

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y**

**Ciencias de la Producción.**

“Elaboración de jugo de mucílago de cacao pasteurizado”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIEROS EN ALIMENTOS**

Presentado por:

Carlos Nahín Bedrán León

Giann Carlos Becerra Bravo

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2017

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a dios por permitirme culminar una etapa más de estudio, a mis padres, hermanos, mi esposa e hijos, por el apoyo incondicional y la motivación que supieron brindarme.

Msc. Natasha Coello y el Dr. Sócrates Palacios por su tiempo dedicación y paciencia con nosotros, a las personas que aportaron con un granito de arena para culminar este proyecto como Katty Moran, Lenin Maingon entre otras personas y a mi compañero de materia integradora Giann Carlos Becerra.

Carlos Nahín Bedrán León

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de manera muy cordial a mi tutora MSc. Natasha Coello para desarrollar este proyecto, al MSc. Kenny Escobar por brindarnos tiempo, apoyo y conocimiento permitiendo guiarnos para culminar el proyecto integrador. Además al Ing. Patricio Cáceres y a la Ing Haydee Torres por tener paciencia y motivación para terminar con éxito nuestra carrera y a mi compañero de materia integradora Sr. Carlos Nahín Bedrán León que luchamos para terminar con el objetivo propuesto.

Giann Carlos Becerra Bravo

## **DEDICATORIA**

Este proyecto va dedicado a mis padres Msc. Carlos Bedran Cervantes y Lic. Dalila León. A mi esposa Ing. Viviana Alvarado y mis hijos Vianna y Mustafá Bedrán Alvarado.

Carlos Nahín Bedrán León

## **DEDICATORIA**

Este proyecto va dedicado a mis padres Hugo Becerra Cabrera y Enita Bravo por sus consejos y guiarme en la vida. A mis hermanas Katty y Carla por estar conmigo y brindarme su apoyo. A mis abuelos y tíos que me dieron consejos y paciencia en mi vida. A mis sobrinos que sirva de ejemplo para que consigan sus metas. A mis amigos cercanos que han estado pendientes en este proyecto integrador.

Giann Carlos Becerra Bravo

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

BEDRÁN LEÓN CARLOS NAHIN

BECERRA BRAVO GIANN CARLOS

BETTY NATASHA COELLO GOMEZ

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

  
CARLOS BEDRÁN L.

  
GIANN BECERRA B.

  
PROFESOR TUTOR  
PROYECTO INTEGRADOR  
BETTY COELLO G.

## RESUMEN

Según Pro-Ecuador 2015, Ecuador es el tercer país de exportación de cacao en grano a nivel mundial con el 7,6% de participación. En los últimos años, el proceso de fermentación para la pepa de cacao se realiza mediante nuevas técnicas que permiten disminuir el tiempo de fermentación y secado del grano. Sin embargo, estos procesos generan mayor cantidad de pulpa o mucílago de cacao, el cual es desechado por los canales de agua residuales incrementando la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) permitidos por las ordenanzas ambientales. Es por esta razón que este proyecto plantea el aprovechamiento de los subproductos del cacao, como lo es el mucílago de cacao fresco para la elaboración de jugo de cacao pasteurizado.

Para lograr este objetivo, se desarrolló dos formulaciones que cumplieron con los estándares para jugos, néctares y bebidas dados por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2337:2008. Las formulaciones fueron evaluadas hedónicamente por 70 panelistas considerando el atributo de sabor y alcanzado niveles de confianza del 95 %. Posteriormente, la fórmula preferida fue caracterizada por parámetros físicos de apariencia y parámetros bromatológicos como Brix y pH. Finalmente, se propone el proceso del jugo de mucílago de cacao que incluye la selección de los equipos, y se determinó la ficha de estabilidad, análisis nutricional y análisis financiero.

Este proyecto para su desarrollo presentó dos formulaciones de jugo; una con concentración de 100% mucílago de cacao y otra con 80% de mucílago de cacao y 20% de agua. Esta formulación cumplió con los requisitos físico-químicos, grados Brix 21 °y pH 3.58 así como los microbiológicos determinados en la norma NTE INEN 2337. El periodo de vida útil del producto determinado es 6 meses en refrigeración. El estudio financiero realizado consideró la producción de 3 TM diaria de mucílago de cacao para la elaboración de 8730 botellas de 300 ml, dando un costo de producción por unidad de 0.15 centavos.

Se evidenció mediante este proyecto que la bebida es factible de producir y sus costos son favorables en vista del aprovechamiento de un subproducto de cacao que es desechado. La bebida fue aceptada por los panelistas por el nivel de concentración en el

sabor, destacando que el 70% se ubicaron dentro de la escala hedónica en me gusta muchísimo.

**Palabras clave:** Mucílago, cacao, pasteurización, preferencia, aceptación.



## SUMMARY

*According to Pro-Ecuador 2015, Ecuador is the third country to export cocoa beans globally with 7.6% participation. In the last years, the fermentation process for the cocoa shell is carried out using new techniques that reduce the time of fermentation and drying of the cocoa. However, these processes generate more cocoa pulp or mucilage, which is discarded by the waste water channels, increasing the Biochemical Oxygen Demand (BOD) and the Chemical Oxygen Demand (COD) allowed by environmental ordinances. It is for this reason that this project raises the use of cocoa by-products, such as the fresh cocoa spring for the production of pasteurized cocoa juice.*

*To achieve this goal, two formulations were developed that met the standards for the juices, elements and data of the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 2337: 2008. The formulations were systematically evaluated by 70 panelists considering the flavor attribute and reached 95% confidence levels. Subsequently, the preferred formula was characterized by physical appearance parameters and bromatological parameters such as Brix and pH. Finally, we propose the process of cocoa mucilage juice, which includes the selection of the equipment, and the stability chart, nutritional analysis and financial analysis were determined.*

*This project for the development of two formulations of juice; a concentration of 100% cocoa mucilage and another with 80% cocoa mucilage and 20% water. This formulation met the physical-chemical requirements, Brix 21 ° and pH 3.58 as well as the microbiological ones determined in the norm NTE INEN 2337. The shelf life of the product set is 6 months in refrigeration. The financial study considered the production of 3 MT of cocoa mucilage daily for the production of 8730 bottles of 300 ml, giving a cost of production per unit of 0.15 cents.*

*It is evident from this project that the beverage is feasible to produce and its costs are favorable in view of the use of a cocoa byproduct that is discarded. The drink was accepted by the panelist for the level of concentration in the taste, noting that 70% were located within the hedonic scale I like very much.*

*Key words: Mucilage, cocoa, pasteurization, preference, acceptance.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
SUMMARY .....	III
ÍNDICE GENERAL.....	V
ABREVIATURAS .....	VII
SIMBOLOGÍA .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
CAPÍTULO 1 .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del Problema. ....	1
1.1.1. Justificación. ....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Marco teórico .....	3
1.3.1. Generalidades del cacao .....	3
1.3.2. Variedades o tipos principales de cacao .....	3
1.3.3. Mucílago de cacao.....	3
1.3.4. Jugos (Zumo) de frutas.....	4
1.3.5. Pasteurización .....	5
1.3.6. Microorganismo Termoresistente presentes en el jugo de Cacao.....	5
CAPÍTULO 2.....	7
2. METODOLOGÍA DE DISEÑO. ....	7
2.1. Formulación y línea de proceso del jugo de cacao pasteurizado. ....	7
2.2. Análisis Físico-Químico del mucílago y del jugo de cacao pasteurizado. ....	11
2.3 Evaluación sensorial. ....	11
2.4. Análisis Microbiológico del Jugo de Cacao Pasteurizado, aplicando la norma NTE INEN 2337:2008. ....	14
2.5. Identificación del microorganismo más termo-resistente. ....	15
2.5 Ficha de estabilidad.....	15
2.6. Análisis nutricional .....	16

2.7. Descripción de equipos.....	16
2.8. Estimación de producción y costo de inversión.....	19
CAPÍTULO 3.....	27
3. RESULTADOS.....	27
3.1. Resultados de las características físico-químicas y microbiológicas del mucílago de Cacao.....	27
3.2. Resultados de las características físico-químicas y microbiológicas de las fórmulas de jugo de mucílago de cacao pasteurizado.....	28
3.3. Resultados de las pruebas sensoriales.....	30
3.4. Resultado del diseño experimental.....	31
3.4.1. Nivel de aceptación.....	31
3.4.2. Nivel de preferencia.....	32
3.5. Resultados de Ficha de estabilidad.....	32
3.6. Resultado de Análisis Nutricional.....	36
3.6.1. Semáforo nutricional del jugo de mucílago de cacao pasteurizado.....	38
CAPÍTULO 4.....	39
4. Conclusiones y recomendaciones.....	39
4.1. Conclusiones.....	39
4.2. Recomendaciones.....	40
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## **ABREVIATURAS**

CCN-51:	Colección Castro Naranjal
ANECACAO:	Asociación Nacional de Exportadores de Cacao
FONAIAP:	Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias
CODEX ALIMENTARIUS:	Código de alimentación
ANOVA:	Análisis de varianza
ESPOL:	Escuela Superior Politécnica del Litoral
AOAC:	Asociación de Químicos Analíticos Oficiales
FIMCP:	Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
MINITAB 17:	Minitab 17 Statistical Software
D.B.O.:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
D.Q.O.:	Demanda Química de Oxígeno
Mp:	Materia Prima
FDA	Food and Drug Administration
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point

## SIMBOLOGÍA

g	Gramos
pH	Potencial hidrógeno
°Bx	Brix
°C	Grados Centígrados
%	Porcentaje
kg	Kilogramos
mg	Miligramos
ug	Microgramo
V	Voltaje
T	Temperatura
t	Tiempo
Cp	Calor específico
Kj/ Kg °C	Kilojoule sobre Kilogramos por Grados Centígrados
Kcal	Kilocalorías
J/kg	Joule sobre kilogramos
kWh	Kilovatio-hora
cc	Centímetros cúbico
LMP	Límite máximo permitido

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo del jugo de mucílago de cacao pasteurizado. ....	10
Figura 2 Layout general de la planta procesadora de jugo de mucílago de cacao pasteurizado.....	18
Figura 3 Muestras por fórmula de jugo de mucílago de cacao pasteurizado .....	28
Figura 4 Resultados del nivel de aceptación .....	31
Figura 5 Diagrama de cajas .....	32
Figura 6 SemafORIZACIÓN del Jugo de mucílago de cacao.....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Datos históricos porcentual de cosecha de cacao.....	2
<b>Tabla 2</b> Composición química del mucílago de cacao CCN-51 .....	4
<b>Tabla 3</b> Formulaciones para la elaboración de jugo de cacao pasteurizado .....	7
<b>Tabla 4</b> Métodos de análisis Físico-Químico de mucílago y jugo de cacao pasteurizado.....	11
<b>Tabla 5</b> Escala hedónica.....	12
<b>Tabla 6</b> Métodos de análisis microbiológicos .....	14
<b>Tabla 7</b> Termo-resistencia de patógenos de interés.....	15
<b>Tabla 8</b> Métodos de ficha de estabilidad.....	16
<b>Tabla 9</b> Descripción de equipos .....	17
<b>Tabla 10</b> Estimación de producción anual.....	19
<b>Tabla 11</b> Costo de materia prima .....	19
<b>Tabla 12</b> Costo de materiales indirectos .....	20
<b>Tabla 13</b> Costos de mano de obra Directa.....	21
<b>Tabla 14</b> Costos de Mano de Obra Indirecta.....	21
<b>Tabla 15</b> Costos de suministros y servicios .....	22
<b>Tabla 16</b> Costos de Depreciación, reparación y mantenimiento de equipos e instalaciones.....	23
<b>Tabla 17</b> Costo de producción .....	24
<b>Tabla 18</b> Sondeo de precios al mercado de jugos y bebidas energizantes .....	25
<b>Tabla 19</b> Estado de Resultado.....	26
<b>Tabla 20</b> Punto de equilibrio en unidades y dólares americanos.....	26
<b>Tabla 21</b> Resultados Análisis físico-químicos y microbiológicas del mucílago de cacao.....	27
<b>Tabla 22</b> Resultados Análisis físico-químicos y microbiológicas de las fórmulas de jugo de mucílago de cacao pasteurizado.....	29
<b>Tabla 23</b> Resultados de la evaluación de aceptación.....	30
<b>Tabla 24</b> Resultados de la evaluación de preferencia .....	30
<b>Tabla 25</b> Resultado del valor mínimo requerido .....	32
<b>Tabla 26</b> Análisis Inicial de Ficha de estabilidad .....	33
<b>Tabla 27</b> Control #1 de Ficha de estabilidad .....	34
<b>Tabla 28</b> Control #2 de Ficha de estabilidad .....	35
<b>Tabla 29</b> Tabla nutricional del jugo de mucílago de cacao pasteurizado.....	36



# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. Descripción del Problema.

Ecuador es uno de los exportadores de cacao más importantes para los países europeos y Norte América, debido a la excelente calidad de su aroma y sabor del producto, lo cual le permite incrementar su demanda de manera sostenida. A pesar de estas referencias, los productores de cacao en el país no han sabido aprovechar la cantidad de mucílago que se producen durante el procesamiento del cacao. En la actualidad el procesamiento de cosecha del cacao, especialmente en la etapa de desgrane donde se realiza la separación del mucílago de cacao y la pepa y empieza el proceso de fermentación, genera residuos que aumentan anualmente causando contaminación al medio ambiente.

