



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTUDIO DE TRES METODOS PARA LA OBTENCION DE PULPA DEL MESOCARPIO
DEL CACAO (*Theobroma cacao* variedad CCN-51).

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos

Profesor Guía
Ing. Hernán Naranjo.

Autor
Andrés Alejandro Rodríguez Albiño

Año
2013

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Hernán Naranjo
Ingeniero Agrónomo
CI: 1702777200

DECLARACIÓN DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Andrés Alejandro Rodríguez Albiño
020150097-2

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por darme salud y vida, y permitirme desenvolver en cada dificultad que se presente.

Agradezco a mi tutor el Ing. Hernán Naranjo por el apoyo en el aporte a mis conocimientos desde mis primeras clases hasta el desarrollo de este trabajo. También en general a todos los profesores que conforman parte de la Universidad de las Américas.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, por sus esfuerzos, sus enseñanzas y apoyo en todo momento en mi vida. Son una inspiración a seguir el cual me motiva a cumplir todas mis metas.

RESUMEN

El cacao CCN-51 es una variedad o un clon creado en 1965 que obtuvo con éxito ser altamente productivo y resistente a varias enfermedades, es sembrado y cultivado en su mayoría en las zonas costeras del Ecuador, principalmente en la provincia de Los Ríos. Debido a su alta productividad actualmente es preferido para su siembra por los agricultores.

El cacao es la principal materia prima en la elaboración de chocolate, a esto se debe la demanda de este producto por muchos países. Dentro del proceso de fermentación en la elaboración del chocolate se desecha parte del mucilago, el cual el aprovechamiento de este desecho es la finalidad de este trabajo investigativo. Donde se evaluó tres métodos diferentes para realizar la extracción del mucilago: Método 1 en una despulpadora, método 2 en un cajón rectangular de madera y el método 3 en un colador. Una vez extraído el mucilago se elaboró varias pulpas con el fin de obtener un producto con parámetros de calidad aceptables y comparar la influencia de estos métodos entre ellos.

Se realizó varias pruebas experimentales comparando sus características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas. Así también se elaboró la viabilidad económica de cada método empleado, en donde se obtuvieron resultados positivos para la continuidad de esta investigación, sobre todo en el método 3, que proporciono los resultados más interesantes en la factibilidad de este trabajo.

ABSTRACT

The cacao CCN-51 is a variety or clone created in 1965 that successfully obtained be highly productive and resistant to various diseases, is planted and cultivated mostly in the coastal areas of Ecuador, mainly in the province of Los Rios. Due to its high productivity is currently preferred for planting by farmers.

Cocoa is the main raw material in the manufacture of chocolate, this is because the demand for this product for many countries. Within the process of fermentation in the making of chocolate discarded part of mucilage, which the use of this waste is the purpose of this research work. This evaluated three different methods for extracting the mucilage: Method 1 in a pulping machine, Method 2 in a rectangular box timber, and method 3 in a colander. After removing the mucilage was developed several pulps in order to obtain a product with acceptable quality parameters and compare the influence of these methods with each other.

We performed several experimental tests comparing their physicochemical characteristics, sensory and microbiological. It also developed the economic viability of each method used, where positive results were obtained for the continuation of this research, especially in method 3; I provide the most interesting results on the feasibility of this work.

INDICE

INTRODUCCION	1
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos	3
1. Capítulo I. Marco Teórico	3
1.1. Generalidades.....	3
1.1.1. Cacao CCN-51.....	3
1.1.2. Agroecología.....	4
1.1.3. Ciclo del cultivo.	6
1.1.4. Cosecha y recolección.....	7
1.1.5. Partido del fruto	7
1.2. Fermentación.....	7
1.2.1. Sistema de fermentación.....	10
1.3. Variedades y Tipos de cacao.....	12
1.3.1. Forastero.....	13
1.3.2. Criollo	13
1.3.3. Trinitario.....	13
1.4. Producción Nacional.....	14
1.4.1. Superficie de áreas cultivadas de cacao en el Ecuador	14
1.4.2. Superficie, producción y rendimiento de cacao	14
1.4.3. Superficie sembrada de cacao en la provincia de Los Ríos.....	16
1.4.4. Producción de cacao en la provincia de Los Ríos.....	16
1.4.5. Rendimiento de cacao en la provincia de Los Ríos.....	17
1.5. Exportación	18
1.5.1. Toneladas exportadas de cacao.....	18
1.5.2. Relación existente en la participación del Clon y el Cacao	20
1.6. Pulpa de Frutas.	20
1.6.1. Pulpa	20
1.6.2. Pasteurización y Esterilización.....	23
1.6.3. Factores que afectan el proceso	24

1.6.4.	Efectos sobre los alimentos	24
1.6.5.	Requisitos específicos para pulpas de frutas.	24
1.6.6.	Requisitos Fisicoquímicos.	24
1.6.7.	Requisitos Microbiológicos	25
1.6.8.	Microorganismos	26
2.	Capítulo II. Estudio Técnico	27
2.1.	Ingeniería del Proyecto	27
2.1.1.	Materia Prima	27
2.1.2.	Materiales	27
2.1.3.	Descripción del proceso	28
2.2.	Diagrama de flujo de la pulpa de cacao.....	34
2.3.	Diagrama de procesos	34
3.	Capítulo III. Diseño Experimental	39
3.1.	Comparación estadística de métodos Físico-químicos.	39
3.1.1.	Hipótesis	39
3.1.2.	VARIABLES DE ESTUDIO	40
3.1.3.	Métodos y materiales	40
3.1.3.1.	Materiales.....	40
3.2.	Análisis estadístico Sensorial	52
3.2.1.	Hipótesis	52
3.2.2.	Análisis estadístico para Color	53
3.2.3.	Análisis estadístico para Olor	54
3.2.4.	Análisis estadístico para Sabor	56
3.3.	Análisis PAVU.....	58
3.3.1.	PAVU SABOR	58
3.3.2.	PAVU COLOR	59
3.3.3.	PAVU OLOR	60
3.4.	Análisis Microbiológico	60
4.	Capítulo IV. Análisis Financiero	62
4.1.	Costos de Producción	62
4.2.	Materia Prima.....	63
4.3.	Insumos	63
4.4.	Mano de Obra	63

4.5. Fuentes de energía.....	65
4.6. Depreciación de Inversiones	65
4.7. Costos de Producción	68
4.7.1. Método 1.....	68
4.7.2. Método 2.....	69
4.7.3. Método 3.....	70
4.8. Ganancia y Utilidad	70
4.9. Beneficio / Costo.....	72
5. CAPITULO V. Discusión, conclusiones.....	74
5.1. Discusión.....	74
5.2. Conclusiones.....	76
5.3. Recomendaciones.....	77
REFERENCIAS.....	79
ANEXOS	81

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de nutrientes en las semillas del cacao (por 100 g)	5
Tabla 2. Condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo de cacao	6
Tabla 3. Condiciones óptimas de suelo para el desarrollo del cultivo	6
Tabla 4. Fases del cultivo de Cacao CCN-51	6
Tabla 5. Características físicas de las almendras fermentadas	8
Tabla 6. Características físicas de una almendra fermentada.....	9
Tabla 7. Requisitos de calidad del grano seco de cacao.	10
Tabla 8. Superficie, producción y rendimiento de cacao en la provincia	15
Tabla 9. Toneladas exportadas de todas las variedades de cacao	19
Tabla 10. Relación existente en la participación del Clon y el Cacao	20
Tabla 11. Composición de la pulpa de cacao	21
Tabla 12. Especificaciones para los jugos o pulpas de fruta	25
Tabla 13. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados.....	26
Tabla 14. ANOVA para pH vs Método (día 0) en la elaboración de pulpa	41
Tabla 15. Prueba Tukey para diferencia de medias del pH (día 0).....	41
Tabla 16. ANOVA para Viscosidad vs Método (día 0) en la elaboración.....	42
Tabla 17. Prueba de Tukey para diferencia de medias del Viscosidad	43
Tabla 18. ANOVA para Acidez vs Método (día 0), en la elaboración	44
Tabla 19. Prueba de Tukey para diferencia de medias de Acidez (día 0).....	45
Tabla 20. ANOVA para pH vs Método (día 42), en la elaboración de pulpa	46
Tabla 21. Prueba de Tukey para diferencia de medias del pH (día 42).....	46
Tabla 22. ANOVA para Viscosidad vs Método (día 42), en la elaboración.	48
Tabla 23. Prueba de Tukey para diferencia de medias de Viscosidad	48
Tabla 24. ANOVA para Acidez vs Método (día 42), en la elaboración.....	49
Tabla 25. Prueba de Tukey para diferencia de medias de Acidez (día 42).....	50
Tabla 26. Comparación de variables estadísticas de la Metodología M1	51
Tabla 27. Comparación de variables estadísticas de la Método M2	51
Tabla 28. Comparación de variables estadísticas de la Método	52
Tabla 29. Análisis de varianza para Color.....	53
Tabla 30. Prueba Tukey para diferencia de medias del Color.....	53

Tabla 31. Análisis de varianza para olor.....	54
Tabla 32. Prueba Tukey para diferencia de medias para el Olor.....	55
Tabla 33. Análisis de varianza para Sabor	56
Tabla 34. Prueba Tukey para diferencia de medias para el Sabor.....	57
Tabla 35. Resultados microbiológicos método 1.	61
Tabla 36. Resultados microbiológicos método 2.	61
Tabla 37. Resultados microbiológicos método 1.	62
Tabla 38. Materia prima.....	63
Tabla 39. Insumos.....	63
Tabla 40. Costo de mano de obra M1.....	64
Tabla 41. Costo de mano de obra M2.....	64
Tabla 42. Costo de mano de obra M3.....	64
Tabla 43. Fuentes de energía	65
Tabla 44. Depreciación de Inversiones fijas general y su depreciación.....	66
Tabla 45. Valores de equipos.....	67
Tabla 46. Inversión y Depreciación M1.....	67
Tabla 47. Inversión y Depreciación M2.....	67
Tabla 48. Inversión y Depreciación M3.....	67
Tabla 49. Costo de producción método 1	68
Tabla 50. Costo de producción método 2	69
Tabla 51. Costo de producción método 3	70
Tabla 52. Comparación de ganancia de los 3 métodos.....	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de Cacao (CCN-51).....	3
Figura 2. Comparación de almendras en fermentación.	8
Figura 3. Superficie Nacional de Áreas cultivadas.....	14
Figura 4. Superficie sembrada de cacao en la provincia de Los Ríos.....	16
Figura 5. Producción de cacao en la provincia de Los Ríos.....	17
Figura 6. Rendimiento de cacao en la provincia de Los Ríos.	18
Figura 7. Toneladas exportadas de cacao	19
Figura 8. Lavado	28
Figura 9. Cortado – Quiebra	29
Figura 10. Selección.....	30
Figura 11. Despulpado Método 1	31
Figura 12. Despulpado Método 2.....	31
Figura 13. Despulpado Método 3	32
Figura 14. Pasteurización.....	32
Figura 15. Envasado	33
Figura 16. Almacenamiento	33
Figura 17. Diagrama de flujo de la pulpa de cacao.....	34
Figura 18. Diagrama del proceso del Método 1.....	35
Figura 19. Porcentaje de rendimientos en despulpadora.	36
Figura 20. Diagrama del proceso del Método 2.....	36
Figura 21. Porcentaje de rendimientos en cajón.	37
Figura 22. Diagrama del proceso del Método 3.....	38
Figura 23. Porcentaje de rendimientos en Colador.....	39
Figura 24. Medias de pH (día 0).....	42
Figura 25. Medias de Viscosidad (día 0).	44
Figura 26. Medias de Acidez (día 0).....	45
Figura 27. Medias del pH (día 42).....	47
Figura 28. Medias de Viscosidad (día 42).	49
Figura 29. Medias del Acidez (día 42).....	50
Figura 30. Intervalos de Color.....	54

Figura 31. Intervalos de Olor.....	56
Figura 32. Intervalos de Sabor	57
Figura 33. PAVU Sabor	58
Figura 34. PAVU Color.....	59
Figura 35. PAVU Olor.....	60
Figura 36. Ganancias vs Costos	73
Figura 37. Beneficio/Costo	73

INTRODUCCION

El Ecuador es un país productor de una gran variedad de frutos que son muy apetecibles tanto por el mercado interno como externo, es así el éxito de muchas industrias que se dedican a producir, dar valor agregado, transformar y comercializar estas frutas.

Es necesario que se aproveche al máximo las ventajas que nos ofrece el medio con el fin de obtener un alto rendimiento y logren las industrias fortalecer los mercados nacionales e internacionales, ya que competir con la tecnología de los países desarrollados es una tarea muy complicada, además que muchos de ellos cuentan con bajos costos de mano de obra e insumos de bajos precios. Es por esto que la industria ecuatoriana debe aprovechar todas las variedades de frutas exóticas que el país produce y que son cada día más requeridos por los mercados extranjeros.

El país exporta cacao en grano y semielaborados a países como: Estados Unidos, Alemania, Francia, Japón, Italia, Colombia, Chile, España, México, Inglaterra, entre otros (Rivadeneira, 2010).

El cacao gracias a sus nobles características de aroma y sabor, es un notable producto de explotación y ventaja competitiva que tenemos. El cacao es producido en muchas partes de la costa ecuatoriana, esta actividad ha sido de gran importancia para la economía del Ecuador con el pasar el tiempo. La producción anual supera las 100,000 t. Se estima que aproximadamente 100,000 familias se encuentran relacionadas a este cultivo, según la producción de cacao aporta con el 0.40 % del PIB total y alrededor del 7 % del PIB agropecuario (Urrutia, 2010).

Existen varios productos y subproductos que se obtienen del aprovechamiento industrial y/o artesanal del cacao, a partir de las almendras de cacao se

obtiene: pasta de cacao, manteca de cacao, licor de cacao, cacao en polvo y como producto final y más utilizado el chocolate.

El chocolate es el producto que para desarrollar su elaboración ocupa la mayor cantidad de granos de cacao producidos en el mundo. El cacao en polvo es utilizado para varios productos en la industria como para confitería, bebidas, chocolate de alta calidad y en postres congelados. La manteca de cacao se usa en la elaboración de cosméticos, tabaco y jabones.

La fermentación y el secado de las almendras de cacao son los primeros procesos de post-cosecha que se realiza en la elaboración de chocolate. Dentro de estos dos procesos las almendras de cacao sufren varias transformaciones que le agregan calidad al chocolate como producto final, pero también existe un desperdicio excesivo del mucílago de cacao en estos procesos, tanto por los agricultores y por las industrias. Debido a esto surge la idea de aprovechar este subproducto pobremente explotado que se pierde en estos procesos y transformarlo en una pulpa procesada, mediante varios métodos de extracción para lograr obtener un óptimo rendimiento y así lograr acceder a todo el mercado nacional e incursionar en el mercado internacional.

La razón principal por la cual se inició este trabajo es para incentivar a los agricultores ecuatorianos que se dedican a esta actividad, a ofrecerles otra alternativa de fuentes de ingreso para su desarrollo como agricultor, elaborando pulpa de cacao tan apetecido para la elaboración de: bebidas alcohólicas, jugos, néctares, mermeladas entre otros.

Objetivo General

- Evaluar tres métodos para la extracción de pulpa del mesocarpio del cacao y preservarla en congelación.

