



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

**"APROVECHAMIENTO DEL MUCILAGO DE CACAO
(*Theobroma cacao*) EN LA FORMULACIÓN DE UNA
BEBIDA NO ALCOHÓLICA"**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero(a) de Industrias Alimentarias**

PRESENTADO POR:

**La Bachiller. Johanna Marleny Rojas Sosa
El Bachiller. Erick David Rojas Manayay**

ASESORADO POR:

MSC. Luis Antonio Pozo Suclupe

Lambayeque – Perú

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

**"APROVECHAMIENTO DEL MUCILAGO DE CACAO (*Theobroma cacao*)
EN LA FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA NO ALCOHÓLICA"**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero(a) de Industrias Alimentarias**

PRESENTADO POR:

**La Bachiller. Johanna Marleny Rojas Sosa
El Bachiller. Erick David Rojas Manayay**

APROBADO POR:

MSC. RONALD GUTIERREZ MORENO
Jurado Presidente

MSC. SEBASTIAN HUANGAL SCHEINER
Jurado Secretario

ING. JULIO HUMBERTO TIRADO VASQUEZ
Jurado Vocal

MSC. LUIS POZO SUCLUPE
Asesor

AGRADECIMIENTO

El amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaban mis padres por mi avance y desarrollo de esta tesis, es simplemente único y se refleja en la vida de un hijo.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, agotadoras noches en las que su compañía y la llegada de sus cafés era para mí como agua en el desierto; gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

Gracias a Dios por la vida de mis padres, también porque cada día bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que sé que más me aman, y a las que yo sé que más amo en mi vida, gracias a Dios por permitirme amar a mis padres, gracias a mis padres por permitirme conocer de Dios y de su infinito amor.

A todos mis profesores no solo de la carrera sino de toda la vida, mil gracias porque de alguna manera forman parte de lo que ahora soy.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, y gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

Johanna Marleny Rojas Sosa

DEDICATORIA

A ti mi Dios por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, estoy en tus manos. A mi abuelito Felix y a mi tío abuelo Cesar Sosa Ignacio, y a mi Papito Tolon quienes desde el cielo guían mi camino.

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor y cariño les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo pueda estudiar, se merecen esto y mucho más.

A Carlos (Kike), Alexander, y Yuliana mis queridos hermanos mi ejemplo a seguir y superar, por su apoyo incondicional.

A ti Thiago André, mi hijo eres mi orgullo y mi gran motivación, libras mi mente de todas las adversidades que se presentan, y me impulsas a cada día superarme en la carrera de ofrecerte siempre lo mejor. No es fácil, eso lo sé, pero tal vez si no te tuviera, no habría logrado tantas grandes cosas, tal vez mi vida sería un desastre sin ti.

Y a todos ustedes con mucho cariño.

Los Amo Inmensamente.

Johanna Marleny Rojas Sosa

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a mis padres Eufemia y Paulino por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera profesional, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar. También agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Erick David Rojas Manayay

DEDICATORIA

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos

Erick David Rojas Manayay

INDICE

RESUMEN	1
ABSTRAC	2
I. INTRODUCCION	3
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 El cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	5
2.1.1 Clasificación botánica	5
2.1.2 Morfología	6
2.1.3 Origen del cultivo de cacao	6
2.1.4 Tipos de cacao	7
2.1.4.1 Criollos	7
2.1.4.2 Forasteros amazónicos	8
2.1.4.3 Trinitarios	8
2.1.5 Descripción botánica (Morfología)	9
2.1.6 Plagas y enfermedades	13
2.1.6.1 Insectos plaga	13
2.6.1.2 Principales enfermedades	14
2.1.7 Calidad del cacao	16
2.1.7.1 Calidad física del grano	18
2.1.7.2 Calidad organoléptica del grano	20
2.1.7.2.1 Sabor y aroma	21
2.1.7.2.1.1 Sabores básicos	21
2.1.7.2.1.2 Sabor específico	22
2.1.7.2.1.3 Sabores adquiridos	23
2.7.1.2.2 Torrefacción o tostado	24
2.1.8 Principales factores que afectan la calidad	25
2.1.8.1 Genética	25
2.1.8.2 Ambiente	27
2.1.8.3 Manejo post cosecha	28

2.1.8.3.1 Cosecha	29
2.1.8.3.2 Fermentación	30
2.1.8.3.3 Métodos de fermentación	33
2.1.8.3.4 Secado	35
2.1.8.3.5 Almacenamiento	37
2.1.9 Clasificación comercial del grano	38
III. MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1 Área de ejecución	40
3.2 Tipo de investigación	40
3.3 Población y muestra	41
3.3.1 Universo	41
3.3.2 Muestra	41
3.4 Variable de estudio	41
3.4.1 Variable dependiente	41
3.4.1.1 Características sensoriales	41
3.4.2 Variables independientes	41
3.4.2.1 Operacionalidad de variables	42
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
3.5.1 Equipos y materiales de laboratorio	43
3.5.1.1 Equipos	43
3.5.2.1 Materiales	43
3.5.2 Reactivos y soluciones	44
3.5.3 Método de análisis	45
3.5.3.1 Análisis fisicoquímicos	45
3.5.3.2 Análisis microbiológicos	47
3.5.4 Evaluación organoléptica	47
3.6 Metodología Experimental	48
3.6.1 Caracterización de la Materia Prima	48

3.6.1.1	Análisis físico químico	48
3.6.1.2	Análisis microbiológico	49
3.6.2	Obtención de la bebida refrescante y evaluación de los tratamientos	49
3.6.2.1	Recepción de materia prima	49
3.6.2.2	Pesado	49
3.6.2.3	Selección y Clasificación	49
3.6.2.4	Lavado y desinfección	50
3.6.2.5	Corte	50
3.6.2.6	Separación de las almendras mucilagosas.	50
3.6.2.7	Prensado de las almendras mucilagosas	50
3.6.2.8	Estabilización del exudado.	50
3.6.2.9	Estandarización	51
3.6.2.10	Pasteurización	51
3.6.2.11	Envasado	51
3.6.2.12	Cerrado	51
3.6.2.13	Enfriado	51
3.6.2.14	Codificación/Almacenado	52
3.7	Evaluación	52
3.7.1	Caracterización del producto obtenido	54
3.7.1.1	Caracterización químico proximal	54

3.7.1.2	Análisis microbiológico	54
3.7.1.3	Evaluación organoléptica	54
3.7.2	Análisis estadístico	54
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	56
4.1	Caracterización de la materia prima	56
4.1.1	Análisis de los componentes de la mazorca de cacao	56
4.1.2	Caracterización fisicoquímica del exudado de cacao	57
4.2	Evaluación sensorial de los tratamientos	59
4.2.1	Evaluación sensorial	62
4.2.1.1	Aroma	62
1.	Planteamiento de hipótesis del Aroma	62
2.	Estadístico de prueba	63
3.	Regla de decisión	63
4.2.1.2	Color	64
1.	Planteamiento de Hipótesis para el Color	64
2.	Estadístico de prueba.	64
3.	Regla de decisión	65
4.2.1.3	Sabor	65
1.	Planteamiento de Hipótesis para el Sabor	65
2.	Estadístico de prueba	65
3.	Regla de decisión	66

4.2.1.4	Textura	67
1.	Planteamiento de Hipótesis para la Textura	67
2.	Estadístico de prueba	67
3.	Regla de decisión	68
4.2.1.5	Apariencia	69
1.	Planteamiento de Hipótesis para la apariencia	69
2.	Estadístico de prueba	69
3.	Regla de decisión	70
4.3	Obtención del producto	70
4.4	Caracterización del producto seleccionado	72
4.4.1	Análisis físico químico	72
4.4.2	Análisis microbiológico	73
V.	CONCLUSIONES	74
VI.	RECOMENDACIONES	76
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
VIII.	ANEXOS	88
	Anexo 1 Imágenes fotográficas de la materia prima	89
	Anexo 2 Pruebas de medición del grado de aceptabilidad de la bebida no alcohólica	90
	Anexo 3 Resultados de la evaluación sensorial por atributo	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes de una flor de cacao	10
Figura 2. Formas, rugosidades, colores y tamaños de mazorcas	11
Figura 3. Corte transversal de mazorcas	12
Figura 4. Corte longitudinal de mazorcas	12
Figura 5 Diagrama de bloques para la obtención del grano de Cacao	29
Figura 6. Diagrama de bloque para la obtención de una bebida refrescante a partir del exudado de almendras frescas de cacao	53
Figura 7 Distribución porcentual del fruto de cacao	57
Figura 8 Flujo de Operaciones para la obtención de la bebida no alcohólica	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Porcentaje de los componentes químicos de almendras secas sin fermentar	17
Tabla 2 Requisitos y patrones de calidad física del cacao en grano	39
Tabla 3 Operacionalización de las variables, dimensiones, indicadores e índices	42
Tabla 4 Análisis de varianza para los tratamientos	55
Tabla 5 Resultado de la caracterización del fruto de cacao, valores promedio	56
Tabla 6 Resultado del análisis químico proximal del exudado de mucilago de cacao	58
Tabla 7 Evaluación organoléptica de los tratamientos	59
Tabla 8 Análisis de varianza de la evaluación de los tratamientos	60
Tabla 9 Promedios ordenados de la prueba de Tukey al 95 % de confianza para la aceptación del exudado de cacao	61
Tabla 10 Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Aroma	63
Tabla 11 Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Color	64
Tabla 12 Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Sabor	65

Tabla 13 Pruebas de Tukey	66
Tabla 14 Pruebas de efectos inter-sujetos para variable textura	68
Tabla 15 Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Apariencia	69
Tabla 16 Composición físico química de la bebida no alcohólica	72
Tabla 17 Análisis microbiológicos de la bebida no alcohólica	73

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Tipo de análisis químico proximal	46
Cuadro 2 Métodos de análisis microbiológicos	47

RESUMEN

En la actualidad existe una preocupación por el consumo masivo de bebidas no alcohólicas, tales como las gaseosas, refrescos y jugos; estas bebidas son elaboradas con materias primas sintéticas, como acidulantes, saborizantes, estabilizantes, colorantes y preservantes. Por lo general, estas bebidas contienen altos niveles de azúcar, no aportan nada y por el contrario representan un gran riesgo para la salud. En el Perú, el exudado de los granos de cacao y la placenta son eliminados en el momento de cura, pese a que estos poseen características organolépticas agradables como olor y sabor.

El presente trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de emplear el mucilago de cacao (*Theobroma cacao*) en la formulación de una bebida no alcohólica, así como caracterizar microbiológica, fisicoquímica y sensorial del mucilago de cacao, determinar proceso y parámetros tecnológicos para la obtención de una bebida no alcohólica, determinar las características sensoriales y valor nutricional de la bebida refrescante a partir del exudado de la almendra de cacao y determinar las características microbiológicas y fisicoquímicas de la bebida no alcohólica obtenida. Se prepararon las formulaciones a diferentes porcentajes de estabilizante, grados brix y dilución; las mismas que fueron envasados en botellas de vidrio de 300 ml de capacidad para evaluar su apariencia y estabilidad, así mismo las formulaciones se sometieron a un jurado semi entrenado (30 panelistas) para conocer su aceptabilidad (color, sabor, apariencia, aroma), los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente por el programa SPSS versión 22, obteniéndose que la formulación con 0,1% de estabilizante, 11,5°Bx y D 1:2, es la que permitió la mejor aceptabilidad de la bebida no alcohólica formulada a partir del mucilago de cacao con un valor de 7,5 puntos de 9. La bebida no alcohólica presentó las siguientes características físico químicas promedio: Humedad 94,71%, Proteína Total (N*6,25) 0,08%, Grasa 0,028%, Hidratos de Carbono 4,95%, Fibra, 0,05%, Ceniza 0,23%,

pH 3,95, Acidez titulable 0,31%, Sólidos solubles (Brix) 13,4%, Sólidos totales 5,34%, Densidad (g/ml)1,058, Glucosa (g) 2,93 y Energía Total, Kcal 60,37. Luego fue evaluada microbiológicamente presentándolos siguientes resultados numeración de bacterias aerobias viables totales, < 10 ufc/ml., Numeración de hongos <10 ufc/ml., recuento de levaduras <10 ufc/ml y Determinación de coliformes totales <2 ufc/ml.) dentro de los límites permisibles según NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008).

ABSTRACT

At present there is a concern for the mass consumption of non-alcoholic beverages, such as soft drinks, soft drinks and juices; These beverages are made with synthetic raw materials, such as acidulants, flavorings, stabilizers, dyes and preservatives. Generally, these drinks contain high levels of sugar, they do not contribute anything and on the contrary they represent a great risk for the health. In Peru, the exudate of the cocoa beans and the placenta are eliminated at the time of cure, despite the fact that they have pleasant organoleptic characteristics such as smell and taste.

The present research work was carried out with the objective of using cocoa mucilage (*Theobroma cacao*) in the formulation of a non-alcoholic beverage, as well as characterizing microbiological, physicochemical and sensorial cocoa mucilage, determine process and technological parameters for obtaining of a non-alcoholic beverage, determine the sensory characteristics and nutritional value of the refreshing drink from the exudate of the cocoa kernel and determine the microbiological and physico-chemical characteristics of the non-alcoholic beverage obtained. The formulations were prepared at different percentages of stabilizer, brix degrees and dilution; the same ones that were packed in 300 ml glass bottles to evaluate their appearance and stability, likewise the formulations were submitted to a semi-trained jury (30 panelists) to know their acceptability (color, taste, appearance, aroma), the results obtained were statistically analyzed by the SPSS program version 22, obtaining that the formulation with 0.1% stabilizer, 11.5 ° Bx and D 1: 2, is what allowed the best acceptability of the non-alcoholic beverage formulated to from the cocoa mucilage with a value of 7.5 points of 9. The non-alcoholic beverage presented the following average physical-chemical characteristics: Humidity 94.71%, Total Protein (N * 6.25) 0.08%, Fat 0.028 %, Carbohydrates 4.95%, Fiber, 0.05%, Ash 0.23%,

pH 3.95, Titratable acidity 0.31%, Solids soluble (Brix) 13.4%, Total solids 5.34 %, Density (g / ml) 1,058, Glucose (g) 2,93 and Total Energy, Kcal 60,37. Then it was evaluated microbiologically presenting the following results numbering total viable aerobic bacteria, <10 cfu / ml, fungal numbering <10 cfu / ml, yeast count <10 cfu / ml and total coliform determination <2 cfu / ml.) within the permissible limits according to NTS N ° 071 MINSA / DIGESA V-01 (2008).

I. INTRODUCCION

El árbol de cacao es originario de la Amazonía, luego se extendió a América Central, y en especial a México. Las culturas nativas de esta región, lo consideraban "el alimento de los dioses", y en particular, los granos de cacao eran utilizados como moneda por los Aztecas, que además lo consumían como bebida.

El cacao *Theobroma cacao*, es un árbol nativo del trópico americano, es muy probable que fueran los Olmecas los responsables de su domesticación, hace tres mil años, pero se atribuye a los Mayas la difusión de su uso, pues constituyo una parte importante de sus actividades culturales, como alimento, medicina e incluso como parte de su sistema económico, como moneda. Los aztecas integraron sus usos en su cultura. Por otro lado, hay evidencia que sugiere que antes de la llegada de los españoles también se cultivaba en Sudamérica, principalmente en Perú y Venezuela.