Actualmente los productores y exportadores utilizan nuevas técnicas de fermentación de cacao, como bandejas tipo Rohan o tipo escaleras, métodos innovadores que ahorran tiempo de producción y mejoran el aroma y sabor de la pepa y no requieren utilizar la totalidad del mucílago para fermentar como en décadas pasadas. Estos métodos generan mayor cantidad de desperdicio de este componente, los mismos que son desechados a través de los ductos de aguas residuales duplicando los límites permitidos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.) y Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.) de los rangos permitidos en las Ordenanzas Ambientales.

#### 1.1.1. Justificación.

Al concluir el 2015, las exportaciones ecuatorianas de cacao cerraron alcanzando un volumen total de 260 mil toneladas métricas, de cacao en grano y productos derivados de cacao, un incremento del 10% en relación al 2014 según la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao-Ecuador. Sin embargo, no se cuantifica la cantidad de mucílago de cacao, debido a la falta de información que no publican estos tipos de indicadores que permitan hacer una apreciación real del volumen de mucílago de cacao que se desperdicia como materia prima, logrando desarrollar nuevos productos.

De acuerdo a la información proporcionada de la hacienda Agroinbed S.A., se presenta el volumen de cosecha anual de cacao y su respectivo porcentaje de mucílago desperdiciado como se observa en la tabla 1, dato que pueden servir como referencia para determinar la cantidad a nivel nacional.

**Tabla 1 Datos históricos porcentual de cosecha de cacao**

	2015		2016	
	%	Kilos	%	Kilos
<b>Cosecha</b>	100	170.625,00	100%	213.281,25
<b>Pepa</b>	73%	124.556,25	72%	153.562,50
<b>Mucílago</b>	27%	46.068,75	28%	59.718,75

**Fuente:** Datos proporcionados por la empresa AGROINBED S.A.

En este proyecto se ofrece una alternativa de aprovechamiento de uno de los componentes del cacao que es desperdiciado, como es el mucílago fresco antes de la etapa de fermentación, evitando contaminación. Tales beneficios se conocieron a través de un estudio científico en los Laboratorios de Santa Catalina de INIAP de Quito, dando como resultado que el mucílago de cacao posee altos niveles de azúcares, fibras, proteínas y nutrientes, características ideales para la elaboración de un gran variedad de productos, por tal razón nació la idea de esta propuesta en donde mediante una investigación experimental a través de la elaboración de jugo pasteurizado.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Desarrollar jugo pasteurizado a partir del mucílago de cacao fresco.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar formulaciones para el jugo pasteurizado a partir del mucílago de cacao
- Establecer el proceso para la elaboración del jugo de cacao.
- Establecer el grado de aceptabilidad del jugo de mucílago de cacao.
- Determinar la inversión, costo de producción y vida útil del jugo de mucílago de cacao.

### **1.3. Marco teórico**

#### **1.3.1. Generalidades del cacao**

El cacao es un fruto de origen tropical, su árbol tiene flores pequeñas y pétalos largos, su fruto es leñoso de forma alargada, aparece en la copa de los árboles y debajo de sus ramas. Dependiendo de la variedad de cacao este puede ser de color amarillo, blanco, verde o rojo. El grano está cubierto de una pulpa rica en azúcar con la que se puede hacer jugo o ser transformado en chocolate. (Pro Ecuador, 2012).

#### **1.3.2. Variedades o tipos principales de cacao**

La producción de cacao se realiza principalmente en la costa y Amazonía de Ecuador. Las provincias de mayor producción son Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos. En Ecuador se desarrollan 2 tipos de cacao:

- Cacao Fino de Aroma, conocido también como Criollo o Nacional, cuyo color característico es el amarillo. Posee un aroma y sabor único, siendo esencial para la producción del exquisito chocolate gourmet apetecido a nivel mundial.
- Cacao CCN-51, conocido también como Colección Castro Naranja. Su color característico es el rojo. Este es conocido por presentar características de alto rendimiento para la extracción de semielaborados, ingredientes esenciales para la producción a escala de chocolates y otros. (Pro Ecuador, 2012).

#### **1.3.3. Mucílago de cacao**

La mazorca de cacao está formada por una cáscara en cuyo interior se encuentran las almendras, rodeadas de un mucílago o pulpa que se caracteriza por su sabor dulce y ácido. Crece de los tegumentos de las semillas y se compone de células parenquimatosas esponjosas, conteniendo savia rica en azúcares, provee las condiciones adecuadas para el proceso de fermentación y para la formación de las sustancias precursoras del sabor y aroma del chocolate (Fonaiap, 1993).

En la tabla 2 se muestran los valores de los componentes del mucílago en % p/p (base húmeda). (González y Jaimes, 2005).

**Tabla 2 Composición química del mucílago de cacao CCN-51**

<b>COMPONENTE</b>	<b>% p/p (Base Húmeda)</b>
<b>Agua</b>	79.2 – 84.2
<b>Proteína</b>	0.09 – 0.11
<b>Azúcares</b>	12.50 – 15.9
<b>Glucosa</b>	11.6 – 15.32
<b>Pectinas</b>	0.9 – 1.19
<b>Ácido Cítrico</b>	0.77 – 1.52
<b>Cenizas</b>	0.40 – 0.50

**Fuente:** Lozano, R.A. y Dittmar, H.F. Beneficio del cacao en Colombia. Conferencia Interamericana del Cacao. (7ª: 1958: Palmira, Colombia). Memorias 7ª. Palmira, Colombia)

Como afirma Pérez (2004) “el mucílago es una sustancia vegetal viscosa, también es una solución acuosa espesa de una goma o dextrina utilizada para suspender sustancias insolubles y para aumentar la viscosidad. Los mucílagos son análogos por su composición y sus propiedades a las gomas, dan con el agua disoluciones viscosas o se hinchan en ellas para formar una pseudo-disolución gelatinosa. El mucílago es un producto orgánico de origen vegetal, de peso molecular elevado, superior a 200.000 g/mol, cuya estructura molecular completa es desconocida. Están conformados por polisacáridos celulósicos que contienen el mismo número de azúcares que las gomas y pectinas.”

#### **1.3.4. Jugos (Zumos) de frutas**

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 337:2008 de Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales se define al jugo de fruta como el producto líquido sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas de medios físicos.

### 1.3.5. Pasteurización

La pasteurización es un proceso tecnológico que se lleva a cabo mediante la aplicación de calor. Es un tratamiento térmico suave, aspecto que lo diferencia de la esterilización, mucho más intenso. Su principal objetivo es la eliminación de patógenos en los alimentos para alargar su vida útil. En la pasteurización se emplea temperaturas bajas (62°C a 98°C) pero que aseguran la eliminación de patógenos, aunque algunos puedan aguantarlas y resistirlas. El valor nutricional de los alimentos y sus características organolépticas no se ven tan alteradas. (Gimferrer, 2012)

### 1.3.6. Microorganismo Termoresistente presentes en el jugo de Cacao.

Según la Food and Drug Administration (FDA) (Juice HACCP hazards and controls guidance first Edition); los microorganismos de interés en el jugo son: *E. coli spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp* y quistes del *Cryptosporidium parvum*.

#### ***Escherichia - coli.***

Es una bacteria similar a la salmonela que puede provocar intoxicaciones graves; se elimina con temperatura superiores a 70°C. Se encuentra en el intestino del hombre y animales. Su transmisión es por contaminación fecal y por la falta de higiene del personal manipular del producto dentro de una planta procesadora de alimentos. (Armendáris, 2012, p.60)

#### ***Salmonela.***

Como afirma Armendáris (2012) “Se trata de una bacteria que se desarrolla a una gran velocidad a temperatura ambiente. Provoca una agresión a la pared intestinal causando diarreas, vómitos, deshidratación y fiebres, pudiendo incluso provocar la muerte en niños y ancianos”. Se la localiza en el intestino del hombre y los animales, por lo que aparece en la cascara de los huevos; son portadores, además los animales domésticos, ratas y moscas. se puede transmitir a través de manipuladores portadores de la bacteria o enfermos de ellas, alimentos contaminados como leche, pescado, carne o huevos y por una mala manipulación al pasarlos de alimentos crudos a cocinados a través de las manos, utensilios o superficies de trabajo, su destrucción debe ser superior a los 70°C para inactivar la bacteria.

### ***Listeria.***

Sanchiz, Allaert, Viñas, & Sala (2004) indican que “actualmente el género listeria está incluido en un grupo bacteriano llamado: bacilos gran positivos, de forma regular y no esporulados. El género integra 7 especies con las características siguientes: bacilo gran positivos, anaerobios facultativos, móviles por flagelos peritricos a 20°C-25°C, y oxidasa negativa. Las listerias se encuentran distribuidas en todo el medio ambiente, suelos, aguas encharcadas, vegetación, entre otros, la temperatura de inactivación es de 72°C. La mayoría son saprófitos ubicuos, pero algunas especies son patógenas para el hombre y animales. Hay que señalar que las listerias pueden multiplicarse a temperatura de refrigeración.”

### ***Cryptosporidium parvum***

Es un protozooario parasito que se transportan en las heces fecales y que puede ser acarreado por humanos, bovinos y fauna silvestre a los que pueden causar enfermedades gastrointestinales. Esta enfermedad puede ser fatal para personas con un sistema inmunológico débil. Se cuestiona el potencial del *C. parvum* contenido en las heces de loa animales depositadas en las cuencas de pastizales para contaminar las aguas superficiales. Entonces, deben estar libre de heces fecales durante la ocurrencia de lluvias para estar disponibles para ser transportados. (Kenneth W. Tate, Edward R. Atwill, Melvin R. George, Neil K. McDougald & Royce E. Larsen, 2000, p3). La temperatura para inactivar este microorganismo es de 91,66°C por un tiempo de 18 min.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA DE DISEÑO.

### 2.1. Formulación y línea de proceso del jugo de cacao pasteurizado.

Para obtener el jugo de cacao se realizaron 2 formulaciones, en la primera fórmula se utilizó 100% de mucílago de cacao y 0% de agua, para la segunda fórmula se utilizó 80% de mucílago de cacao y 20% de agua, como se aprecia en la tabla 3.

Se realizaron corridas experimentales con tres repeticiones con la fórmula A y tres repeticiones con la fórmula B, con un total de 6 muestras.

**Tabla 3 Formulaciones para la elaboración de jugo de cacao pasteurizado.**

<b>Formulación</b>	<b>Porcentaje mucílago de cacao</b>	<b>Porcentaje de agua</b>
<b>Fórmula A</b>	100%	0%
<b>Fórmula B</b>	80%	20%

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017

### **Línea de proceso del jugo de cacao pasteurizado.**

Para la elaboración de jugo de mucílago de cacao pasteurizado, es primordial considerar las Buenas Prácticas de Manufactura desde la etapa de receptor la materia prima hasta que el producto sea elaborado.

A continuación, se detalla las etapas de la línea de proceso del jugo de mucílago de cacao pasteurizado.

**Clasificación de la mazorca:** Las mazorcas que son seleccionadas para este proceso deben de ser del tipo de cacao CCN-51, escogiendo las mazorcas con la madurez adecuada para el proceso, la cual se comparó con la tabla de colores de aceptabilidad para el ingreso o rechazo. (Ver anexo B)

**Lavado y Desinfección:** Luego de la clasificación, se colocó las mazorcas en una tina de agua clorada (150 ppm) para eliminar toda la tierra o material extraño que tenga la mazorca en el momento de la cosecha.

**Pesado 1:** Se procedió a pesar las mazorcas ya lavadas y desinfectadas.

**Corte y Desgrane:** Se realizaron dos cortes transversales en dos tiempos, para partir la mazorca, luego de forma manual se procedió abrir la mazorca y sacar las pepas de cacao y colocarlas en un balde aséptico y en otro recipiente se coloca la cascara y maguey como desperdicio.

**Pesado 2:** Los baldes asépticos que contienen las pepas de cacao son pesados para obtener y calcular el rendimiento de baba que va a tener en la siguiente etapa del proceso.

**Análisis de materia prima:** se procedió a tomar una muestra del mucílago de cacao para el análisis de pH y Brix, los lotes que no lleguen a los rangos establecidos (pH 3,3 – 3,7 Brix 18-22) serán rechazados, caso contrario seguirán a la siguiente etapa del proceso.

**Despulpado:** El mucílago de cacao adherido a la semilla se colocó en una tolva donde pasó a un tornillo sinfín que separó la semilla del mucílago, colocando el mucílago en un tanque de acero inoxidable Las pepas (desperdicio) se colocaron en bins plásticos y fueron a otro proceso.

**Almacenamiento / Agitación:** luego de obtener el mucílago de cacao, este fue almacenado en un tanque de acero inoxidable con agitación durante 20 min., para tener un mejor rendimiento en la etapa siguiente.

**Prensado:** El mucílago de cacao se colocó en la máquina prensadora, la cual presiona a 3000 psi por un periodo de 10 minutos, donde se extrajo el jugo y se colocó en un tanque de almacenamiento. El bagazo (desperdicio) fue colocado en bins plásticos.

**Pasteurización:** El jugo fue pasteurizado a una temperatura de 91.6°C por un tiempo de 18 min a fin de inactivar el microorganismo más termoresistente que es *Cryptosporidium parvum*.