Objetivos Específicos

- Determinar para los tres métodos escogidos sus características fisicoquímicas que permitan elaborar una pulpa.
- Comparar la pulpa obtenida con las características de calidad establecidas en la NTE INEN 2 337:2008.
- Evaluar la viabilidad económica del desarrollo de la pulpa en los métodos escogidos.

1. Capítulo I. Marco Teórico

1.1. Generalidades

1.1.1. Cacao CCN-51

1.1.1.1. Descripción Botánica

Género: *Theobroma*

Familia: Malvaceae

Orden: Filiales

Nombre Común: Cacao

Nombre Científico: *Theobroma cacao* L.



Figura 1. Árbol de Cacao (CCN-51)

1.1.1.2. Origen.

El agrónomo Homero Castro Zurita, luego de varias investigaciones logró en 1965 el denominado cacao clonal CCN-51 que significa Colección Castro Naranjal. Después de realizar varios trabajos de investigación de las diversas variedades, finalmente obtuvo la del tipo 51, que tiene alta productividad, tolerancia a las enfermedades y calidad.

1.1.2. Agroecología

1.2.1. Hojas

Sencillas, pecioladas, enteras, coriáceas, frágiles y brillantes.

1.2.2. Flor

Las flores nacen en el tallo y en las ramas más viejas (lo que se denomina cauliflori) y que brotan a los dos años.

1.2.3. Fruto

Es una baya o mazorca ovoidea, grande, y aguda hacia el ápice, de unos 25 a 30 centímetros de largo y de 10 a 15 de diámetro, con un pedúnculo recio y recto, epicarpio grueso, subleñoso, consistente, amarillo pajizo, verde y rugoso al exterior, con diez surcos longitudinales.

1.2.4. Semillas

Según (LUKER, 2012), son ovoides, blancas y pardas cuando están secas; la almendra es de unos dos centímetros de sabor muy amargo luego de tostarlas. Cada mazorca contiene entre 30 a 50 granos.

1.2.4.1. Composición del cacao

Tabla 1. Contenido de nutrientes en las semillas del cacao (por 100 g)

Calorías		456	Nicotinamida	2.1	mg
Agua	3.6	ml	Acido Pantotenico	1.35	mg
Proteína	12.0	g	Histidina	0.04-0.08	g
Grasa	46.3	g	Arginina	0.03-0.08	g
Carbohidratos (totales)	34.7	g	Treonina	0.14-0.84	g
Fibra	8.6	g	Serina	0.88-1.99	g
Glucosa	8-13	g	Acido Glutámico	1.02-1.77	g
Sucrosa	0.4-0.9	g	Prolina	0.72-1.97	g
Calcio	106	mg	Glicina	0.09-0.35	g
Fósforo	537	mg	Alanina	1.04-3.61	g
Hierro	3.6	mg	Valina	0.57-2.60	g
Tiamina	0.17-0.24	mg	Lisina	0.08-0.56	g
Riboflavina	0.14-0.41	mg	Leucina	0.45-4.75	g
Niacina	1.7	mg	Isoleucina	0.56-1.68	g
Acido Ascórbico	3.0	mg	Tirosina	0.57-1.27	g
Piridoxina	0.9 mg		Fenilalanina	0.56-3.36 g	

Tomado de Orcés y Piedra, 2012.

1.2.5. Condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo de cacao

Tabla 2. Condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo de cacao

PARAMETROS TECNICOS	CONDICIONES OPTIMAS
TEMP. PROMEDIO ANUAL *C	23-25
TEMP. MAXIMA *C	30
TEMP. MINIMA *C	22
PRECIPITACION ANUAL (MM)	1500-2500
DIAS DE LLUVIA	95-125
ALTURA (M.S.N.M)	400-900
H.R. PROMEDIO ANUAL (%)	70-80

Tomado de INFOAGRO, 2012.

Tabla 3. Condiciones óptimas de suelo para el desarrollo del cultivo de cacao.

SUELOS		
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO	ARENOSO ARCILLOSO
PROFUNDIDAD (m)	1,2 A 1,5	< 1,2
pH	5,0-6,0; 6,5-7,5	<5,0 ; >7,5
PIEDRAS Y GRAVAS (%)	5 A 15	>15
DRENAJE	MODERADO	DEFICIENTE
NIVEL FREATICO MÁXIMO (m)	1,0 A 1,2	<1,0

Tomado de ANECACAO, 2012.

1.1.3. Ciclo del cultivo.

El cacao es un árbol o arbusto perenne, crece entre los 6 y los 8 m de altura. Requiere sombra (crecen a la sombra de otros árboles más grandes como el plátano), necesitan protección del viento y un suelo rico y poroso.

Tabla 4.Fases del cultivo de Cacao CCN-51

FASE	DURACION – TIEMPO
Inicio de la cosecha	Tres años de plantas provenientes de vivero.
Producción Optima	4-5 años
Vida económica	Entre 40 – 50 años.

1.1.4. Cosecha y recolección.

La cosecha inicia en el momento que la mazorca se encuentra madura. Se puede determinar la madurez de la mazorca por su cambio en la pigmentación, de verde pasa al amarillo o del rojo y otros similares al amarillo anaranjado fuerte o pálido. Cuando existen dudas referentes al punto de madurez, se puede golpearlo y si se produce un sonido hueco es señal de que el fruto se encuentra maduro. Todas las herramientas de corte deben estar bien afiladas y desinfectadas.

1.1.5. Partido del fruto

Esta operación se realiza manualmente, consiste en partir la mazorca y extraer las almendras cuidando no contaminarlas, una vez separadas las almendras de la placenta, se depositan en un recipiente limpio que luego serán sometidos a la fermentación. El tiempo entre el desgrane y la puesta en fermentación no debe exceder las 24 horas.

1.2. Fermentación.

Es un proceso bioquímico y microbiológico externo e interno de la semilla en donde ocurren cambios en su estructura, donde se da la formación de compuestos precursores del color, sabor y aroma.

El primer paso para la fermentación, es el inicio de la descomposición de la almendra donde son colocadas en cajones, montones o sacos según le método.

La temperatura producida durante el proceso mata al embrión, y facilita el desarrollo de características como: sabor y aroma que son características precursoras del chocolate. (Arizala, 2012)



Tabla 5. Características físicas de las almendras fermentadas

ALMENDRAS FERMENTADAS				
Tiempo Días	Características Generales	Textura	Color Interno	Color Externo
0	Aplanado cubierto de mucilago	Lisa y compacta	Violeta oscuro	Blanco
1	Aplanado con mucilago oscuro	Lisa y compacta	Violeta oscuro	Pardo

2	Desaparición parcial del mucilago	Lisa- poco blanda	Violeta oscuro	Pardo
3	Hinchado-arriñonado	Pegajosa y blanda	Aparición de tonalidades café	Pardo oscuro
4	Hinchado-arriñonado, poco mucilago	Rugosa y blanda	Chocolate y tonos violáceos	Rojizo
5	Hinchado – arriñonado, sin mucilago	Muy rugosa	marrón	Rojizo

Tomado de Orcés y Piedra, 2012.

Tabla 6. Características físicas de una almendra fermentada y sin fermentar.

ALMENDRAS SECAS

CARACTERÍSTICAS	FERMENTADAS	SIN FERMENTAR
Aroma	Agradable	Desagradable
Sabor	Medianamente amargo	Astringente
Forma	Hinchada	Aplanada
Color interno	Café oscura	Café violáceo
Textura	Quebradiza	Compacta
Separación de la testa	Fácil	Difícil

Tomado de Orcés y Piedra, 2012.

Tabla 7. Requisitos de calidad del grano seco de cacao.

Requisitos de las calidades del cacao beneficiado	
REQUISITOS	CCN-51
Cien granos pesan g	135-140
Buena fermentación (mínimo) %	65*
Ligera fermentación (mínimo) %	11
Total fermentado (mínimo) %	76
Violeta (máximo) %	18
Pizarroso/pastoso (máximo) %	5
Moho (máximo) %	1
Totales (análisis sobre 100 pepas) %	100
Defectuoso (máximo) (análisis sobre 500 gramos)	1
*La coloración varía de marrón violeta	

Tomado de INEN, 2006.

Según la norma NTE INEN 176, estos son los requisitos aceptables de calidad del grano seco para continuar los procesos en la obtención de chocolate y otros productos.

1.2.1. Sistema de fermentación.

Se realizan varios métodos para la fermentación del cacao. Dentro de los más comunes tenemos: la fermentación en montones, en sacos y en cajones de madera.

1.2.1.1. Fermentación en montones

La fermentación en montones consiste en colocar una capa de hojas de plátano sobre el suelo que sirve de base y facilita el drenaje del exudado. Las almendras son colocadas sobre las hojas formando montones que se cubren con hojas de plátano y sacos de yute para evitar la pérdida de calor que dará muerte al embrión de las semillas.

Según (Arizala, 2012), Los montones tienen que estar expuestos al sol y no bajo sombra con remociones a intervalos de 48, 72 y 96 horas que es el tiempo necesario para obtener un cacao bien fermentado por encima del 90 %. Por lo general, todo el proceso demora 5 días. Este método tiene la ventaja de fermentar cualquier volumen a un bajo costo.

1.2.1.2. Fermentación en sacos

La fermentación de sacos se realiza comúnmente en sacos de yute, dentro de estos sacos se coloca las almendras de cacao frescas, se cierra y se lo deja fermentar en el piso. Varios agricultores los cuelgan para una mejor aireación durante dos o tres días donde luego serán sometidos al proceso de secado. (Arizala, 2012)

Debido a que las almendras presentan granos violáceos y pizarrosos no se recomienda este proceso.

1.2.1.3. Fermentación en cajones.

Esta metodología consiste en colocar las almendras frescas dentro de cajones fermentadores por un lapso de 5 días. Se debe distribuir uniformemente la masa de cacao en los cajones y taparlos con hojas de plátano, con la finalidad de conservar la humedad y mantener el calor desprendido por la fermentación alcohólica. La capa de granos frescos no debe superar los 70 centímetros. De hacerlos se corre el riesgo que se compacten y reduzca la aireación de los granos además de dificultar el volteo obteniéndose una fermentación dispareja.

El motivo de hacer los volteos es la de homogenizar el desarrollo de los procesos bioquímicos que se producen en el trayecto de la fermentación.

Se debe iniciar el primer volteo a las 48 horas luego de depositarse las almendras de cacao, después a las 72 y por último a las 96 horas, posteriormente de este proceso las almendras pasan a someterse al secado a

las 120 horas (5 días). Al pasar estos tres volteos las almendras llegan a tener en promedio un 80% de humedad aproximadamente. (Arizala, 2012)

1.2.1.4. Construcción de cajones fermentadores

La madera por ser el material más abundante y de bajo costo en las zonas costeras, es utilizada para la construcción de cajones fermentadores de cacao. Las dimensiones y cantidad de las cajas fermentadoras varían de acuerdo a la producción que se obtiene en cada finca, existen 2 tipo de cajones: simples y escalonados pudiendo estas dimensiones ser variables.

Para cualquier caso necesariamente debe estar a 20 cm del suelo con un soporte entre cuatro a seis patas con la finalidad de evitar el contacto con el suelo y así facilitar la extracción del exudado para luego utilizarlo en la elaboración de pulpas, mermeladas, néctar, etc. Los cajones deben tener divisiones para acelerar la remoción de la masa de cacao en el proceso de fermentación. Un lado de la caja también debe ser móvil para poder descargar las almendras de cacao al finalizar el proceso.

Se toma como base la producción de la semana de mayor producción de todo el año para poder calcular el volumen del cajón. Esta producción representa el 12,5% de la producción anual. Para fermentar el volumen de cacao húmedo en metros cúbicos equivalente a 1 kilogramo de cacao seco se emplea una constante cuyo valor es 0,003. (Arizala, 2012)

Las maderas utilizadas para la elaboración de las cajas fermentadoras contienen propiedades como: maderas duras que ayudan en la resistencia a la humedad, no ser conductores de sabores y olores extraños que dan otras cualidades diferentes a los granos. Se instalan bajo cobertizos cerrados para protegerlos de las corrientes de aire, excesivo sol, lluvias, permitiendo realizar una adecuada fermentación. Esto ayudara a mantener la temperatura óptima. Cubillos, (Merizalde, y Correa, 2008)

1.3. Variedades y Tipos de cacao

1.3.1. Forastero

Es la más cultivada en el mundo, principalmente en: Ecuador, Perú, Brasil, Colombia, Venezuela, Costa de Marfil, Camerún, Santo Tome y Ghana. Aproximadamente ocupa alrededor del 80 - 90 % de la producción, no se lo clasifica en cuanto a calidad como cacao fino por lo que generalmente es utilizado junto con variedades de mayor calidad. Es caracterizada por su alta resistencia a ciertas enfermedades y su alta productividad. Como variedades selectas del cacao criollo se encuentra el cacao del valle de Arriba o Nacional de Ecuador que por su finura, a veces se confunde con la variedad criollo. (Arpide, 2007)

1.3.2. Criollo

Es destinado principalmente a la chocolatería de alta gama. Ocupa entre el 1-5 % de la producción mundial. Es cultivado principalmente en Guatemala, México, Nicaragua, Venezuela, Ecuador, Colombia, Trinidad, Jamaica y Madagascar en pequeñas cantidades.

Se caracteriza por su finura y sus aromas de alta calidad. Presenta susceptibilidad a varias enfermedades y a muchas de las plagas que atacan al cacao Cacaotero, 2010.

1.3.3. Trinitario

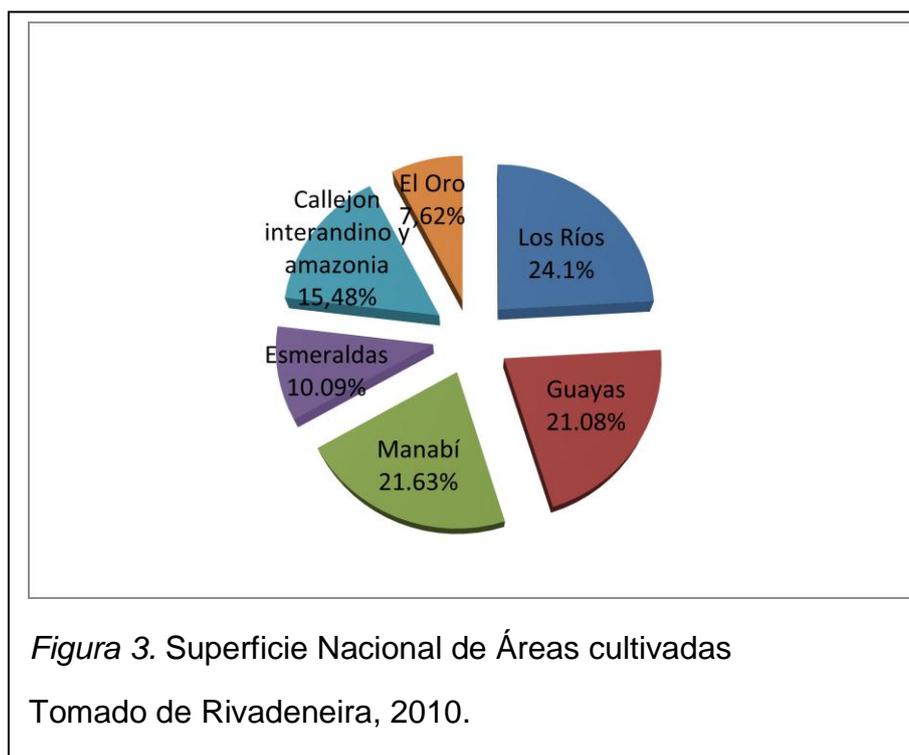
Aproximadamente ocupa entre el 10-15% de la producción mundial, está conformado por el cruzamiento del criollo de Trinidad con la variedad introducida de la Cuenca del Orinoco; se lo considera cacao de calidad.