El uso y cultivo del cacao ha seguido evolucionando desde los tiempos precolombinos hasta el siglo XXI. Hay una gran variedad de tipos de cacao que, sumados a los diferentes métodos de producción, influyen en la calidad. La mayoría del cacao actual crece en plantaciones. El cultivo de cacao involucra un proceso a mano de recolección con machetes, fermentación, secado y tostado

El cacao ocupa el cuarto lugar en la economía mundial, después del petróleo, el azúcar y el café.

El presente trabajo busca afianzar los conocimientos sobre el valor nutritivo, taxonomía, enfermedades, características de calidad del grano y variedades del cacao y así mismos bondades nutricionales, sensoriales y tecnológicas de algunos de sus subproductos obtenidos durante su industrialización. Por lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Aprovechar el mucilago de cacao (*Theobroma cacao*) en la formulación de una bebida no alcohólica

Objetivos específicos

- Caracterizar fisicoquímicamente el exudado del mucilago de cacao
- Determinar proceso y parámetros tecnológicos del exudado del mucilago de cacao para la obtención de una bebida no alcohólica
- Determinar las características sensoriales y valor nutricional de la bebida refrescante a partir del exudado de la almendra de cacao.
- Determinar las características microbiológicas y fisicoquímicas de la bebida no alcohólica obtenida.

II. MARCO TEÓRICO

2.2 El cacao (*Theobroma cacao*)

2.2.1 Clasificación botánica

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), comprende unas 20 especies, *Theobroma cacao*, es una de las especies más conocidas por su importancia económica y social. Por mucho tiempo ha existido confusión en la ubicación taxonómica del cacao comercial, debido a su variabilidad genética en cuanto a caracteres de color, forma y dimensiones de las distintas partes de la flor, fruto y semilla. Pero se considera que el cacao comercial, pertenece a una sola especie *Theobroma cacao*, que comprende tres complejos genéticos: Los criollos, forasteros amazónicos y trinitarios (INIAP, 1993).

La identificación taxonómica del cacao según Palencia y Mejía (2000), se presenta a continuación:

Reino : Plantae
División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Orden : Malvales
Familia : Sterculiaceae
Género : Theobroma
Especie : T. cacao

2.2.2 Morfología

Planta de tamaño mediano (entre 5 y 8 m aunque crece hasta 20 m), raíz pivotante con muchas raíces secundarias superficiales. Hojas simples, enteras de color verde bastante variable. Las flores crecen en pequeños racimos, los mismos que son fecundados durante todo el día.

El fruto del cacao llamado comúnmente mazorca, crece en racimos pequeños, su forma varía de esférica a elíptica muy alargada, presenta una superficie que va desde rugosa a lisa, y una coloración que varía entre el amarillo, naranja y morado cuando el fruto está maduro, el peso del fruto oscila entre 15 g a 1 kg.

La semilla o almendra de cacao, se encuentra recubierta por una pulpa ácida azucarada llamada arilo o mucílago, conocida como “baba” en el Ecuador. En una mazorca se encuentran de 20 a 50 almendras unidas a un eje central llamado placenta (Figura 1). El tamaño de la almendra puede variar entre 15-30 mm de longitud y entre 5–15 mm de diámetro y constituye la materia prima fundamental para la elaboración del chocolate y sus derivados (INIAP, 1993).

2.2.3 Origen del cultivo de cacao

El cultivo y consumo del cacao empezó con los indígenas toltecas, aztecas y mayas en México y Centroamérica antes del descubrimiento de América. El cacao era consumido como una bebida denominada xocoatl, el cual tenía un sabor amargo que no agradó a la gente. Su uso empezó en 1550 por los españoles cuando unas religiosas agregaron vainilla y dulce al chocolate. Los únicos que

tenían el privilegio de consumir aquella bebida era la realeza europea, luego se extendió su consumo, lo cual originó una gran demanda del cacao (Salazar, 2012).

2.2.4 Tipos de cacao

En la actualidad su centro de dispersión está entre los 20° de latitud norte y 20° de latitud sur. En cada zona específica evolucionaron tipos o cultivares de cacao con diferentes características especiales y actualmente se reconocen tres grandes tipos de cacao:

- Criollos
- Forasteros amazónicos
- Trinitarios

Ecuador es uno de los países donde se encuentra la mayor diversidad genética de la especie *Theobroma cacao* (ANECACAO, 2006).

2.1.4.1 Criollos

Se desarrolló más específicamente en una zona que abarca desde el norte del Ecuador (Esmeraldas), Colombia, Venezuela, Centroamérica hasta las selvas tropicales de México. Este tipo de cacao se caracteriza por tener mazorcas de coloraciones verdes y rojizas en estado inmaduro, tornándose amarillas y anaranjado rojizas, respectivamente cuando están maduras (Enriquez, 2004).

El cacao criollo, por haber sido el cacao domesticado y adaptado a diferentes zonas o regiones del planeta, ha sido el cacao más delicado y de poca

productividad, y al mismo tiempo el más susceptible a enfermedades. Por esta razón cuando el Mal de machete se expandió por el continente Americano, este genotipo de cacao casi desaparece, especialmente en Panamá, Costa Rica y Nicaragua (Enriquez, 2004).

La palabra "criollo" no debe ser confundida con el término local o de ese sitio, puesto que algunos lugares no necesariamente hay cacao tipo criollo, sino mezclas indefinidas, que no pertenecen a su biotipo (ANECACAO, 2006).

2.1.4.2 Forasteros amazónicos

Evolucionó en la cuenca alta del río Amazonas, encontrándose de modo silvestre en la Amazonía de Ecuador, Colombia, Perú, Venezuela y Brasil. Desde ahí se distribuyó al África, sudeste asiático y Oceanía. Es el cacao mayormente cultivado en el mundo, ya que cerca del 80% de la superficie cacaotera mundial está sembrada con este tipo de cacao (ANECACAO, 2006). La coloración de las mazorcas es verde en estado inmaduro y amarillas en estado maduro (Enriquez, 2004).

2.1.4.3 Trinitarios

Se formó de manera espontánea de un cruce entre cacaos criollos u forasteros amazónicos en la isla de Trinidad (de ahí deriva su nombre), pasando luego a Venezuela, Colombia y el resto del mundo. De este cruce heterogéneo se presentan diversidad de formas intermedias de mazorcas al igual que su coloración,

hallando tonos verdes y rojizos, e inclusive una mezcla de ambos (ANECACAO, 2006).

De este material se han seleccionado la mayoría de las variedades de cacao que se explotan en el mundo, por cuanto son más resistentes a enfermedades y han podido adaptarse mejor a muchos ambientes (Enriquez, 2004).

2.2.5 Descripción botánica (Morfología)

Tronco: La arquitectura de una planta propagada vegetativamente, por ramilla o por injerto, como es el caso del cacao CCN-51, tiene un tipo de crecimiento lateral o plagiotrópico, el cual puede variar su ángulo de crecimiento. Este tipo de árbol puede llegar a medir hasta 4 metros de altura (INIAP, 1993).

Raíz: Al igual que de un árbol de semilla, de un clon por injerto se obtiene una raíz principal pivotante, la cual sirve de medio de anclaje; el sistema de raíces secundarias absorbe los nutrientes y agua disponibles en el suelo, este sistema secundario se halla a una profundidad de 30 cm (INIAP, 1993).

Flores: Las flores en cacao son hermafroditas pentámeras; es decir; está compuesta por cinco sépalos, cinco pétalos, cinco estambres, cinco ovarios y cinco estaminoides que crecen en simetría radiada (Figura 1).

Las flores tienen una viabilidad de hasta dos días; luego de lo cual, si no son fecundadas se caen (Enriquez, 2004).



Figura 1 Partes de una flor de cacao, Recuperado de Cruzillat, *et. al.* (2001)

Hojas: Las hojas adultas son simples y enteras, medias coráceas de color verde. Cuando están pequeñas el color puede variar de verde pálido a café claro o pueden tener tonalidades rojizas. Las hojas del cacaotero son caducas, y por lo general cada dos o tres meses se presentan picos de brotación de nuevas hojas, que reemplazan a las que se caen (Enriquez, 2004).

Frutos: Los frutos son bayas indehiscentes, mejor conocidas como mazorcas que pueden variar de forma, espesor, rugosidad, color y tamaño según su origen genético. Se observa toda una gama de colores, que en estado inmaduro van de tonos verdes, rojizos y cafés; con surcos y lomos pigmentados, mientras que en estado maduro varían de amarillo, café amarillento a rojizos anaranjados (Figura 2) (ANECACAO, 2006).



Figura 2. Formas, rugosidades, colores y tamaños de mazorcas, Recuperado de Cruzillat *et al.* (2001)

Los surcos y lomos se presentan en número de 10, siendo profundos o leves según la variedad de cacao (Figura 3). En su interior las mazorcas tienen cinco lóculos o cavidades donde están alojadas las semillas, las cuales varían en tamaño y número según la variedad. La cantidad de semillas en cada mazorca depende del número de óvulos en cada ovario.

El color interno de las almendras es violeta pálido o lila, aunque en algunas ocasiones se observan semillas blancas (ANECACAO, 2006).



Figura 3. Corte transversal de mazorcas, Recuperado de Cruzillat et. al. (2001)

Las semillas se hallan recubiertas de una pulpa mucilaginosa dulce y están unidas a la mazorca por una placenta o “maguey” (Figura 4) (Enriquez, 2004).

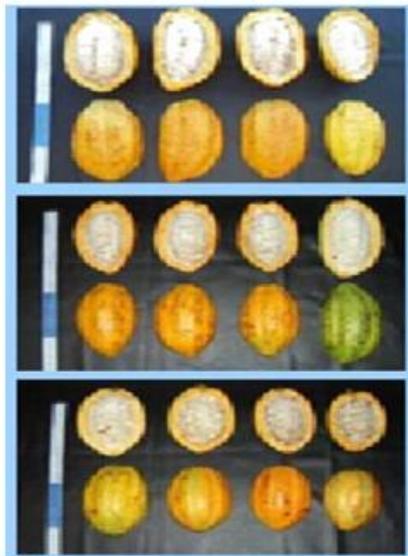


Figura 4. Corte longitudinal de mazorcas, Recuperado de Cruzillat et. al. (2001)

La mazorca está unida al tronco del árbol por un pedúnculo grueso. El tiempo desde la fecundación hasta la madurez fisiológica de una mazorca es alrededor de 180 días (ANECACAO, 2006).

2.2.6 Plagas y enfermedades

2.1.6.1 Insectos plaga

Las mayores plagas insectiles que afectan al cultivo de cacao y que se vuelven problema económico son las siguientes:

- ✓ Hormigas arrieras (*Atta* sp.), estas cortan las hojas jóvenes del cacaotero, en ataques muy fuertes dejan solo las nervaduras de las hojas de los árboles, atacando también los cojinetes florales (INIAP, 2002).
- ✓ Pulgones (*Aphis* sp.), que succionan igualmente la savia de las hojas jóvenes y se las encuentra de preferencia en ramas, flores y chupones recientes que crecen bajo sombra, además de ser vectores de enfermedades virales (INIAP, 2002).
- ✓ Chinchas de cacao (*Monalonium* sp.), insectos chupadores que afectan solo la corteza externa de las mazorcas, especialmente la parte inferior de las mismas que no están expuestas al sol. Cuando atacan mazorcas jóvenes pueden ocasionar pérdidas por pasmazón (INIAP, 1996).
- ✓ El barrenador del tronco (*Xyleborus* sp.), es un escarabajo que penetra al interior del tronco de cacao formando galerías en su interior. El mayor daño lo

ocasiona al actuar como vector de la enfermedad de mal de machete (INIAP, 2002).

- ✓ Trips, insectos chupadores que atacan flores, hojas, brotes y mazorcas. Cuando afectan las hojas éstas decoloran y se tornan amarillas y terminan de color herrumbroso antes de caer (INIAP, 1996).

2.6.1.2 Principales enfermedades

Por lo general, las enfermedades del cacao causan más pérdidas al agricultor que los insectos, llegando hasta el 80%. Entre las principales enfermedades presentes en los cacaotales tenemos:

1.0 Escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*), que afecta especialmente a los puntos de crecimiento de la planta; ocasionando deformaciones en las hojas, ramas, cojinetes florales y frutos, excluyendo las raíces; también afecta a la heridas en proceso de cicatrización donde ocasiona canceres. Esta enfermedad disminuye la capacidad fotosintética de la planta y por ende su capacidad de producción (INIAP, 2002). Se ha comprobado que puede ser transmitida por semilla de un lugar a otro. Esta enfermedad puede ser también transmitida por las partes vegetativas de la planta, pues el organismo se puede establecer en tejidos maduros por un tiempo más o menos largo. Otra forma de transmitir la enfermedad es por medio de la mazorca.

Una mazorca enferma con Escoba de bruja que haya sido atacada en las últimas fases de su desarrollo, no presenta síntomas claros o fácilmente distinguibles de la enfermedad, hasta que sea abierta para la extracción de las semillas (Enriquez, 2004).

2.0 Mal de machete (*Ceratocystis fimbriata*), una de las pocas enfermedades que puede matar al árbol de cacao, se transmite con ayuda del barrenador del tronco, insecto del género *Xyleborus*, el cual ataca a las plantas enfermas en sus primeras etapas y hace túneles, por el cual sale abundante aserrín, el cual contiene miles de esporas del hongo que son fácilmente dispersadas por el viento, insectos y todo tipo de animales (INIAP, 1993). El hongo siempre infecta al cacao a través de lesiones en los troncos y ramas principales e infecta el sistema vascular de la planta (INIAP, 1984).

Los primeros síntomas visibles son marchitez y amarillamiento de las hojas. En un plazo de dos a cuatro semanas, la copa entera se seca, permaneciendo las hojas muertas adheridas al árbol por un tiempo (ANECACAO, 2006).

3.0 Mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), es la enfermedad más importante del cacao en todas las áreas cacaoteras del mundo, en menos proporción en América. Aunque el hongo puede atacar plantas jóvenes y diferentes partes del árbol de cacao, como cojinetes florales, chupones,

brotos, hojas, ramas, tronco y las raíces, el principal daño lo sufren las mazorcas (INIAP, 2002). Son atacadas mayormente las mazorcas bajas, puesto que al salpicar el agua de la lluvia o del riego lleva las esporas que están en el suelo e infectan a las mazorcas (ANECACAO, 2006). En el fruto la infección aparece bajo la forma de manchas pardas, oscuras, aproximadamente circulares, que rápidamente se agrandan y extienden por toda la superficie a través de la mazorca (INIAP, 1984).

3.1.1 Calidad del cacao

El término “calidad” es quizás una de las palabras más utilizadas desde hace algunos años. En efecto, la calidad se ha convertido en un tema de actualidad y forma parte en este momento de las preocupaciones de un número cada vez más elevado de personas, sociedades y organismos diversos (Pons y Sivardiere, 2002).

Amores (2004), define la calidad como el conjunto de las propiedades y características de un producto o servicio que le confiere la aptitud para satisfacer necesidades declaradas e implícitas de los usuarios. La calidad puede considerarse una característica compleja de los alimentos que determina su valor o aceptabilidad para los consumidores (FAO, 2000).