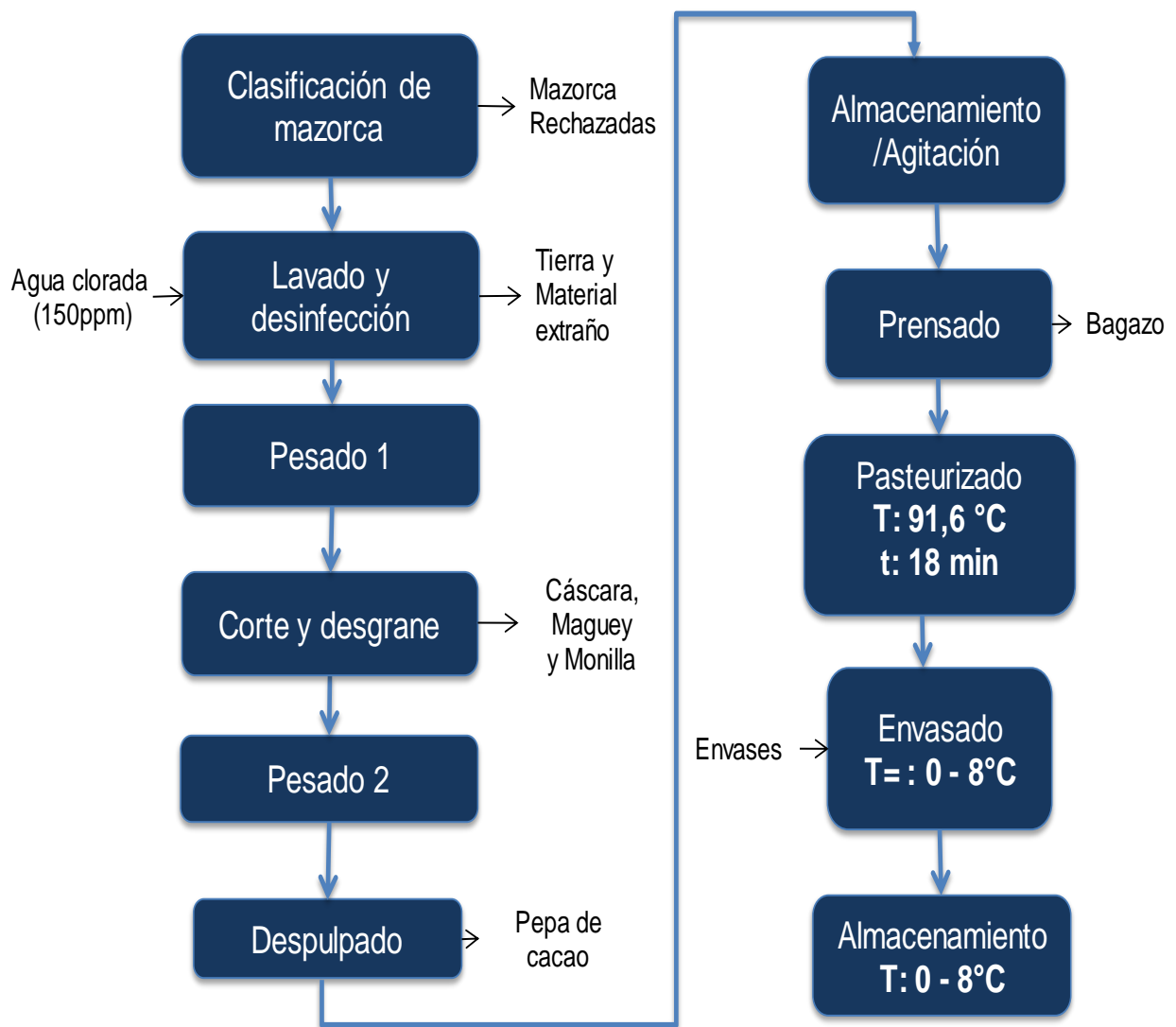


**Envasado:** El material a utilizar es este proceso, al envasarlo será PET debido a la seguridad que brinda, no tóxico y ahorro de recursos, con una capacidad de 300 ml. Para esta secuencia se dispondrá de una llenadora que le dará el volumen requerido en el menor tiempo posible. Al ingresar el jugo en los envases PET debe de tener una temperatura mínima de 0 – 8 °C.

**Análisis del jugo de mucílago de cacao:** Se procedió a escoger una muestra del lote del producto para realizar los análisis físicos-químicos (pH, Brix y acidez) y los análisis microbiológicos (*E. coli*, Mohos y levaduras, Aerobios y *C. parvum*). Si el producto está dentro de los parámetros establecidos pasará a la siguiente etapa.

**Almacenamiento:** El producto terminado se almacenó en cámara de refrigeración con temperatura de 0 – 8 °C.

En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo del jugo de mucílago de cacao pasteurizado.



**Figura 1 Diagrama de flujo del jugo de mucílago de cacao pasteurizado.**

Elaborado por Nahin Bedran, Gianni Carlos Becerra, 2017

## 2.2. Análisis Físico-Químico del mucílago y del jugo de cacao pasteurizado.

Los análisis que se realizaron a la materia prima fueron para asegurar que sean aptos para el ingreso a la etapa de producción, y al jugo de cacao pasteurizado para certificar que cumplen con las características y composición que se esperó de ellos, se realizaron de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 2 337:2008 de Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.

En la tabla 4 se presenta los métodos y rangos permitidos para los análisis físico-químicos para materia prima y análisis físico-químico para el jugo de mucílago de cacao pasteurizado.

**Tabla 4 Métodos de análisis Físico-Químico de mucílago y jugo de cacao pasteurizado.**

<b>Análisis físico-químico</b>	<b>Metodología</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rango Permitidos Min – Max</b>	<b>Producto</b>
<b>pH</b>	AOAC 18 th970.21	----	3,2 - 3,7	Mucílago / Jugo
<b>Sólidos solubles (°Brix)</b>	NTE INEN 380	°Brix	16 - 24	Mucílago / Jugo
<b>Acidez</b>	AOAC Official Method 942.15.	%	≤ 1,5	Jugo

Fuente: Laboratorio Inspectorate del Ecuador, 2017

## 2.3 Evaluación sensorial.

La evaluación de los alimentos, es vital para el diseño y desarrollo de nuevos productos para la alimentación. Sin duda, el poder medir en los laboratorios los grados de satisfacción que brindó un determinado producto, permitirá anticipar que tan aceptable éste será.

Para llevar a cabo la evaluación sensorial del jugo de cacao pasteurizado, se seleccionó a 70 personas adultas de ambos sexos en edades comprendidas de 18 a 40 años, no obstante, el jugo puede ser consumido libremente para personas de todas las edades.

Los panelistas que realizaron la prueba demostraron predisposición, interés y disponibilidad de tiempo al momento que realizaron la degustación.

La evaluación se realizó en el laboratorio de evaluación sensorial de la Escuela Superior Politécnica del Litoral; los valores que se obtuvieron fueron tabulados haciendo uso del programa Excel.

Se realizó una prueba de aceptación utilizando una escala hedónica que permitió medir el nivel de aceptación del jugo de mucílago de cacao pasteurizado por parte de los panelistas como se aprecia en la tabla 5.

**Tabla 5 Escala hedónica.**

<b>ESCALA HEDÓNICA</b>	
<b>Calificación</b>	<b>Escala</b>
<b>7</b>	Me gusta muchísimo
<b>6</b>	Me gusta mucho
<b>5</b>	Me gusta ligeramente
<b>4</b>	Ni me gusta, ni me disgusta
<b>3</b>	Me disgusta ligeramente
<b>2</b>	Me disgusta mucho
<b>1</b>	Me disgusta muchísimo

Elaborado por: Nahin Bedran, Gianni Carlos Becerra, 2017.

Además se realizó una prueba de preferencia para determinar cual muestra era la preferida por parte de los panelistas, con los resultados obtenidos en la evaluación de preferencia se observó mediante la tabla del valor mínimo requerido (ver anexo G) para determinar si existe una preferencia significativa de una muestra sobre otra y de esta manera poder determinar la fórmula seleccionada.

Se consideró **N** el número de panelista que participa en el panel y **X** como el valor mínimo requerido para determinar si existe la preferencia significativa.

## **2.3. Diseño experimental.**

### **2.3.1. Variable de estudio.**

La variable establecida fueron los niveles de aceptación del producto por parte de los panelistas.

### **2.3.2. Factores.**

Los factores a considerar fueron el mucílago de cacao y el agua.

### **2.3.3. Niveles.**

El nivel que se estableció fueron las diferentes proporciones de porcentajes de mucílago de cacao y de agua, de acuerdo a las fórmulas establecidas en la tabla 3.

### **2.3.4. Hipótesis.**

Una vez obtenidos las 2 formulaciones de jugo de cacao, se decidió evaluar el nivel de aceptación del sabor. Para realizar las hipótesis del sabor se plantearon los siguientes enunciados:

**2.3.4.1. Hipótesis nula:** No existe diferencia significativa entre las medianas del nivel de aceptación del sabor entre las dos fórmulas.

**2.3.4.2. Hipótesis alternativa:** Si existe diferencia elocuente entre las medias del nivel de aceptación del sabor entre las dos fórmulas.

$$H_0: n_1 = n_2$$

$$H_1: n_1 \neq n_2$$

Donde:

n1: Las medianas de los valores del nivel de aceptación del sabor de la fórmula A.

n2: Las medianas de los valores del nivel de aceptación del sabor de la fórmula B.

Para determinar la fórmula escogida por medio del nivel de aceptación, se realizó un análisis estadístico con la ayuda del software Minitab, donde se realizó una prueba de diferencia de medianas por este método de Mann-Whitney con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05 \%$ .

Para la interpretación de resultados en cuanto a la aceptación con relación a las hipótesis según Botella, Alacreo & Martinez (s.f):

- El valor P es  $> \alpha$  , no se rechaza la hipótesis nula
- El valor P es  $< \alpha$  , se rechaza la hipótesis nula.

#### 2.4. Análisis Microbiológico del Jugo de Cacao Pasteurizado, aplicando la norma NTE INEN 2337:2008.

Se requirió realizar un análisis al jugo de mucílago de cacao pasteurizado a la fórmula de mejor aceptación o preferencia por parte de los panelistas, para certificar que cumple con las características y composición, de acuerdo a los parámetros establecidos en la Norma NTE INEN 2 337:2008 de Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.

En la tabla 6 se presentan los métodos y rangos permitidos para los análisis microbiológicos del jugo de mucílago de cacao pasteurizado.

**Tabla 6 Métodos de análisis microbiológicos.**

Análisis microbiológicos	Metodología	Unidad	Rango Permitidos Min – Max	Producto
<i>E. coli</i>	API-5.8-04-01-00M3. (AOAC 19th 991.14)	UFC/g	< 3UFC	Jugo
<i>Mohos y levaduras</i>	API-5.8-04-01-00M5. (AOAC 19th 997.02)	UFC/g	< 10UFC	Jugo
<i>Aerobios Mesófilos</i>	API-5.8-04-01-00M33. (AOAC 19th 990.12)	UFC/g	< 3UFC	Jugo
<i>Cryptosporidium parvum</i>	NTE INEN 2337:2008	UFC/g	< 3 UFC	Jugo

Fuente: Laboratorio Inspectorate del Ecuador, 2017.

## 2.5. Identificación del microorganismo más termo-resistente.

El patógeno más termo-resistente significativo para el jugo de mucílago de cacao pasteurizado es el *Quistes de Cryptosporidium parvum* debido a que su valor z es superior al de *Salmonella spp.*, *E. Coli spp* y *Listeria Monocytogenes*.

Según la FDA el número de reducciones logarítmicas necesarias para jugos pasteurizados con pH menores a 4 es de 5, por lo tanto, el proceso térmico tiene que garantizar la reducción de 1 00 000 *Quistes de Cryptosporidium parvum*.

**El valor Z.**-Es el incremento de temperatura (°C) necesario para reducir 10 veces el tiempo destrucción térmica es decir, que la curva de destrucción térmica atraviesa un ciclo logarítmico (reducción del 90%).

**Tabla 7** Termo-resistencia de patógenos de interés.

Microorganismo	Valor Z (°C)	Ref.
<i>Salmonella spp.</i>	5,6	<a href="http://www.fda.gov">www.fda.gov</a>
<i>E. coli spp.</i>	5,3	<a href="http://www.fda.gov">www.fda.gov</a>
<i>Listeria Monocytogenes</i>	5,5	<a href="http://www.fda.gov">www.fda.gov</a>
<b><i>Quistes de Cryptosporidium parvum</i></b>	8,4	<a href="http://www.fda.gov">www.fda.gov</a>

Fuente: Vargas, 2017

Como se aprecia en la tabla 7 el microorganismo más termo resistente de acuerdo al valor z con 8,4°C es *Quistes de Cryptosporidium parvum*.

## 2.5 Ficha de estabilidad

Para realizar el análisis de vida útil del jugo de mucílago de cacao pasteurizado se realizó la ficha de estabilidad acelerada, realizando un análisis inicial y dos controles, uno a los 30 días de elaboración y un segundo control a los 90 días de elaboración para determinar

la estabilidad de percha de acuerdo a los siguientes métodos como se observa en la tabla 8:

**Tabla 8 Métodos de ficha de estabilidad.**

<b>Parámetros</b>	<b>Métodos</b>
Hongos y Levaduras	(INSP-LAB-SOP-028 / Bam Cap 18 Literal C)
Coliformes Totales, *Coliformes Fecales, E. coli	(BAM CAP. 4)
Aerobios Mesófilos	(Bam Cap. 3)
Arsénico	(AOAC 19th 999.11)
Cobre	(AOAC 19th 999.11)
*Hierro	(AOAC 19th 999.11)
Plomo	(AOAC 19th 999.11)
*Zinc	(AOAC 19th 999.11)
Grados Brix	(INSP-LAB-SOP-105/AOAC 19th 920.175 /932.14)
Ph	(AOAC 19 th 970,21)
*Materias Extrañas	(Visual Interno)
*Organoléptico (Color, Olor, Aspecto, Sabor)	(Especificaciones del cliente)

Fuente: Laboratorio Protal (2017)

## 2.6. Análisis nutricional

El análisis nutricional permitió conocer las cantidades de macronutrientes y micronutrientes en 300 ml de producto.