Dentro de esta variedad se encuentra ubicado el CCN51, que es el resultado de la investigación realizada por el Agrónomo Homero Castro en la zona de

Naranjal en el Ecuador. Este clon presenta características de alta producción y tolerancia a las enfermedades.

1.4. Producción Nacional

1.4.1. Superficie de áreas cultivadas de cacao en el Ecuador



En la actualidad existen 243.059 hectáreas de cacao, como cultivo solo y 190.919 hectáreas de cultivo asociado. La provincia de Los Ríos encabeza la superficie de área del cultivo con el 24,1%, seguido de la provincia del Guayas con el 21,08% y Manabí el 21,63%, en tanto que la provincias de Esmeraldas y El Oro participan con el 10,09% y 7,62%, respectivamente; la diferencia se encuentra en el resto de provincias del callejón interandino y la Amazonía. Alrededor de 110.000 t por año es la producción de cacao en el Ecuador, cuyo volumen se encuentra en función a los factores climáticos. (Rivadeneira, 2010)

1.4.2. Superficie, producción y rendimiento de cacao en la provincia de Los Ríos.

Tabla 8. Superficie, producción y rendimiento de cacao en la provincia de Los Ríos.

Año	*Sup Sembrada	*Sup Cosechada	**Produccion	***Rendimiento
2000	100,706	95,917	18,277	0.19
2001	100,066	96,293	20,111	0.21
2002	99,425	96,669	21,946	0.23
2003	97,116	92,301	29,097	0.32
2004	95,326	89,740	28,469	0.32
2005	96,781	85,134	34,251	0.40
2006	93,873	80,971	27,208	0.34
2007	92,443	79,767	21,190	0.27
2008	96,293	76,928	21,714	0.28
2009	100,014	84,222	44,708	0.53
2010	102,531	73,598	32,829	0.45
2011	115,277	85,363	47,686	0.56

Tomado de MAGAP, 2013.

UNIDADES:

*Superficie Cosechada / Superficie Sembrada (Hectáreas).

**Producción (Toneladas Métricas) / año.

***Rendimiento (Toneladas Métricas/Hectáreas) / año.

La provincia de Los Ríos en los últimos diez años a pesar de no existir un crecimiento significativo tanto en superficies sembradas y cosechadas, podemos recalcar un notable crecimiento del año 2000 con 18,27 t al año 2011 con 47.686 t de producción de cacao de estos años en la provincia.

1.4.3. Superficie sembrada de cacao en la provincia de Los Ríos.

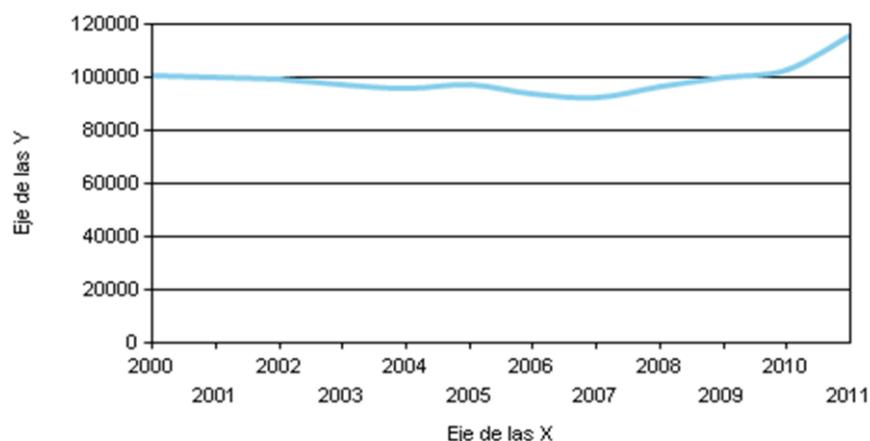


Figura 4. Superficie sembrada de cacao en la provincia de Los Ríos

Tomado de MAGAP, 2013

En los últimos 5 años ha incrementado el número de superficie sembrada de cacao en la provincia de Los Ríos, mucho de esto se debe a la estabilidad en el precio de la fruta y a la fácil determinación en su rendimiento por parte de los agricultores.

1.4.4. Producción de cacao en la provincia de Los Ríos.

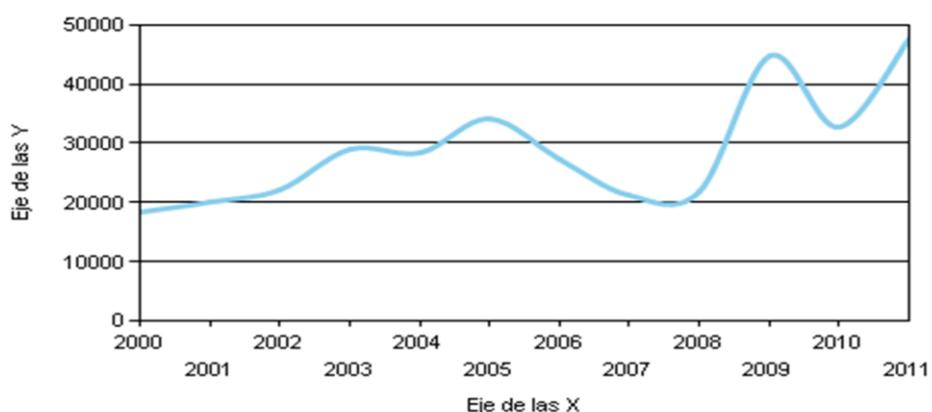
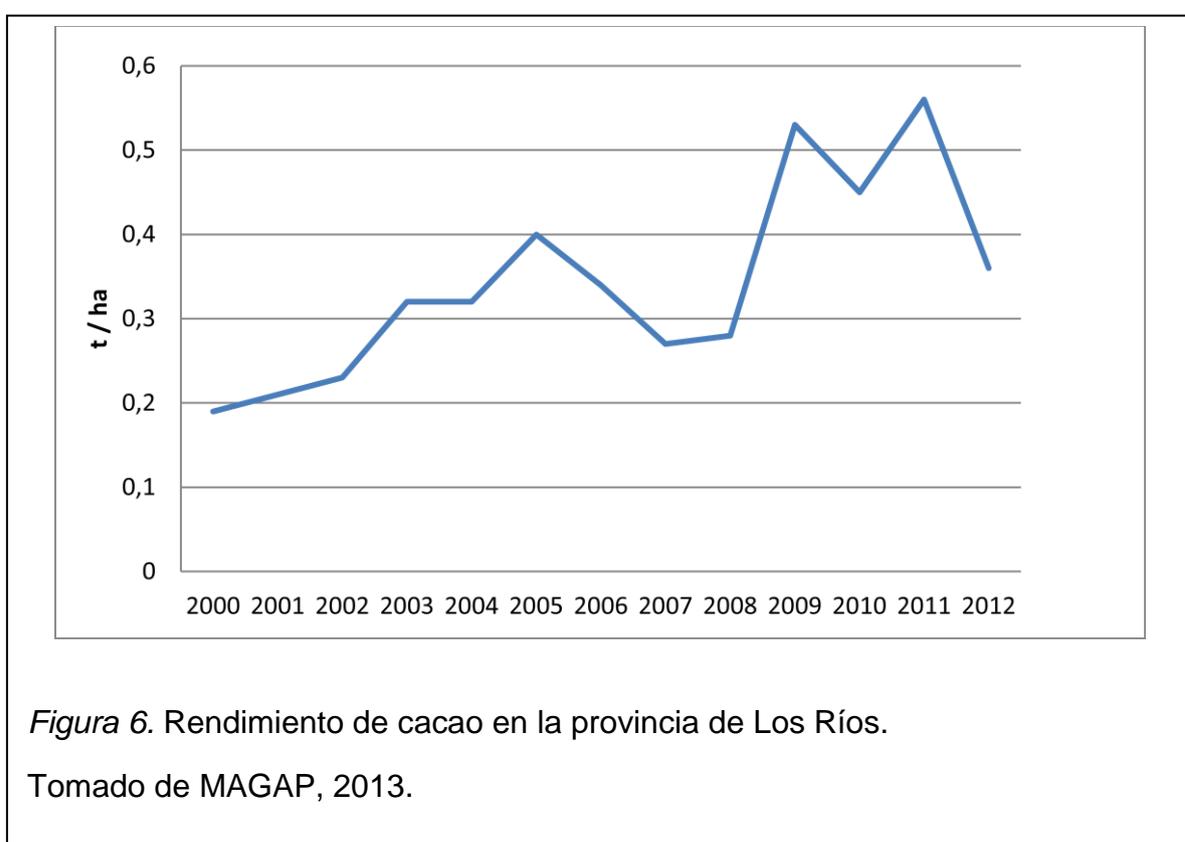


Figura 5. Producción de cacao en la provincia de Los Ríos

Tomado de MAGAP, 2013

La producción según el gráfico desde el 2000 hasta el 2005 ha ido en incrementando superando las 30.000 t en la provincia, pero desde el 2005 hasta mediados del año 2007 ha ido en un total decremento debido a varios factores como el clima, inundaciones y descuido por los agricultores. A fines del 2008 la producción de cacao se disparó hasta el 2009 alcanzado aproximadamente las 45.000 t, el cual bajo en unas 10.000 t para el año 2010, que luego ha ido aumentando hasta la actualidad.

1.4.5. Rendimiento de cacao en la provincia de Los Ríos.



El rendimiento va de la mano con la producción, en los últimos 12 años han mejorado notablemente como se observa en el gráfico a diferencia del año 2006 al 2008 que se nota una caída relevante, estas caídas y estos incrementos en el rendimiento se debe a parte del clima e inundaciones, a factores importantes dentro del manejo del cultivo como: controles fitosanitarios, control de malezas, fertilización y podas.

1.5. Exportación

1.5.1. Toneladas exportadas de cacao

Las exportaciones del CCN-51 han ido incrementando en el Ecuador progresivamente, desde el año 2.000 hasta la actualidad, se han exportado un promedio de 99.117 t por año, a países como Colombia, España, Argentina, China entre otros.

Tabla 9. Toneladas exportadas de todas las variedades de cacao

CACAO COMERCIO EXTERIOR			
Año	Exportación	Importación	Balanza
2000	49.884	29	49.855
2001	55.560	0	55.560
2002	56.599	18	56.581
2003	69.013	0	69.013
2004	70.087	0	70.087
2005	80.674	0	80.674
2006	89.342	0	89.342
2007	83.069	0	83.069
2008	86.367	0	86.367
2009	126.969	3	126.967
2010	116.318	0	116.318
2011	158.483	0	158.483
2012	147.044	0	147.044
2013- May	72.906	0	72.906

Tomado de MAGAP, 2013.



La exportación de cacao según el banco central para el año 2011, presentó la mayor cantidad de producto exportado. La exportación en los últimos 12 años se ha incrementado progresivamente entre 6 y 10 toneladas por año, comparando el año 2000 y el año 2011 obtenemos que en 2011 se obtuvo 108.628 t que en el 2000, que significa alrededor del 200% de lo producido en ese año. Como en muchos lugares existen varios tipos de consumidores y varios tipos de requerimientos por parte de estos consumidores es así el caso del Ecuador, que es buscado por países que requieren ser abastecidos de Cacao Aromático y con diversos sabores, y es así que también existen mercados que se proveen de cacao de no tan alta calidad para la elaboración de chocolates (ANECACAO, 2012).

1.5.2. Relación existente en la participación del Clon y el Cacao Nacional en las exportaciones Ecuatorianas.

Tabla 10. Relación existente en la participación del Clon y el Cacao Nacional en las exportaciones Ecuatorianas.

Tipo de cacao	%
Nacional	80
CCN-51	20

Tomado de ANECACAO, 2012.

Los principales productos y subproductos que se exportan son: Licor de cacao, manteca de cacao, polvo de cacao y chocolates; los cuales son sometidos a estrictos controles de calidad durante la cosecha y pos cosecha, del proceso de elaboración. El 70% se exporta en grano, el 25% en producto semielaborados de cacao y un 5% es consumido por la industria artesanal chocolatera en el país. (Rivadeneira, 2010)

1.6. Pulpa de Frutas.

1.6.1. Pulpa

Es la parte comestible de las frutas o el producto que aún no se ha fermentado, ni concentrado, obtenido de la extracción de la porción comestible de frutas frescas, maduras, y sanas mediante procesos tecnológicos adecuados.

Tabla 11. Composición de la pulpa de cacao

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE PULPA DE CACAO (g/100g de pulpa fresca).	
Sacarosa	4,35
Glucosa	3
Fructuosa	3,8
Nitrógeno total	0,11
Aminoácidos libres	0,15
Proteínas/ péptidos	0,57
Amonio	0,02

Tomado de Orcés y Piedra, 2012.

1.6.1.1. Ventajas

- La pulpa es considerada como la materia prima base en cualquier producto que necesite fruta. (mermelada, néctar, jugos concentrados, etc).
- Se evitan pérdidas por pudrición y mala selección de las frutas.

- Las pulpas actúan como reguladores de producción de fruta, porque son elaboradas cuando las frutas se encuentran en épocas de cosecha (Astrid, 2008).
- La pulpa congelada permite conservar el aroma, el color y el sabor.
- La congelación a temperaturas menores de 18 grados centígrados permite preservar la fruta más de 2 años.

1.6.1.2. Características

Las pulpas de frutas están caracterizadas por tener una alta variedad de compuestos nutricionales que proporciona algo muy atractivo para los consumidores. En un 70 a 90% están compuestos por agua, pero su mayor atractivo principalmente se debe a su alto contenido de vitaminas, minerales, enzimas y carbohidratos como la fibra. (Universidad Nacional de Colombia , 2005)

Las características organolépticas son las que se refieren a las propiedades detectables por los órganos de los sentidos, es decir la apariencia, color, aroma, sabor y consistencia.

1.6.1.3. Condiciones de elaboración.

- Las pulpas de frutas deben elaborarse en condiciones apropiadas, con frutas frescas, sanas, y maduras.
- La pulpa debe estar libre de sabores extraños. Cualquier sabor a viejo o a alcohol es señal de fermentación, que de inmediato es rechazado.

- El color y olor deben ser semejantes a los de la fruta fresca de la cual se ha obtenido. El producto puede tener un ligero cambio de color, pero no desviado debido a alteración o elaboración defectuosa.
- Los principios de BPM deben propender reducir al mínimo la ausencia de fragmentos de cascara, semilla, de partículas gruesas de la fruta (INEN, 2008) .
- La pulpa puede llevar en su contenido parte de la fruta finamente dividida (INEN, 2008).

1.6.1.4. Conservación

- La conservación del producto por medios físicos puede realizarse por procesos térmicos: pasteurización, esterilización, refrigeración congelación y otros métodos adecuados para este fin; se incluye la radiación ionizante (INEN, 2008).

1.6.2. Pasteurización y Esterilización.

Es el resultado de las investigaciones en la influencia de calor sobre los microorganismos, que se realizaron a mediados del siglo XIX por Louis Pasteur. Básicamente consiste en la acción de calor hacia el alimento, es considerado un tratamiento suave, de baja intensidad y tiene como objetivo la eliminación de patógenos que existen en los alimentos con el propósito de alargar su vida útil. Este proceso implica el emplear temperaturas bajas inferiores a los 100 °C que son suficientes para asegurar la eliminación de patógenos, aunque algunos pueden resistirlas. Al someter a estas temperaturas tratamos de no alterar el valor nutricional y las características organolépticas de los alimentos, debido a que temperaturas más elevadas afectan las características fisicoquímicas del producto.