Armijos (2002), Calderón (2002) y Graziani (2003), coinciden en indicar que la calidad del cacao es uno de los aspectos de mayor importancia en el proceso productivo cacaotero y el nivel que se logre conseguir de la misma,

determinará la mayor o menor demanda que tenga en el mercado el producto final del proceso agrícola, esto es el cacao en grano.

Tabla 1

Porcentaje de los componentes químicos de almendras secas sin fermentar

Componentes	Porcentaje
Agua	32,65
Materia grasa	53,26
Nitrógeno total	2,28
Proteínas	1,50
Teobromina	1,71
Cafeína	0,08
Glucosa	0,30
Mucílago	0,38
Taninos	7,54
Ácido acético libre	0,01
Ácido oxálico	0,29

Nota. Elaboración propia (2017)

La calidad del cacao depende de las exigencias de cada mercado y del fin a que se lo destine (Graziani, 2003), siendo el cacao la materia prima del chocolate, la calidad comprende las características físicas que se refiere al tamaño y presentación de las almendras y las características organolépticas

(sabor y aroma) que posea una determinada muestra de cacao, que asegure su fabricación (Cros, et al, 1994).

Gutiérrez (2000), menciona que la calidad del cacao, involucra también las características químicas de las almendras fermentadas y secas, en el cuadro 1, se observa la composición química de almendras secas no fermentadas.

2.1.7.1 Calidad física del grano

La calidad física se basa principalmente en la presentación exterior del grano, que no necesariamente coincide con un buen sabor y aroma a chocolate (Moreira , 1994). Por su parte Enríquez (1995) y Pastorelly (1992), relacionan la calidad del grano con la calificación que dan los países compradores y fabricantes de chocolate a las almendras de cacao por su apariencia, grado de fermentación, humedad, materiales extraños, mohos, insectos, entre otros.

Enríquez (1966) y Moreira (1994), indican que para el mercado del cacao es requisito indispensable que las almendras pesen mínimo 1,2 g de cada una de ellas, Quiroz (1990), al referirse al peso de la almendra o índice de semilla, menciona que este es más alto en la época de verano, ya que dicho índice está influenciado por el ambiente y la conformación genética de los progenitores.

Los trabajos realizados por Alvarado y Bullard (1961), López (1984) y Reyes, Vivas y Romero (2004), mencionan que el contenido de testa varía de acuerdo

con el genotipo del cacao, desde 6 hasta 16 % y que además guarda una relación inversamente proporcional con su tamaño.

Pinto y Álvarez (2001) y Calderón (2002), señalan que el porcentaje de fermentación se lo determina mediante la “prueba de corte” utilizada a nivel mundial para evaluar el grado de fermentación del cacao. Moreno y Sánchez (1989) y Stevenson, Corven y Villanueva (1993), manifiestan que para determinar el grado de fermentación mediante la “prueba de corte” esta debe realizarse no más de treinta días después del secado, para evitar la oxidación de las almendras.

Ramos, Ramos y Azócar, (2000) y Jiménez (2003), determinan que el grado de fermentación se clasifica dentro de las siguientes categorías:

1.0 Almendras de color marrón o café, poseen una fermentación muy completa, los ácidos han matado al embrión y a las vacuolas de pigmentación, éstas almendras son muy hinchadas y se separan fácilmente del cotiledón. La calidad del sabor y aroma del grano es óptimo para elaborar chocolates gourmet.

2.0 Almendras marrón o violeta, indican una fermentación parcial, los ácidos no han penetrado y una proporción de vacuolas se encuentran intactas, los cotiledones están poco compactos y la testa algo suelta. La calidad del sabor es regular pero aprovechable para producir chocolate

3.0. Almendras violetas, son el producto de una fermentación incompleta, por ello aparecen ácidos procedentes de la pulpa. Las almendras no están hinchadas y la apariencia interna es compacta, desarrollan un sabor astringente y ácido.

4.0 Almendras pizarrosas (de color gris), presentan un aspecto compacto de color gris negrusco, lo cual indica ningún efecto de fermentación, por lo que desarrollan sabores amargos y astringentes.

2.1.7.2 Calidad organoléptica del grano

Un punto dominante en la calificación del cacao de exportación se basa en la características organoléptica (sabor y aroma), tales como el amargor y la astringencia, que están intrínsecas en las almendras de cacao, requisito fundamental para la elaboración de chocolates finos (Armijos, 2002) y (Calderón, 2002).

Graziani (2003), expresa que el cacao debe desarrollar el aroma y el característico sabor “arriba”, para que sea calificado como de primera calidad. Estas cualidades se desarrollan solamente cuando las almendras, debidamente fermentadas y secadas son tostadas, (Moreira, 1994).

Navarrete (1992), Moreira (1994), y Pérez (1999), coinciden y resumen las cualidades organolépticas que deben reunir los granos de cacao que son deseados por los fabricantes para procesar un producto de buena calidad, siendo estas las siguientes: 1) capacidad para desarrollar un buen chocolate,

aroma (a cacao), y 2) libres de sabores secundarios especialmente humo, moho y acidez excesiva.

Romero (2004), menciona que los fabricantes de chocolate realizan pruebas complejas para determinar las cualidades organolépticas del grano. En los cacaos finos, tratan de encontrar delicados matices de sabor y en los básicos se preocupan más de que no tengan sabores extraños. Además, describe que los peores defectos que se pueden encontrar en los licores de cacao son el sabor a humo, ocasionado por el secado artificial del cacao y el olor a jamón ahumado ocasionado por una sobre fermentación.

Para el fabricante, la evaluación sensorial es la única prueba confiable para determinar si puede utilizar determinado cacao para sus productos. Esta prueba permite medir, analizar e interpretar reacciones de las características de los alimentos, los cuales son percibidos por los sentidos de la vista, olfato y gusto es decir sabor y aroma (Jiménez, 2003).

2.1.7.2.1 Sabor y aroma

Voltz (1990), Ramos, Ramos y Azócar (2000) y Jiménez (2003), coinciden que el sabor es una sensación que se percibe en las papilas gustativas de la lengua y en la pared de la boca que son estimuladas por ciertas sustancias solubles y permiten encontrar en cada producto los sabores básicos como son: dulce, salado, astringente, ácido y amargo.

Estos mismos autores, manifiestan que los sabores más frecuentes que se pueden encontrar en una degustación en licores de cacao, son los siguientes:

2.1.7.2.1.1 Sabores básicos

- Acidez, se la describe como un sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles y se la percibe a los lados y al centro de la lengua, se lo puede relacionar con las frutas cítricas y vinagre.
- Amargor, sabor fuerte, generalmente debido a la falta de fermentación. Se percibe en la parte posterior del paladar o en la garganta, se lo relaciona con el café, cerveza caliente y la toronja.
- Astringencia, más que un sabor es una sensación que causa una contracción de la superficie de las mucosas de la boca, dejando una sensación seca y áspera en la lengua, además produce salivación generalmente debido a la falta de fermentación y se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. La referencia es cacao no fermentado, inicialmente se percibe un sabor floral pero después es amargo, parecido al sabor de las hojas de plátano.
- Dulce, este sabor es percibido en la punta de la lengua.
- Salado, se percibe a los lados de la lengua y produce salivación.

2.1.7.2.1.2 Sabor específico

- Cacao, describe el sabor típico a granos de cacao bien fermentados, tostados y libre de defectos. Referencia barras de chocolate de cacao fermentado

- Floral, son aquellos licores con sabor y aroma a flores, casi perfumado. Referencia flores de cítricos.
- Frutal, caracterizan licores con sabor a fruta madura. Esto describe una nota de aroma a dulce agradable. Referencia cualquier fruta seca o cacao fresco almacenado.
- Nuez, se describe como un sabor similar a la nuez, característico de los cacaos tipo Criollos y Trinitarios.

2.1.7.2.1.3 Sabores adquiridos

- Moho, describe licores con sabor mohoso, generalmente debido a una sobre fermentación de las almendras o a un incorrecto secado. Referencia sabor a pan viejo o musgo.
- Crudo/verde, se presenta con aroma desagradable, generalmente debido a la falta de fermentación o falta de tostado.

Numerosas investigaciones han determinado la importancia de los compuestos involucrados en la formación del aroma del cacao y por ende el desarrollo de los precursores del sabor a chocolate. En ese sentido; los compuestos volátiles como las pirazinas y los aldehídos representan un sabor básico, los esteres que originan un sabor a fruta. Así mismo el grado de astringencia del chocolate, esta determinado por los compuestos polifenólicos y el amargor por las purinas (cafeína y teobromina), el complejo polipéptidos-fenoles y pirazinas, intervienen en el sabor a dulce y nuez (Jeanjean, 1995).

Saltos (2005), menciona que el sabor “arriba” del cacao Nacional es muy particular y diferente, se lo describe como sabor floral, fuerte, con matices de astringencia, sabor a leguminosas verdes, flores de cítricos, una sensación de frescura que invade la boca y desaparece rápidamente.

La calidad aromática de un chocolate está relacionada con el origen de las almendras, con la fermentación y secado y con el tostado (Cros, 2004 a). El aroma del cacao incluye varias fracciones determinadas en los granos frescos: una fracción constitutiva (presente en la almendra fresca), de una fracción desarrollada durante la fermentación y secado y por ultimo por una fracción formada durante el tostado (Cros, 1997).

Según Braudeau (1970), el aroma a chocolate se forma desde el momento en que ocurre la muerte del embrión, al tiempo que se producen la rápida destrucción de las antocianinas, proporcionándole a las almendras de cacao el sabor y aroma característico del chocolate.

Es importante señalar que ni las células con pigmentos, ni las células de reserva de los cotiledones de las almendras frescas contienen alguna sustancia que darán el aroma a chocolate, por lo tanto, las almendras no fermentadas son incapaces de producir un aroma tal, incluso después del tostado, lo cual confirma que las sustancias aromáticas del cacao únicamente se crean durante el proceso de fermentación Braudeau (1970).

2.7.1.2.2 Torrefacción o tostado

El tostado del cacao se lleva a cabo con el propósito de facilitar la eliminación de la cascarilla y para que los precursores del sabor (azúcares, aminoácidos, y otros que se forman durante la fermentación) se combinen y produzcan los olores y sensaciones típicas del sabor a chocolate y otras notas sensoriales como: sabor floral, frutal y nuez, dependiendo del tipo de cacao (Amores, 2004).

El proceso de tostado contribuye a desarrollar el aroma característico del cacao. En esta etapa son importantes, el control del tiempo y de la temperatura de tostado (Álvarez, Pinto y Pérez, 2001). Altas temperaturas y largo tiempo de tostado eliminan las especificidades aromáticas de los cacaos finos de aroma y favorecen primero al desarrollo de un aroma térmico y luego a un sabor a quemado (Cros, 2004 b).

El tamaño de las almendras también tienen que ver con el proceso de tostado o torrefacción. A una determinada temperatura y tiempo de fermentación, si las almendras son muy pequeñas usualmente corren el riesgo desobse tostarse mientras que las almendras grandes se pueden tostar solo parcialmente, esto afectará la calidad del licor y de los chocolates que a partir de ellos se fabriquen (Amores, 2004).

4.1.1 Principales factores que afectan la calidad

2.1.8.1 Genética

La variabilidad genética en cacao tiene gran influencia en las características de las almendras de cacao, el sabor, color, tamaño de la almendra, contenido de manteca y sobretodo, aroma que pueda desprender después de la torrefacción (Braudeau, 1970 y Moreno y Sánchez, 1989).

Un cacao de determinado origen genético presenta propiedades organolépticas muy características (Moreira , 1994). Así se pueden identificar dos tipos de granos de cacao: cacao común, proveniente de árboles Amazónicos, ubicados bajo la denominación de Forasteros, y el cacao fino que proviene de árboles Criollos (Calderón, 2002).

Los cacaos comunes, Forasteros, son semejantes en cuanto a que poseen un sabor a chocolate muy fuerte. Los árboles son de tipo similar entre sí, pero hay diferencias en la forma en que los productores procesan el grano, lo cual aumenta las diferencias en el sabor y en algunos casos esto es la causa de malos sabores; mientras que, los cacaos finos o del tipo criollo son de varios tipos y cada uno tiene sus propias características de sabor (Liendo, 2003).

El sabor potencial del cacao fino es debido básicamente a la variabilidad genética de los árboles que lo producen; sin embargo, el desarrollo del sabor y aroma a chocolate dependen del correcto proceso de fermentación y secado (Graziani, 2003).

Por otra parte, Cubero et al, (1993) y Clapperton citado por Cros (2004 a), concluyen que los cacaos de tipo Forasteros son generalmente menos amargos y menos astringentes que los Trinitarios.

Los grupos Nacionales poseen características distintivas que los diferencian de los otros tipos de cacao, como en calidad y aroma, (Hardy, 1961 y Vera Suárez y Moreira , 1993). Según Amores (2004), la variedad Nacional posee en sus cromosomas genes que favorecen al sabor floral. Hay otros que favorecen un buen nivel de sabor a cacao como en la variedad CCN-51. Finalmente (Liendo, 2003) indica que la genética del grupo de los cacaos Criollos tiende a producir un bajo sabor a cacao pero favorece un alto nivel de notas de sabor a nuez.

El material genético natural lo constituyó el cacao llamado Nacional, que desafortunadamente va desapareciendo para dar paso a otros genotipos o variedades con alta productividad y resistentes a enfermedades, pero de un sabor diferente y sin aroma, que es lo que ha caracterizado al cacao Nacional a través de los años y lo que le ha dado la fama entre todos los fabricantes de chocolate especial, finos con aroma (Quiroz, 2004).

Sin embargo, una gran cantidad de la producción es una mezcla o híbrido que se formó naturalmente a inicios del siglo XX, (Enríquez, 1985). Por su parte (Quiroz y Soria , 1994), mencionan que estos cacaos híbridos han conservado parcial o totalmente el sabor arriba y el aroma de nuestro cacao Nacional.

2.1.8.2 Ambiente

Ciertas características de las almendras de cacao se ven afectadas por el ambiente durante el desarrollo de la mazorca. La deficiencia de agua y nutrientes en el suelo reduce el tamaño de las mazorcas y las almendras (Moreira ,1994).

El cacao especialmente tipo Nacional, en época lluviosa es cuando presenta mejor sabor, ya que debido a los grandes volúmenes existentes se puede realizar una mejor fermentación (Chatt citado por Semiglia , 1979).

Amores (2004), manifiesta que la variedad Nacional tiene diferente comportamiento organoléptico cuando se cultiva en otros países con ambientes diferentes. Inclusive dentro del Ecuador se discute la hipótesis de que el cacao Nacional creciendo en los suelos a lo largo de los ríos, es más productivo y posiblemente tenga notas de sabor floral más intensa.

2.1.8.3 Manejo post cosecha

El manejo postcosecha o beneficio constituye parte fundamental y decisiva para obtener una buena calidad del grano y permitir su correcta comercialización. El precio del producto y la rentabilidad del cultivo se incrementan con un buen beneficio (siempre y cuando haya incentivos para producir calidad), labor que representa entre el 15 y el 20 % de los costos directos de

producción. El beneficio adecuado desarrolla en las almendras los principios fundamentales del sabor y aroma inconfundibles del cacao, lo que determina en gran medida su condición de finos y aromáticos, es decir la calidad del producto final (FUNDACITE, 2000).