En el anexo C se detallan los métodos de ensayado con que se realizó el jugo de mucílago de cacao pasteurizado.

## 2.7. Descripción de equipos.

Los equipos fueron seleccionados mediante el diagrama de flujo desarrollado en la figura 1, considerando varios factores como materia prima, capacidad de producción, inversión y estudio de cosecha en donde se ubicará la planta. Los equipos que se utilizaron en la planta procesadora se describen a continuación:

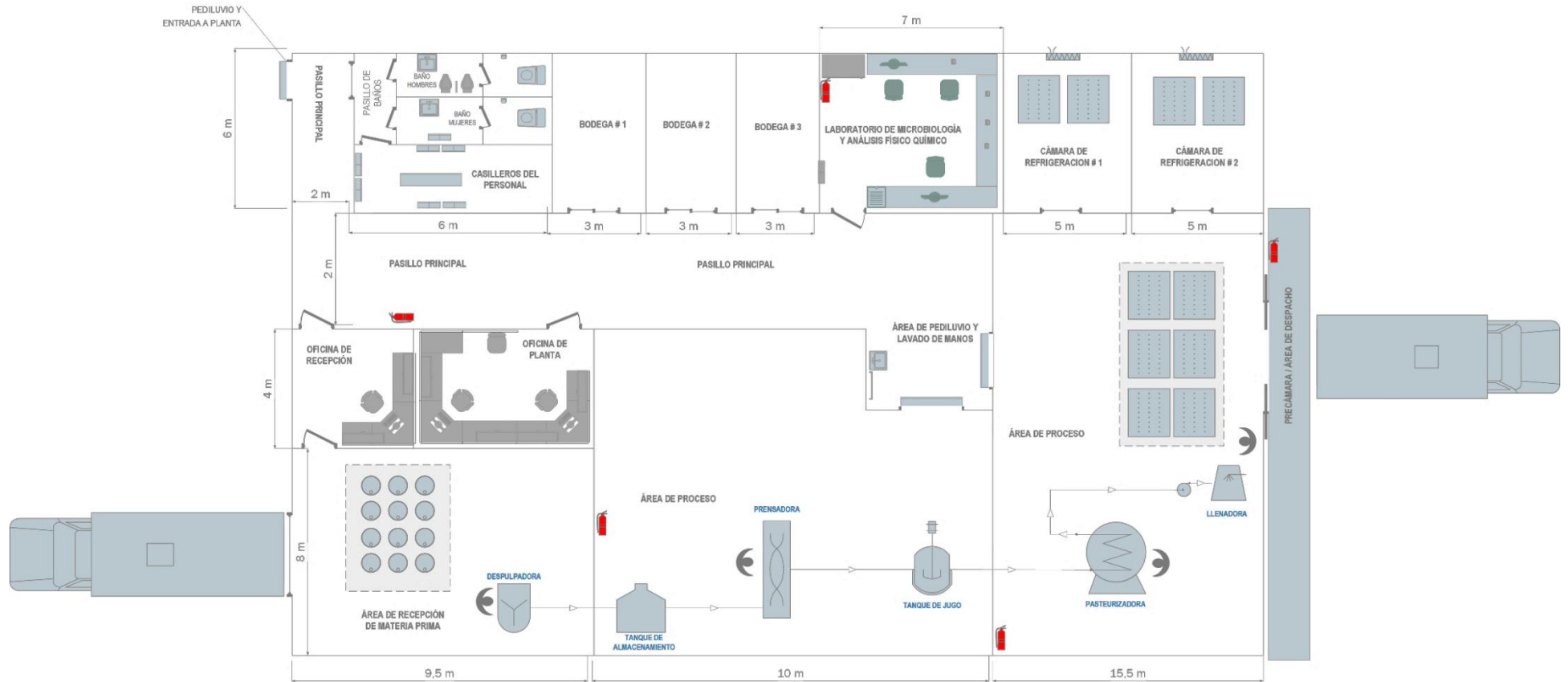


**Tabla 9 Descripción de equipos.**

<b>Máquina / Equipo</b>	<b>Características</b>	<b>Especificaciones</b>
<p><b>Despulpadora</b></p> 	<p>Estructura elaborada en acero inoxidable, cuenta con tres filtros para mayor rendimiento y extracción del mucílago de cacao. Regulación de velocidad para un proceso más óptimo o generando un aprovechamiento del 70 a 90 por cierto.</p>	<p>Capacidad: 1 Tonelada / Hora Potencia: 1 hp</p>
<p><b>Tanque de Acero Inoxidable</b></p> 	<p>Construido en láminas de calibres gruesos y resistentes para maximizar la durabilidad del recipiente, como acero inoxidable 316 y 304. Ideales para procesos de temperatura ya sea calentamiento o enfriamiento.</p>	<p>Capacidad: 5000 litros Potencia: 1.5 KW</p>
<p><b>Máquina Prensadora X6</b></p> 	<p>Acero Inoxidable para una excelente resistencia a la corrosión y al desgaste. Capaz de producir 40 - 100 galones por hora. (150-380 litros) depende del flujo de trabajo y la receta.</p>	<p>Capacidad: 480 litros (217kg) por hora Potencia: Monofásico, 220 V, 50/60 Hz.</p>
<p><b>Pasteurizador XT Goodnature</b></p> 	<p>Sistema de acero inoxidable disponible con control de PLC/ Touch. Está disponible con intercambiadores de calor de placa o tubulares.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de flujo continuo</li> <li>- Funciones de seguridad integradas</li> <li>- Conservar el calor para reducir los costos operativos</li> <li>- Conserva el sabor y la calidad del producto.</li> </ul>	<p>Capacidad de 500 litros / hora Potencia: 30Kw</p>
<p><b>Máquina de llenado Bag-in-Box Fuente: Smurfit Kappa</b></p> 	<p>Llena fundas o botellas desde 100 ml hasta 1 tonelada.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contiene un programa para limpiar los tubos de llenados.</li> <li>- Flujo laminar del aire opcional para el llenado en condiciones extremadamente higiénicas</li> <li>- Adecuado para productos sensibles al oxígeno.</li> </ul>	<p>Capacidad: 1000 litros / hora Potencia: 1.5 KW</p>
<p><b>Balanza con software PCE-SD 60SSTC</b></p> 	<p>Construida en acero inoxidable, resistente al agua por lo que es ideal para ambientes con alta humedad. La balanza cuenta con cédula de carga que posee una protección IP67</p>	<p>Rango de pesaje: 60 kg Valor de verificación: 20g Dimensiones de la plataforma: 500 x 400 mm Verificación M III</p>

Elaborado por Nahin Bedran, Gianni Carlos Becerra, 2017

A continuación se propone Layout general de la planta procesadora de jugo de mucílago de cacao pasteurizado.



21Figura 2 Layout general de la planta procesadora de jugo de mucílago de cacao pasteurizado.

Elaborado por Nahin Bedran, Gianni Carlos Becerra, 2017.

## 2.8. Estimación de producción y costo de inversión.

Se estableció una producción diaria de 3 toneladas de mucílago de cacao para obtener 8730 unidades de botellas de 300 ml por día de producción.

En la tabla 10 se presenta la estimación de producción diaria y anual para la producción del jugo de mucílago de cacao pasteurizado considerando los 240 días laborables.

**Tabla 10 Estimación de producción anual.**

<b>Estimación de producción</b>		
Días laborables anuales	240	Días
Mucílago de cacao requerido diariamente:	3.000	Kg
Mucílago de cacao requerido anual:	720.000	Kg.
Botellas producido diariamente:	8.730	Unidades
Botellas producidas al año:	2.095.200	Unidades
Peso total de jugo producido al año:	628.560	Litros

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

## Costos Unitarios de Materia Prima y de Material Indirecto

El precio de los materiales materias primas, material de empaque presentado en las tabla 11 y 12 fueron obtenidos mediante cotizaciones emitidas por proveedores nacionales.

**Tabla 11 Costo de materia prima**

<b>Producción 720,000 kg (1 año) de Mucílago de cacao</b>				
<b>COSTO DE MATERIA PRIMA Y MATERIALES DIRECTOS</b>				
<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario (\$)</b>	<b>Total (\$)</b>
<b>Mucílago de Cacao</b>	720.000,00	Kg	0,050	\$ 36.000,00
<b>Envase de vidrio</b>	2.095.200,00	Unidades	0,08	\$ 167.616,00
<b>Total</b>				<b>\$ 203.616,00</b>

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

**Tabla 12 Costo de materiales indirectos.**

<b>Producción 720,000 kg (1 año) de Mucílago de cacao</b>				
<b>COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS</b>				
<b>Insumos</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario (\$)</b>	<b>Total (\$)</b>
<b>Cajas</b>	50.000	Unidades	0,32	\$ 16.000,00
<b>Sanitizante</b>	48	gal	9,00	\$ 432,00
<b>Desinfectantes</b>	72	gal	8,00	\$ 576,00
<b>Pallets</b>	50	Unidades	8,00	\$ 400,00
<b>Total</b>				<b>\$ 17.408,00</b>

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

### **Costos de Mano de Obra Directa e Indirecta**

En la tabla 13 se muestran los costos de la mano de obra directa al año, se presenta el número de operadores junto con sus cargos respectivos, en la tabla 14 los costos de mano de obra indirecta.

**Tabla 13 Costos de mano de obra Directa.**

<b>Producción 720,000 kg (1 año) de Mucílago de cacao</b>										
<b>COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA</b>										
<b>Personal</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Salario Mensual (\$)</b>	<b>Sub total mensual (\$)</b>	<b>Total anual nominal</b>	<b>13 er sueldo</b>	<b>14 arto sueldo</b>	<b>Aporte patronal 12,15%</b>	<b>Fondo de reserva 9,45%</b>	<b>Sub total mensual</b>	<b>Ingreso anual</b>
<b>Operadores</b>	3	375,00	1.125,00	13.500,00	1.125,00	1.125,00	1.640,25	106,31	1.018,69	<b>\$ 17.390,25</b>
<b>Limpieza</b>	1	375,00	375,00	4.500,00	375,00	375,00	546,75	35,44	339,56	<b>\$ 5.796,75</b>
<b>Total</b>										<b>\$ 23.187,00</b>

Elaborado por Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

**Tabla 14 Costos de Mano de Obra Indirecta.**

<b>Producción 720,000 kg (1 año) de Mucílago de cacao</b>										
<b>COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA</b>										
<b>Personal</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Salario Mensual (\$)</b>	<b>Total anual nominal</b>	<b>13 er sueldo</b>	<b>14 arto sueldo</b>	<b>Aporte patronal 12,15%</b>	<b>Fondo de reserva 9,45%</b>	<b>Sub total mensual</b>	<b>Ingreso anual</b>	
<b>Jefe de Planta</b>	1	1.100,00	13.200,00	1.100,00	375,00	1.603,80	103,95	996,05	<b>\$ 16.278,80</b>	
<b>Jefe de Calidad</b>	1	900,00	10.800,00	900,00	375,00	1.312,20	85,05	814,95	<b>\$ 13.387,20</b>	
<b>Total</b>									<b>\$ 29.666,00</b>	

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

En la tabla 15 se presenta los costos de suministros y servicios a utilizar en planta.

**Tabla 15 Costos de suministros y servicios.**

<b>Producción 720,000 kg (1 año) de Mucílago de cacao</b>				
<b>SUMINISTROS Y SERVICIOS</b>				
<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario (\$)</b>	<b>Total (\$)</b>
Agua	1.440,00	m3	0,35	\$ 504,00
Lubricantes	1.600,00	Gal	1,20	\$ 1.920,00
Energía eléctrica	42.000,00	Kwh	0,11	\$ 4.620,00
Teléfono	6.000,00	Min	0,03	\$ 180,00
<b>Total</b>				<b>\$ 7.224,00</b>

Elaborado por: Nahin Bedran, Gianni Carlos Becerra, 2017.

En la tabla 16 refleja los costos de depreciación, reparación y mantenimiento de equipos e instalaciones. Estableciendo que el 5% del costo inicial de los equipos sería usado para este fin. De acuerdo a lo establecido (SRI, 2013) se consideró una depreciación acelerada de activos fijos siendo del 10% anual para maquinarias y del 5% para instalaciones.

**Tabla 16 Costos de Depreciación, reparación y mantenimiento de equipos e instalaciones.**

<b>Detalle</b>	<b>Cant</b>	<b>Valor del Activo (\$)</b>	<b>Costo total</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Depreciación (Anual)</b>	<b>Reparación y Mantenimiento</b>
Edificio e instalaciones	1	80.000,00	80.000,00	20	4.000,00	\$ 4.000,00
Maquinaria/ Equipo						
Cámara de refrigeración	2	17.000,00	34.000,00	10	3.400,00	\$ 850,00
Despulpadora	1	3.500,00	3.500,00	10	350,00	\$ 175,00
Tanque de Acero Inoxidable	2	800,00	1.600,00	10	160,00	\$ 40,00
Máquina Prensadora X6	1	32.500,00	32.500,00	10	3.250,00	\$ 1.625,00
Pasteurizador	1	36.000,00	36.000,00	10	3.600,00	\$ 1.800,00
Máquina de llenado Bag-in-Box	1	28.500,00	28.500,00	10	2.850,00	\$ 1.425,00
Balanza	2	780,00	1.560,00	10	156,00	\$ 39,00
Bins de grado alimenticio	24	112,00	2.688,00		2.688,00	
Tachos plásticos de grao alimenticio	120	12,00	1.440,00		1.440,00	
<b>Total anual por ítem</b>			<b>221.788,00</b>		<b>21.894,00</b>	<b>\$ 9.954,00</b>

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

### **Cálculo del Costo de Producción.**

En la tabla 17 se presenta el costo total de producción, costo unitario por kg producido y por envase.