En alimentos líquidos la pasteurización se realiza a temperaturas entre los 72°C y 85°C durante 20 segundos y en alimentos envasados 62°C y los 68°C durante un tiempo de 30 minutos.

En el caso de la leche con esta técnica se puede alargar varios días la vida útil y en el caso de alimentos envasados o embotellados hasta varios meses.

Existen dos tipos de procesos de pasteurización:

- El primero, se utiliza en los líquidos a granel como la leche, zumos de fruta o cerveza y consiste en someter el producto a altas temperaturas en un corto periodo de tiempo.
- El segundo, Es utilizado en alimentos líquidos un poco ácidos, como los zumos de frutas y zumos de verduras, es un proceso de flujo continuo y es sometido a temperaturas más elevadas que en el primer proceso, puede rondar los 138°C durante un periodo de dos segundos y se la denomina ultra-altas temperaturas (UHT).

1.6.3. Factores que afectan el proceso

Según (Morato, 2012), en la eficacia del proceso, existen factores que afectan de manera positiva o negativa. La acidez es el factor más representativo en la supervivencia del patógeno. En el proceso de pasteurización, es conveniente laborar con pH por debajo de 4,5. A este nivel las bacterias no pueden crecer o proliferarse. En productos con un pH superior es necesario un tratamiento con una temperatura más elevada, como es el caso de la leche, las verduras, la carne o el pescado.

1.6.4. Efectos sobre los alimentos

No se puede evitar algunas alteraciones fisicoquímicos de los alimentos como el aroma o el color, cuando los alimentos son sometidos a tratamientos térmicos. En algunos alimentos pueden formarse oscurecimiento del color o pardeamiento enzimático.

Algunas industrias optan por reintroducir los aromas que son perdidos o alterados en los procesos térmicos. En el caso de la leche es un factor beneficioso ya que elimina el olor a heno. (Morato, 2012)

1.6.5. Requisitos específicos para pulpas de frutas.

- La pulpa debe tener características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

1.6.6. Requisitos Fisicoquímicos.

- Los jugos y pulpas ensayados de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla de requisitos (INEN, 2008).
- .

Tabla 12. Especificaciones para los jugos o pulpas de fruta

TABLA 1. Especificaciones para los jugos o pulpas de fruta		
FRUTA	Nombre Botánico	Sólidos Solubles ^{*)} Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia sp</i>	6,0
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca L.</i>	11,5
Arándano (mirtillo)	<i>Vaccinium myrtillus L.</i> <i>Vaccinium corymbosum L.</i> <i>Vaccinium angustifolium</i>	10,0
Araza	<i>Eugenia stipitata</i>	4,8
Babaco	<i>Carica pentagona Hellb</i>	5,0
Banano	<i>Musa, spp</i>	21,0
Borojo	<i>Borojia spp</i>	7,0
Carambola (Grosella china)	<i>Averrhoa carambola</i>	5,0
Ciudadla ciruela	<i>Prunus domestica L.</i>	12,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera L.</i>	5,0
Coco (2)	<i>Cocos nucifera L.</i>	4,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus pérsica L.</i>	9,0
Frutilla	<i>Fragaria spp</i>	6,0
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus L.</i>	7,0
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis L.</i>	11,0
Guanábana	<i>Anona muricata L.</i>	11,0
Guayaba	<i>Psidium guajava L.</i>	5,0
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	8,0
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	11,0
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	4,5
Limón	<i>Citrus limon L.</i>	4,5
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	10,0
Mango	<i>Mangifera indica L.</i>	11,0
Manzana	<i>Malus domestica Borkh</i>	6,0
Maracuyá (Parchita)	<i>Passiflora edulis Sims</i>	12,0
Marañón	<i>Anacardium occidentale L.</i>	11,5
Meiñ	<i>Cucumis melo L.</i>	5,0
Mora	<i>Rubus spp.</i>	6,0
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	9,0
Naranjilla (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	6,0
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	8,0
Pera	<i>Pyrus communis L.</i>	10,0
Piña	<i>Ananas comosus L.</i>	10,0
Sandia	<i>Citrullus lanatus Thunb</i>	6,0
Tamarindo	<i>Tamarindus indica L.</i>	18,0*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	8,0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum L.</i>	4,5
Toronja (Pomeio)	<i>Citrus paradisi</i>	8,0
Uva	<i>Vitis spp</i>	11,0

*) En grados Brix a 20 °C (con exclusión de azúcar)

(1) Este producto se conoce como "agua de coco" el cual se extrae directamente del fruto sin exprimir la pulpa.

(2) Es la emulsión extraída del endosperma (almendra) maduro del coco, con o sin adición de agua de coco

* Para extraer el jugo del tamarindo debe hacerse en extracción acuosa, lo cual baja el contenido de sólidos solubles desde 60 °Brix, que es su Brix natural, hasta los 18 °Brix en el extracto.

NOTA 1. Para las frutas que no se encuentran en la tabla el mínimo de grados Brix será el Brix del jugo o pulpa obtenido directamente de la fruta

Tomado de INEN, 2008.

1.6.7. Requisitos Microbiológicos

Las características microbiológicas de las pulpas también están normatizadas. Se aceptan ciertos niveles de contaminación de algunos microorganismos (MO) que comúnmente pueden desarrollarse en este tipo de alimento. Las determinaciones más usuales son la de MO mesófilos, coliformes, esporas de clostridium sulfito reductor, hongos y levaduras.

Tabla 13. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras Up/cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-10

Tomado de INEN, 2008.

1.6.8. Microorganismos

En alimentos unos son causantes de cambios en sus características otros no, la mayoría de bacterias benéficas ya que proporcionan aromas, sabores, olores y otras, que son útiles en la elaboración de varios productos. Otros son perjudiciales porque participan en el deterioro de los alimentos causando alteraciones que los hacen inadecuados para su consumo. La actividad y proliferación microbiana depende del medio al que se encuentren expuestos, ya que tienen restricciones para su crecimiento. Una ventaja del mucilago de cacao es que su pH es de 3.3, el cual limita el desarrollo de muchos tipos de microorganismos. Los que son patógenos no producen cambio o alteraciones en las características de los alimentos, pero son tóxicos y capaces de causar enfermedades en los humanos.

Los mohos son capaces de crecer rápidamente y poseen alta carga enzimática, la que degrada la mayoría de compuestos de elevado peso molecular y los utiliza como energía para cubrir los requerimientos de su metabolismo, según Pelayo (2010), su óptimo crecimiento se da entre 20-25°C, y no poseen exigencias en cuanto al pH.

Las levaduras también son responsables de la alteración de diversos alimentos, muchos ellos son fermentadores, principalmente su fuente de energía son los azúcares. La temperatura óptima de desarrollo es de 25 a 30 °C, un estímulo al crecimiento de las levaduras es un medio con pH de 4 a 4,5.

2. Capítulo II. Estudio Técnico

2.1. Ingeniería del Proyecto

2.1.1. Materia Prima

- Fruta de cacao CCN-51

2.1.2. Materiales

- Despulpadora con orificios 2 mm de radio.
- Cajón de madera con una malla con orificios de 5 mm de ancho y 10 mm de largo.
- Colador con orificios circulares de 4mm de diámetro.
- Termómetro
- Ollas
- Selladora
- Congelador Horizontal
- Mesas
- Colador
- Cocinas a Gas

- Licuadora
- Viscosímetro
- Refractómetro
- Cuchillos

2.1.3. Descripción del proceso

2.1.3.1. Recepción de materia prima

En esta etapa se recibe la fruta fresca que se encuentre madura, en la cual se la pesa y se registra los datos para análisis de rendimiento.

Para este proceso se recibió mazorcas de cacao CCN-51 siguiendo especificaciones de recepción de materia prima de la empresa Tropifrutas SA (ver anexo1), industria que es dedicada a la producción y exportación de concentrados de maracuyá y que cuenta con normas internacionales como: ISO 9001:2003.

2.1.3.2. Lavado

Se realiza el lavado con agua potable para eliminar todas las impurezas de la fruta fresca que trae directamente del campo.



Figura 8. Lavado

2.1.3.3. Desinfección

La desinfección se realiza con el objetivo de reducir la posible carga microbiana presente en la materia prima para lo cual se sumerge a la fruta en una solución de 50 ppm del hipoclorito de sodio.

2.1.3.4. Cortado – Quiebra

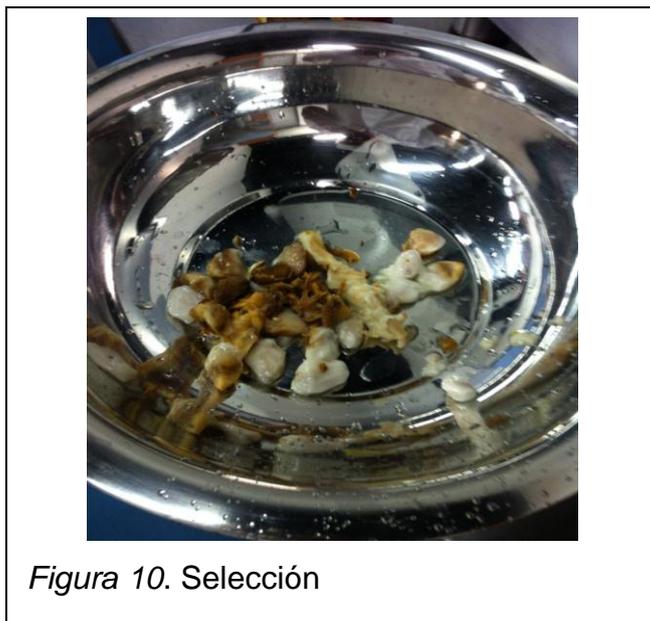
En esta etapa se separa la corteza de las almendras, para esto se realiza un corte longitudinal a las mazorcas con la precaución de no cortar las almendras que se encuentran adheridas a la placenta. La extracción de las almendras se realiza a mano, para efectuar este paso se utiliza machetes cortos bien afilados y desinfectados. Otra alternativa para separar las almendras es dar pequeños golpes a la mazorca con un mazo pequeño de madera, la ventaja de esta alternativa es que no se cortan las almendras la cual incrementa el rendimiento y la calidad de la almendra que se obtiene.



Figura 9. Cortado – Quiebra

2.1.3.5. Selección

Primero se eliminan las frutas que se encuentren en mal estado, podridas, manchadas, que presenten enfermedades y colores extraños al color apropiado del mucilago. Luego se separa la placenta de las almendras. También hay que tener en cuenta la presencia de agentes contaminantes.



2.1.3.6. Extracción de pulpa

Método 1 (Despulpadora).

En este paso una vez separada las almendras, ingresan a la despulpadora por la parte superior del equipo y empieza la extracción, en la parte inferior se coloca un recipiente correctamente desinfectado en donde cae la pulpa ya extraída, mientras que en la parte frontal del equipo se obtiene la almendra ya despulpada lista para la fermentación.



Figura 11. Despulpado Método 1

2.1.3.7. Método 2 (Cajón).

Las almendras son colocadas en una cajonera de 50 cm de largo, 25 cm de ancho, 2 cm de espesor y 30 cm de profundidad, donde son removidas con un cucharón de plástico para facilitar su extracción, se coloca debajo de la cajonera recipientes previamente desinfectados donde se obtiene la pulpa extraída en este proceso.



Figura 12. Despulpado Método 2

2.1.3.8. Método 3 (Colador).

Las almendras son colocadas en el colador y son removidas con un cucharón de plástico para facilitar su extracción, debajo del colador se coloca un recipiente previamente desinfectado donde cae toda la pulpa removida.



Figura 13. Despulpado Método 3

2.1.3.9. Pasteurización

La pulpa se somete a una pasteurización de 72 °C por 20 segundos.



Figura 14. Pasteurización

2.1.3.10. Envasado

Una vez pasteurizada la pulpa se coloca dentro de las bolsas de polietileno, para luego ser selladas a mano en una selladora pequeña marca ozter.



Figura 15. Envasado

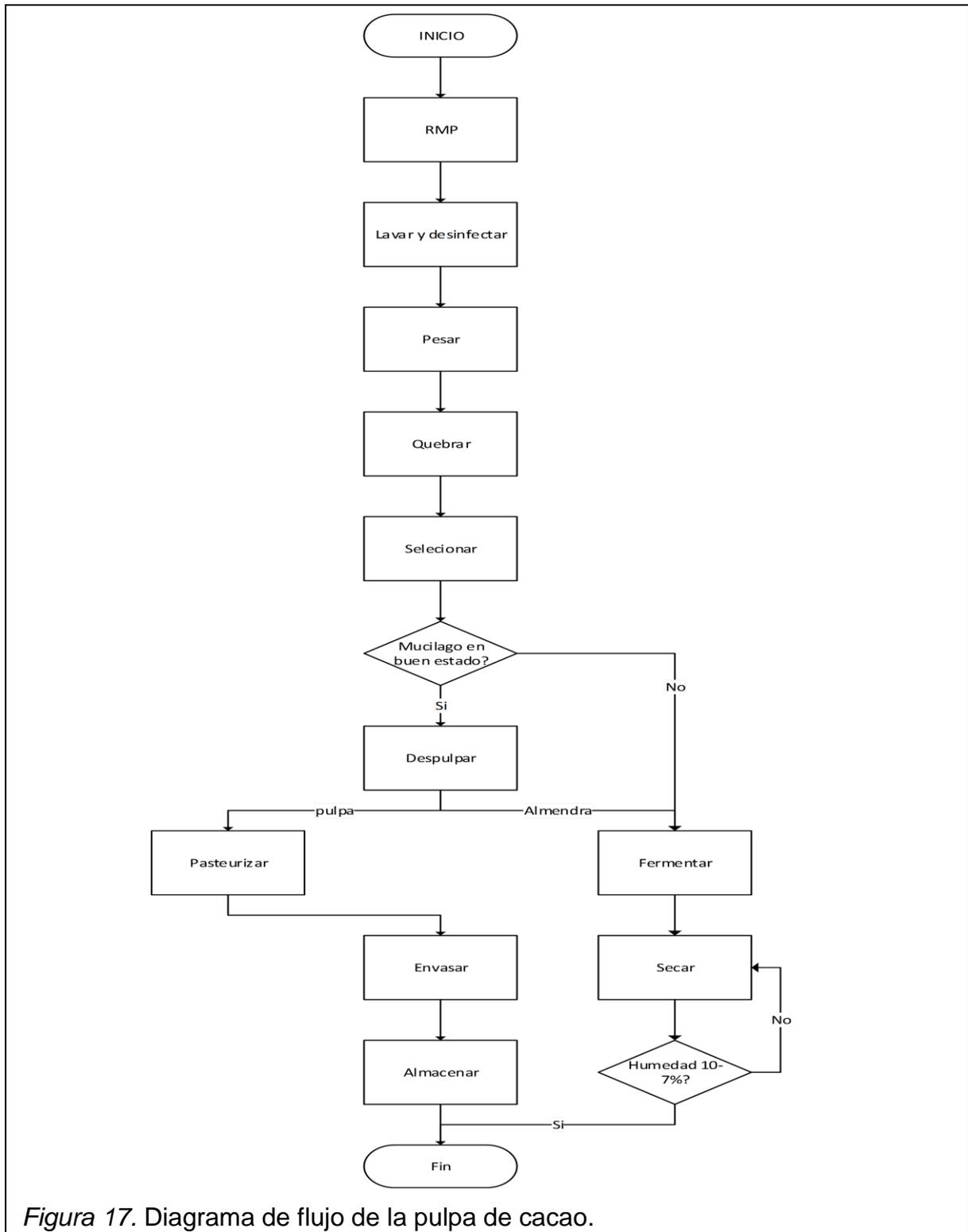
2.1.3.11. Almacenamiento

Se colocan las pulpas en el congelador vertical a una temperatura de -20 grados centígrados.