Reyes, Vivas y Romero (2000), definen al beneficio como el conjunto de prácticas interrelacionadas que tienen que ver con la transformación biológica que deben sufrir las almendras una vez cosechadas y que permiten la expresión de su potencial organoléptico. Sólo así serán aceptadas y valoradas por los procesadores de la industria chocolatera.

El beneficio comprende: cosecha, fermentación, secado y almacenamiento.

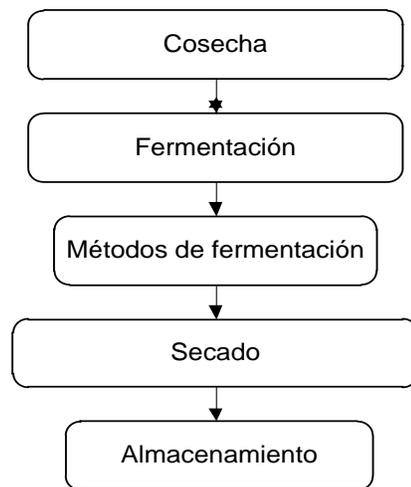


Figura 5 Diagrama de bloques para la obtención del grano de Cacao

2.1.8.3.1 Cosecha

Para la cosecha se debe hacer la identificación de las mazorcas maduras de cacao. Estas se identifican por los cambios de coloración externa, que varía dependiendo del tipo o variedad. La cosecha consiste en la recolección de mazorcas maduras y sanas. Usualmente se realiza con intervalos de 15 días para obtener un producto uniforme (Enríquez, 1995), aunque en periodos con poca producción, la recolección puede ser mensual.

2.1.8.3.2 Fermentación

En este proceso, ocurren cambios bioquímicos que permiten en las almendras el desarrollo de los precursores del sabor y aroma. Los factores de calidad, determinados por la fermentación son los más importantes, ya que generalmente el chocolate preparado de cacao sin fermentar no posee el sabor y aroma del verdadero chocolate (Moreno y Sánchez, 1989). Con una buena fermentación las almendras desarrollan el aroma y sabor a chocolate. El cacao mal fermentado aunque sea tipo Nacional jamás podrá desarrollar su propio sabor, llegando a tener una clasificación de baja calidad, (Moreira , 1994 y Cros, 2004 b).

En la etapa de fermentación conocida también como “cura” o “preparación”, el cacao obtiene la calidad necesaria para la producción del chocolate (Armijos, 2002). Durante este proceso los azúcares de la pulpa, debido a microorganismos (levaduras y bacterias), y reacciones bioquímicas de

oxidación forman ácidos que penetran en el cotiledón, produciéndose la muerte del embrión y la sucesiva formación de precursores del aroma del cacao.

Moreno y Sánchez (1989), Reyes, Vivas y Romero (2000), Ramos (2004) y Portillo, Graziani y Cros (2006), coinciden en que la fermentación involucra dos fenómenos distintos pero no independientes: Una fermentación microbiana que contribuye a la eliminación de la pulpa mucilaginosa presente en las almendras; y otra que induce a un conjunto de reacciones bioquímicas internas en los cotiledones, que conducen a la modificación de la composición química de las almendras y en particular a la formación de los precursores del aroma.

Estos mismos autores, expresan que estas reacciones son inducidas por elevación de la temperatura de la masa de cacao durante la fermentación y a la migración del ácido acético de la pulpa hacia la almendra. Estos dos fenómenos de la misma manera suprimen el poder germinativo del embrión.

Por otro lado, Ramos (2004), menciona que la fermentación es la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad. Este proceso disminuye el sabor amargo por la pérdida de teobromina, facilita el secado y la separación de la testa de los cotiledones.

Braudeau (1970), menciona que la elevación de temperatura desempeña un papel muy importante en la fermentación. Es responsable en parte de la

muerte del embrión de las almendras e inicio de las reacciones enzimáticas en los tejidos de los cotiledones.

Ramírez (1988), como resultado de sus investigaciones, encontró que durante la fermentación hay variación de temperatura y que es posible que la masa que se encuentra en la parte superficial sea varios grados más elevada que la masa que se encuentra en el fondo del cajón.

Hardy (1961), considera que la temperatura generada en la masa de fermentación está relacionada con la temperatura ambiente, lo cual es confirmado por Roelfser citado por el IICA (1989) al observar que las bajas temperaturas ambientales, impiden el aumento de la temperatura durante la fermentación.

Hernández (1991), indica que la pulpa fresca tiene un pH de 3,4 a 4,6. En la misma etapa el pH de los cotiledones es de 6,6. Debido a que la testa es permeable al ácido acético, este pasa al interior del cotiledón y al tercer día mata el embrión y baja el pH a 4,8 durante el resto de la fermentación y secado el pH sube y por lo general es de 5,5 en los granos secos, (Wood, 1982).

El pH óptimo para un cacao de calidad debe encontrarse en un rango de 5,1 a 5,4 cualquier cacao con un pH menor a 5,0 indica presencia de ácidos no volátiles indeseables que dan al producto aromas desagradables, que perjudican a la producción del chocolate, (Armijos, 2002).

La masa de almendras se voltea para homogenizar la fermentación. La falta de remoción o su ejecución defectuosa, hace que una gran proporción de la

masa de cacao se quede sin fermentar. El volteo debe realizarse a las 24 horas en el caso del cacao Criollo y cada dos días, en el caso de Forasteros y Trinitarios, evitando así la proliferación de mohos y la desecación de las almendras que se encuentran en la superficie. La remoción diaria permite un incremento más rápido de la temperatura; y por lo tanto una fermentación más homogénea y de menor duración (Saltos, Sánchez y Anzules, 2006).

Para la Compañía Nacional de Chocolates de Colombia (1988), las mejores condiciones de una buena fermentación se consiguen bajo una aireación y humedad apropiada. El tiempo es un factor principal que determina el buen éxito de este proceso; cuanto más rápido se produzca la muerte de los embriones, más rápidamente tendrán lugar las reacciones enzimáticas capaces de producir las transformaciones bioquímicas que conducen a los precursores del sabor.

El tiempo de fermentación que se debe dar a las almendras tiene relación con el grupo genético al que pertenece el cacao, la variedad genética superior (Criollos) necesita menos tiempo para fermentar que los Forasteros; porque el mayor contenido de azúcar en el mucílago del Criollo acelera el proceso. Por esta razón el cacao Criollo, se fermenta generalmente en tres días (Compañía Nacional de Chocolates de Colombia, 1988). Los llamados comúnmente Forasteros, se fermentan de cuatro a cinco días; mientras que, los Trinitarios necesitan seis días o más (Moreno y Sánchez, 1989).

Navarrete (1992), recomienda que para fermentar cacao de ascendencia Nacional se necesitan 3 días. Coello citado por Pastorelly (1992), indica que en el Ecuador el 64 % de los agricultores efectúan la fermentación de 1 a 3 días, el 3 % lo hace de 4 a 5 días, mientras que los restantes no realizan dicha práctica.

2.1.8.3.3 Fermentación

Existen un sin número de formas y recipientes para fermentar una masa de cacao. Rohan (1960) y Enríquez (1995), indican que, el método más utilizado por los pequeños agricultores es el de “montón” y consiste en amontonar las almendras de cacao sobre una mesa de madera o sobre hojas de plátano o bijao de manera que el jugo que sale del mucílago pueda escurrirse fácilmente. Luego el montón se cubre con hojas de plátano para que produzcan calor. (Rincón, 1999), informa que los montones se voltean periódicamente, con una frecuencia que depende en parte, del tamaño del montón y de la variedad de cacao sometida al proceso de fermentación.

Otro método utilizado por los agricultores es el de “sacos”. El agricultor llena los sacos con el cacao fresco y los cuelga para que se escurra y se fermenten las almendras. También acostumbran a dejar los sacos amontonados en el piso para iniciar el proceso de fermentación (Moreno y Sánchez, 1989).

En cambio Liendo (2004) y Santizo y Orellana (1989), aseguran que el método en “cajas” es el más ventajoso cuando se dispone de grandes

cantidades de cacao. Este método consiste en colocar las almendras de cacao recién extraídas de las mazorcas en cajas de madera y luego taparlas con hojas de plátano o sacos de yute para elevar la temperatura de la masa y ocurra el proceso de fermentación (Braudeau, 1970). El tamaño de la caja depende de la cantidad de cacao que puede obtener el agricultor. Generalmente las cajas son de madera y deben tener orificios o ranuras para permitir el drenaje de los jugos (Saltos, 2005).

Otro sistema de fermentación dirigido especialmente a pruebas de clones en proceso de investigación es el de “microfermentaciones”. Consiste en recolectar una muestra de 1,5 a 4,0 kg de almendras de cacao y luego colocarlas en pequeños sacos. Las almendras deben estar regadas en todo el saco para que se produzca la transformación de los azúcares y también facilitar las remociones.

Los pequeños sacos se ubican en la tercera parte del cajón de una masa considerable, ya que es allí donde se acumula la mayor parte de temperatura (Jiménez, 2003). El cacao que se utiliza como masa es recomendable que sea del mismo tipo genético para que no exista interferencias al realizar las remociones y no pueda influenciar con el aroma cuando se produzcan las reacciones y transformaciones de los azúcares y ácidos que se desarrollan durante la fermentación (Braudeau, 1970).

2.1.8.3.4 Secado

El objetivo primordial del secado es que el cacao termine de desarrollar el sabor a chocolate que inició durante la fermentación (Enríquez, 1993). Si el secado no se hace en forma adecuada, de nada sirve que se haya realizado una fermentación, ya que la muestra no llegará a tener el sabor deseado (Rincón, 1999).

Según Rincón (1999), el secado tiene por objeto eliminar el exceso de humedad y acidez de las almendras recién fermentadas de aproximadamente 55 % al 7 %, como garantía para su posterior almacenaje y comercialización.

El proceso de secado debe hacerse en forma lenta y gradual, empezando por pocas horas de exposición al sol durante los primeros días y aumentar progresivamente hasta la plena exposición en los últimos días (Jiménez, 2000). Con el secado violento, no se logra un secado uniforme y se interrumpe la hidrólisis enzimática de las antocianinas generando almendras púrpuras que le confieren un sabor astringente, a la vez se endurece rápidamente la testa o cascarilla la cual una vez seca impide la salida o difusión de los ácidos volátiles que se concentran en la almendra generando almendras ácidas (Ramos, 2004).

Este mismo autor considera también que durante el secado ciertas reacciones de formación del aroma de chocolate finalizan y otras reacciones prosiguen para así condicionar la calidad final del producto. De igual manera Enríquez (1995), argumenta que durante este proceso cambian los colores

de las almendras, apareciendo el color marrón o pardo, típico del cacao fermentado y secado correctamente.

Braudeau (1970), expresa que el secado puede realizarse en forma natural aprovechando el calor producido por los rayos solares y requiere de 8 a 10 días según las condiciones climáticas. Ramos, Ramos y Azócar (2000), indican que este sistema es el más recomendable porque al secar lentamente las almendras, estas desarrollan satisfactoriamente los cambios para lograr un buen sabor. Generalmente se utilizan tendales para este método, siendo los más comunes los de madera y los de bambú, aunque hay también de cemento y otros materiales (Rincón, 1999).

2.1.8.3.5 Almacenamiento

Es indispensable antes de cualquier almacenamiento asegurarse de que el cacao esté totalmente seco y que retenga una humedad inferior al 8 % (Moreno y Sánchez, 1989). Los mencionados autores consideran que las almendras deben conservarse en lugares ventilados, libres de humedad y sin ningún tipo de contaminación. Además deben tener una temperatura y humedad adecuadas, para que el material no adquiera humedad durante su almacenaje.

Los sacos con almendras de cacao deben ser almacenadas en compartimientos o estantes que estén por encima del suelo con un mínimo de 10 cm. de circulación del aire entre ellos y al granel, en silos adecuados, para una mayor garantía de la calidad del producto (Ramos, 2004). Si estos requisitos

no son bien controlados, las almendras de cacao pueden adquirir olores indeseables y contaminarse con materiales extraños. Además, pueden adquirir humedad que también deteriorará rápidamente la calidad del cacao (Rincón, 1999).

Urquhart (1963), manifiesta que el cacao absorbe fácilmente sabores y aromas. Para lo cual durante su almacenamiento, debe mantenerse separado de otros productos cuyo sabor podría absorber fácilmente. Si el piso donde se va a almacenar el cacao es de concreto, debe usarse una tarima de madera de 6 pies de espesor para aislarlo del piso.

4.1.2 Clasificación comercial del grano

El cacao, como producto de alto valor alimenticio y de otros usos para la humanidad, debe reunir algunos requisitos especiales para su consumo. Existen varios mercados para el cacao, con precios diferentes, según su origen y la presentación del producto. (Moreno y Sánchez, 1989).

Existen dos tipos de cacao en el mercado calificándolos como: I) cacao corriente u ordinario que representa el 95 % de la producción anual. La mayor producción de este tipo de cacao viene del África y Brasil; este cacao se destina en gran parte para la producción de manteca y II) cacaos finos que tienen sabores y aromas distintivos representan el 5 % de la producción mundial. Se utilizan en la elaboración de chocolates negros o chocolates tipo gourmet porque le confieren a los productos características de

aroma y sabor especiales. Los genotipos Nacional del Ecuador, Criollos de Venezuela y Trinitarios de Trinidad y Tobago, son representativos de los cacaos finos (Calderón, 2002, Graziani, 2003 y Amores, 2004).

Rincón (1999) y Moreira (1994), indican que a nivel mundial existen normas de comercialización del cacao. Según la FAO (2000), los requisitos o cualidades relacionadas con algunas características físicas que deberán reunir los granos de cacao se presentan en el Tabla 2.

Tabla 2

Requisitos y patrones de calidad física del cacao en grano

Requisitos	Unidad	ASSPS	ASSS	ASS	ASNS	ASN	ASES	ASE
Peso de 100 almendras	G	135–140	130–135	120–115	120–125	110–115	120–125	105–110
Buena fermentación	%	75	65	60	50	42	35	20
Mediana fermentación	%	10	10	5	10	10	15	15
Total fermentación	%	85	75	65	60	52	50	35
Violeta máximo	%	10	15	20	25	25	30	25
Pizarra	%	5	9	12	13	18	18	30
Defectos: insectos	- %	0	1	3	2	5	2	10

moho

Los porcentajes indicados son aproximados

*ASSPS = Arriba Superior Summer Plantación Selecta.

*ASSS = Arriba Superior Summer Selecto.

*ASN = Arriba Selección Navidad

*ASES = Arriba Superior Época Selecta

Arriba Superior Época

*ASS = Arriba Superior Selecto

*ASNS = Arriba Selección Navidad Selecto

*ASE =

** La granza, se le permite para el tipo ASE, el porcentaje máximo será de

2%

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar la formulación de la bebida refrescante a partir del exudado de almendras frescas de cacao, se tomaron como base los materiales, equipos, y procedimiento descritos a continuación; así mismo se establecieron los factores de dilución, hasta obtener una formulación aceptada por el consumidor, lo cual se determinará en base a pruebas hedónicas de escala de 9 puntos.