**Tabla 17 Costo de producción**

<b>Producción 720,000 kg (1 año) de Mucílago de cacao</b>		
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>		
Producción (litros)	\$	628.560,00
Producción (Unidades)	\$	2.095.200,00
Expresados en USD		1er año
Costos directos		\$ 226.803,00
Materia prima	\$	203.616,00
Mano de obra directa	\$	23.187,00
Costos indirectos		\$ 86.146,00
Materiales indirectos	\$	17.408,00
Mano de obra indirecta	\$	29.666,00
Suministros y servicios	\$	7.224,00
Depreciación	\$	21.894,00
Reparación y Mantenimiento	\$	9.954,00
Costos de Fabricación		\$ 312.949,00
+ Inventario inicial de producto en proceso		-
- Inventario final de producto en proceso		-
Total costos de producción		<b>\$312.949,00</b>
Costo de producción (litro)	\$	<b>0,50</b>
Costo Unitario (envase de 300ml)	\$	<b>0,15</b>

Elaborado por: Nahin Bedran, Gianni Carlos Becerra, 2017.

Basado que es una planta nueva no existe producto terminado ni en proceso dentro del inventario de bodega.

Añadiendo los costos directos e indirectos, obtuvimos un costo anual de producción de \$312.949,00 dólares. Para obtener el costo de producción por litro, dividiendo el costo anual de fabricación para los litros de jugo de mucílago de cacao pasteurizado producidos al año, obteniendo un costo de producción \$ 0.50 por litro procesado.

Finalmente, teniendo en cuenta que cada envase tiene un peso neto de 300 ml de jugo de mucílago de cacao pasteurizado se determinó que el costo unitario de producción es de \$0,15 centavos.



De acuerdo al sondeo realizado al mercado de jugos y bebidas energizantes se estableció un listado de precios de venta al público como se observa en la tabla 18, en donde se puede identificar los precios de jugos similares y tener referencias de precios para introducir el jugo de mucílago de cacao pasteurizado al mercado nacional, ofreciéndolo en presentación de 300 ml a un PVP de \$0.75, con una ganancia del 80%.

**Tabla 18 Sondeo de precios al mercado de jugos y bebidas energizantes.**

<b>Jugos</b>			
<b>Marcas</b>	<b>MI</b>	<b>PVP</b>	
Sunny	250	\$	0,80
Deli	250	\$	0,80
Cifrut	300	\$	0,65
<hr/>			
Cold Pressed	450	\$	2,85
Del Valle	550	\$	0,50
Pulp	250	\$	0,40
<b>Energizantes</b>			
<b>Marcas</b>	<b>MI</b>	<b>PVP</b>	
V220	365	\$	1,00
Red bull	250	\$	2,50
Monster Energier	250	\$	2,25
Volcán	100	\$	1,35
Vive 100	100	\$	1,00
Gatorade	473	\$	1,00

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

En la tabla 19 se considera el estado de resultado en donde se refleja las ventas proyectadas.

**Tabla 19 Estado de Resultado.**

<b>Estado de resultado</b>	
Ventas totales	\$ 1.571.400,00
- Costos Directos	\$ 226.803,00
Utilidad Bruta	\$ 1.344.597,00
- Costos Indirectos	\$ 47.074,00
Utilidad Operativa	\$ 1.297.523,00
- Depreciación	\$ 31.848,00
Utilidades Antes de Impuestos	\$ 1.265.675,00
- Part. De trabajadores	\$ 189.851,25
- Impuesta a la renta	\$ 316.418,75
<b>Utilidad Neta</b>	<b>\$ 759.405,00</b>

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

**Tabla 20 Punto de equilibrio en unidades y dólares americanos.**

<b>Punto de equilibrio</b>	
Costos Directo	\$ 226.803,00
Costos Indirecto	\$ 47.074,00
Precio Unitario	\$ 0,75
Costo Unitario	\$ 0,15
Punto de Equilibrio en Unidades	377.605
Punto de Equilibrio en Dólares	\$ 82.473,82

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

De acuerdo al análisis del Punto de Equilibrio obtenido en la tabla 20 en donde se consideró el total de los costos variables sobre la diferencia entre el precio de venta y el costo unitario se puede determinar que luego de la producción y venta de las primeras 377.605 unidades la empresa generará una ganancia, en donde de acuerdo a la estimación de producción al tercer mes de venta del jugo de mucílago de cacao se obtendrá una ganancia.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Resultados de las características físico-químicas y microbiológicas del mucílago de Cacao.

En la tabla 21 se observan los resultados y análisis físico-químicos y microbiológicos del mucílago de cacao, proceso importante que determinar la aceptación de la materia prima.

Tabla 21 Resultados Análisis físico-químicos y microbiológicas del mucílago de cacao.

<b>Resultado Microbiológicos</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
<b>Hongos y Levaduras</b>	6x10 <sup>3</sup>	UFC/g
<b>*Coliformes Fecales</b>	<10	UFC/g
<b>E. Coli</b>	<10	UFC/g
<b>Coliformes Totales</b>	<10	UFC/g
<b>Aerobios Mesofilos</b>	7x10 <sup>2</sup>	UFC/g
<b>Resultado Físico-químicos</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
<b>*Acidez</b>	7.59	%
<b>Grados Brix</b>	28	°Brix
<b>Ph</b>	3.65	-

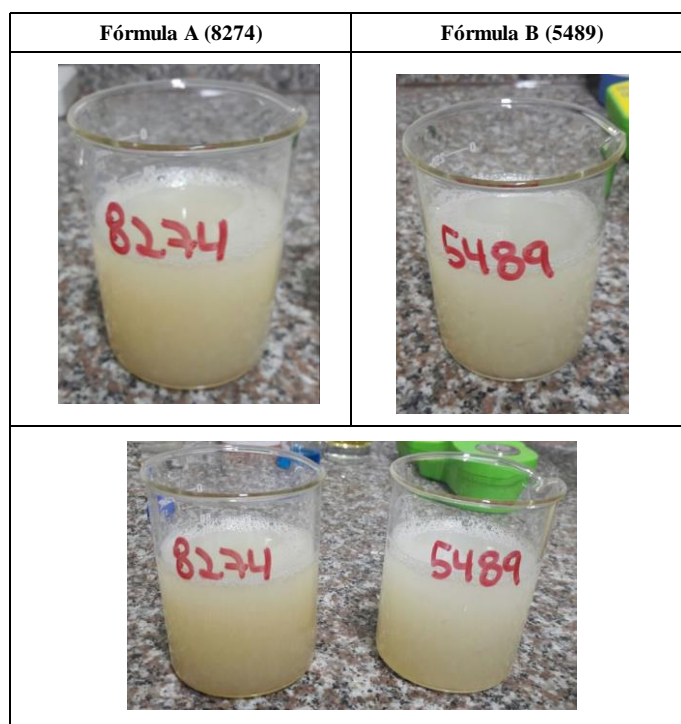
Fuente: Laboratorio Inspectorate del Ecuador, 2017

La muestra analizada cumplió con los requisitos físico-químicos y microbiológicos para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales, según la norma NTE INEN 2337.

### 3.2. Resultados de las características físico-químicas y microbiológicas de las fórmulas de jugo de mucílago de cacao pasteurizado.

Se realizaron tres repeticiones con la fórmula A, la cual se logró obtener un producto estable mediante los parámetros establecidos como pH, Brix y acidez, según la norma NTE INEN 2337.

Con la fórmula B, se realizaron tres repeticiones logrando también obtener las características deseadas mediante los parámetros establecidos como pH, Brix y acidez según la norma NTE INEN 2337, a pesar que se adicionó 20% de agua.



**Figura 3 Muestras por fórmula de jugo de mucílago de cacao pasteurizado.**

Elaborado por: Nahin Bedran, Gianni Carlos Becerra, 2017.

En la figura 3 se observa la variación de color que hay entre las dos muestras, la fórmula A (8274) tiene un color más oscuro debido a que tiene 100% mucílago de cacao el cual y el cual conserva el grado de dulzor más alto.

En la fórmula B (5489) el color es más claro, por la adición de agua del 20%, el cual también influye su grado de dulzor obteniendo menor concentración de grados Brix.

En la tabla 22 se observan los resultados y análisis físico-químicos de ambas fórmulas de jugo de mucílago de cacao pasteurizado.

**Tabla 22 Resultados Análisis físico-químicos y microbiológicas de las fórmulas de jugo de mucílago de cacao pasteurizado.**

<b>Resultado Microbiológicos</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado Fórmula A</b>	<b>Resultado Fórmula B</b>
<b>Hongos y Levaduras</b>	UFC/ml	2x10 <sup>8</sup>	2x10 <sup>8</sup>
<b>*Coliformes Fecales</b>	UFC/ml	<10	<10
<b>E. Coli</b>	UFC/ml	<10	<10
<b>Coliformes Totales</b>	UFC/ml	<10	<10
<b>Aerobios Mesofilos</b>	UFC/ml	5x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>6</sup>
<b>Resultado Físico-químicos</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado Fórmula A</b>	<b>Resultado Fórmula B</b>
<b>*Acidez</b>	%	0,93	0,87
<b>Grados Brix</b>	°Brix	21	17
<b>°Viscosidad</b>	%	>24	>22
<b>pH</b>	-	3,58	3,71

Fuente: Laboratorio Inspectorate del Ecuador, 2017.

Las muestras analizadas cumplieron con los requisitos físico-químicos y microbiológicos para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales, según la norma NTE INEN 2337. Ambas fórmulas tienen los mismos resultados microbiológicos, sin embargo la fórmula A tiene resultados diferentes de grados Brix, acidez, viscosidad y pH por tener mayor concentración de materia prima.

### 3.3. Resultados de las pruebas sensoriales.

En la tabla 23 observamos el resultado del nivel de aceptación de las dos muestras del jugo de mucílago de cacao pasteurizado, resaltando la aceptación del 70% por parte de los panelista para la fórmula A, ubicándose en la escala hedónica entre me gusta muchísimo y me gusta mucho.

**Tabla 23 Resultados de la evaluación de aceptación.**

<b>Resultado del panel sensorial de sabor del jugo de mucílago de cacao pasteurizado</b>			
<b>Escala hedónica</b>		<b>Fórmula A (8274)</b>	<b>Fórmula B (5489)</b>
7	Me gusta muchísimo	35	11
6	Me gusta mucho	14	7
5	Me gusta ligeramente	12	5
4	Ni me gusta, ni me disgusta	2	12
3	Me disgusta ligeramente	5	10
2	Me disgusta mucho	2	16
1	Me disgusta muchísimo	0	9
<b>TOTAL DEL PANELISTAS</b>		<b>70</b>	<b>70</b>

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

En la tabla 24 analizamos el tabulado total de los resultados obtenidos en el panel según la preferencia del jugo de mucílago de cacao pasteurizado.

**Tabla 24 Resultados de la evaluación de preferencia.**

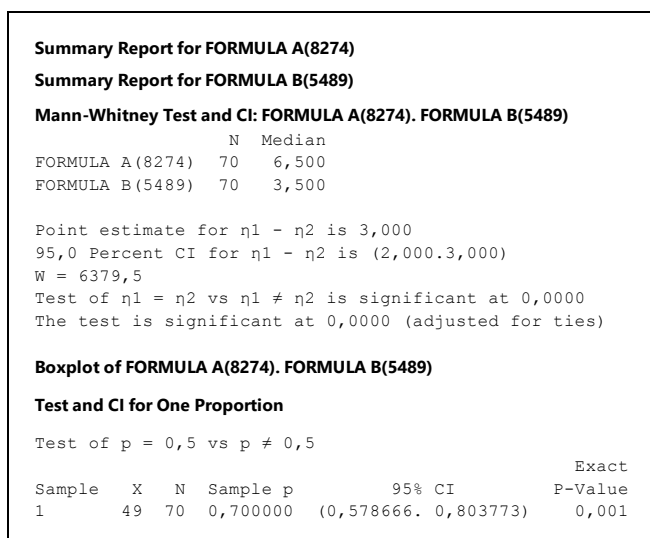
<b>PREFERENCIA</b>		<b>Total de panelistas</b>
<b>FÓRMULA A(8274)</b>	<b>FÓRMULA B(5489)</b>	
49	21	70

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

### 3.4. Resultado del diseño experimental.

#### 3.4.1. Nivel de aceptación

De acuerdo al programa Minitab17, se observó en la figura 4 los resultados del nivel de aceptación, donde el valor calculado de  $P = 0$  menor al  $\alpha = 0.05$  donde se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto existe diferencia significativa en las medianas de aceptación de las fórmulas planteadas del jugo mucílago de cacao pasteurizado.