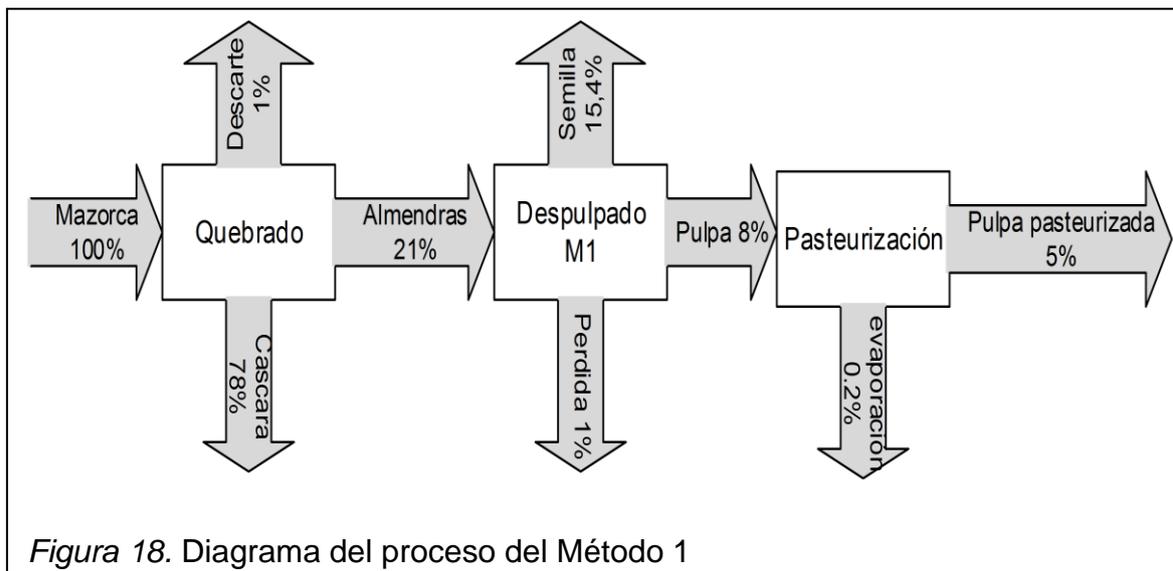
Figura 16. Almacenamiento

2.2. Diagrama de flujo de la pulpa de cacao.

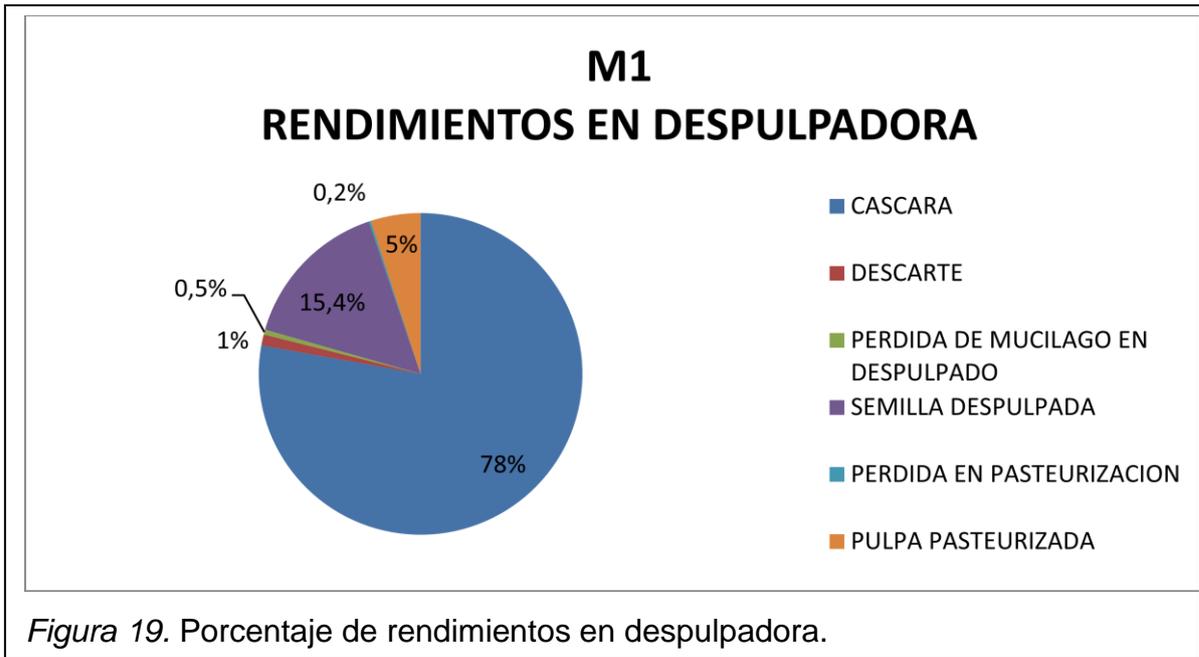


2.3. Diagrama de procesos

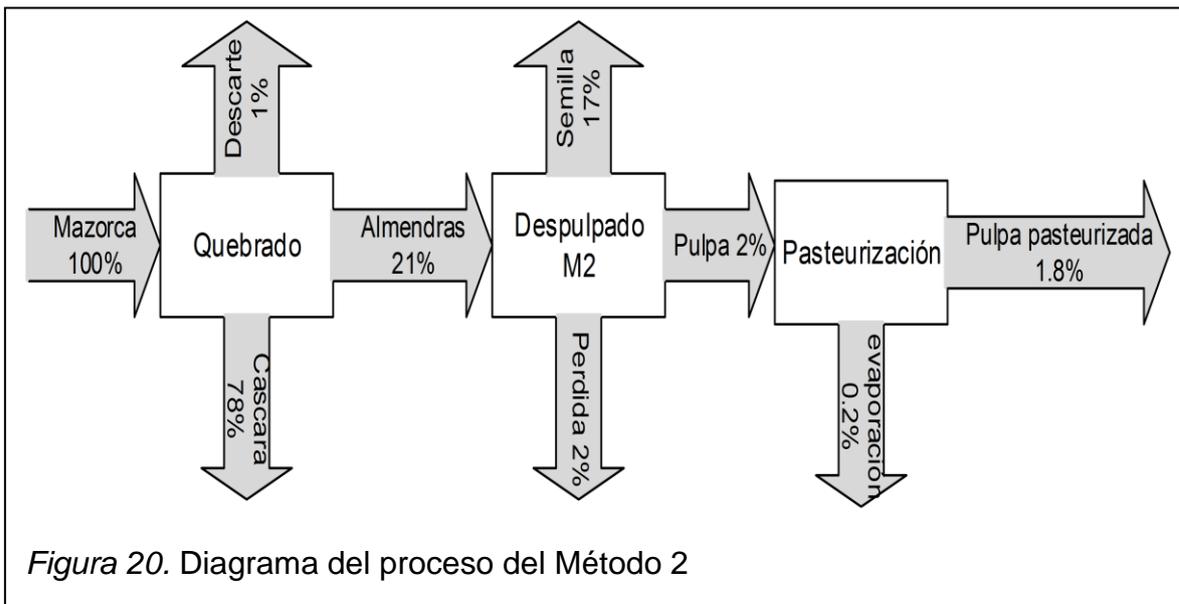
Para este trabajo se realizó un diagrama de procesos mediante un balance de masas por cada método de estudio, con la finalidad de poder determinar los porcentajes de rendimientos en cada método y poder compararlos para así lograr determinar el más idóneo en cuanto a rentabilidad del producto.



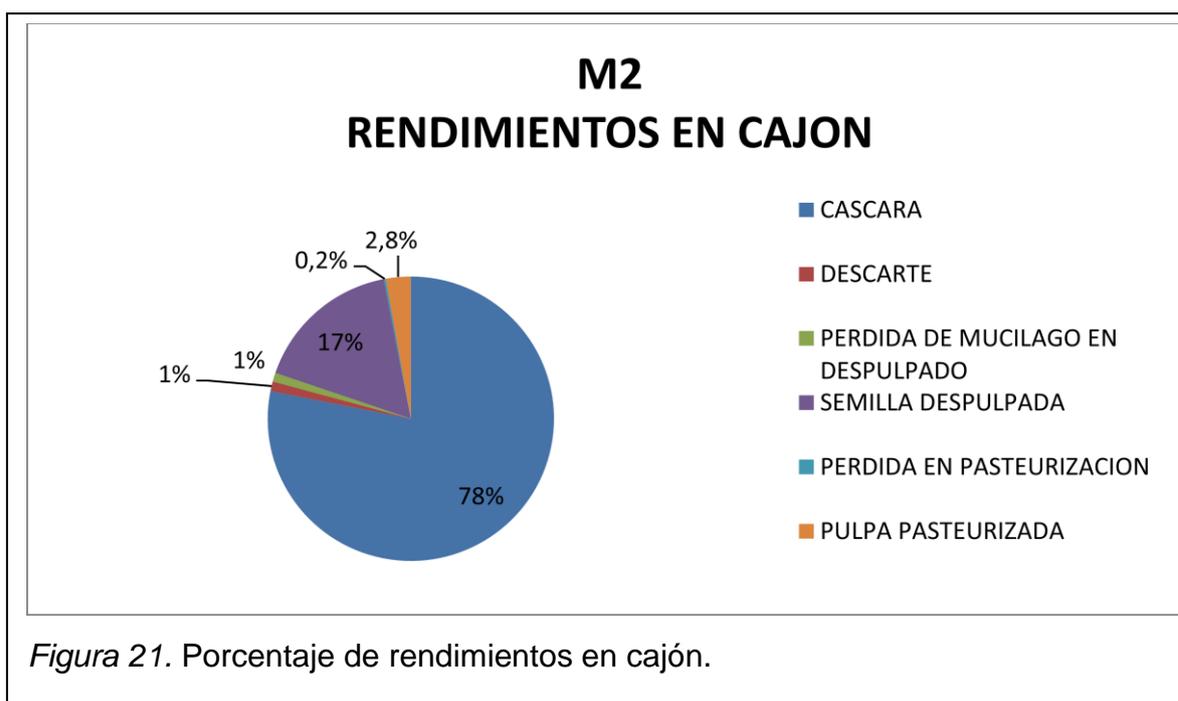
Una vez que la mazorca de cacao es previamente pesada, lavada y desinfectada pasa al quebrado o corte de la mazorca en el cual se separa la cascara (78% del peso total de la mazorca) de las almendras dentro de este proceso se descarta en promedio el 1% por la placenta y por almendras en mal estado, luego de este proceso las almendras ingresan a la despulpadora en el cual el 0,5% se queda en el equipo y el 15,4% del total de la mazorca se obtiene de semilla lista para la fermentación y posterior secado, así el 8% de pulpa ingresa a ser pasteurizada, perdiendo el 0,2% de pulpa por evaporación, obteniendo el 5% de rendimiento con relación al peso inicial de la mazorca de cacao.



Podemos observar en la gráfica anterior un notable porcentaje de cascara con el 78%, seguido del 15,4% en semilla lista para proceder a la fermentación. La pulpa pasteurizada lista para el empaque y almacenamiento es del 5%, este porcentaje es el rendimiento obtenido del proceso en el método 1. Con menos porcentaje suman el descarte y la pérdida de mucilago llegando al 1,5%. Aparentemente sin mucha relevancia podemos observar que se perdió el 0,2% en la pasteurización debido a la evaporación.

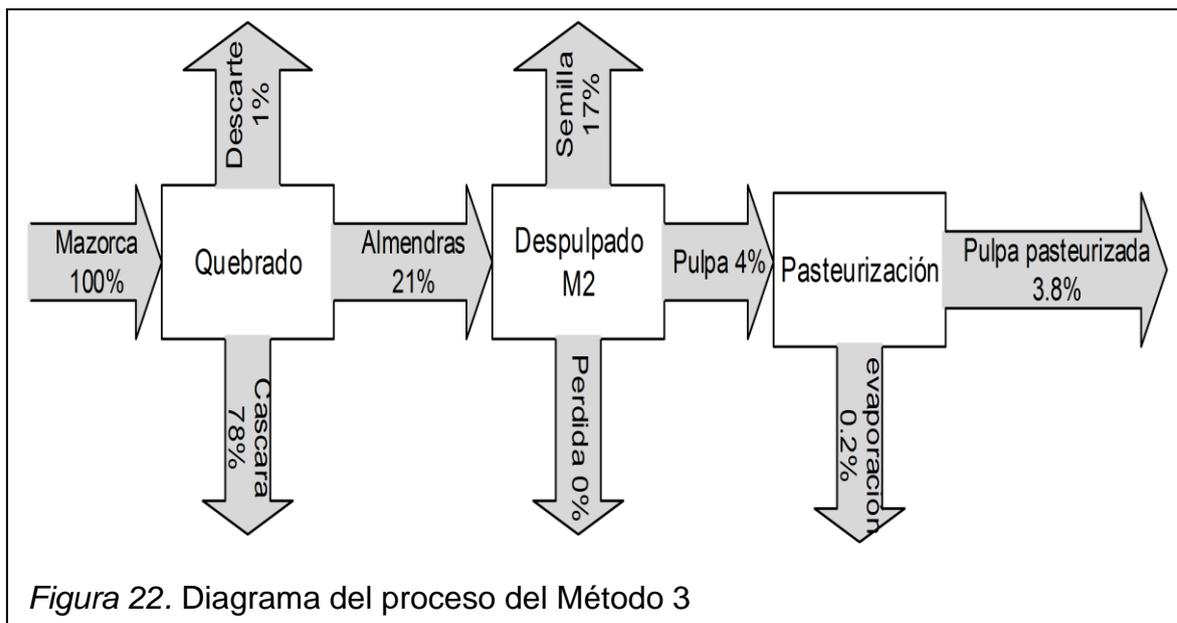


Cuando la mazorca de cacao es previamente pesada, lavada y desinfectada pasa al quebrado o corte de la mazorca en el cual se separa la cascara (78% del peso total de la mazorca) de las almendras dentro de este proceso se descarta en promedio el 1% por la placenta y por almendras en mal estado, luego de este proceso las almendras ingresan a ser despulpadas por medio de una cajonera que en su parte inferior consta con una malla para facilitar la extracción del mucilago, por el cual el 1% del mucilago extraído se queda adherido a las paredes del cajón y a la malla que existe en su parte inferior. El 17% del total de la mazorca se obtiene de semilla lista para la fermentación y posterior secado, es así como el 1% de pulpa ingresa a ser pasteurizada, perdiendo el 0,2% de pulpa por evaporación, llegando a obtener el 2,8% de rendimiento con relación al peso inicial de la mazorca de cacao.