La materia prima de la cual se extrajeron las muestras de estudio corresponde a mazorcas de cacao de variedad criollo provenientes de la provincia de Tarapoto – San Martín.

3.1 Área de ejecución

Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo – Laboratorios de Físico Química, Química Analítica, Tecnología de los Alimentos y Control de Calidad, de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias; así como el laboratorio de bromatología de la Facultad de Biología.

3.2 Tipo de investigación

Investigación experimental.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Universo

Mazorcas de cacao procedentes del Instituto de cultivos Tropicales de la provincia de Tarapoto – San Martín.

3.3.2 Muestra

Constituido por 200 unidades de mazorcas de cacao criollo, los mismos que fueron acondicionados de forma correcta para los tratamientos posteriores.

3.4 Variable de estudio

3.4.1 Variable dependiente

3.4.1.1 Características sensoriales

- Apariencia
- Olor
- Sabor
- Textura
- Aroma

3.4.2 Variables independientes

- Factor de dilución (1:2, 1:2.5 y 1:3)
- Grados Brix
- Concentración de estabilizante

3.4.2.1 Operacionalidad de variables

Tabla 3

Operacionalización de las variables, dimensiones, indicadores e índices

Variable	Dimensiones	Indicadores	Índices
Independiente	Dilución	D 1:2, D 1:2,5, D 1:3	Relación pulpa agua
	Grados brix	10° Bx, 11,5° Bx y 13° Bx	Concentración
	Concentración estabilizante	de 0,08%, 0,1% y 0,12%	Porcentaje de adición
Dependiente	Análisis fisicoquímicos	Humedad	
		Ceniza	%
		Proteína	
		Grasa	
		Acidez	
		Fibra	
	Evaluación sensorial de las muestras en estudio	Sabor Aroma Color Olor	Puntaje para cada Atributo

Nota. Elaboración propia (2017)

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Equipos y materiales de laboratorio

3.5.1.1 Equipos

- ✓ Balanza semianalítica, marca Ohaus sensibilidad 0,1g. EE.UU.
- ✓ Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0,0001 g. EE.UU.
- ✓ Baño María Memmert serie li-X-S, rango de temperatura 0° a 95°C.
- ✓ Congeladora Faeda.
- ✓ Estufa marca Memmertelectric tipo IR-202.
- ✓ Extractor tipo Soxhlet.
- ✓ Potenciómetro rango 0 a 14 digital Marca HANNA.
- ✓ Refrigerador OLG.
- ✓ Refractómetro de mano, graduado de 0 a 100% de sacarosa.
- ✓ Estufa
- ✓ Equipo de titulación

3.5.2.1 Materiales

- Agitador de vidrio.
- Buretas de 25 y 50 ml
- Crisoles
- Cronómetro.
- Cuchillos de acero inoxidable.

- Embudos de vidrio y porcelana
- Fiolas de 50, 100, 250 y 500 ml
- Juego de tamices N° 20. 40 y 60
- Equipo de titulación

3.5.2 Reactivos y soluciones

- Ácido acético Q.P.
- Agua destilada
- Azul de Metileno en polvo
- Ácido sulfúrico Q.P.
- Acetato de sodio Q.P.
- Ácido clorhídrico Q.P.
- Alcohol etílico al 96% de pureza.
- Almidón soluble.
- Ácido Ascórbico grado reactivo
- Bisulfito de Sodio Q.P.
- Buffer acetato de Sodio 0,1 M, pH 4.5
- Buffer acetato de Sodio 1 M, pH 5.0
- Cloruro de sodio Q.P.
- Etanol 96% v/v
- Glucosa anhidra grado reactivo
- Hexano Q.P.
- Solución alcohólica de Fenoltaleína al 1%

- Solución de Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N
- Solución de Yodo 1%
- Tiosulfato de sodio 5H₂O Q.P.
- Otros reactivos usados en los análisis fisicoquímicos

3.5.3 Método de análisis

3.5.3.1 Análisis fisicoquímicos

Los métodos de análisis químico proximal que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

Cuadro 1 Tipo de análisis químico proximal

Análisis Químico proximal de la bebida	Fórmula	Norma
Humedad	$\%HUMEDAD = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} X 100$	AOAC 925.10, 18th Ed. AOAC 935.36, 18th Ed
Ceniza	$\%CENIZAS = \frac{C_3 - C_1}{C_2 - C_1} X 100$	NTP 205.004:1979 AOAC 935.39, 18th Ed.
Proteínas	$\%N = \frac{14 x N x V x 100}{m x 1000}$ $\%PROTEINA = \frac{14 x N x V x 100 x FACTOR}{m x 1000}$ <p>V= 50 ml H₂SO₄ 0.1 N - gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N m= masa de muestra, en gramos</p>	NTP 205.005:1979 AOAC 984.13, 18th Ed
Grasa	$\%GRASA CRUDA = \frac{m_2 - m_1}{m} X 100$ <p>m = peso de la muestra m₁ = tara de matraz solo m₂ = peso matraz con grasa</p>	NTP 205.006:1980
Acidez	$\%ACIDEZ (como acido sulfurico) = \frac{V_S - N_S}{Pm} x 4.9$	NTP 205.039. 1975 NTP 206.008. 1976
Fibra	$\%Fibra = \left(\frac{P_2 - P_3}{P_1}\right) X 100$ <p>P1= peso de la muestra (g) P2= peso de la muestra insoluble (g) P3= peso de las cenizas</p>	NTP 205.003:1980 reemplazada por la NTP 205.003:2016

Nota. Elaboración propia-(2017)

3.5.3.2 Análisis microbiológicos

Los métodos de análisis microbiológicos que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

Cuadro 2 Métodos de análisis microbiológicos

Análisis	Método	Nombre del método
Numeración de bacterias mesófilas aerobias viables	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP
Numeración de hongos	ICMSF (1983)	Microscopia 40x, 100x, 400x
Determinación de coliformes	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml

Nota. Elaboración propia (2017)

3.5.4 Evaluación organoléptica

Se efectuará teniendo en cuenta los atributos de Sabor, Olor, Color y Textura y Apariencia para lo cual se utilizó una escala hedónica de 9 puntos (me gusta muchísimo – me disgusta muchísimo), los que serán evaluados por 25 panelistas semi entrenados (Anzaldúa, 1994).

Escala Hedónica de nueve puntos

Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta bastante	7
Me gusta ligeramente	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta bastante	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

NOTA: Elaboracion propia

3.6 Metodología Experimental

3.6.1 Caracterización de la Materia Prima

3.6.1.1 Análisis físico químico

La caracterización de las materias primas consistió en: humedad, proteína, grasa, fibra cruda, ceniza, extracto libre de nitrógeno y acidez. Las muestras fueron trabajadas con tres repeticiones.

3.6.1.2 Análisis microbiológico

Se hizo de acuerdo a lo indicado en el cuadro 2.

3.6.2 Obtención de la bebida refrescante y evaluación de los tratamientos

Se experimentó con exudado de almendras frescas de cacao con diferentes factores de dilución como se indica en la figura 6. Las operaciones empleadas para obtener una bebida refrescante a partir del exudado de almendras frescas de cacao con características nutricionales y organolépticas apropiadas son las que se describen a continuación.

3.6.2.1 Recepción de materia prima

Las materias primas (mazorcas de cacao) adquiridas fueron evaluadas con la finalidad de evitar posteriores inconvenientes en el proceso.

3.6.2.2 Pesado

Se procedió a un pesaje de la mazorca entera de cacao y de cada una de sus partes; cascará, placenta y almendra mucilaginoso respectivamente.

3.6.2.3 Selección y Clasificación

Las mazorcas se seleccionaron de acuerdo a grado de madurez (colores rojizos y amarillentos) y las que no presentaran enfermedades ni defectos físicos provocados por maltratos, cortes inadecuados y lesiones, así como un correcto movimiento interior de las almendras que sugirieran la abundante presencia de líquido mucilaginoso en su interior.

3.6.2.4 Lavado y desinfección

Se lavaron las mazorcas con agua potable y se desinfectaron con agua clorada, utilizando para esto 100 ppm de cloro (hipoclorito de sodio) y posteriormente fueron sometidas a enjuague con agua potable.

3.6.2.5 Corte

Para el proceso de corte de las mazorcas, se utilizó un cuchillo de acero inoxidable, realizando cortes longitudinales y transversales.

3.6.2.6 Separación de las almendras mucilaginosas

Las almendras mucilaginosas fueron separadas de la placenta manualmente y colocadas por separado en recipientes de acero inoxidable.

3.6.2.7 Prensado de las almendras mucilaginosas

Para esta operación diseñó una caja-prensa de acero inoxidable de 30cm x 15cm x 15cm (altura, largo y ancho), en cuya base se colocó una malla de el mismo material, con orificios circulares de 2mm de diámetro; en la parte superior de la caja-prensa se colocó una tapa donde se ubicó el peso necesario para ejercer las presiones requeridas para ejecutar el ensayo.

3.6.2.8 Estabilización del exudado

Para evitar el pardeamiento enzimático del exudado, se realizó una estabilización térmica del exudado en un recipiente de acero inoxidable y calentamiento con

llama directa en una cocina. Fellows (1994), menciona que en zumos de frutas con pH menor a 4.5, se pueden utilizar una temperatura de 80°C por 60 segundos.

3.6.2.9 Estandarización

Estandarización: En este proceso se realiza la mezcla de todos los ingredientes (agua, azúcar, carboximetilcelulosa, ácido cítrico) que constituyen la bebida refrescante. En esta operación se evaluaron las distintas relaciones pulpa:agua.

3.6.2.10 Pasteurización

El objetivo principal de este tratamiento, en los alimentos de naturaleza ácida (pH<4,5), es la reducción de la carga microbiana y la inactivación enzimática, para asegurar la inocuidad del producto. Las condiciones mínimas de tratamiento para la pasteurización fueron de 90 °C durante 20 segundos.

3.6.2.11 Envasado

El envasado es una parte integrante del proceso de elaboración, el cual fue realizado en caliente, a una temperatura no menor a 87 °C.

3.6.2.12 Cerrado

Se realizó de forma manual y con tapas de metal.

3.6.2.13 Enfriado

El producto envasado fue enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío. Al enfriarse el producto, ocurrió la contracción de la bebida dentro del envase (formación de vacío), lo que representa el factor más importante para la conservación del producto (Coronado e Hilario, 2001; Fellows, 1994).

3.6.2.14 Codificación/Almacenado

Se codificó en función a los tratamientos y se almacenará a temperatura ambiente y en un lugar fresco para su conservación.

3.7 Evaluación

Se realizó fisicoquímica y organoléptica, con la finalidad de seleccionar el mejor tratamiento.

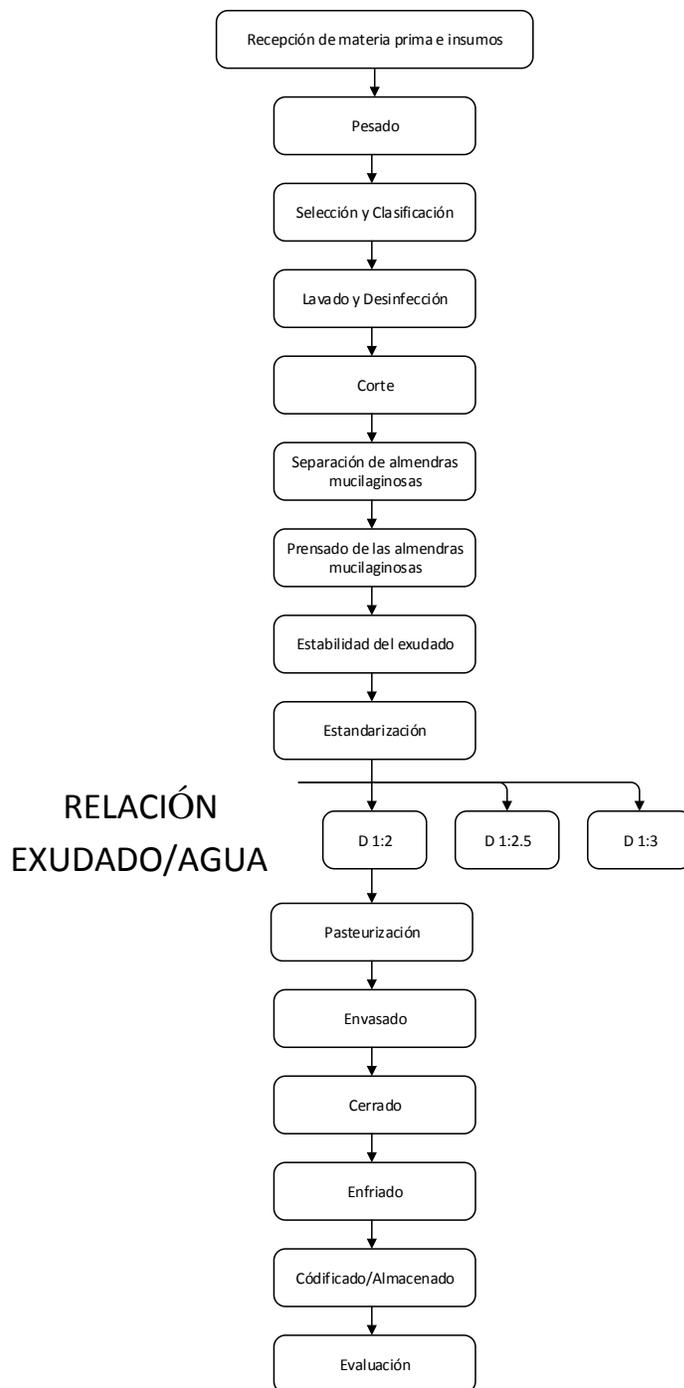


Figura 6. Diagrama de bloque para la obtención de una bebida refrescante a partir del exudado de almendras frescas de cacao, Elaboración propia (2017)

3.7.1 Caracterización del producto obtenido

3.7.1.1 Caracterización químico proximal

La caracterización de la bebida nutritiva se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el cuadro 1.

3.7.1.2 Análisis microbiológico

Se realizaron siguiendo los métodos de análisis recomendados por la ICMSF (2003), los mismos que se indican en el cuadro 2.

3.7.1.3 Evaluación organoléptica

Se efectuó teniendo en cuenta los atributos de Sabor, Olor, Color, Apariencia y Textura, los que serán determinados mediante una prueba de medición del grado de satisfacción global con escala hedónica de nueve categorías (Me Gusta Muchísimo (9) – Me Disgusta Muchísimo (1), empleando para esta prueba 25 panelistas semi-entrenados (Anzaldúa, 1994) y el formato se muestra en el anexo 2.

3.7.2 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de la evaluación organoléptica fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de Tukey para determinar la diferencia existente entre las formulaciones. Se empleó el software estadístico SPSS versión 19.

El modelo estadístico que se siguió fue un Modelo de Diseño experimental al azar completamente aleatorizado.

$$E_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

E_{ij} = Variable respuesta observada

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima variable experimental.