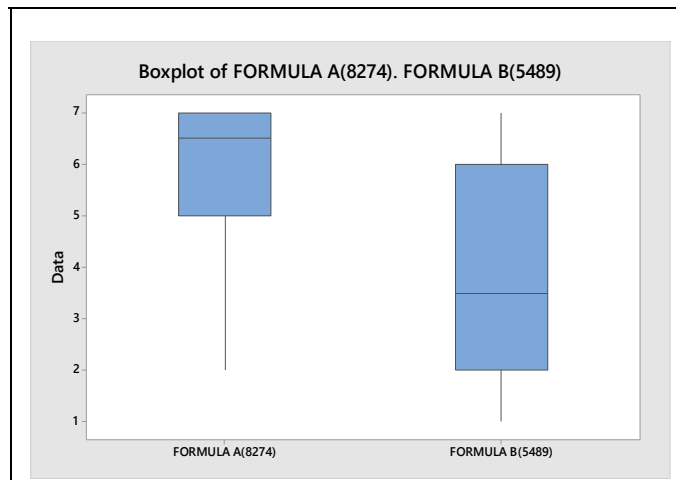


**Figura 4 Resultados del nivel de aceptación.**

Elaborado por: Nahin Bedran, Gianni Carlos Becerra, 2017.

En la figura 5, el diagrama de cajas demostró que la mediana de la fórmula A de 6,5 corresponde a una valoración entre la categoría hedónica de Me gusta muchísimo (7) y Me gusta mucho (6), lo cual indica que tuvo un buen nivel de aceptación por parte de los panelistas. Considerando que la fórmula A tiene mayor concentración de mucílago de cacao conservando los grados Brix natural del extracto, con lo que se puede inferir que a los panelistas les agrado la muestra con mayor grado de dulzor.

Los resultados de la fórmula B mostraron una mediana de 3.5, ubicándose dentro de la escala hedónica entre en Ni me gusta, Ni me disgusta (4) y me disgusta ligeramente (3), lo cual fue un nivel de aceptable menor por parte de los panelistas, debido a que tiene menor concentración de mucílago de cacao y además se adicionó agua por tal motivo sus grados Brix fueron inferiores a la fórmula A, la disminución en el grado de dulzor del jugo no fue de total agrado por parte de los panelistas.



**Figura 5 Diagrama de cajas.**

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

### 3.4.2. Nivel de preferencia

De acuerdo al anexo G del valor mínimo requerido determinó que existe preferencia significativa entre las muestras:

**Tabla 25 Resultado del valor mínimo requerido.**

<b>N</b>	<b>X</b>
70	44

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

Por lo tanto el resultado reflejado en la tabla 24, en donde indicó que son 49 los panelistas que prefirieron la fórmula A, superando la cantidad mínima requerida.

De acuerdo a los resultados de nivel de aceptación y nivel de preferencia la fórmula A fue la seleccionada.

### 3.5. Resultados de Ficha de estabilidad.

En la tabla 26 se detallan los resultados del ingreso de la muestra para la obtención de la ficha de estabilidad acelerada a la fórmula A.



Tabla 26 Análisis Inicial de Ficha de estabilidad.

<b>Análisis Organolépticos</b>			
<b>Ensayos realizados</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisitos</b>
<b>Color*</b>	Característico	Característico / Objetable	Característico
<b>Olor*</b>	Característico	Característico / Objetable	Característico
<b>Sabor*</b>	Característico	Característico / Objetable	Característico
<b>Análisis Físico-químicos</b>			
<b>Ensayos realizados</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisitos</b>
<b>Acidez Expresada como Acido Critico *</b>	0.93	%	---
<b>Hierro*</b>	1.42	mg/kg	Max: 15
<b>Plomo*</b>	<0.0005	mg/kg	Max: 0.05
<b>Arsenico*</b>	<0.002	mg/kg	Max: 0.2
<b>Sólidos solubles*</b>	21	°Brix	Naranja con exclusión de azúcar: Jugos y pulpas Min. 9.0; Néctares Min. 4.5
<b>Zinc*</b>	3	mg/kg	Max: 5
<b>pH*</b>	3.58	---	<4.5
<b>Cobre*</b>	0.7	mg/kg	Max: 5
<b>Análisis Microbiológicos</b>			
<b>Ensayos realizados</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisitos</b>
<b>Coliformes Fecales</b>	<3	NMP/ml	<3 Pasteurizados - Congelados
<b>Aerobios Mesofilos</b>	<1.0	UFC/ml	Congelados: Min. $1.0 \times 10^2$ ; Max. $1.0 \times 10^3$
<b>Levaduras y mohos</b>	<1.0	UFC/ml	<10 Pasteurizados - $1.0 \times 10^2$ Congelación
<b><i>Clostridium</i> Sulfito Reductor</b>	<1.0	UFC/ml	<10

Fuente: Laboratorio Protal (2017)

En la tabla 27 se presentan los resultados del primer control (1er mes).

**Tabla 27 Control #1 de Ficha de estabilidad.**

<b>Análisis Organolépticos</b>			
<b>Ensayos realizados</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisitos</b>
<b>Color*</b>	Característico	Característico / Objetable	Característico
<b>Olor*</b>	Característico	Característico / Objetable	Característico
<b>Sabor*</b>	Característico	Característico / Objetable	Característico
<b>Análisis Físico-químicos</b>			
<b>Ensayos realizados</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisitos</b>
<b>Acidez Expresada como Acido Critico *</b>	0.96	%	---
<b>pH*</b>	3.52	---	---
<b>Análisis Microbiológicos</b>			
<b>Ensayos realizados</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisitos</b>
<b>Coliformes Fecales</b>	<3	NMP/ml	<3 Pasteurizados - Congelados
<b>Aerobios Mesofilos</b>	<1.0	UFC/ml	Congelados: Min. 1.0x10 <sup>2</sup> ; Max. 1.0x10 <sup>3</sup>
<b>Levaduras y mohos</b>	<1.0	UFC/ml	<10 Pasteurizados - 1.0x10 <sup>2</sup> Congelación
<b><i>Clostridium</i> Sulfito Reductor</b>	<1.0	UFC/ml	<10

Fuente: Laboratorio Protal. (2017)

En la tabla 28 se presentan los resultados del segundo control (3er mes).

**Tabla 28 Control #2 de Ficha de estabilidad.**

<b>Análisis Organolépticos</b>			
<b>Ensayos realizados</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisitos</b>
<b>Color*</b>	Característico	Característico / Objetable	Característico
<b>Olor*</b>	Característico	Característico / Objetable	Característico
<b>Sabor*</b>	Característico	Característico / Objetable	Característico
<b>Análisis Físico-químicos</b>			
<b>Ensayos realizados</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisitos</b>
<b>Acidez Expresada como Acido Critico *</b>	1	%	---
<b>pH*</b>	3.50	---	---
<b>Análisis Microbiológicos</b>			
<b>Ensayos realizados</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisitos</b>
<b>Coliformes Fecales</b>	<3	NMP/ml	<3 Pasteurizados – Congelados
<b>Aerobios Mesofilos</b>	1.0 x 10 <sup>2</sup>	UFC/ml	Congelados: Min. 1.0x10 <sup>2</sup> ; Max. 1.0x10 <sup>3</sup>
<b>Levaduras y mohos</b>	<1.0	UFC/ml	<10 Pasteurizados - 1.0x10 <sup>2</sup> Congelación
<b><i>Clostridium</i> Sulfito Reductor</b>	<1.0	UFC/ml	<10

Fuente: Laboratorio Protal. (2017)

Los resultados obtenidos en el análisis inicial y los respectivos controles cumplen con los requisitos establecidos para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales, según la norma NTE INEN 2337, dando como resultado una estabilidad del producto de 6 meses en refrigeración.

### 3.6. Resultado de Análisis Nutricional

El análisis nutricional se realizó a la fórmula A, la cual obtuvo mayor aceptación por parte de los panelistas. En la tabla 29 se puede observar el detalle de los análisis para determinar los componentes nutricionales en 300 ml del producto elaborado.

**Tabla 29** Tabla nutricional del jugo de mucílago de cacao pasteurizado.

<b>Información Nutricional</b>			
<b>M1.- Jugo de Mucílago de Cacao</b>			
<b>Tamaño de la porción</b>	300ml		
<b>Porciones por envase</b>	8		
<b>Cantidad por porción</b>			
<b>Energía Total (calorías)</b>	293 kJ (70kcal)		
<b>Energía de la grasa (calorías de la grasa)</b>	0 kJ (0 Kcal)		
			% Valor Diario*
Grasa Total	0 g		0%
Ácidos grasos saturados	0g		0%
Ácidos grasos Trans	0g		
Ácidos grasos mono insaturados	0g		
Ácidos grasos poli insaturados	0g		
Omega 3	0g		
Omega 6	0g		
Colesterol	0 mg		0%
Sodio	70 mg		3%
Potasio	257 mg		7%
Carbohidratos totales	17g		0%
Fibra alimentaria	0 g		-- %
Azúcares	16g		
Proteína	<1 g		-- %
Vitamina A	0 %	Vitamina B1	0 %
Vitamina B2	0 %	Vitamina B3	0 %
Vitamina B6	0 %	Vitamina B9	0 %
Vitamina B12	0 %	Vitamina C	0 %
Hierro	14 %	Potasio	6 %
Manganeso	5 %	Fósforo	14 %
Zinc	2 %	Magnesio	5 %
*Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380kJ (2000 Kcal). Sus valores diarios puede ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades de calorías			
		Energía	8380kJ
		Calorías	2000
Grasa Total	Menos que		65g
Carbohidratos totales			300g
Proteína			50g
Energía por grasa			
•Grasa	37kJ	•Carbohidratos	17kJ
		•Proteína	17kJ

Fuente: Laboratorio Inspectorate del Ecuador S.A. (2017)

Como se puede observar en la tabla nutricional el jugo de cacao aporta con macro-minerales esenciales para el organismo del ser humano, los cuales son importantes para la actividad normal del cuerpo.

Los macro – minerales presentes en el jugo de mucílago de cacao son: fosforo, hierro, potasio, manganeso, magnesio, zinc, considerando que los de mayor porcentaje son fosforo, hierro y potasio.

Podemos observar que uno de los macro-minerales de mayor importancia que está presente en el jugo de cacao es el potasio, el cuál es esencial para el equilibrio osmótico en nuestro organismo, además es importante para la contracción y relajación muscular y esencial para la síntesis de carbohidratos y proteínas.

Otro mineral a considerar en el jugo de cacao es el fósforo, el cual facilita la absorción de la vitamina B2 y B3, es esencial para la producción de hormonas en el cuerpo y la formación de tejidos musculares. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el consumo de 700 mg/kg de fósforo.

El hierro por su mayor porcentaje en la tabla nutricional es primordial para la producción de hemoglobina en la sangre. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el consumo de hierro recomendable es de 30-60 mg/kg lo cual el jugo de cacao aporta con 24.1mg/kg de hierro lo que se puede evitar la anemia.

Otro de los componentes importantes dentro del jugo del mucílago de cacao es el azúcar el mismo que satisface las necesidades energéticas del consumidor, pudiendo llegar a ser una alternativa de bebidas energizantes y sobre todo por ser una bebida 100% natural, que aporta con 70kcal de energía total.

### 3.6.1. Semáforo nutricional del jugo de mucílago de cacao pasteurizado.

De acuerdo Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para el Consumo Humano (Acuerdo No. 00004522) (Ver anexo I), las disposiciones del reglamento rige que todos los alimentos procesados de consumo humano, en sus etiquetas, deben identificar con colores verde, amarillo y rojo, si son bajos, medios o altos, en su contenido de grasas, azúcares y sal; como se muestra en la figura 6 la semaforización del jugo de mucílago de cacao, de acuerdo a los resultados del análisis nutricional realizado.



**Figura 6 Semaforización del Jugo de mucílago de cacao.**

Elaborado por: Nahin Bedran, Giann Carlos Becerra, 2017.

# CAPÍTULO 4

## 4. Conclusiones y recomendaciones.

### 4.1. Conclusiones.

- La variedad seleccionada para el desarrollo del jugo de mucílago de cacao fue CCN-51, debido a su rendimiento obtenido en el proceso de cosechas, además de sus características sensoriales y físico-químicas, son superiores a la de la variedad de cacao fino de aroma.
- De la gama de microorganismo que se analizó para el estudio térmico de este producto se consideró el *Cryptosporidium parvum* como el más termo resistente.
- La fórmula A que contiene 100% mucílago de cacao fue la fórmula que más agradó dentro de la escala hedónica, por lo tanto es la fórmula que se seleccionó para la estimación de los costos realizados.
- Se diseñó el diagrama de flujo del jugo de mucílago de cacao pasteurizado demostrando claramente las etapas por las cuales la materia prima (mucílago de cacao) se transforma en producto terminado (jugo pasteurizado); destacando la etapa de pasteurización, siendo la temperatura de 91,66°C y el tiempo de 18 min donde se inactivo el microorganismo más termo resistente.
- El jugo de mucílago de cacao aporta con macro-minerales esenciales para el organismo del ser humano, entre los que presentan mayores cantidades se encuentra fosforo, hierro, potasio, además de azúcares que proporcionan un aporte energético de 70kcal.
- El producto desarrollado cumplió con los requisitos físico-químicos, alcanzando 21°Brix y un pH 3.58, así como los microbiológicos determinados en la norma NTE INEN 2337, además se determinó el tiempo de vida útil de 6 meses en refrigeración, mediante los resultados obtenidos del análisis de ficha de estabilidad.
- Se determinó que el monto de inversión es de \$221,788.00 y el costo de producción anual es de \$312,949.00, con un precio de venta al público estimado de \$0,75.

