cada columna debe ser de 100%	Granos sin fermentar, violetas (%)				
	Granos sobre fermentados (%)				
	Granos dañados por insectos (%)				
	Granos germinados (%)				
	Granos mohosos (%)				
	Granos pizarrosos (%)				
	Granos con manchas blancas (%)				
	Completamente fermentados (%)				
Parcialmente fermentados (%)					
Suma (debe ser 100%)					

% de fermentación total (suma de los promedios de completa y parcialmente fermentados)

% de granos no deseados (100% - % fermentación total)

6. Análisis de laboratorio de granos enteros

		1	2	3	Promedio
En grano sin cascavilla	pH				
En grano sin cascavilla	Cadmio (ppm), Nº análisis: 1356 CD				

RESULTADOS EVALUACIÓN

EVALUACIÓN GLOBAL	Grado 1 <input type="checkbox"/>	Grado 2 <input type="checkbox"/>	Grado 3 <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES GENERALES	<input type="text"/>		

Ilustración 14. Hoja de evaluación de control de calidad del grano de cacao

Fuente: (Contreras & Pérez, 2,011)

Anexo 2.

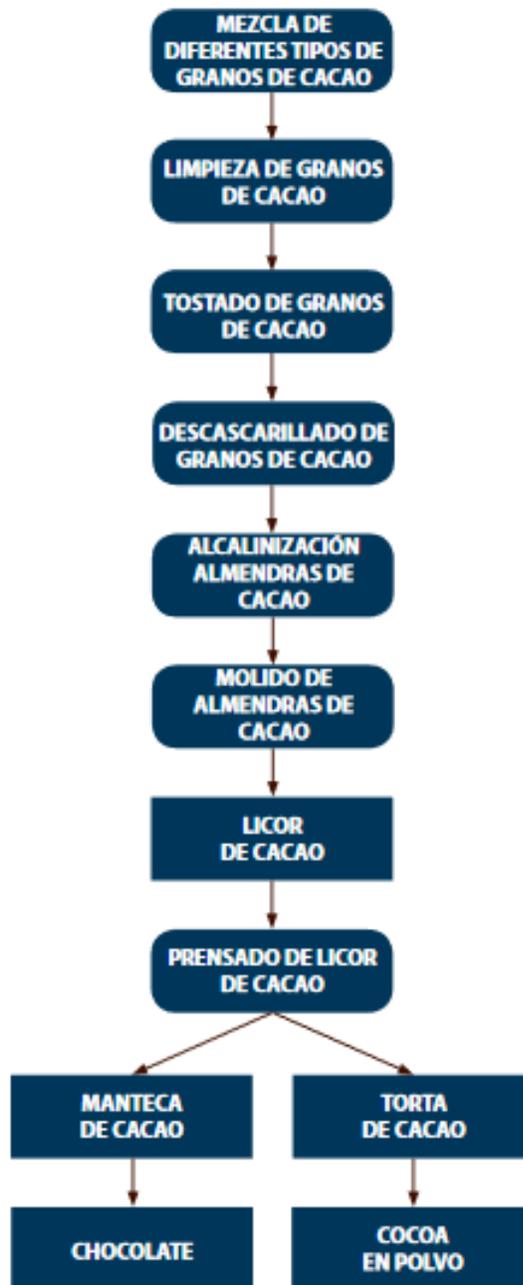


Ilustración 15. Diagrama de flujo del proceso de transformación del cacao

Fuente: (Contreras & Pérez, 2,011)

Anexo 3.