Tabla 4

Análisis de varianza para los tratamientos

F.V.	G.L.
Tratamientos	3
Error	95
Total	99

Nota. Elaboración Propia (2017)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

a. Caracterización de la materia prima

i. Análisis de los componentes de la mazorca de cacao

Las mazorcas de cacao fueron caracterizadas para conocer la proporción de sus componentes, los resultados se muestran en la tabla 5, valores promedios. Así mismo podemos mencionar que estos resultados difieren ligeramente de los reportados por Quimbita y Rodríguez (2008) quien reporta los siguientes resultados para la misma variedad de cacao (criollo): fruto entero 483,08 g., cascara 375,18 g., placenta 8,02 g. y almendras mucilaginosas 99,88 g.

Tabla 5

Resultado de la caracterización del fruto de cacao, valores promedio

Análisis	Fruto de cacao (g)
Peso	512 g.
Cáscara	368.64 g
Placenta	5.12 g
Almendra mucilaginosa	138.24 g

Nota. Elaboración propia (2017)

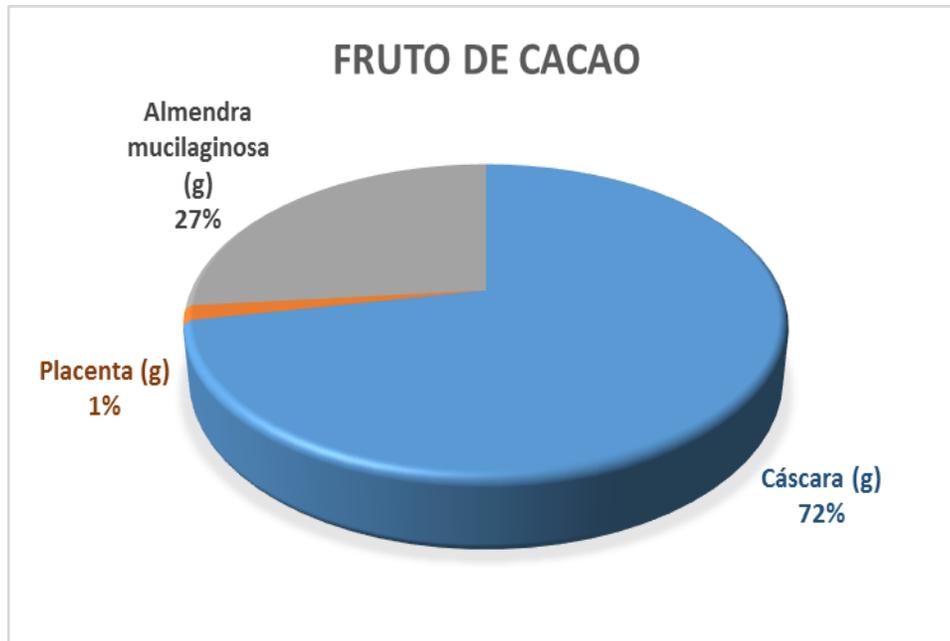


Figura 7 Distribución porcentual del fruto de cacao, Elaboración propia (2017)

ii. Caracterización fisicoquímica del exudado de cacao

El resultado del análisis físico-químico y proximal realizado al líquido exudado del mucílago de cacao, son los siguientes; como se presenta en la Tabla 6.

Con respecto a los resultados de la tabla 6 podemos observar que resalta su contenido de agua 84,61%, pH 3,2 y grados brix 16,6 lo que hacen del exudado de cacao una materia prima adecuada para elaborar una bebida refrescante. Comparando estos resultados difieren a los reportados por Villagomez (2013) quien reporta los siguientes valores: sólidos solubles (brix) 17 %, Acidez titulable 1,0 %, pH 3,59, Humedad 86,5 %, proteínas 0,4 %, grasa 0,1 %, ceniza 0,3 %, fibra 0,1 %, Hidratos de carbono 12,6 % y sólidos totales 13,5 %. Según Zingler (2010), manifiesta que los resultados de un análisis se ven influenciados por las

siguientes variables: método o técnica durante el análisis así como experiencia del analista, materia prima (variedad, ecotipo, etc) entre otras variables como vigencia de reactivos y calibración de equipos.

Tabla 6

Resultado del análisis fisicoquímico proximal del exudado de mucilago de cacao

Análisis	Exudado de cacao
Humedad, %	84,61
Proteína Total (N*6,25), %	0,22
Grasa, %	0,1
Hidratos de Carbono, %	14,57
Fibra, %	0,1
Ceniza, %	0,4
pH	3,2
Acidez	1,08
Solidos solubles (Brix)	16,6
Sólidos totales, %	15,49
Densidad (g/ml)	1,058
Glucosa (g)	2,93

Nota. Elaboración propia (2017)

b. Evaluación sensorial de los tratamientos

Tabla 7

Evaluación organoléptica de los tratamientos

A Concentración de estabilizante (%)	B Grados Brix	C Dilución Pulpa:Agua	Evaluación organoléptica	
			Puntaje	Apariencia
0,08	10	1:2	26,18	--+
0,08	10	1:2,5	34,38	--+
0,08	10	1:3	36,36	-++
0,08	11,5	1:2	33,00	--+
0,08	11,5	1:2,5	39,32	-++
0,08	11,5	1:3	39,42	-++
0,08	13	1:2	21,24	--+
0,08	13	1:2,5	27,86	--+
0,08	13	1:3	28,36	--+
0,1	10	1:2	33,00	--+
0,1	10	1:2,5	42,29	-++
0,1	10	1:3	42,39	-++
0,1	11,5	1:2	51,69	+++
0,1	11,5	1:2,5	47,92	+++
0,1	11,5	1:3	47,02	+++
0,1	13	1:2	31,02	--+
0,1	13	1:2,5	33,79	--+
0,1	13	1:3	35,67	--+
0,12	10	1:2	32,01	--+
0,12	10	1:2,5	41,99	+++
0,12	10	1:3	44,26	-++
0,12	11,5	1:2	44,76	-++
0,12	11,5	1:2,5	46,21	+++
0,12	11,5	1:3	45,31	+++
0,12	13	1:2	32,51	--+
0,12	13	1:2,5	33,99	--+
0,12	13	1:3	36,46	-++

Nota. Elaboración propia (2017)

- Mala apariencia
- + Regular apariencia
- ++ Buena apariencia
- +++ Muy buena apariencia

Los resultados de la tabla anterior fueron analizados estadísticamente mediante un diseño de bloque completamente aleatorizado con arreglo factorial de 3A x 3B x 3C con dos repeticiones, el análisis de varianza se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Análisis de varianza de la evaluación de los tratamientos

F.V.	Sum. Cuad.	g.l.	CM	Fc	F		Sig.
					5%	1%	
BLOQUE	2.7518	1	2.7518	651.6541	4.225	7.721	**
TRATAMIENTO	2793.8553	26	107.456	25446.6631	1.929	2.554	**
A (Cloruro de calcio)	800.2395	2	400.1198	94752.4105	3.369	5.526	**
B (Concent. jarabe)	1351.3124	2	675.6562	160002.233	3.369	5.526	**
C (Pulpa/jarabe)	530.1292	2	265.0646	62769.9827	3.369	5.526	**
INTERACCIONES							
AB	11.643563	4	2.9109	689.3284	2.743	4.14	**
AC	6.917607	4	1.7294	408.5399	2.743	4.14	**
BC	73.962363	4	18.4906	4378.7592	2.743	4.14	**
ABC	19.650659	8	2.4563	581.6844	2.321	3.288	**
ERROR	0.1097926	26	0.0042				
TOTAL (CORRECTED)	2796.7092	53					

C.V. = 19.41 % Respuesta de promedio = 37.434
 Nota. Elaboración propia (2017)

De la tabla 8, según los valores de ANAVA, al nivel de 5 por ciento y 1 por ciento de probabilidad, se pudo observar que existe una alta significancia estadística para todos los factores (Concentración de estabilizante (A), Grados Brix (B) y Relación pulpa/agua (C)) y entre tratamiento, es decir los promedios de las

evaluaciones entre los tratamientos; indicando también la existencia de diferencia estadística entre los bloques (repeticiones) e interacciones AB, AC, BC y ABC.

Se realizó la prueba de Tukey, presentándose los resultados en la tabla 12.

Tabla 9

Promedios ordenados de la prueba de Tukey al 95 % de confianza para la aceptación del exudado de cacao

	Factores								
	A			B			C		
	Concentración de estabilizante			Grados Brix			Relación pulpa/agua		
	A	x	Sig.	B	X	Sig.	C	x	Sig.
1	a ₁	32.01	A	b ₃	31.42	a	c ₁	33.05	a
2	a ₂	39.77	b	b ₁	37.21	b	c ₂	39.1	b
3	a ₃	40.52	b	b ₂	43.67	c	c ₃	40.16	b

Nota. Elaboración propia (2017)

Como podemos observar en la tabla 9, el factor A en sus niveles a₂ (0.1%) y a₃ (0.12%) muestran mayor aceptabilidad, superando estadísticamente al nivel a₁ (0.08%); el factor B en su nivel b₂ (11,5) muestra un mayor aceptación superando a los niveles b₁ (10) y b₃ (13); de igual forma el factor C en sus niveles c₂ (1:2) y c₃ (1:2,5) no muestran diferencia, presentando ambos mejor apariencia que el nivel c₁ (1:3).

De acuerdo a la prueba de Tukey, las concentraciones de estabilizante de 0,1% y 0,12% son estadísticamente iguales; al igual que las concentraciones grados brix de 11,5 y 13 y la relación pulpa/agua de 1:2, resultó la mejor estadísticamente ya que se obtuvo una mejor apariencia.

Debido a ello se decidió seleccionar como concentración de grados brix de 11,5 ya que al aplicar mayor concentración no vamos a obtener mejores resultados. La concentración de estabilizante seleccionada fue de 0.1%, debido a que mayor concentración no mejora estadísticamente su apariencia, pues los resultados estadísticos muestran que no existen diferencia significativa con la concentración de 0.12%. La relación pulpa/jarabe seleccionada fue de 1:2.

i. Evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación organoléptica de las formulaciones de la bebida no alcohólica, (se muestran en el anexo 3), fueron analizados estadísticamente obteniéndose los resultados para cada atributo que se detallan a continuación:

1. Aroma

4. Planteamiento de hipótesis del Aroma

H₀: Las medias de las muestras del Aroma son Iguales

H₁: Las medias de las muestras del Aroma no son Iguales

5. Estadístico de prueba

$$F = \frac{MCTR}{MCE}$$

Tabla 10

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Aroma

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	3927,489 ^a	32	122,734	135,563	,000
Muestra	2,156	4	1,078	1,190	,311
Panelistas	57,556	24	1,985	2,192	,006
Error	52,511	93	,905		
Total	3980,00	125			

a. R al cuadrado = .987 (R al cuadrado ajustada = .980)

Nota. Elaboración propia (2017)

6. Regla de decisión

Si el valor p (Sig.) es mayor que α , entonces no se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces no se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el aroma en las tres muestra son iguales en otras palabras los evaluadores han calificado igual el aroma.

2. Color

1. Planteamiento de Hipótesis para el Color

H₀: Las medias de las muestra del color son Iguales

H₁: Las medias de las muestras del color no son iguales

2. Estadístico de prueba.

$$F = \frac{MCTR}{MCE}$$

Tabla 11

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Color

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	de GI	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	4199,689a	32	131,240	154,366	,000
Muestra	2,022	4	1,011	1,189	,312
Panelistas	130,722	24	4,508	5,302	,000
Error	49,311	93	,850		
Total	4249,000	125			

Nota. Elaboración propia (2017)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es mayor que α , entonces no se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces no se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el color en las tres muestra son iguales en otras palabras los evaluadores han calificado igual el color.

3. Sabor

1. Planteamiento de Hipótesis para el Sabor

H_0 : Las medias de las muestra del sabor son iguales

H_1 Las medias de las muestras del sabor no son iguales

2. Estadístico de prueba

$$F = \frac{MCTR}{MCE}$$

Tabla 12

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Sabor

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	de GI	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	4248,200 ^a	32	132,756	83,876	,000
Muestra	22,200	4	11,100	7,013	,002
Panelistas	64,400	24	2,221	1,403	,136
Error	91,800	93	1,583		
Total	4340,000	125			

Fuente:

Elaboración propia (2017)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es menor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el sabor en las cinco muestra son diferentes en otras palabras los evaluadores han calificado a las muestras diferentes con respecto al sabor.

En el parámetro sabor si existe diferencia significativa por lo que se sometió a la prueba de tukey donde se observa según la tabla 13 que el mejor tratamiento es **D**

1:2.

Tabla 13

Pruebas de Tukey

Son Muestra	N	Subconjunto	
		1	2
2	25	6,40	
1	25	6,50	
3	25		7,50
Sig.		,949	1,000

Nota. Elaboración propia (2017)

Concluyendo que en la característica sabor se obtuvo diferencia significativa en las muestras dando como mejor tratamiento **D 1:2**.

4. Textura

1. Planteamiento de Hipótesis para la Textura

H₀: Las medias de las muestras de la textura son iguales

H₁: Las medias de las muestras de la textura no son iguales

2. Estadístico de prueba

$$F = \text{MCTR} \div \text{MCE}$$

Tabla 14

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable textura

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	de	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	3943,689 ^a		32	123,240	147,956	,000
Muestra	7,022		4	3,511	4,215	,020
Panelistas	121,156		24	4,178	5,016	,000
Error	48,311		93	,833		
Total	3992,000		125			

a. R al cuadrado = .988 (R al cuadrado ajustada = .981)

Nota. Elaboración propia (2017)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es menor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que la Textura en las tres muestras son iguales en otras palabras los evaluadores han calificado igual la textura.

5. Apariencia

1. Planteamiento de Hipótesis para la apariencia

H_0 : Las medias de las muestras de la apariencia son iguales.

H_1 Las medias de las muestras de la apariencia no son iguales.

2. Estadístico de prueba

$$F = \text{MCTR} \div \text{MCE}$$

Tabla 15

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Apariencia

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	de	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	4087,600 ^a		32	127,738	103,764	,000
Muestra	3,267		4	1,633	1,327	,273
Panelistas	124,233		24	4,284	3,480	,000
Error	71,400		93	1,231		
Total	4159,000		125			

a. R al cuadrado = .983 (R al cuadrado ajustada = .973)

Nota. Elaboración propia (2017)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es mayor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces no se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que la apariencia en las tres muestras son iguales en otras palabras los evaluadores han calificado a las muestras como iguales con respecto a la apariencia.