#### **4.2. Recomendaciones.**

- Establecer un plan de capacitación a los agricultores de cacao para que den un buen manejo post-cosecha al cacao y poder contar con materia prima idónea para producir jugo de mucílago de cacao pasteurizado.
- Establecer un programa de Buenas Prácticas de Manufactura desde las fases previas a la consecución de la materia prima hasta la finalización del proceso productivo, para lograr un producto final que cumplan con altos estándares de calidad.
- La aplicación de los sistemas de calidad y control en cada proceso debe ser aplicado en todos los procesos de producción a fin de evitar la contaminación del producto final.
- Abrir líneas de crédito que fomenten el emprendimiento agroindustrial en un principio para el mercado local y posteriormente al mercado internacional para fomentar las exportaciones no tradicionales.



# BIBLIOGRAFÍA

- PRO ECUADOR. (2012, Mayo). Cacao y Elaborados. 2017, de PRO ECUADOR. Disponible en: <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/cacao-y-elaborados/>
- QUIROZ, James, MESTANZA, Saúl: "Establecimiento y manejo de una plantación de cacao", Boletín Técnico-INIAP.
- Lozano, R.A. y Dittmar, H.F. (2013). Beneficio del cacao en Colombia. Conferencia Interamericana del Cacao. (7ª: 1958: Palmira, Colombia). Memorias 7ª. Palmira, Colombia).
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 337:2008 de Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.
- NATÀLIA GIMFERRER MORATÓ. (2012). Pasteurización de alimentos. 2017, de EROSKI CONSUMER. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2012/03/09/208595.php>
- Armendáriz, J. (2012). Riesgos e intoxicaciones alimentarias. En Seguridad e Higiene en la manipulación de alimentos (pp. 57-60). Madrid, España: Ediciones Paraninfo S.A.
- Sanchiz, V., Allaert, C., Viñas, I., & Sala, N. (2004). Investigación de Listeria. *En Prácticas Microbiología de Alimentos (p. 79)*. Chile: F. V. Libros.
- Kenneth W. Tate, Edward R. Atwill, Melvin R. George, Neil K. McDougald & Royce E. Larsen. (2000, Mayo). Cryptosporidium parvum Transport from Cattle Fecal Deposits on California Rangelands. *Journal of Range Management*, Vol. 53, 5. 2017, mayo, De Society for Range Management Base de datos.
- 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, P.103
- Cros Emili, 2004 «Factores que afectan el desarrollo del sabor a cacao bases bioquímicas del perfil aromático.» Memoria Taller Internacional calidad integral del cacao, teoría y práctica INIAP / EET-P.

- FONAIAP. 2000 «El beneficio del cacao, centro de investigaciones agropecuarias del estado Mérida.» Fondo Nacional de Investigación Agropecuarias, P. 60.
- González, E., 2007. Estadística no paramétrica Prueba de Kruskal-Wallis, definición.<http://www.fismat.umich.mx/academica/handouts/Libro%20mariao%20triola/13-5.pdf>
- Jiménez, J.C. 2003 «Prácticas del beneficio del cacao y su calidad organoléptica.» Mimeografiado, p. 12.
- Pérez, P., 2004 «Mucílago de cacao.» El cacao, p. 7.
- Reyes H., Vivas J. y Romero 2000, La calidad del cacao, cosecha y fermentación FONIAP Maracay Aragua.
- [www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd66/texto/calidadcacao.htm](http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd66/texto/calidadcacao.htm). Reyes H., Vivas Jorge y Romero Alfredo. 2000, La calidad del Cacao II cosecha y fermentación. FONAIAP DIVULGAN 66
- Vera J., 1993 Cacao Nacional un producto emblemático del Ecuador. Vers. PDF. Ecuador. <http://enecacao.com/saborarriba>. (Último acceso: 12 de Diciembre de 2012).
- FAO. (2015). Macronutrientes y micronutrientes. 2017, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura Sitio web: [http://www.fao.org/elearning/Course/NFSLBC/es/story\\_content/external\\_files/Macronutrientes%20y%20micronutrientes.pdf](http://www.fao.org/elearning/Course/NFSLBC/es/story_content/external_files/Macronutrientes%20y%20micronutrientes.pdf)

# ANEXOS






## ANEXO A

<b>Resultados D.B.Q. – D.Q.O.</b>					
<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>	<b>LMP</b>	<b>Método Analítico</b>	<b>Analizado</b>
<b>AGREGADOS ORGANICOS: Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	420	mgO2/l	< 250	PEE-GQM-FG-05	25/01/2016 LS
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	917	mgO2/l	< 500	PEE-GQM-FG-16	25/01/2016 LS

**Fuente: Grupo Quimo Marcos, (2016)**

## ANEXO B

### Plantilla de colores para aceptación de Mazorca de cacao CCN51.

Color	Escala	Peso	Si/No
	1	640 gr - 690 gr	No
	2	640 gr - 690 gr	No
	3	640 gr - 690 gr	Si
	4	640 gr - 690 gr	Si
	5	640 gr - 690 gr	Si

## ANEXO C

### Métodos de Análisis Nutricional.

<b>Resultados de Cromatografía</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Métodos</b>	<b>Unidad</b>
<b>*B1 Tiamina</b>	Procedimiento para determinar Tiamina (Vit. B1), Método Fluorométrico-HPLC basado en método 953.17 AOAC	mg/kg
<b>*B2 Riboflavina</b>	Quantification of Riboflavin (vit. B2) in dairy products of HPLC Rev Chil Nutr Vol 36, #2 junio 2009	mg/100g
<b>*B3 Niacina</b>	Analytical Chemical Acta 520 (2004) "Simultaneous determination of water and fat soluble vitamin in pharmaceutical preparations by HPLC PDA"	mg/100g
<b>*Vitamina C</b>	Determinación de Vitamina C total por cromatografía líquida de alta resolución: Tecnología en marcha. Vol 17-4 Marisol Ledezma-Gairaud (MODIFICADO)	mg/100g
<b>*Fructuosa</b>	Liquid chromatographic determination of sugars in beer by evaporative light scattering detection:	g/100g
<b>*Glucosa</b>	Liquid chromatographic determination of sugars in beer by evaporative light scattering detection:	g/100g
<b>*Sacarosa</b>	Liquid chromatographic determination of sugars in beer by evaporative light scattering detection:	g/100g
<b>*Lactosa</b>	Liquid chromatographic determination of sugars in beer by evaporative light scattering detection:	g/100g
<b>*Maltosa</b>	Liquid chromatographic determination of sugars in beer by evaporative light scattering detection:	g/100g
<b>Total de azúcares</b>	Liquid chromatographic determination of sugars in beer by evaporative light scattering detection:	g/100g
<b>°Cafeína</b>	HPLC	mg/100g
<b>°B6 – Piridoxina</b>	HPLC	mg/100g
<b>°B9 - Ácido fólico</b>	HPLC	ug/100g
<b>°B12 – Cobalamina</b>	HPLC	mcg/100g
<b>Resultados de Metales</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Métodos</b>	<b>Unidad</b>
<b>*Potasio</b>	AOAC 19th 999.11	mg/kg

<b>*Calcio</b>	AOAC 19th 999.10	mg/kg
<b>*Zinc</b>	AOAC 19th 999.11	mg/kg
<b>*Hierro</b>	AOAC 19th 999.10	mg/kg
<b>*Sodio</b>	AOAC 19th 999.10	mg/kg
<b>*Fosforo</b>	AOAC 19th 999.10	mg/kg
<b>*Magnesio</b>	AOAC 19th 999.10	mg/kg
<b>*Manganeso</b>	AOAC 19th 999.10	mg/kg
<b>*Cobre</b>	AOAC 19th 999.10	mg/kg

#### **Resultados de Pesticidas**

<b>Parámetros</b>	<b>Métodos</b>	<b>Unidad</b>
<b>*Colesterol</b>	AOAC 994.10 "Determinación del contenido de colesterol por GC-FID, modificado.	mg/100g
<b>Grasa</b>	AOAC 994.10 "Determinación del perfil de ácidos grasos" Método instrumental GC-FID	mg/100g

#### **Resultados de Bromatología**

<b>Parámetros</b>	<b>Métodos</b>	<b>Unidad</b>
<b>*Fibra dietética</b>	AOAC 19th 985.29/ 960,52	%
<b>Grasa</b>	INSP-LAB-SOP-014/AOAC 19th 920.85/920.39C	%
<b>Humedad</b>	INSP-LAB-SOP-002/AOAC 19th 925.10	%
<b>*Carbohidratos totales</b>	Calculo	%
<b>*Energía total (Calorías)</b>	Calculo	Calorías
<b>*Energía de la grasa (Calorías de grasa)</b>	Calculo	Calorías
<b>Ocratoxina</b>	VERATOX 8610	Ppb
<b>Proteína</b>	AOAC 19th 920,87	%

Fuente: Laboratorio Inspectorate del Ecuador S.A., 2017.

**ANEXO D****FICHA DE PRUEBA SENSORIAL  
PRUEBA DE ACEPTABILIDAD**

<b>Nombre:</b>	<b>Edad:</b>
<b>Fecha:</b>	

**PRODUCTO:** Jugo de Cacao**INSTRUCCIONES:**

- 1.- En la cabina encontrará 2 muestras rotuladas (5489, 8274), un vaso con agua, una hoja y una pluma.
  - 2.- Antes de empezar a realizar la prueba de la evaluación sensorial primero enjuague su boca con agua.
  - 3.- Proceda a tomar la primera muestra rotulada y deguste. Luego proceda a enjuagar su boca nuevamente con agua.
  - 4.- Continúe con la degustación de la segunda muestra rotulada.
  - 5.- Califique las muestras de acuerdo a la escala que se presenta a continuación. Marque con una X en el lugar que indique su opinión acerca del nivel de agrado o desagrado de cada muestra.
- Si tiene alguna pregunta, no dude en hacerla.

<b>ESCALA</b>	<b>5489</b>	<b>8274</b>
Me gusta muchísimo		
Me gusta mucho		
Me gusta ligeramente		
Ni me gusta, ni me disgusta		
Me disgusta ligeramente		
Me disgusta mucho		
Me disgusta muchísimo		

Luego de que ha degustado ambas muestras, por favor marque con una X la muestra de su preferencia.

<b>5489</b>	<b>8274</b>

**COMENTARIOS:**

---

---

---

**Gracias por su participación.**

**ANEXO E**

**Fotos del ejercicio de la prueba sensorial**





## ANEXO F

**Tabla de datos de evaluación sensorial.**

RESULTADO DEL PANEL SENSORIAL DE SABOR DEL JUGO DE CACAO		
# PANELISTAS	FORMULA A(8274)	FORMULA B(5489)
1	6	4
2	7	5
3	6	4
4	7	4
5	5	4
6	7	4
7	5	3
8	6	3
9	7	1
10	7	4
11	6	4
12	6	1
13	5	4
14	7	4
15	7	2
16	7	2
17	7	3
18	7	2
19	7	2
20	7	4
21	7	2
22	7	2
23	7	2
24	7	2
25	7	2
26	7	3
27	7	2
28	6	3
29	7	2
30	7	1
31	7	3
32	7	2
33	7	3
34	7	1
35	6	2
36	7	2
37	7	3
38	6	1
39	7	3
40	7	3
41	6	1
42	7	1
43	7	1
44	6	5
45	7	4
46	7	2
47	7	2
48	7	4
49	6	1
50	2	5
51	3	5
52	3	7
53	4	5
54	5	6
55	6	7
56	3	7
57	5	7
58	5	6
59	5	7
60	6	7
61	5	7
62	5	6
63	3	6
64	5	7
65	5	6
66	5	6
67	6	7
68	2	7
69	3	6
70	4	7

## ANEXO G

**Table 13.2** Minimum value ( $X$ ) required for a significant preference

$N$	$X$	$N$	$X$	$N$	$X$
20	15	60	39	100	61
21	16	61	39	105	64
22	17	62	40	110	66
23	17	63	40	115	69
24	18	64	41	120	72
25	18	65	41	125	74
26	19	66	42	130	77
27	20	67	43	135	80
28	20	68	43	140	83
29	21	69	44	145	85
30	21	70	44	150	88
31	22	71	45	155	91
32	23	72	45	160	93
33	23	73	46	165	96
34	24	74	46	170	99
35	24	75	47	175	101
36	25	76	48	180	104
37	25	77	48	185	107
38	26	78	49	190	110
39	27	79	49	195	112
40	27	80	50	200	115
41	28	81	50	225	128
42	28	82	51	250	142
43	29	83	51	275	155
44	29	84	52	300	168
45	30	85	53	325	181
46	31	86	53	350	194
47	31	87	54	375	207
48	32	88	54	400	221
49	32	89	55	425	234
50	33	90	55	450	247
51	34	91	56	475	260
52	34	92	56	500	273
53	35	93	57	550	299
54	35	94	57	600	325
55	36	95	58	650	351
56	36	96	59	700	377
57	37	97	59	800	429
58	37	98	60	900	480
59	38	99	60	1000	532

Notes:  $N$  is the total number of consumers

## ANEXO H

### Análisis Nutricional

<b>Resultados de Cromatografía</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidad</b>
*B1 Tiamina	0.001	mg/kg
*B2 Riboflavina	0.001	mg/100g
*B3 Niacina	0.01	mg/100g
*Vitamina C	4.90	mg/100g
*Fructosa	6.31	g/100g
*Glucosa	4.09	g/100g
*Sacarosa	10.79	g/100g
*Lactosa	<1	g/100g
*Maltosa	<1	g/100g
<b>Total de azúcares</b>	<b>21.19</b>	<b>g/100g</b>
°Cafeína	0.11	mg/100g
°B6 – Piridoxina	<0.01	mg/100g
°B9 - Ácido fólico	8.59	ug/100g
°B12 - Cobalamina	0.07	mcg/100g
<b>Resultados de Metales</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidad</b>
*Potasio	2568.1	mg/kg
*Calcio	112.2	mg/kg
*Zinc	2.65	mg/kg
*Hierro	24.1	mg/kg
*Sodio	724.1	mg/kg
*Fosforo	1507.1	mg/kg
*Magnesio	154.8	mg/kg
*Manganeso	1.21	mg/kg
*Cobre	ND	mg/kg
<b>Resultados</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidad</b>
*Colesterol	<5	mg/100g
Grasa	0.35	mg/100g
<b>Resultados de Bromatología</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidad</b>
*Fibra dietética	3.59	%
Grasa	0.35	%
Humedad	82.46	%
*Carbohidratos totales	16.56	%
*Energía total (Calorías)	71.0	Calorías
*Energía de la grasa (Calorías de grasa)	9.0	Calorías
Ocratoxina	ND	Ppb
Proteína	0.52	%

Fuente: Laboratorio Inspectorate del Ecuador S.A. (2017)



# Elaboración de jugo de mucílago de cacao pasteurizado.

Ecuador es el tercer país de exportación de cacao en grano a nivel mundial con el 7,6% de participación (Pro-Ecuador 2015). En los últimos años, el proceso de fermentación para la pepa de cacao se realiza mediante nuevas técnicas que permiten disminuir el tiempo de fermentación y secado del grano, generando mayor cantidad mucílago de cacao. Este proyecto plantea el aprovechamiento de los subproductos del cacao, en especial el mucílago de cacao fresco para la elaboración de jugo de cacao pasteurizado.