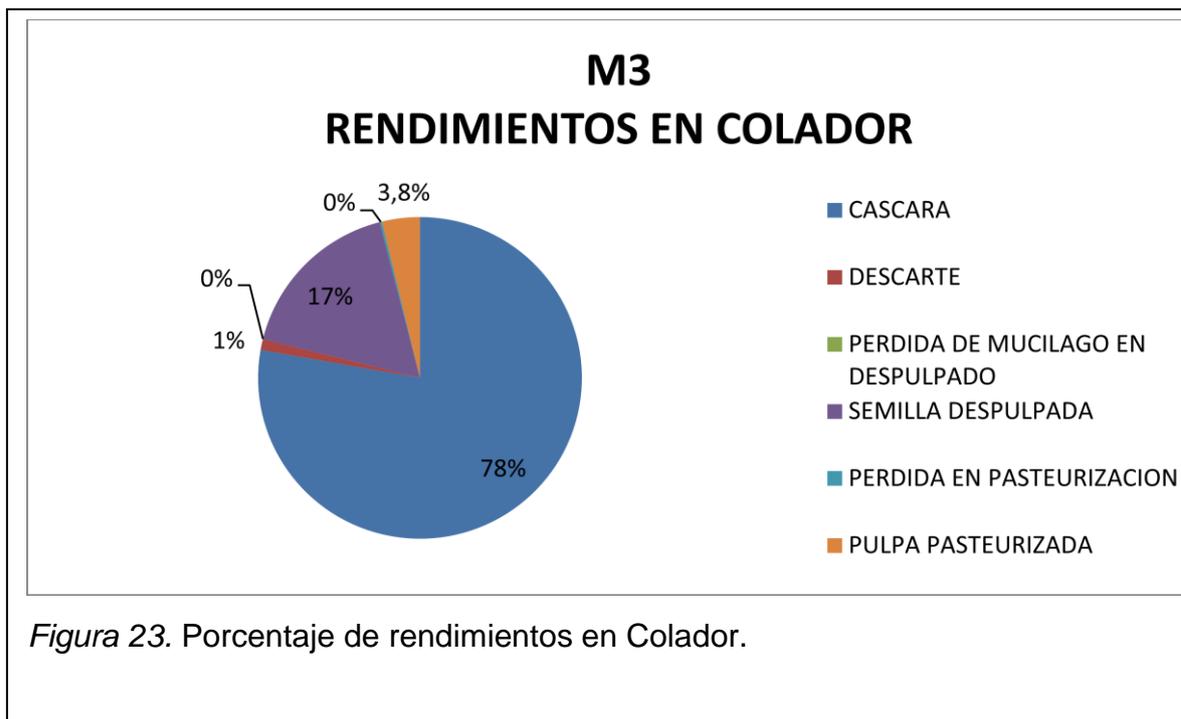


En el método 2 observamos un porcentaje de cascara con el 78%, seguido del 17% de semilla lista para proceder a la fermentación. En este grafico el rendimiento de pulpa obtenida por este método es del 2,8%. Observamos el

1% de pérdida en este proceso ya que el mucilago se queda adherido a la malla y a las paredes de madera del cajón. El 1% se determina por descarte de la placenta y almendras en mal estado. El 0,2% se pierde en la pasteurización debido a la evaporación.



Una vez pesada, lavada y desinfectada la mazorca de cacao pasa al siguiente proceso que es el quebrado o corte de la mazorca en el cual se separa la cascara (78% del peso total de la mazorca) de las almendras dentro de este proceso se descarta en promedio el 1% por la placenta y por almendras en mal estado, luego de esto las almendras pasan a ser despulpadas por medio de un colador en el cual el porcentaje de mucilago que se queda adherido a las paredes del colador es tan bajo que no es significativo para darle valor y el total de la mazorca que se obtiene de semilla es el 17%, semilla lista para la fermentación y posterior secado, luego la pulpa una vez extraída con un total del 4%, ingresa a ser pasteurizada, perdiendo el 0,2% por evaporación, obteniendo el 3,8% de rendimiento con relación al peso inicial de la mazorca de cacao.



En este gráfico observamos una pérdida en pasteurización de 0,2%, seguido del 1% de pérdida por el descarte que se realiza en este proceso, obteniendo un rendimiento del 3,8% usando el colador, con 0% de adherencia de pulpa en el colador y dejando un 17% de semilla en el despulpado por este método.

3. Capítulo III. Diseño Experimental

3.1. Comparación estadística de métodos Físico-químicos.

3.1.1. Hipótesis

3.1.1.1. Prueba de hipótesis

$$H_0: \mu_{Si} = \mu_{Sj}$$

$$H_1: \mu_{Si} \neq \mu_{Sj}$$

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

La H_0 se aceptara cuando $t_{obs} < t_{est}$ ó $t_{obs} > -t_{est}$.

Considerando lo anterior y realizado los cálculos correspondientes, a continuación se presentan los resultados obtenidos de la prueba estadística.

3.1.2. Variables de estudio

- pH
- Brix
- Viscosidad
- Acidez

3.1.3. Métodos y materiales

3.1.3.1. Materiales

- pHmetro
- Refractómetro
- Viscosímetro
- Termómetro

3.1.3.2. Métodos

- Primero se seleccionó 3 muestras de pulpa por cada método según el rotulado que corresponda a la fecha, que da un total de 9 muestras por análisis.
- Luego se procedió a descongelar cada muestra hasta llegar a una temperatura de 20 grados centígrados.
- Una vez que se alcanzó la temperatura deseada, se coloca cada muestra en recipientes pequeños para poder facilitar el análisis de cada muestra.
- Se introduce el pHmetro en cada muestra y se determina la concentración de iones de hidrogeno.

- Después se toma una pequeña muestra de cada recipiente y se la coloca en el potenciómetro para obtener el resultado de grados Brix en la pulpa.

3.1.3.3. Análisis estadístico día (0)

3.1.3.3.1. pH vs Método (día 0).

Tabla 14. ANOVA para pH vs Método (día 0) en la elaboración de pulpa de cacao.

Fuente	GL	SCsec	SCaajus t	MCajust	F	P
Método	2	0.0134	0.0134	0.0067	11.82	0.008
Error	6	0.0034	0.0034	0.000566 7		
Total	8	0.0168				

En la tabla del análisis de la varianza anterior se puede observar que la probabilidad es significativa ya que el valor P es menor a 0,05 y se rechaza la hipótesis nula.

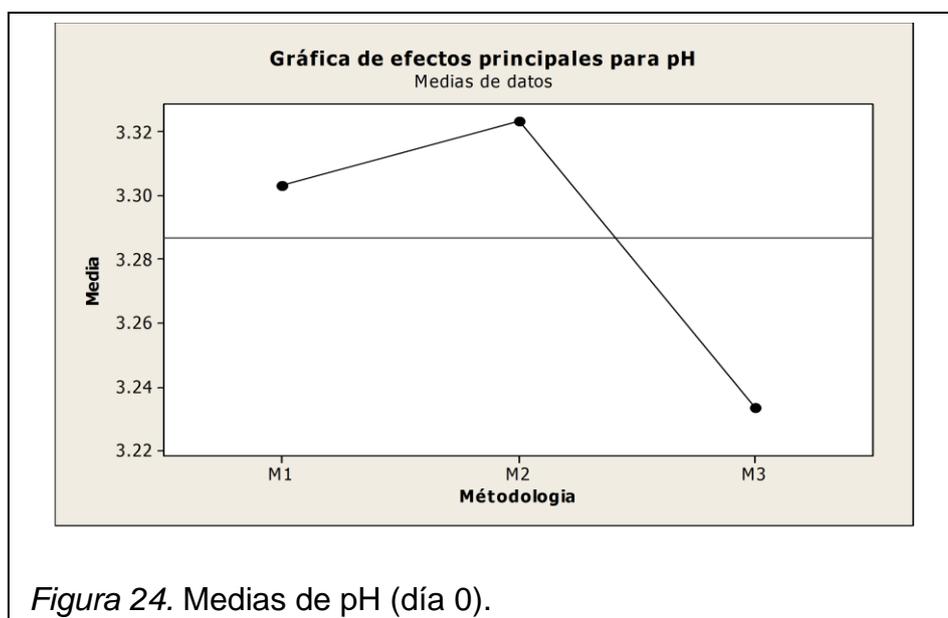
Por lo tanto se elaboró una prueba estadística de Tukey con un nivel de significancia del 95%, con la cual se obtienen los siguientes datos.

Tabla 15. Prueba Tukey para diferencia de medias del pH (día 0)

Pruebas simultáneas de Tukey				
Variable de respuesta pH				
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Metodología				
Metodología = M1 restado a:				
	Diferencia	SE de	Valor T	Valor P
Metodología	de medias	diferencia		ajustado
M2	0.02000	0.01944	1.029	0.5873
M3	-0.07000	0.01944	-3.601	0.0264
Metodología = M2 restado a:				
	Diferencia	SE de	Valor T	Valor P
Metodología	de medias	diferencia		ajustado
M3	-0.09000	0.01944	-4.630	0.0085

Al comparar la metodología M1 con M2 podemos observar que no existe una diferencia estadística significativa ya que el valor P es mayor a 0,05; mientras que al comparar M1 vs M3 el valor $P=0,026$ es menor que 0,05 por tanto si existe una diferencia estadística entre las dos metodologías.

Los valores promedios del pH obtenidos al inicio de esta investigación, con la metodología M1 se obtuvo una media de 3.3, para M2 de 3.32 y para M3 de 3.23, valores que se encuentran dentro de los rangos aceptables en los parámetros requeridos en la conservación de vida útil de pulpa de frutas (INEN, 2008).



3.1.3.3.2. Viscosidad vs. Método

Tabla 16. ANOVA para Viscosidad vs Método (día 0) en la elaboración de pulpa de cacao.

Fuente	GL	SCsec.	SCajust.	MCajust.	F	P
Método	2	490937	490937	245468	6818.57	0.000
Error	6	216	216	36		
Total	8	491153				

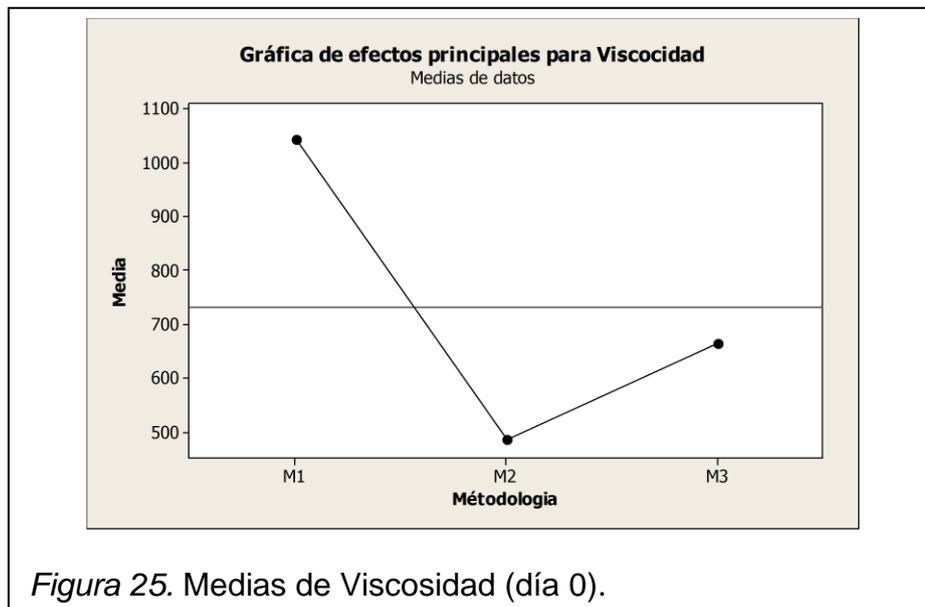
En la tabla del análisis de la varianza se puede observar que el valor P es menor a 0,05 por tanto estas metodologías son estadísticamente significativas sobre la viscosidad. Debido a esto se elaboró una prueba estadística de Tukey con un nivel de significancia del 95%, con la cual se obtienen los siguientes datos.

Tabla 17. Prueba de Tukey para diferencia de medias del Viscosidad (día 0)

Pruebas simultáneas de Tukey				
Variable de respuesta Viscosidad				
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Metodología				
Metodología = M1 restado a:				
Metodología	Diferencia de medias	SE de diferencia	Valor T	Valor P ajustado
M2	-560.0	4.899	-114.3	0.0000
M3	-381.3	4.899	-77.8	0.0000
Metodología = M2 restado a:				
Metodología	Diferencia de medias	SE de diferencia	Valor T	Valor P ajustado
M3	178.7	4.899	36.47	0.0000

Analizando los resultados de la prueba Tukey podemos observar que sí existe diferencias estadística entre todas las metodologías, ya que del valor P es menor que 0,05, por lo que podemos determinar que las metodologías empleadas sí influyen sobre la viscosidad.

Los valores promedios de viscosidad obtenidos al inicio de esta investigación, con la metodología M1 se obtuvo una media de 1044, para M2 de 484,66 y para M3 de 663,33.



3.1.3.3.3 Acidez vs. Método día 0

Tabla 18. ANOVA para Acidez vs Método (día 0), en la elaboración de pulpa de cacao.

Fuente	GL	SCsec	SCajust	MC	ajust	F	P
Metodología	2	0.101956	0.101956	0.050978	764.67	0.000	0.00
Error	6	0.0004	0.0004	0.000067			
Total	8	0.102356					

En la tabla ANOVA anterior se puede observar que el valor P es menor a 0,05 por tanto estas metodologías son estadísticamente significativas sobre la acidez de la pulpa.

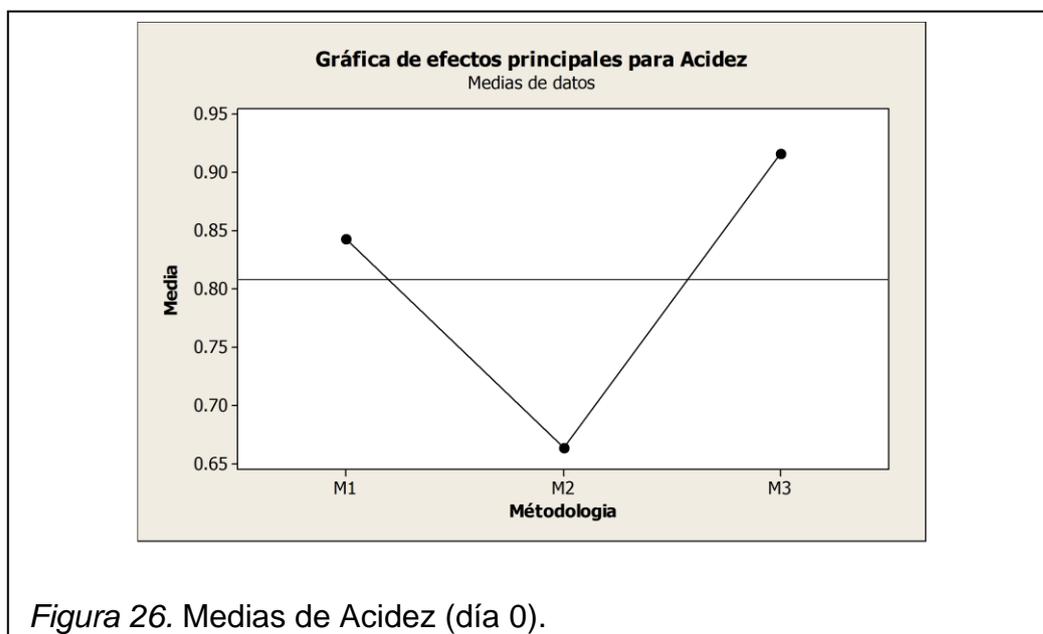
Por esta razón se procedió a elaborar una prueba estadística de Tukey con un nivel de significancia del 95%, con la cual se obtienen los siguientes datos.