Analizando los resultados estadísticos de la evaluación sensorial se puede observar que no hay diferencia en cuanto a los parámetros de aroma, color, textura y apariencia entre los tratamientos.

c. **Obtención del producto**

En la figura 8 se muestran las operaciones y parámetros tecnológicos que se han seguido para la obtención de la bebida no alcohólica a partir de mucilago de cacao

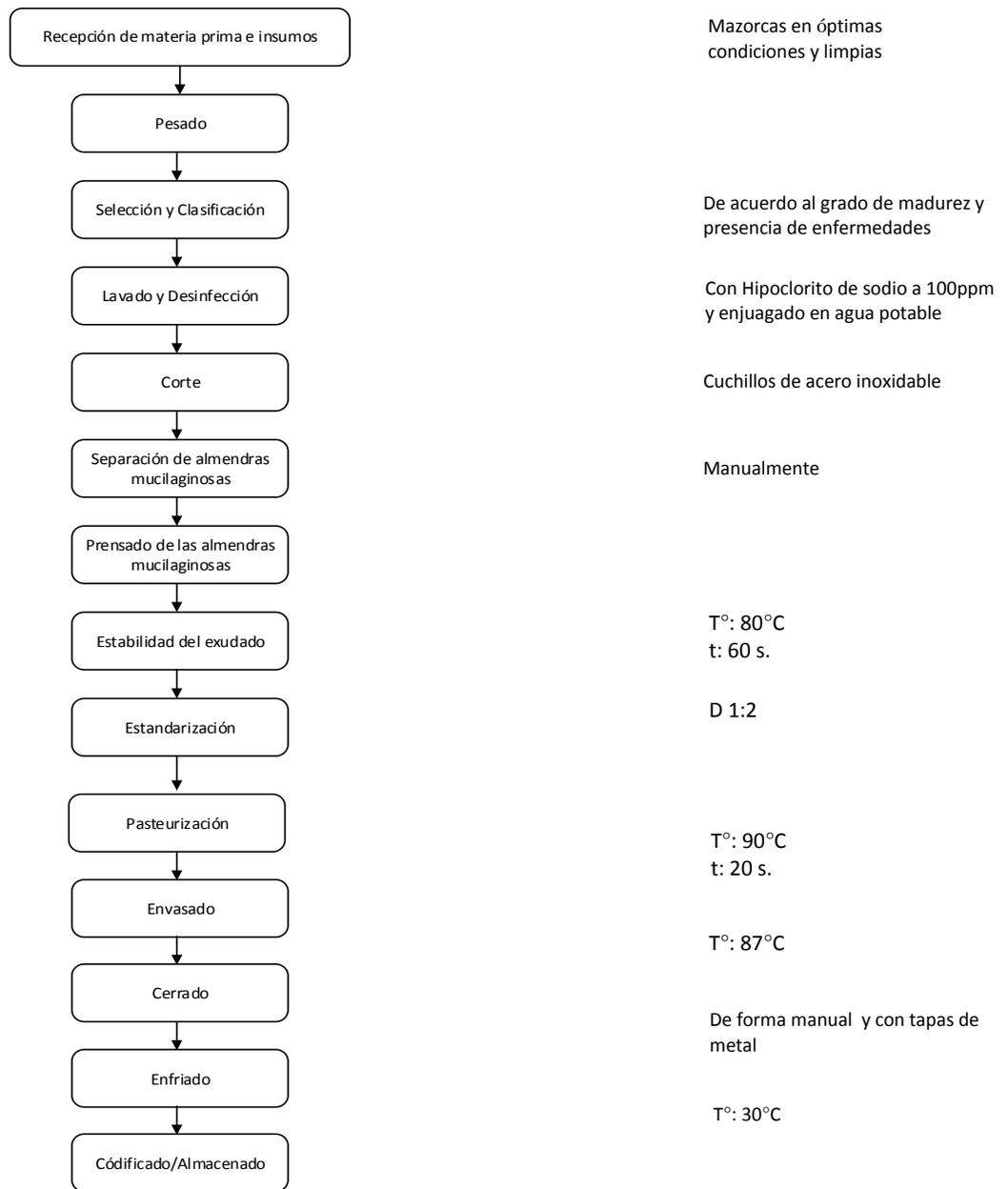


Figura 8 Flujo de Operaciones para la obtención de la bebida no alcohólica, Elaboración propia (2017)

d. Caracterización del producto seleccionado

i. Análisis físico químico

En la tabla 16, se observa la caracterización de la mejor dilución para la obtención de una bebida refrescante a partir del exudado de almendras frescas de cacao, donde se debe resaltar su bajo contenido calórico 60,37 kcal.

Tabla 16

Composición físico química de la bebida no alcohólica

DESCRIPCIÓN	D 1:2
Humedad, %	94,69
Proteína Total (N*6,25), %	0,08
Grasa, %	0,028
Fibra cruda, %	0,05
Ceniza, %	0,2
Hidratos de Carbono, %	4,952
Energía Total, Kcal	60,37
pH	3,95
Sólidos solubles (Brix)	13,4
Acidez titulable, %	0,31
Sólidos totales, %	5,34

Nota. Elaboración propia (2017)

ii. Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico de la bebida no alcohólica después de 60 días de almacenamiento se muestran a continuación en la tabla 17 donde se puede observar que aunque existe presencia de microorganismo estos valores cumplen con la Norma Técnica Sanitaria 071 – MINS/DIGESA V- 01 (2008).

Tabla 17

Análisis microbiológicos de la bebida no alcohólica

Determinaciones	Tiempo (días)	Patrón (*)
	60	
Numeración de bacterias mesófilas aerobias viables	< 10 ufc/g.	< 10 ⁴
Numeración de mohos	<10 ufc/ml	< 10 ²
Recuento de levaduras	<10 ufc/ml	< 10 ²
Determinación de coliformes totales	<2 ufc/ml.	<10

(*) NTS N° 071 MINS/DIGESA V-01 (2008)

Nota. Elaboración propia (2017)

V. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados y discusiones obtenidos podemos indicar las siguientes conclusiones para dar respuesta a los objetivos:

1. Se obtuvo con éxito una bebida no alcohólica a partir del aprovechamiento del mucilago de cacao (*Theobroma cacao*). El fruto de cacao caracterizado físicamente presento: 72% de cáscara, 27 % de almendra mucilaginosas y 1 % de placenta.
2. El exudado del mucilago de cacao presentó una caracterización fisicoquímica promedio de: Humedad 84,61%, Proteína Total (N*6,25) 0,22%, Grasa 0,1%, Hidratos de Carbono 14,67%, Fibra, 0,1%, Ceniza 0,4%, pH 3,2 , Acidez 1,08%, Solidos solubles (Brix) 16,6%, Sólidos totales 15,49%, Densidad (g/ml)1,058, Glucosa (g) 2,93
3. Las operaciones y parámetro de proceso para la obtención de una bebida no alcohólica a partir del mucilago de cacao son: Recepción de materia prima, Pesado, Selección y Clasificación (grado de madurez y ausencia de enfermedades), Lavado y desinfección (100 ppm de hipoclorito de sodio), Corte (cuchillo de acero inoxidable), Separación de las almendras mucilaginosas, Prensado de las almendras mucilaginosas, Estabilización del exudado (temperatura de 80°C por 60 segundos), Estandarización (D 1:2), Pasteurización (temperatura 90 °C durante 20 segundos), Envasado (temperatura no menor a 87 °C), Cerrado (tapas de metal), Enfriado (temperatura de 30°C) y Codificación/Almacenado.

4. La bebida no alcohólica a partir del mucilago de cacao presentó una caracterización sensorial de 7,5 puntos en una escala hedónica de 9 puntos. Se formuló una bebida no alcohólica con adecuado valor energético a partir del mucilago de cacao con un aporte energético de 60,37 Kcal por ración de 100 gramos.

5. La bebida no alcohólica presentó las siguientes características físico químicas promedio: Humedad 94,69%, Proteína Total (N*6,25) 0,08%, Grasa 0,028%, Hidratos de Carbono 4,952%, Fibra, 0,05%, Ceniza 0,23%, pH 3,95 , Acidez titulable 0,31%, Solidos solubles (Brix) 13,4%, Sólidos totales 5,34%, Densidad (g/ml)1,058, Glucosa (g) 2,93 y Energía Total, Kcal 60,37.

La bebida no alcohólica almacenada por 60 días presenta presencia de microorganismos (Numeración de bacterias aerobias viables totales, < 10 ufc/ml., Numeración de hongos <10 ufc/ml., recuento de levaduras <10 ufc/ml y Determinación de coliformes totales <2 ufc/ml.) dentro de los límites permisibles según NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008) y calificada sensorialmente, dando el factor de dilución D 1:2 (1 de exudado y 2 de agua) la mejor aceptabilidad de la bebida no alcohólica formulada a partir del mucilago de cacao.

VI. RECOMENDACIONES

1. Hacer un estudio de pre factibilidad técnico – económico para el desarrollo de un proyecto piloto para la producción del producto.
2. Hacer un estudio de mercado para determinar el grado de aceptación del producto.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afoakwa, E. (2010). Chocolate production and consumption patterns. In E. Afoakwa (Ed.), *Chocolate Science and Technology* (pp. 1-11). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Afoakwa, E. (2010). Industrial chocolate manufacture - processes and factors affecting quality. In E. Afoakwa (Ed.), *Chocolate Science and Technology* (pp. 35-57). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Afoakwa, E. (2010). Sensory character and flavour perception of chocolates. In E. Afoakwa (Ed.), *Chocolate Science and Technology* (pp. 73-90). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Afoakwa, E. (2010). Tempering and fat crystallisation effects on chocolate quality. In E. Afoakwa (Ed.), *Chocolate Science and Technology* (pp.174-197). Oxford: Wiley- Blackwell.
- Amores, F. 2004. Cacaos finos y ordinarios. In *Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica* (15 - 17 nov. / 2004). Memoras INIAP. Quevedo, Ecuador, p. 4 - 7.
- ANECACAO. 2006. (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao). Departamento técnico, Estadísticas, y, Control y Calidad. *Manual del cultivo de cacao..*
- Anzaldúa-Morales, A. (1994). Las propiedades sensoriales. In A. Anzaldúa-Morales (Ed.), *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica* (pp.11-44). Zaragoza: Editorial Acribia.
- Alvarado, M. R y Bullard, E. T. 1961. Variation of bean characteristic in hybrid cacao progenies, proceeding of the Caribbean Region, *America Societ y Horticultural Sciences* 5. 105 p.

- Álvarez, C.; Pinto, J. y Pérez, E. 2001. Caracterización físico-química de granos (tostados) y mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) de la región de Cumboto, Memorias del primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria, disponible en www.Cacao.sian.info.ve/memorias/html/18html
- A.O.A.C. (2005). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 16 ed. Vol. I y II. EEUU.
- A.O.A.C. (1997). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 16 ed. Vol. I y II. EEUU.
- A.O.A.C. (1985). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 16 ed. Vol. I y II. EEUU.
- Armijos, A. 2002. Caracterización de acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (*Theobroma cacao* L.) fino y ordinario de producción Nacional durante la fermentación, Tesis Lic. en Química, Quito, Ecuador, Pontificia Universidad Católica 103 p.
- Awua, P.K. (2002). Cocoa Processing and Chocolate Manufacture in Ghana. Essex, UK: David Jamieson and Associates Press Inc.
- Ayala, M., y 2008. Manejo Integrado de Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) Mediante el Uso de Fungicidas, Combinado con Labores Culturales. Tesis. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Ecuador.
- Beckett, S.T. (2009). Traditional chocolate making. In S.T. Beckett (Ed.), *Industrial Chocolate Manufacture and Use* (pp. 1-9). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Beckett, S.T. (2009). Conching. In S.T. Beckett (Ed.), *Industrial Chocolate Manufacture and Use* (pp. 192-223). Oxford: Wiley-Blackwell.

- Beckett, S.T. (2009). Chocolate flow properties. In S.T. Beckett (Ed.), *Industrial Chocolate Manufacture and Use* (pp. 224-246). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Beckett, S.T. (1988). *Fabricación y Utilización Industrial del Chocolate*. Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A. 432 p.
- Bernardini, E. (1981). *Tecnología de Aceites y Grasas*. España. Editorial Alambra. pp 250-251.
- Braudeau, J. 1970. *El Cacao*, Traducido por A. Hernández C., Barcelona, España, Editorial Blumé, 185 - 234 p.
- Calderón, L. 2002. Evaluación de los compuestos fenólicos del cacao (*Theobroma cacao* L.) de tipo fino y ordinario de producción Nacional durante la fermentación en relación con la calidad. Tesis Lic. en Química, Quito Ecuador, Pontificia Universidad Católica. 144 p.
- CAE. (1997). Código Alimentario Español y disposiciones complementarias. CAE Capítulo XXV, Sec. 6. Código Alimentario Español, 3th ed. Tecnos: Madrid.
- Charley, H. (2001). *Tecnología de Alimentos: Procesos Químicos y Físicos en la Preparación de Alimentos*. México. Editorial Limusa. 767 p.
- Cros, E.; Mermet G.; Jeanjean N.; y Georges G. 1994. Relation précurseurs - développement de l'arôme cacao. In 11° Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, (11, 1993, Coted' Ivoire) Memorias, Lagos, Nigeria, Cocoa Producer's Alliance. 723 – 726 p.
- CROUZILLAT,D.; BELLANGER,L.; RIGOREREAU, M.; BUCHELI,P.; PETIARD, V. 2001. Genetic structure, characterization and selection National cocoa compared to other genetic groups. Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia
- Desrosier, N. (1983). *Elementos de Tecnología de Alimentos*. México. Compañía Editorial Continental. 783 p.

- Diccionario Enciclopédico Quillet, volumen 2 (1964). Buenos Aires. Editorial Argentina Arístides Quillet. 624 p.
- Directiva 2000/36/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de junio de 2000, relativa a los productos de cacao y de chocolate destinados a la alimentación humana. Comité Mixto del Espacio Económico Europeo.
- Enciclopedia de la Técnica y de la Mecánica, volumen 2 (1974). España. Ediciones Nauta. 360 p.
- ENRIQUEZ, G. A. 2004. Cacao orgánico: guía para productores ecuatorianos. Manual N° 54. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito. 300 pp.
- Enríquez G. A. 1966. Selección y estudios de los caracteres de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para identificación y descripción de cultivares de cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CATIE, 97 p.
- FAO. 2000. Inocuidad y Calidad de los alimentos en relación con la agricultura orgánica, 22º Conferencia Regional de la FAO para Europa, oporto Portugal. Consultado el 30 de septiembre del 2005 disponible en www.fao.org/docrep/meeting/x49835.htm
- FUNDACITE. 2000. Manejo del cacao. Consultado el 15 de Noviembre del 2005 disponible en www.cacao.fundacite.org.gov.ve/index.html
- Graziani, L. F. 2003. Calidad del cacao, Memorias del Primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria, Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía. UCV. Consultado el 18 de Enero del 2005 disponible en www.Cacao.sian.info.ve/memorias/html/18html
- Gutiérrez, J. 2000. Cacao producto fino y de aroma, en cultivos controlados, (Julio- 2002, Quito - Ecuador), Vol. 2, p. 12.
- Hardy, 1961. Manual del cacao. Turrialba Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. p. 385 - 391.

- International Cocoa Organisation (ICCO). (2008). International Cocoa Organisation Report of Cocoa Statistics. *The Manufacturing Confectioner*, 88(3), 39-40.
- International Cocoa Organization (ICCO). (2005). Inventory of the Health and Nutritional Attributes of Cocoa and Chocolate. Retrieved from: <http://www.icco.org>.
- INIAP, 1984. (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). Descripción y control de las enfermedades de cacao presentes en el litoral ecuatoriano. Boletín divulgado N° 162. Estación Experimental Pichilingue. Quevedo-Ecuador
- INIAP, 1993. (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). Manual del cultivo de cacao. 2ª Ed. Corregida y aumentada. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Manual N° 25. Quevedo-Ecuador.
- INIAP, 1996. (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento Nacional de Protección Vegetal. Informe técnico 1993-1995. Quevedo- Ecuador
- INIAP, 2002. (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). Memoria Anual 2001. Departamento Nacional de protección Vegetal. EET. Pichilingue, Quevedo, Los Ríos, Ecuador. P.15
- Jeanjean, N. 1995. Influence du genotype, de la fermentation et de la torrefaction sur le développement de l'arôme cacao. These de doctorat. Université Montpellier II. Montpellier- France. 202 p. Disponible en www.cacao.sian.info.ve.
- Jiménez, J.C. 2000. Efectos de dos Métodos de Fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivados en la zona de Quevedo, Provincia de Los Ríos. Tesis Ing. Agr. Guaranda Ecuador, Universidad Estatal de Bolívar, 57 p.