Tabla 23. Tabla de valores F de la distribución Fisher



□ Valores de F para distribuciones F con 0.05 del área en el extremo derecho

		Grados de libertad en el numerador															∞				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30		40	60	120	
Ejemplo: Para encontrar F para 0.05 del área bajo la curva, en una distribución F con 15 grados de libertad para el numerador y 6 grados de libertad para el denominador, busque en la columna correspondiente a 15 grados de libertad en el numerador y en el renglón de los 6 grados de libertad; el valor apropiado es 3.94.	1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	246	248	249	250	251	252	253	254	
	2	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
	3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
	4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63	5.61
	5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.37	4.35
	6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67	3.65
	7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23	3.21
	8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93	2.91
	9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71	2.69
	10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54	2.52
	11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40	2.38
	12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30	2.28
	13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21	2.19
	14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13	2.11
	15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07	2.05
	16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.99
	17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96	1.94
	18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92	1.90
	19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88	1.86
	20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84	1.82
	21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.17	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81	1.79
	22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78	1.76
	23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.75	1.73
	24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73	1.71
	25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71	1.69
	30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62	1.60
	40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51	1.49
	60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39	1.37
	120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25	1.23
	∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.10	1.08

Fuente: (Merrington & Thompson, 1,943)

13. Apéndices



Apéndice 1

Formato 3. Escala hedónica verbal

Boleta No. _____

Fecha: _____ Hora: _____

Instrucciones: Frente a usted hay tres muestras codificadas de chocolate, las cuales debe probar una a la vez y marque con una X la casilla para cada una de las muestras según sea su satisfacción. Debe beber agua entre cada prueba que deguste.

	Atributo	Sabor		
Muestra		207	115	936
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta poco				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta poco				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

Observaciones: _____

	Atributo	Aroma		
Muestra		207	115	936
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta poco				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta poco				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

Observaciones: _____

<i>Atributo</i>	<i>Color</i>
-----------------	--------------

Muestra	207	115	936
Me gusta muchísimo			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta muchísimo			

Observaciones: _____

<i>Atributo</i>	<i>Textura</i>
-----------------	----------------

Muestra	207	115	936
Me gusta muchísimo			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta muchísimo			

Observaciones: _____

¡MUCHAS GRACIAS!

Apéndice 2. Tabulación de datos del panel piloto de evaluación sensorial

Tabla 24. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo sabor orejuela

Panelista	207	115	936
1	6	8	7
2	9	9	7
3	8	9	8
4	8	9	6
5	7	9	9
6	6	9	8
7	8	8	6
8	7	9	8
9	8	9	9
10	7	9	4
11	4	8	3
12	9	9	9
13	7	7	7
14	8	9	5
15	7	9	6
16	8	8	7
17	9	9	9
18	8	9	7
19	7	9	9
20	7	9	5
21	8	9	9
22	7	8	7
23	7	9	9
24	9	7	7
25	8	9	6
26	7	7	6
27	9	8	5
28	8	7	9
29	3	8	4
30	2	8	8
Promedio	7.53	8.47	6.97

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 3

Tabla 25. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo aroma orejuela

Panelista	207	115	936
1	6	8	7
2	9	9	7
3	7	9	8
4	7	9	6
5	7	9	9
6	7	9	8
7	8	8	6
8	7	9	8
9	8	9	9
10	7	9	4
11	9	8	5
12	9	9	9
13	7	6	7
14	8	9	5
15	7	9	6
16	8	8	7
17	9	9	9
18	8	9	7
19	7	9	9
20	7	9	5
21	8	9	9
22	7	8	7
23	7	9	5
24	9	7	7
25	8	8	6
26	7	7	6
27	9	8	4
28	8	7	7
29	7	8	4
30	7	8	8
Promedio	7.63	8.40	6.80

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 4

Tabla 26. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo color orejuela

Panelista	207	115	936
1	6	8	9
2	9	9	7
3	7	9	8
4	7	9	6
5	7	9	9
6	7	9	8
7	9	8	6
8	7	9	8
9	8	9	9
10	7	9	4
11	9	8	5
12	9	9	9
13	7	6	7
14	8	9	5
15	7	9	6
16	8	7	7
17	9	9	9
18	9	9	7
19	7	9	9
20	7	9	5
21	8	6	9
22	7	8	7
23	7	9	5
24	9	7	7
25	8	8	6
26	7	7	6
27	9	8	5
28	9	7	7
29	7	7	4
30	7	8	8
Promedio	7.73	8.23	6.90