**Nahín Bedrán León**      **Gianni Becerra Bravo**

[cbedran@espol.edu.ec](mailto:cbedran@espol.edu.ec)   [jbecerra@espol.edu.ec](mailto:jbecerra@espol.edu.ec)

## INTRODUCCIÓN

### Objetivo General

- Desarrollar un jugo pasteurizado a partir del mucílago de cacao fresco.

### Objetivos Específicos

- Elaborar formulaciones para el jugo pasteurizado a partir del mucílago de cacao.
- Establecer el proceso para la elaboración del jugo de cacao.
- Establecer el grado de aceptabilidad del jugo de cacao.
- Determinar la inversión, costo de producción y vida útil del jugo de mucílago de cacao.

**Tabla 4: Evaluación de preferencia**

Preferencia		Valor mínimo	
Fórmula A	49	N	X
Fórmula B	21	70	44

**Tabla 5: Resultados de ficha de estabilidad**

Resultado Microbiológicos		
Parámetros	Unidad	Fórmula A
Hongos y Levaduras	UFC/ml	2x10 <sup>8</sup>
*Coliformes Fecales	UFC/ml	<10
<i>E. Coli</i>	UFC/ml	<10
Coliformes Totales	UFC/ml	<10
Aerobios Mesófilos	UFC/ml	5x10 <sup>6</sup>
Resultado Físico-Químicos		
Parámetros	Unidad	Fórmula A
*Acidez	%	0,93
Grados Brix	°Brix	21
°Viscosidad	%	>24
pH	-	3,58

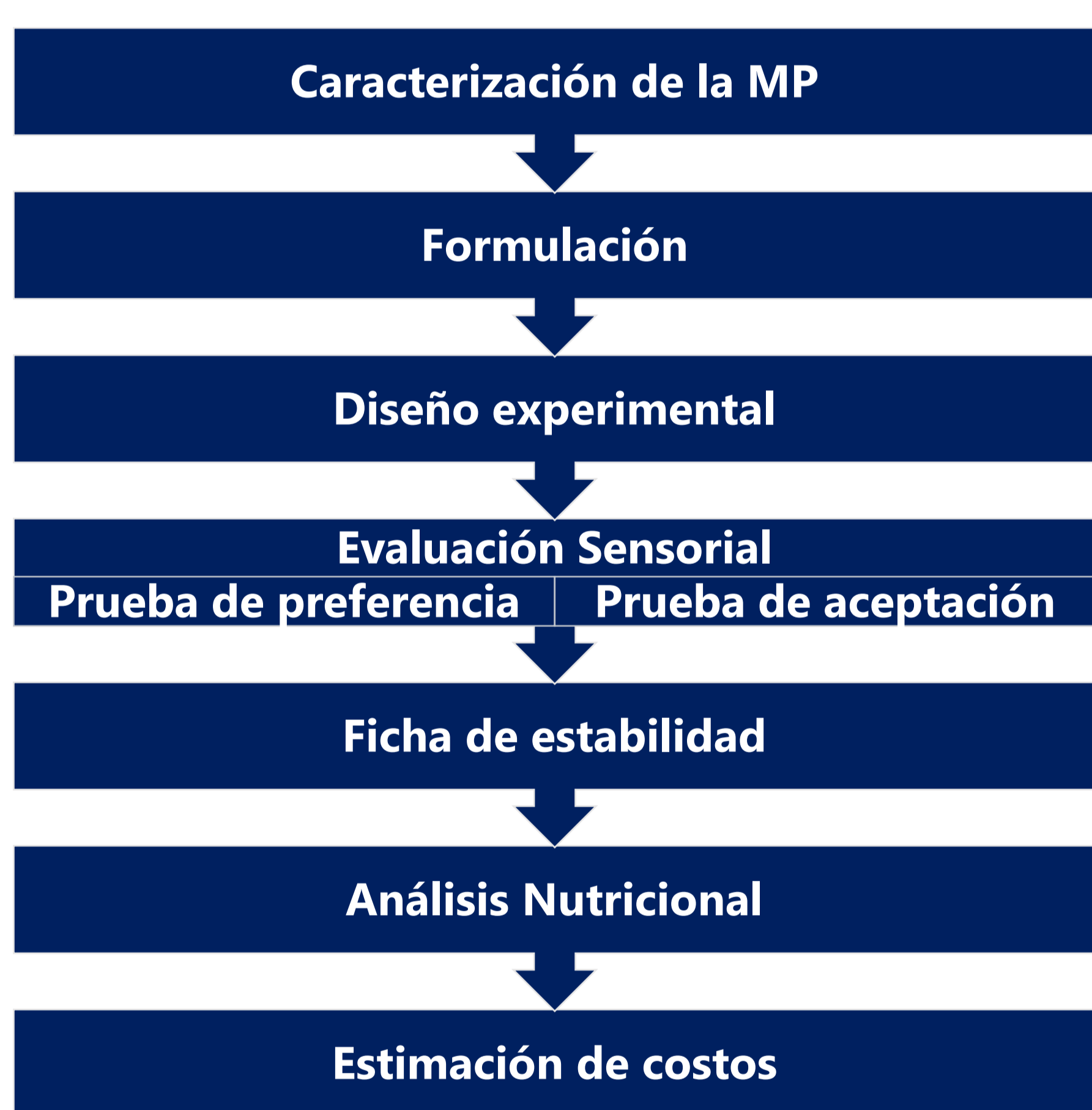
**Tabla 1: Composición química del mucílago de cacao CCN-51**

Componente	% p/p (Base Húmeda)
Agua	79.2 – 84.2
Proteína	0.09 – 0.11
Azúcares	12.50 – 15.9
Glucosa	11.6 – 15.32
Pectinas	0.9 – 1.19
Ácido Cítrico	0.77 – 1.52
Cenizas	0.40 – 0.50



**Figura 1: Variedades o tipos principales de cacao**

## METODOLOGÍA



**Figura 2: Etapas del proyecto**

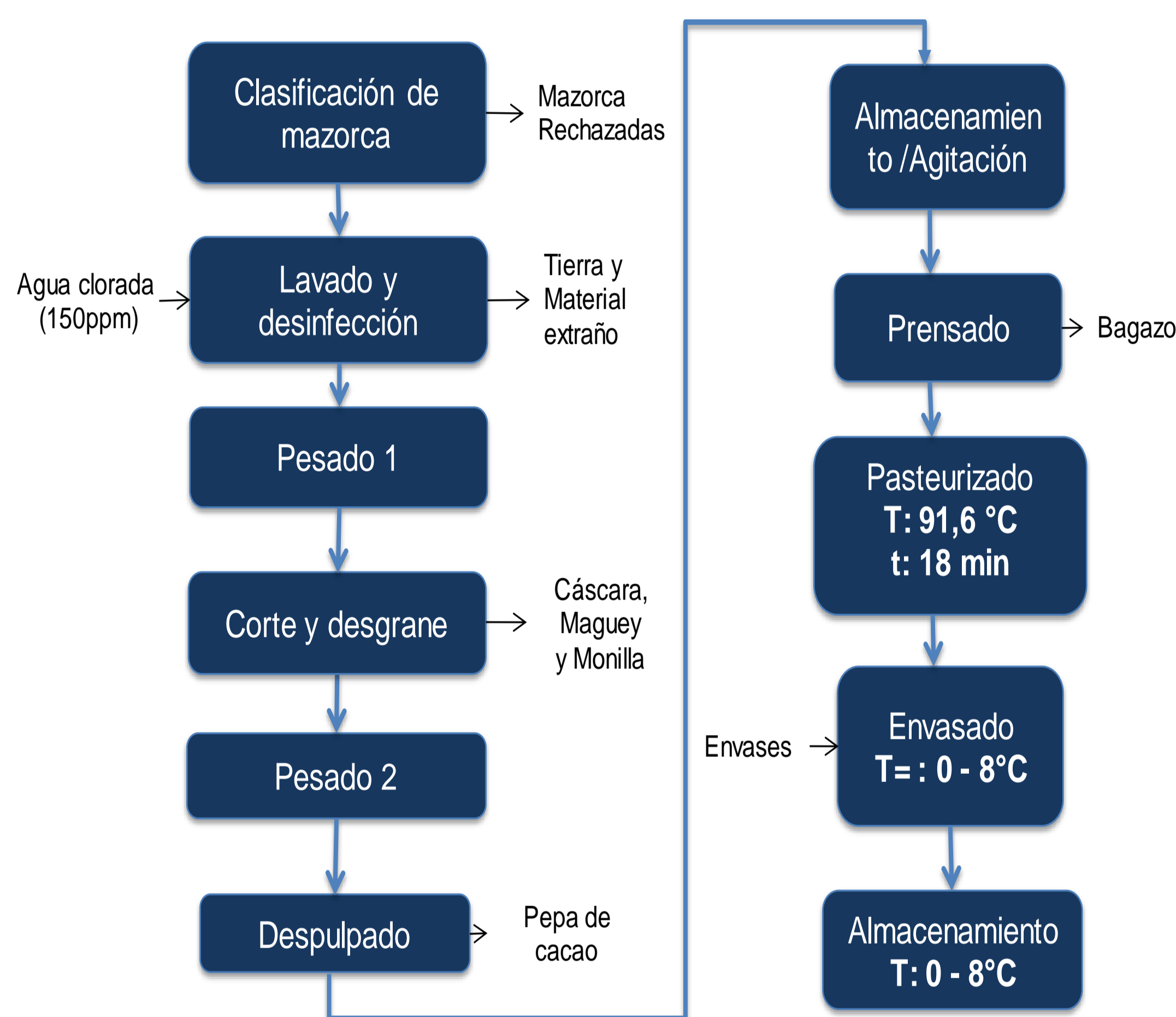
**Tabla 2: Formulaciones**

Formulación	Porcentaje mucílago de cacao	Porcentaje de agua
Fórmula A	100%	0%
Fórmula B	80%	20%

## RESULTADOS

**Tabla 3: Evaluación de aceptación**

Escala hedónica	Fórmula A	Fórmula B
7 Me gusta muchísimo	35	11
6 Me gusta mucho	14	7
5 Me gusta ligeramente	12	5
4 Ni me gusta, ni me disgusta	2	12
3 Me disgusta ligeramente	5	10
2 Me disgusta mucho	2	16
1 Me disgusta muchísimo	0	9
Total de panelistas	<b>70</b>	<b>70</b>



**Figura 3: Diagrama de Flujo**

## CONCLUSIONES

- De la gama de microorganismo que se analizó para el estudio térmico de este producto se consideró el *Cryptosporidium parvum* como el más termo resistente.
- El jugo de mucílago de cacao aporta con macro-minerales esenciales para el organismo del ser humano, entre los que presentan mayores cantidades se encuentra fósforo, hierro, potasio, además de azúcares que proporcionan un aporte energético de 70 Kcal.
- El producto desarrollado cumplió con los requisitos físico-químicos, alcanzando 21°Brix y un pH 3.58, así como los microbiológicos determinados en la norma NTE INEN 2337, además se determinó el tiempo de vida útil de 6 meses en refrigeración, mediante los resultados obtenidos del análisis de ficha de estabilidad.
- Se determinó que el monto de inversión es de \$221,788.00 y el costo de producción anual es de \$312,949.00, con un precio de venta al público estimado de \$0,75.

## REFERENCIAS

- Lozano, R.A. y Dittmar, H.F. (2013). Beneficio del cacao en Colombia. Conferencia Interamericana del Cacao. (7º: 1958: Palmira, Colombia). Memorias 7º. Palmira, Colombia).
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 337:2008 de Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.