Tabla 19. Prueba de Tukey para diferencia de medias de Acidez (día 0).

Pruebas simultáneas de Tukey				
Variable de respuesta Acidez				
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Metodología				
Metodología = M1 restado a:				
Metodología	Diferencia de medias	SE de diferencia	Valor T	Valor P ajustado
M2	-0.1800	0.006667	-27.00	0.0000
M3	0.0733	0.006667	11.00	0.0001
Metodología = M2 restado a:				
Metodología	Diferencia de medias	SE de diferencia	Valor T	Valor P ajustado
M3	0.2533	0.006667	38.00	0.0000

Podemos observar dentro del cuadro de la prueba tukey, que sí existe diferencias estadística entre todas las metodologías, ya que del valor P es menor que 0,05, por lo que podemos determinar que estadísticamente las metodologías empleadas si afectan a la acidez de la pulpa.

Los valores promedios de acidez obtenidos al inicio de esta investigación, con la metodología M1 se obtuvo una media de 0,84, para M2 de 0,66 y para M3 de 0,91.



3.1.3.4. Análisis Estadístico día (42).

Para analizar estadísticamente la influencia de la metodología utilizada sobre el pH de la pulpa de cacao se realizó un análisis de varianza (ANOVA), el cual se muestra a continuación:

3.1.3.4.1. pH vs. Método

Tabla 20. ANOVA para pH vs Método (día 42), en la elaboración de pulpa de cacao.

Fuente	GL	SC sec	SC ajust	CM	F	P
Método	2	0.047289	0.047289	0.023644	304	0.000
Error	6	0.000467	0.000467	0.000078		
Total	8	0.047756				

Según los datos obtenidos en la tabla anterior se observa que el efecto de la metodología utilizada sí afecta o sí influye estadísticamente sobre el pH, ya que el valor p es inferior al $\alpha=0,05$.

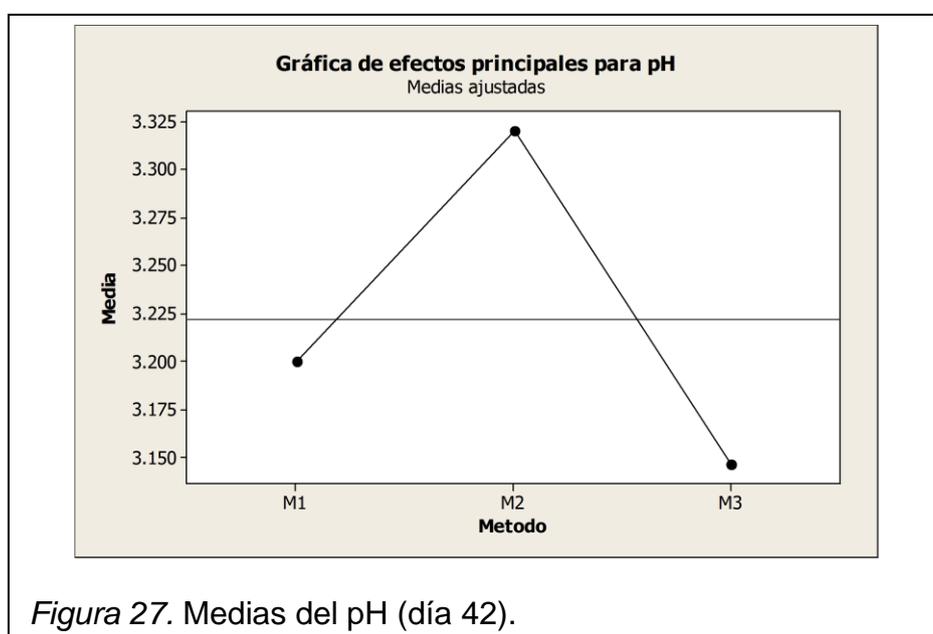
Para determinar entre en que metodologías existió diferencias estadísticas en su pH se procedió a realizar una prueba Tukey de diferencia de medias con un nivel de significancia del 5%, para lo cual se utilizó el programa estadístico MINITAB.

Tabla 21. Prueba de Tukey para diferencia de medias del pH (día 42).

Pruebas simultáneas de Tukey				
Variable de respuesta pH				
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Método				
Método = M1 restado a:				
	Diferencia	SE de	Valor T	Valor P
Método	de medias	diferencia		ajustado
M2	0.12000	0.007201	16.665	0.0000 Si hay diferencia estadística
M3	-0.05333	0.007201	-7.407	0.0008 Si hay diferencia estadística
Método = M2 restado a:				
	Diferencia	SE de	Valor T	Valor P
Método	de medias	diferencia		ajustado
M3	-0.1733	0.007201	-24.07	0.0000 Si hay diferencia estadística

Analizando los resultados de la prueba Tukey podemos observar que sí existe diferencias estadística entre las metodologías, ya que del valor P es menor que 0,05, por lo que podemos determinar que la metodología utilizada si influye sobre el pH

Los valores promedios del pH obtenidos durante esta investigación, con la metodología M1 se obtuvo una media de 3.2, para M2 de 3.32 y para M3 de 3.15, valores que se encuentran dentro de los rangos aceptables en los parámetros requeridos en la conservación de vida útil de pulpa de frutas (INEN, 2008).



Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA), para analizar la influencia estadística entre las metodologías utilizadas en este trabajo sobre la viscosidad de la pulpa de cacao.

3.1.3.4.2. Viscosidad vs. Método (día 42)

Tabla 22. ANOVA para Viscosidad vs Método (día 42), en la elaboración de pulpa de cacao.

Fuente	GL	SCsec	SCajust	MCajust	F	P
Método	2	411289	411289	205644	1254.78	0.00
Error	6	983	983	164		
Total	8	412272				

Con los datos obtenidos en la tabla anterior podemos observar que sí influye estadísticamente las metodologías utilizadas sobre la viscosidad, debido a que el valor p es inferior al $\alpha=0,05$.

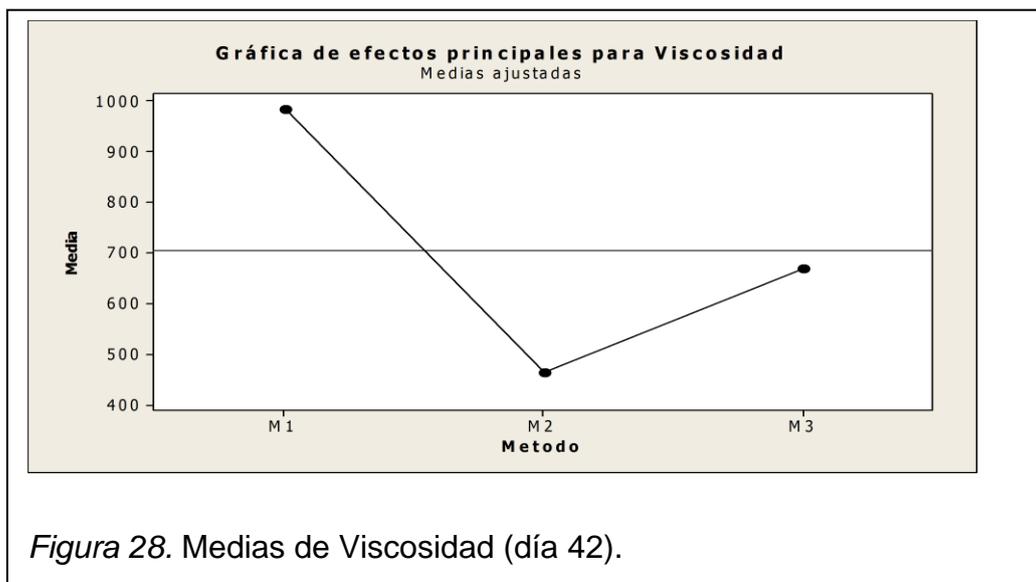
En este trabajo se procedió a realizar una prueba de Tukey de diferencia de medias con un nivel de significancia del 5%, para determinar en que metodología existió diferencias estadísticas con respecto a su viscosidad.

Tabla 23. Prueba de Tukey para diferencia de medias de Viscosidad (día42).

Pruebas simultáneas de Tukey						
Variable de respuesta Viscosidad						
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Método						
Método = M1 restado a:						
	Diferencia	SE de	Valor T	Valor P		
Método	de medias	diferencia		ajustado		
M2	-520.0	10.45	-49.75	0.0000	Si hay diferencia estadística	
M3	-313.3	10.45	-29.98	0.0000	Si hay diferencia estadística	
Método = M2 restado a:						
	Diferencia	SE de	Valor T	Valor P		
Método	de medias	diferencia		ajustado		
M3	206.7	10.45	19.77	0.0000	Si hay diferencia estadística	

Analizando los resultados de la prueba Tukey podemos observar que sí existe diferencia estadística entre todas las metodologías, ya que del valor P es menor que 0,05, por lo que podemos determinar que las metodologías empleadas si influyen sobre la viscosidad.

Los valores promedios de viscosidad obtenidos al final de esta investigación, con la metodología M1 se obtuvo una media de 983,33; para M2 de 463,33 y para M3 de 670.



Para analizar estadísticamente la influencia de la metodología utilizada sobre la acidez de la pulpa de cacao se realizó un análisis de varianza (ANOVA), el cual se muestra a continuación:

3.1.3.4.3. Acidez vs Método (día 42)

A continuación presentamos el resultado del análisis de la varianza que se desarrolló en este trabajo, para poder determinar estadísticamente la influencia de las metodologías puestas en práctica sobre la acidez analizada.

Tabla 24. ANOVA para Acidez vs Método (día 42), en la elaboración de pulpa de cacao.

Fuente	GL	SCsec	SCajust	MCajust	F	P
Método	2	0.098467	0.098467	0.049233	2215.5	0
Error	6	0.000133	0.000133	0.000022		
Total	8	0.0986				

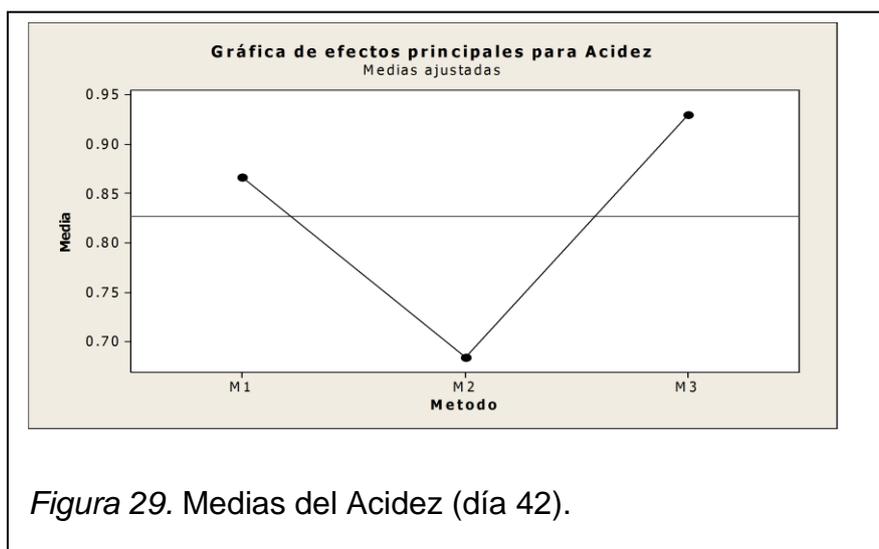
Podemos observar según los datos obtenidos en la tabla anterior, que el efecto de la metodología utilizada si afecta estadísticamente sobre la acidez, ya que el valor p es inferior al $\alpha=0,05$.

Para determinar en qué métodos existió diferencias significativas en su acidez se procedió a realizar una prueba Tukey de diferencia de medias con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 25. Prueba de Tukey para diferencia de medias de Acidez (día 42)

Pruebas simultáneas de Tukey				
Variable de respuesta Acidez				
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Método				
Método = M1 restado a:				
Método	Diferencia de medias	SE de diferencia	Valor T	Valor P ajustado
M2	-0.1833	0.003849	-47.63	0.0000 Si hay diferencia estadística
M3	0.0633	0.003849	16.45	0.0000 Si hay diferencia estadística
Método = M2 restado a:				
Método	Diferencia de medias	SE de diferencia	Valor T	Valor P ajustado
M3	0.2467	0.003849	64.09	0.0000 Si hay diferencia estadística

Los valores promedios de acidez obtenidos al final de esta investigación, con la metodología M1 se obtuvo una media de 0,86; para M2 de 0,68 y para M3 de 0,93.



3.1.3.5. Comparación estadística entre día 0 y día 42

Tabla 26. Comparación de variables estadísticas de la Metodología M1 entre el día inicial y final.

Comparación metodología M1 entre el día inicial y día final			
	T-obs	T-est	Criterio
pH	31.000	2.776	Rechaza
Viscosidad	7.860	2.776	Rechaza
Acidez	-4.950	-2.776	Rechaza

Podemos observar que, en la tabla anterior la hipótesis nula se rechaza en todas las variables de estudio, debido a que el pH y en viscosidad el T-obs es mayor que el T-est, y en la acidez el T-obs es menor al T-est en signos negativos, por lo tanto su análisis es estadísticamente significativo en el caso de las tres variables en comparación del inicio y al final del análisis del trabajo.

Tabla 27. Comparación de variables estadísticas de la Método M2 entre el día inicial y final.

Comparación método 2 entre el día inicial y día final			
	T-obs	T-est	Criterio
pH	0.277	2.776	Acepta
Viscosidad	4.824	2.776	Rechaza
Acidez	-4.243	-2.776	Rechaza

Se puede observar que en la tabla de comparación en la metodología M2 la hipótesis nula se acepta en el caso del pH ya que el T-obs de esta variable es menor al T-est, dando por resultado un análisis estadísticamente no

significativo del pH de la metodología M2 entre el día inicial y final del análisis. A diferencia las siguientes variables son rechazadas, la viscosidad por ser el T-obs mayor que el T-est, y la acidez por ser el T-obs menor que el T-est, dando por resultado un análisis estadísticamente significativo de estas dos variables de la metodología M2 entre el día inicial y final del análisis de la pulpa de cacao.

Tabla 28. Comparación de variables estadísticas de la Método 3 entre el día inicial y final.

Comparación método 3 entre el día inicial y día final			
	T-obs	T-est	Criterio
pH	3.920	2.776	Rechaza
Viscosidad	-0.610	-2.776	Acepta
Acidez	-2.000	-2.776	Acepta

Podemos observar que en la tabla de comparación en la metodología M3 entre el día inicial y final del proceso de elaboración de pulpa de cacao, la hipótesis nula se rechaza en el caso del pH ya que el T-obs de esta variable es superior al T-est, dando por resultado un análisis estadísticamente significativo del pH de la metodología M3 entre el día inicial y final del estudio. A diferencia las siguientes variables, son aceptadas, en el caso de la viscosidad por ser el T-obs mayor que el T-est con signos negativos, y la acidez por ser el T-obs mayor que el T-est en signos negativos, dando por resultado un análisis estadísticamente no significativo de estas dos variables de la metodología M2, entre el día inicial y final del análisis de la pulpa de cacao.