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 5

Tabla 27. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo textura orejuela

Panelista	207	115	936
1	6	8	9
2	9	9	7
3	8	9	8
4	8	9	6
5	6	9	9
6	7	9	8
7	9	8	6
8	7	9	8
9	8	9	9
10	7	9	8
11	9	8	5
12	5	9	9
13	8	8	7
14	8	9	5
15	6	9	6
16	8	7	7
17	9	9	9
18	5	9	8
19	6	9	9
20	7	9	5
21	8	9	9
22	8	8	7
23	7	9	5
24	9	7	8
25	8	8	6
26	6	7	6
27	5	8	5
28	9	7	7
29	8	7	6
30	5	8	8
Promedio	7.30	8.40	7.17

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 6

Tabla 28. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo sabor pimienta gorda

Panelista	305	472	851
1	6	8	8
2	9	6	9
3	5	6	9
4	4	9	9
5	6	9	9
6	7	9	9
7	9	8	8
8	5	9	9
9	3	6	9
10	7	9	9
11	9	8	8
12	5	9	9
13	4	8	9
14	1	9	9
15	6	9	9
16	8	7	9
17	4	9	9
18	5	6	9
19	6	9	9
20	1	6	9
21	8	9	9
22	8	8	8
23	5	9	9
24	1	6	7
25	3	8	9
26	6	7	7
27	5	8	9
28	1	7	7
29	1	7	9
30	5	8	8
Promedio	5.37	7.87	8.63

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 7

Tabla 29. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo aroma pimienta gorda

Panelista	305	472	851
1	7	8	8
2	8	6	8
3	5	6	9
4	4	7	9
5	6	9	9
6	7	7	9
7	9	8	8
8	5	9	7
9	3	6	9
10	7	9	9
11	8	8	8
12	5	9	9
13	4	8	9
14	1	9	8
15	6	9	9
16	8	7	9
17	5	9	9
18	5	6	9
19	7	9	9
20	1	6	8
21	8	9	9
22	8	7	8
23	5	9	9
24	1	7	7
25	3	8	9
26	7	7	7
27	5	8	9
28	1	7	7
29	1	7	9
30	5	8	8
Promedio	5.20	7.73	8.47

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 8

Tabla 30. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo color pimienta gorda

Panelista	305	472	851
1	9	8	8
2	8	6	9
3	6	6	9
4	4	6	9
5	6	9	9
6	9	7	9
7	9	8	8
8	5	9	7
9	9	6	9
10	7	9	9
11	8	8	8
12	6	9	9
13	4	8	9
14	9	9	8
15	6	9	9
16	8	8	9
17	6	9	9
18	5	6	9
19	7	9	9
20	9	6	8
21	8	9	9
22	8	7	8
23	5	9	9
24	9	9	7
25	9	8	9
26	7	7	7
27	5	8	9
28	9	7	7
29	6	7	9
30	5	8	8
Promedio	7.20	8.40	8.50

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 9

Tabla 31. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo textura pimienta gorda

Panelista	305	472	851
1	8	8	8
2	8	9	9
3	6	6	9
4	8	7	9
5	6	9	9
6	9	7	9
7	9	8	8
8	7	9	8
9	9	7	9
10	7	9	9
11	8	8	8
12	6	9	9
13	8	8	9
14	8	9	8
15	6	9	9
16	8	8	9
17	6	9	9
18	5	6	9
19	7	9	9
20	8	7	8
21	8	9	9
22	8	7	8
23	5	9	9
24	9	9	7
25	9	8	9
26	7	7	7
27	5	8	9
28	9	7	7
29	6	7	9
30	5	8	8
Promedio	7.27	8	8.53

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 10*Tabla 32. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo sabor vainilla*

Panelista	542	730	619
1	8	8	8
2	8	6	8
3	9	6	6
4	9	9	4
5	9	9	6
6	9	9	9
7	8	8	9
8	8	9	8
9	9	6	9
10	9	9	7
11	8	8	8
12	9	9	6
13	9	8	4
14	8	9	9
15	9	9	6
16	9	7	8
17	9	9	6
18	9	7	7
19	9	9	7
20	8	6	9
21	9	9	8
22	8	8	8
23	9	9	5
24	8	6	9
25	9	8	9
26	7	7	7
27	9	8	5
28	7	7	9
29	9	7	6
30	8	8	5
Promedio	8.70	7.90	7.17