- Jobber, P. y Jamieson, M. (1976). Manejo de los Alimentos: Técnicas de Conservación, volumen 2. México. pp. 239-243.
- Kalvatchev, Z., Garzaro, D. y Guerra, F. (1998). Theobroma cacao L: un nuevo enfoque para nutrición y salud. Agroalimentaria [Revista en línea]. Disponible:
http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/centros_investigacion/ciaal/agroalimentaria/anum6/articulo6_2.pdf [Consulta: 2006, abril 5].
- Karen, A.C., Campos-Giménez, A., Jiménez Alvarez, D., Kornél. N., & Donovan, J.L., Williamson, G. (2007). Rapid Reversed Phase Ultra-Performance Liquid Chromatography Analysis of the Major Cocoa Polyphenols and Interrelationships of Their Concentrations in Chocolate. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55(8), 2841-2847.
- Kirk, R. y Othmer, D. (1998). Enciclopedia de Tecnología Química. México. Editorial Limusa de CV. 1494 p.
- Kirk, R. y Othmer, D. (1954). Encyclopedia of Chemical Technology, volumen 3, 2da edición. USA. Editorial The Interscience Encyclopedia, Inc. 955 p.
- Khampuis, H. J. (2010). Production and quality standards of cocoa mass, cocoa butter and cocoa powder. In S. T. Beckett (Ed.), *Industrial chocolate manufacture and use*. (pp. 121-141). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Lambert, J. P. (2009). Nutrition and Health Aspects of Chocolate. In S.T. Beckett (Ed.), *Industrial Chocolate Manufacture and Use* (pp. 623-635). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Liendo, R. (2004). La manteca de cacao. *Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias CENIAP HOY* [Revista en línea]. Disponible:
<http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n5/arti/rliendo.htm> [Consulta:2006, abril 5].

- Liendo, R. (1996). Caracterización de la manteca de cacao de cultivares criollos e híbridos (*Theobroma cacao* L.) de la colección del banco de germoplasma. Trabajo de Investigación. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Liendo, Rigel J. 2003. Origen del aroma del Cacao. Revista Digital CENIAP HOY No. 1, enero-abril 2003. Maracay, Aragua, Venezuela. Consultado el 28 de Agosto del 2005. Disponible en www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n1/texto/rliendo.htm
- López B., O. 1984. Herencia de los caracteres de la semilla de cacao (*Theobroma cacao*, L.). Tesis Ms. Sc. Turrialba Costa Rica. IICA 74 p.
- Medranda, G. y Mera, E., 2011. Estudio de Reingeniería para la habilitación de la Industria Manabita de Cocoa Manacoa S.A. Tesis. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Facultad de Ingeniería Industrial. Ecuador.
- Moreira, D. M. 1994. La Calidad del Cacao, Revista INIAP No 4, 24 - 26.
- Moreno, L. J. y Sánchez, J. A. 1989. Beneficio del Cacao. Fundación Hondureña de Investigaciones Agrícolas. Fascículo N° 6. 26 p.
- Navarrete, J. 1992. Evaluación de tiempos y métodos de fermentación con diferentes volúmenes de cacao (*Theobroma cacao* L.) de ascendencia nacional, para condiciones tropicales húmedas. Tesis Ing. Agr. Portoviejo Ecuador. Universidad Técnica de Manabí. 85 p.
- Norma venezolana COVENIN 1397:1997: Manteca de cacao (2da revisión). FONDONORMA, 1997.
- Pastorelly, D. M. 1992. Evaluación de algunas características del cacao tipo Nacional de la colección de la zona de Tenguel, Tesis Ing. Agr. Guayaquil Ecuador. Universidad Agraria del Ecuador, 114 p.
- Pérez, R. 1999. Manejo post-cosecha del Cacao, INIAP, Quevedo, Ecuador. 12 p. mimeografiado.

- Pérez-Llamas, F., Larqué, E., & Zamora, S. (2010). Calidad nutritiva de los alimentos. In A. Gil (Ed.), Tratado de Nutrición. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos (pp. 563-583). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Pinto, J. y Álvarez, C. 2001. Comparación de parámetros físico-químicos de granos tostados de cacao (*Theobroma cacao* L.) de dos zonas del Estado Aragua, Memorias del primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria, disponible en www.Cacao.sian.info.ve/memorias/html/18html
- Pons, J.C. y Sivardiere, P. 2002. Manual de capacitación; Certificación de calidad de los alimentos orientada a sellos de atributos de valor en países de América Latina. Consultado el 28 de Noviembre del 2005 disponible en www.fao.org/foro/alimentos
- Porter, L.J., Ma, Z., & Chan, B.G. (1991). Cacao procyanidins: major flavanoids and identification of some minor metabolites. *Phytochemistry*, 30, 1657-1663.
- Portillo, E; Graziani L. y Cros E. 2006. Efectos de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.).
- Quelch, J.A. (1987). Marketing the premium Product. *Business Horizons*, 30(3), 38-45.
- Quiroz, J. 1990. Estudio de la compatibilidad en algunos cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.), Tesis Ing. Agr. Babahoyo Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Técnica de Babahoyo. 30 p.
- Ramírez, 1988. Estudio de la fermentación del cacao. (*Theobroma cacao* L.) mediante cuatro sistemas de fermentación en cuatro zonas cacaoteras de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Turrialba Costa Rica. Universidad de Costa Rica 141 p.

- Ramos, G.; Ramos, P. y Azócar, A., 2000. Beneficio del Cacao, In Manual del Productor de cacao, Mérida Venezuela, p. 58 - 69.
- Rincón, S. O. 1999. Manual del Cacaotero. Bogota Colombia., Cenicafé p. 78 - 80.
- Rohan, T. 1960. El Beneficiado del Cacao. Boletín de trabajo N° Oficial 5, Roma Italia, Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), p. 1 - 25.
- Romero, G. 2004. Mercadeo nacional e internacional del cacao. In Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica (15 - 17 nov. / 2004, Quevedo – Ecuador). Memorias INAP. Quevedo, Ecuador. 20 p.
- Rozin, P., Levine, E., & Stoess, C. (1991). Chocolate craving and liking. *Appetite*, 17(3), 199-212.
- Salazar, M. y Zambrano, H., y 2012. Estudio de factibilidad para la implementación de un centro de comercialización interna y exportación de cacao en Milagro. Tesis. Universidad Estatal de Milagro Unidad Académica DE Ciencias Administrativas y Comerciales. Ecuador.
- Saltos, A. 2005. Efecto de métodos de fermentación, frecuencias de remoción y volúmenes variables de masa fresca de cacao sobre la calidad física y organoléptica del “Complejo Nacional x Trinitario”. Tesis Ing. Agr. Universidad de Guayaquil, Vinces – Ecuador. 59 p.
- Saltos, A; Sánchez V; Anzules A. 2006. Beneficio del cacao. In Taller de entrenamiento en calidad física y organoléptica de cacao (20 - 24 de marzo / 2006, Quevedo- Ecuador) Memorias INAP. Quevedo Ecuador. 7 p.
- Sánchez-Rabaneda, F., Jáuregui, O., Andrés-Lacueva, C., & Lamuela-Raventós, R.M. (2003a). Liquid chromatographic/electrospray ionization tandem mass

spectrometric study of the phenolic composition of cocoa (*Theobroma cacao*).
Journal of Mass Spectrometry, 38(1), 35-42.

Santizo, S. C; Orellana, L. D. 1989. Situación del cacao, recursos y necesidades.
In Seminario Regional sobre tecnología poscosecha y calidad mejorada
del cacao. Turrialba Costa Rica. IICA (Instituto Interamericano de
cooperación para la Agricultura). P 31 - 34.

Segall, S., Artz, W., Raslan, D., Ferraz, V., & Takahashi, J. (2005). Analysis of
triacylglycerol isomers in Malaysian cocoa butter using HPLC-mass
spectrometry. *Food Research International*, 38, 167-174.

Semiglia, C. L. 1979. Estudios de varios métodos de fermentación en
diversas zonas cacaoteras del Ecuador. Tesis Ing. agr. Guayaquil
Ecuador, Universidad de Guayaquil. 88 p.

Simoneau, C., Hannaert, P., & Anklam, E. (1999). Detection and quantification of
cocoa butter equivalents in chocolate model systems: analysis of triglyceride
profiles by high resolution GC. *Food Chemistry*, 65, 111-116.

Stevenson, C.; Corven, J. y Villanueva, G. 1993. Manual para Análisis de
cacao en Laboratorio. San José de Costa Rica.

Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. (2002) [Enciclopedia virtual]. 6TH
edición.

Urquhart, D. 1963. Cacao, Trad. por Juvenal Valerio, J. Instituto
Interamericano de Ciencias Agropecuarias. Primera edición en español
Editorial Sic, Turrialba Costa Rica, p. 138, 144, 145.

USDA National Nutrient Database for Standard Reference. (2010). Retrieved from:
http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl

Uzca, C. 2009. Aplicación de la Stevia Rebaudiana Bertoni en el Desarrollo y
Diseño de Proceso de un Chocolate en Polvo para Grupos de Personas con

Dietas de Bajas Calorías. Tesis. Escuela Superior Politécnica del Litoral
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Ecuador.

Vera, J.; Suárez, C., y Moreira, M., 1993. Beneficio del cacao, Ed. Suárez,
C. Manual del cultivo de cacao. Quevedo Ec. p. 125-128.

Voltz, M. 1990. Glossary of terms for sensory evaluation of cocoa materials,
NESTLE Research centre lausaune. 12 p.

Waterhouse, A., Shirley, J., Donovan, J. (1996). Antioxidants in chocolate. Lancet,
348, 834.

Weingarten, H.P., Elston, D. (1991). Food cravings in a college population.
Appetite, 17(3), 167-175.

Whitefield, R. (2005). Making Chocolate in the Factory. London: Kennedy's
Publications.

Wollgast, J., Anklam, E. (2000). Review on polyphenols in Theobroma cacao:
changes in composition during the manufacture of chocolate and
methodology for identification and quantification. Food Research
International, 33, 423-447.

Wood, G. 1982. Cacao, Trad. por Marino, Primera edición en español,
Compañía Editorial Continental S.A., México D.F. p. 255- 274.

Ziegleder, G.R., Hogg, R. (2009). Particle size distribution. In S.T. Beckett (Ed.),
Industrial Chocolate Manufacture and Use (pp. 142-168). Oxford: Wiley-
Blackwell.

VIII. ANEXOS

Anexo 1

Imágenes fotográficas de la materia prima





Anexo 2

Pruebas de medición del grado de aceptabilidad de la bebida no alcohólica

PRUEBAS DE MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN

Nombre:

Fecha:

Instrucciones: A continuación se presenta 03 muestras de una bebida no alcohólica a partir de exudado de almendras frescas de cacao. Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Indique su nivel de agrado con respecto a la característica en cada muestra colocando el número de acuerdo a la escala que se encuentra en la parte inferior.

MUESTRA	AROMA	COLOR	SABOR	TEXTURA	APARIENCIA
345					
453					
425					

Donde:

Descripción

Valor

Me gusta muchísimo	(9)
Me gusta mucho	(8)
Me gusta bastante	(7)
Me gusta ligeramente	(6)
Ni me gusta ni me disgusta	(5)
Me disgusta ligeramente	(4)
Me disgusta bastante	(3)
Me disgusta mucho	(2)
Me disgusta muchísimo	(1)

Comentarios y sugerencias:

ANEXO 3

Resultados de la evaluación sensorial por atributo

CARACTERÍSTICA AROMA

TRAT	PANELISTAS																									SUMATORIA	PROMEDIO
	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		
D 1:2	6	6	7	6	7	6	6	8	7	9	6	7	7	8	6	5	6	7	4	8	5	8	7	8	8	168	6.72
D 1:2,5	5	8	6	5	5	5	6	6	5	6	5	6	4	7	6	2	7	9	7	8	8	9	1	3	7	146	5.84
D 1:3	5	7	8	6	7	6	6	4	7	8	4	6	5	6	6	7	4	6	8	6	7	8	7	8	7	159	6.36

Fuente: Elaboración propia (2017)

CARACTERÍSTICA COLOR

TRATAM	PANELISTAS																									SUMATORIA	PROMEDIO
	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		
D 1:2	6	6	7	6	7	7	5	7	7	6	5	6	6	6	6	4	7	6	7	6	6	8	7	7	9	160	6.4
D 1:2,5	8	7	7	6	6	7	7	9	6	7	6	5	7	4	5	6	7	8	5	7	5	9	1	5	7	157	6.28
D 1:3	7	6	6	7	7	8	6	5	4	6	6	5	6	8	7	7	7	6	7	6	6	8	5	9	7	155	6.20

Fuente: Elaboración propia (2017)

CARACTERÍSTICA SABOR

TRATAM	PANELISTAS																									SUMATORIA	PROMEDIO
	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		
D 1:2	7	8	7	6	2	4	6	5	5	7	7	6	6	7	7	7	6	6	7	6	5	8	6	7	6	160	6.40
D 1:2,5	7	8	7	6	2	4	6	5	5	7	7	8	5	9	7	6	7	8	4	8	8	9	2	4	5	154	6.16
D 1:3	6	8	8	8	7	7	8	9	7	9	8	8	9	8	9	7	6	6	1	8	7	7	8	9	8	192	7.68

Fuente: Elaboración propia (2017)

CARACTERÍSTICA TEXTURA

TRAT AM	PANELISTAS																									SU MA TO RIA	PROME DIO
	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		
D 1:2	6	6	7	6	7	6	6	6	7	6	6	6	6	7	6	7	7	9	7	8	7	9	7	7	7	156	6.24
D 1:2.5	7	8	6	5	6	5	6	6	5	6	5	6	6	7	6	7	7	9	7	8	7	9	1	3	7	155	6.20
D 1:3	6	7	8	6	7	6	6	4	7	8	4	6	5	6	6	7	4	6	7	6	7	8	7	8	7	159	6.36

Fuente: Elaboración propia (2017)

CARACTERÍSTICA APARIENCIA

TRAT AM	PANELISTAS																									SU MA TO RIA	PROME DIO
	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		
D 1:2	7	7	7	6	7	7	4	3	6	7	6	7	7	8	5	8	9	9	6	5	3	5	6	8	7	160	6.40
D 1:2.5	8	8	7	6	8	7	7	4	8	8	5	6	6	8	8	6	6	6	7	8	6	9	3	4	5	164	6.56
D 1:3	5	7	4	6	6	4	7	4	4	6	6	4	7	4	4	6	7	7	5	6	7	6	7	4	8	141	5.64

Fuente: Elaboración propia (2017)