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 11

Tabla 33. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo aroma vainilla

Panelista	542	730	619
1	8	8	8
2	9	6	7
3	9	6	6
4	9	9	4
5	9	5	6
6	9	9	7
7	8	8	7
8	8	9	7
9	9	6	9
10	9	9	7
11	7	8	8
12	9	9	6
13	9	8	4
14	8	9	9
15	9	9	5
16	9	5	8
17	9	9	6
18	9	7	7
19	9	9	7
20	7	5	7
21	9	9	8
22	8	8	4
23	9	9	5
24	8	6	9
25	9	8	9
26	7	7	7
27	9	8	5
28	7	7	9
29	9	7	6
30	8	8	5
Promedio	8.67	7.67	6.73

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 12

Tabla 34. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo color vainilla

Panelista	542	730	619
1	8	9	8
2	9	9	7
3	9	6	6
4	9	9	5
5	9	9	6
6	9	9	7
7	8	8	7
8	8	9	8
9	9	6	9
10	9	9	7
11	8	8	8
12	9	9	6
13	9	8	4
14	8	9	9
15	9	9	6
16	9	7	7
17	9	9	6
18	9	7	7
19	9	9	7
20	8	6	9
21	9	9	8
22	8	8	7
23	9	9	5
24	8	6	9
25	9	8	9
26	7	7	7
27	9	8	5
28	7	7	9
29	9	7	5
30	8	8	5
Promedio	8.73	8.03	6.95

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 13*Tabla 35. Puntuación obtenida de la evaluación sensorial para el atributo textura vainilla*

Panelista	542	730	619
1	7	8	8
2	8	7	8
3	9	9	6
4	9	9	5
5	9	9	7
6	9	9	8
7	8	8	9
8	8	9	8
9	9	6	9
10	9	9	7
11	8	8	8
12	9	9	6
13	9	8	5
14	8	9	7
15	9	9	6
16	9	7	8
17	9	9	6
18	9	7	7
19	9	9	7
20	8	6	7
21	9	9	8
22	8	8	8
23	9	9	5
24	8	6	9
25	9	8	9
26	7	7	7
27	9	8	5
28	7	7	9
29	9	7	6
30	8	8	7
Promedio	8.67	8.03	7.17

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Apéndice 14. Resultados de análisis de bromatología.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Universitaria
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 241883
E-mail: bromato2000@yahoo.es

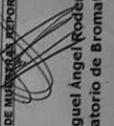
Solicitado por: **ANGELICA DOMÍNGUEZ** Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA** No. **086**

Fecha de recepción de la muestra: **24-03-2021** Fecha de realización: **DEL 05 AL 09-04-2021**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Centizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En KOH %	E.M. Mcal/Kg	E.N. Mcal/Kg	TND Mcal/Kg
01	CHOCOLATE 70%, COCOA+OREJUELA+PIMIENTA Y VAINILLA	SECA	7.08	92.92	39.22	1.19	17.00	3.30	39.29	---	---	---	---	---	---	---	---	---
02	PIMIENTA	SECA	---	---	36.44	1.11	15.80	3.07	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
03	CACAO	SECA	9.40	90.60	26.30	19.98	20.78	4.31	28.63	---	---	---	---	---	---	---	---	---
04	OREJUELA	SECA	17.12	82.88	4.62	18.12	22.21	13.60	41.25	---	---	---	---	---	---	---	---	---
OBSERVACIONES:		COMO ALIMENTO	---	---	3.99	15.02	18.40	11.27	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.


T. L. José A. Morales S.
 Laboratorista


Lic. Miguel Angel Rodenas
 Jefe Laboratorio de Bromatología

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ANÁLISIS DE ALIMENTOS PARA ANIMALES
BROMATOLOGÍA
F.M.V.Z.

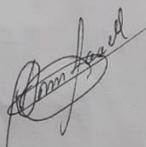
Apéndice 15. Resultados de análisis químico de minerales.


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"


INTERESADO: ANGELICA DOMINGUEZ
PROCEDENCIA: MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
FECHA DE INGRESO: 16/4/2021

ANALISIS QUIMICO DE MINERALES EN ALIMENTOS

MATERIAL	%				ppm					
	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn	
M-1 Chocolate	0.28	0.63	0.13	0.23	115	15	45	190	30	
M-2 Orejuela	0.34	2.19	0.31	0.18	165	35	35	85	10	
M-3 Pimienta	0.18	2.31	0.50	0.21	550	10	20	170	65	
M-4 Cacao	0.33	1.00	0.13	0.28	100	20	40	55	25	




CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12 GUATEMALA
 CÓDIGO POSTAL 01012. APARTADO POSTAL 1645. TEL.: (502) 24188000, EXTENSIÓN 1769

Apéndice 16. Resultados de análisis de laboratorio químico.



ESCUELA DE QUIMICA UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12 TELEFONO: 24189412		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
Nombre comun o comercial de la muestra: Material vegetal		No de código / Marca del remitente: Vainilla	
No de registro: 2103040	Empresa / Institución: Angélica Magaly Dominguez Curiel		Remitente / Solicitante: Angélica Magaly Dominguez Curiel
	Fecha de recepción: 05/05/2021		
Muestra recibida por: Levis Donado	Tipo de recipiente:	peso neto:	
DETERMINACIONES SOLICITADAS:			
Determinación de Vainillina en Vainas de Vainilla			
Muestra	Parametro evaluado	Unidades	Valor
Vainas de Vainilla	Vainillina	%	5.68
* LMP= Límite máximo permisible según norma COGUANOR NGO 29 001. De acuerdo a los LPM incluidos en la Norma tecnica COGUANOR NGO 29 001 la muestra analizada no es apta para consumo humano ya que sobrepasa el limite de conductividad			
Fecha: 14/05/2021	Analista(s): LD	Ref. Registro Análisis: CUADERNO UAI	Costo total: Q225.00
Firma Jefe UAI:	Recibido nombre:	Firma:	Fecha:

14. Glosario

14.1 Anandamida

Compuesto químico que forma parte de los endocannabinoides, un grupo de mediadores lipídicos. Su nombre proviene de la palabra sánscrita "ananda" que significa "beatitud interior". Su fórmula química es $C_{22}H_{37}NO_2$.

14.2 Astringente

Llamado también estíptico, cualquiera de las sustancias que con su aplicación externa local retraen los tejidos y pueden producir una acción cicatrizante, antiinflamatoria y antihemorrágica.

14.3 Dimórfico

Significa que determinadas especies pueden presentarse bajo dos tipos o aspectos morfológicos diferentes. Se conocen, respectivamente, como fase miceliar y fase levadura.

14.4 Dioica

Término que se usa en botánica para describir a las plantas que tienen flores masculinas y femeninas en individuos separados.

14.5 Dispersabilidad

Afinidad de una sustancia a dispersarse en el volumen de un determinado solvente, ya sea por afinidad polar o tamaño granulométrico.

14.6 Edafológicas

Condiciones de la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea.

14.7 Mucílago

Sustancia orgánica de textura viscosa, semejante a la goma, que contienen algunos vegetales.

14.8 Neurotoxicidad

Conjunto de los efectos secundarios de un tratamiento sobre el sistema nervioso, que puede afectar al cerebro o a la médula espinal (neurotoxicidad central) o a las raíces nerviosas, plexos o nervios (neurotoxicidad periférica).

14.9 Oligoelementos

A veces llamados bioelementos temporales, son bioelementos presentes en pequeñas cantidades en los seres vivos tanto su ausencia como su exceso puede ser perjudicial para el

organismo, llegando a ser patológicos. Además de los cuatro elementos de los que se compone mayoritariamente la vida (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno), existe una gran variedad de elementos químicos esenciales.



Mazatenango Suchitepéquez, 04 de Septiembre 2023

Señores miembros
Comisión de trabajo de graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC, USAC
Mazatenango, Suchitepéquez.

Respetables ingenieros:

Atentamente nos dirigimos a ustedes para hacer de su conocimiento que hemos revisado el documento de graduación en su fase de seminario I, Titulado **“Formulación de un chocolate con sabores ancestrales de orejuela (*Cymbopetalum pendoliforum*), pimienta gorda (*Pimienta dioica*) y vainilla (*Vainilla planifolia*)”**, de la estudiante Angélica Magaly Domínguez Curiel quién se identifica con DPI 2600928351001, número de carné 200730913. Estamos de acuerdo con el contenido y las correcciones realizadas para que continúe con el proceso correspondiente.

Sin otro particular, nos suscribimos de ustedes,

Ing. Silvia Guzmán
Vocal I

Dr. Sammy Ramírez
Celular: 5518-2770
Clínica: 7872-2169

Dr. Sammy Ramírez Juárez
Secretario

Dr. Myrfor Cárcamo
Presidente



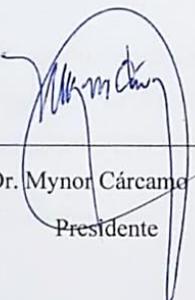
Mazatenango, Suchitepéquez, 25 de febrero de 2025.

Señores miembros
Comisión de trabajo de graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC, USAC.
Mazatenango, Suchitepéquez.

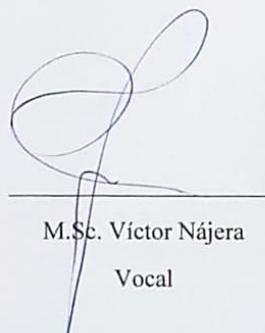
Respetables Ingenieros:

Atentamente nos dirigimos a ustedes para hacer de su conocimiento que hemos revisado el documento de graduación en su fase de Seminario II, Titulado **“Formulación de un chocolate con sabores ancestrales de orejuela (*Cymbopetalum Pendoliforum*), pimienta gorda (*Pimenta dioica (L) Merrill*) y vainilla (*Vainilla planifolia*)”**, de la estudiante Angélica Magaly Domínguez Curiel quien se identifica con DPI 2600928351001, número de carné 200730913. Estamos de acuerdo con el contenido y las correcciones realizadas para que continúe con el proceso correspondiente.

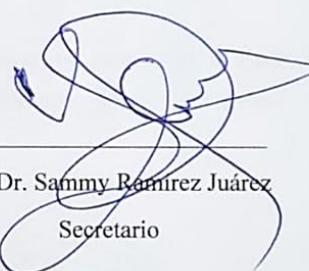
Sin otro particular nos suscribimos de ustedes,



Dr. Mynor Cárcamo
Presidente



M.Sc. Víctor Nájera
Vocal



Dr. Sammy Ramírez Juárez
Secretario



Mazatenango, 26 de febrero de 2025.

M.Sc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Centro Universitario de Sur Occidente.
CUNSUROC –USAC–.
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente –CUNSUROC–, de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC–, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: “**Formulación de un chocolate con sabores ancestrales de orejuela (*Cymbopetalum penduliflorum*), pimienta gorda (*Pimenta dioica (L.) Merrill*) y vainilla (*Vanilla planifolia*)**”, el cual ha sido presentado por el (la) estudiante: **Angélica Magaly Domínguez Curiel**, quien se identifica con número de carné: **200730913**.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniero en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del **imprimase**.

Deferentemente.

Recibido
m
26/02/25

M.Sc. Ing. Victor Manuel Nájera F. ~~Rebdo~~
Coordinador
Carrera de Ingeniería en Alimentos.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-19-2025

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, diez de marzo de dos mil veinticinco. _____

Encontrándose agregado al expediente el dictamen del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN: "FORMULACIÓN DE UN CHOCOLATE CON SABORES ANCESTRALES DE OREJUELA (*Cymbopetalum penduliflorum*), PIMIENTA GORDA (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) Y VAINILLA (*Vanilla planifolia*)", de la estudiante: **Angélica Magaly Domínguez Curiel**, carné No. **200730913 CUI: 2600 92835 1001** de la carrera Ingeniería en Alimentos.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.A. Luis Carlos Muñoz
Director CUNSUROC



/gris