3.2. Análisis estadístico Sensorial

3.2.1. Hipótesis

3.2.1.1. Prueba de Hipótesis

$$H_0: \mu_{Si} = \mu_{Sj}$$

$$H_1: \mu_{Si} \neq \mu_{Sj}$$

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

La H_0 se aceptara cuando $t_{obs} < t_{est}$ ó $t_{obs} > -t_{est}$.

Considerando lo anterior y realizado los cálculos correspondientes, a continuación se presentan los resultados obtenidos de la prueba estadística.

3.2.2. Análisis estadístico para Color

Tabla 29. Análisis de varianza para Color

Fuente	GL	SCsec.	SCajust.	MCajust	F	P
Método	2	79.511	79.511	39.756	130.45	0.000
Error	42	12.8	12.8	0.305		
Total	44	92.311				

Según el análisis de la varianza de la tabla anterior podemos determinar que existe una diferencia significativa entre los métodos utilizados y su comportamiento sensorial en cuanto al color del producto desarrollado, ya que el valor P es menor a 0.05.

Para determinar en qué métodos existió diferencias significativas en el color de la pulpa se procedió a realizar una prueba Tukey de diferencia de medias con un nivel de significancia del 5%.

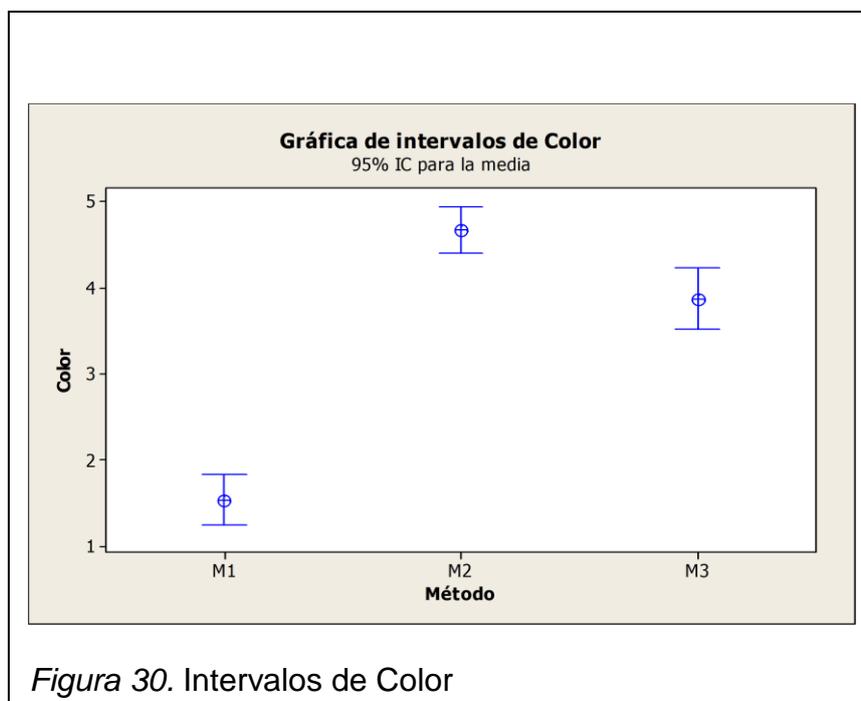
Tabla 30. Prueba Tukey para diferencia de medias del Color

Pruebas simultáneas de Tukey
Variable de respuesta Color
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Método
Método = M1 restado a:

	Diferencia de medias	SE de diferencia	Valor T	Valor P ajustado
M2	3.133	0.2016	15.54	0.0000
M3	2.333	0.2016	11.58	0.0000

Método = M2 restado a:

Al comparar el comportamiento sensorial en cuanto al color mediante la prueba de Tukey, podemos observar que existe una diferencia significativa en la comparación de los 3 métodos estudiados debido a que el valor P de ninguna de las comparaciones no es mayor a 0,05.



En el gráfico anterior podemos observar que la media valorada por parte del grupo de degustadores para el método M1 fue de 1,533, siendo esta la más baja, para M2 fue de 4,66 con la valoración más alta sobre la metodología M3 con 3,86. Si se considera que el rango de calificación es de 1 a 5 siendo 1 lo más bajo y 5 la máxima calificación.

3.2.3. Análisis estadístico para Olor

Tabla 31. Análisis de varianza para olor

Fuente	GL	SCsec.	SCajust.	MCajust	F	P
Método	2	9.9111	9.9111	4.9556	18.36	0.000
Error	42	11.3333	11.3333	0.2698		
Total	44	21.2444				

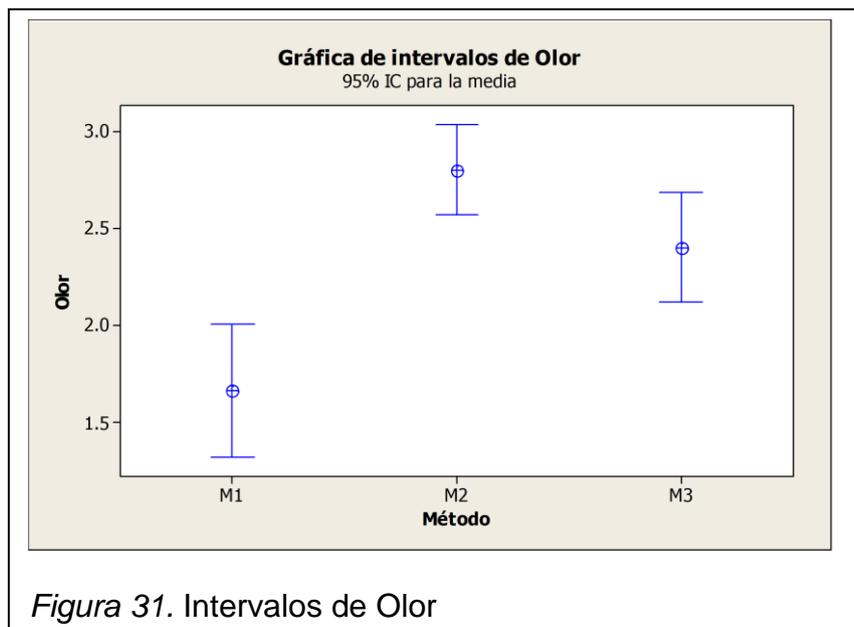
Mediante el análisis de la varianza de la tabla anterior podemos observar que existe una diferencia significativa entre los métodos estudiados y su comportamiento sensorial en cuanto al olor del producto elaborado, ya que el valor P es menor a 0.05.

Para determinar en qué métodos existió diferencias significativas en el olor de la pulpa se procedió a realizar una prueba Tukey de diferencia de medias con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 32. Prueba Tukey para diferencia de medias para el Olor

Pruebas simultáneas de Tukey				
Variable de respuesta Olor				
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Método				
Método = M1 restado a:				
Diferencia	SE de	Valor P		
Método	de medias	diferencia	Valor T	ajustado
M2	1.1333	0.1897	5.975	0.0000
M3	0.7333	0.1897	3.866	0.0011
Método = M2 restado a:				
Diferencia	SE de	Valor P		
Método	de medias	diferencia	Valor T	ajustado

Al comparar el comportamiento sensorial en cuanto al olor mediante la prueba de Tukey al 95% podemos observar que existe una diferencia significativa en la comparación del método 1 con el 2 y 3. Mientras que no existió ninguna diferencia estadística entre el método 2 y 3 ya que el valor P calculado=0,1002 es mayor a 0,05.



En el gráfico anterior podemos observar que la media valorada por parte del grupo de degustadores para el método M1 fue de 1,667, siendo esta la más baja, para M2 fue de 2,8 con la valoración más alta sobre la metodología M3 con 2,4. Si se considera que el rango de calificación es de 1 a 3 siendo 1 lo más bajo y 3 la máxima calificación.

3.2.4. Análisis estadístico para Sabor

Tabla 33. Análisis de varianza para Sabor

Fuente	GL	SCsec.	SCajust.	MCajust.	F	P
Método	2	48.578	48.578	24.289	50.01	0.000
Error	42	20.4	20.4	0.486		

Según la ANOVA de la tabla anterior podemos determinar que si existe una diferencia estadística entre los métodos utilizados y su comportamiento sensorial en cuanto al sabor del producto desarrollado.

Para determinar en qué métodos existió diferencias significativas entre el sabor y los métodos utilizados se procedió a realizar una prueba Tukey de diferencia de medias con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 34. Prueba Tukey para diferencia de medias para el Sabor

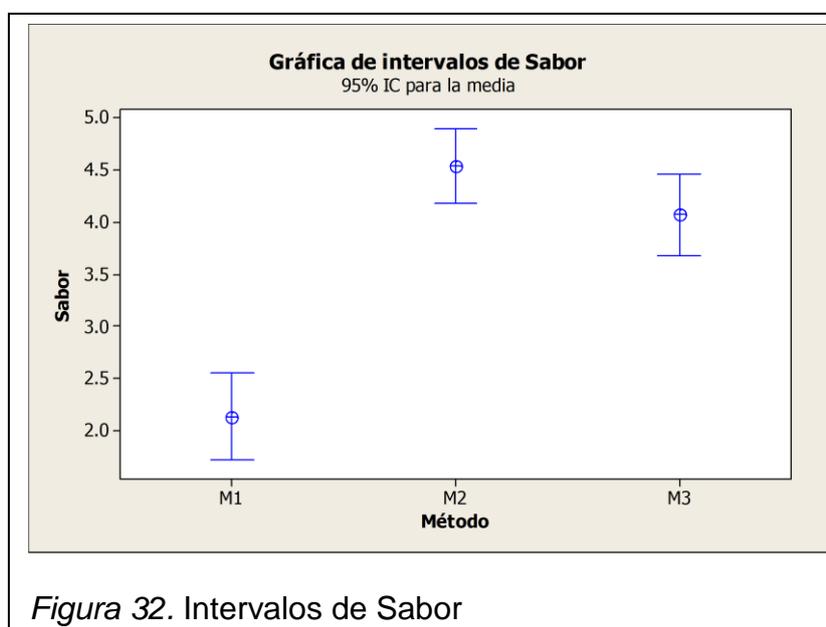
Pruebas simultáneas de Tukey
Variable de respuesta Sabor
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Método
Método = M1 restado a:

Método	Diferencia de medias	SE de diferencia	Valor T	Valor P ajustado
M2	2.400	0.2545	9.431	0.0000
M3	1.933	0.2545	7.597	0.0000

Método = M2 restado a:

Método	Diferencia de medias	SE de diferencia	Valor T	Valor P ajustado
M3	-0.4667	0.2545	-1.834	0.1711

Al comparar el comportamiento sensorial en cuanto al sabor mediante la prueba de Tukey, podemos observar que existe una diferencia significativa en la comparación del método 1 con el 2 y 3. Mientras que no existió ninguna diferencia estadística entre el método 2 y 3 ya que el valor p calculado=0,1711 es mayor a 0,05.



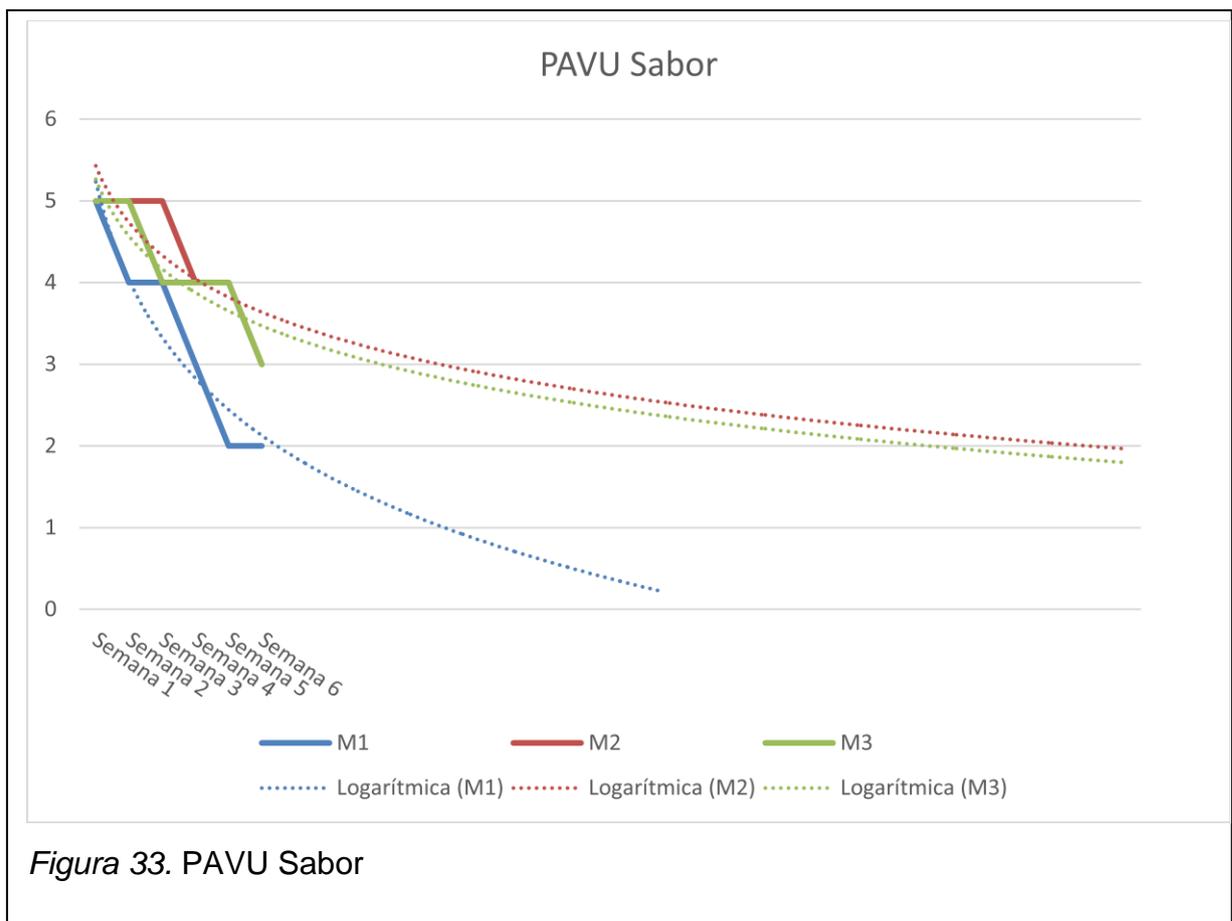
En el grafico anterior podemos observar que la media valorada por parte del grupo de degustadores para el método M1 fue de 2,133, siendo esta la más

baja, para M2 fue de 4,53 con la valoración más alta sobre el método 3 con 4,067. Si se considera que el rango de calificación es de 1 a 5 siendo 1 lo más bajo y 5 la máxima calificación.

3.3. Análisis PAVU

Para el análisis de PAVU de las variables Olor, Sabor y Color se utilizó los datos obtenidos durante un periodo de 6 semanas. Haciendo una tendencia logarítmica de la vida útil de cada método para un periodo de 32 semanas, para el cual se utilizó el paquete estadístico Microsoft Excel 2010.

3.3.1. PAVU SABOR



Proyectando una línea de tendencia a las semanas 32 del producto mediante una proyección logarítmica del PAVU, podemos observar que el método 1 sufre una mayor pérdida del sabor en un tiempo aproximado de 18 semanas después de la producción. Mientras que el método 2 y 3 su periodo de conservación supera las 32 semanas y la pérdida de sus características es menor que el método 1.

3.3.2. PAVU COLOR

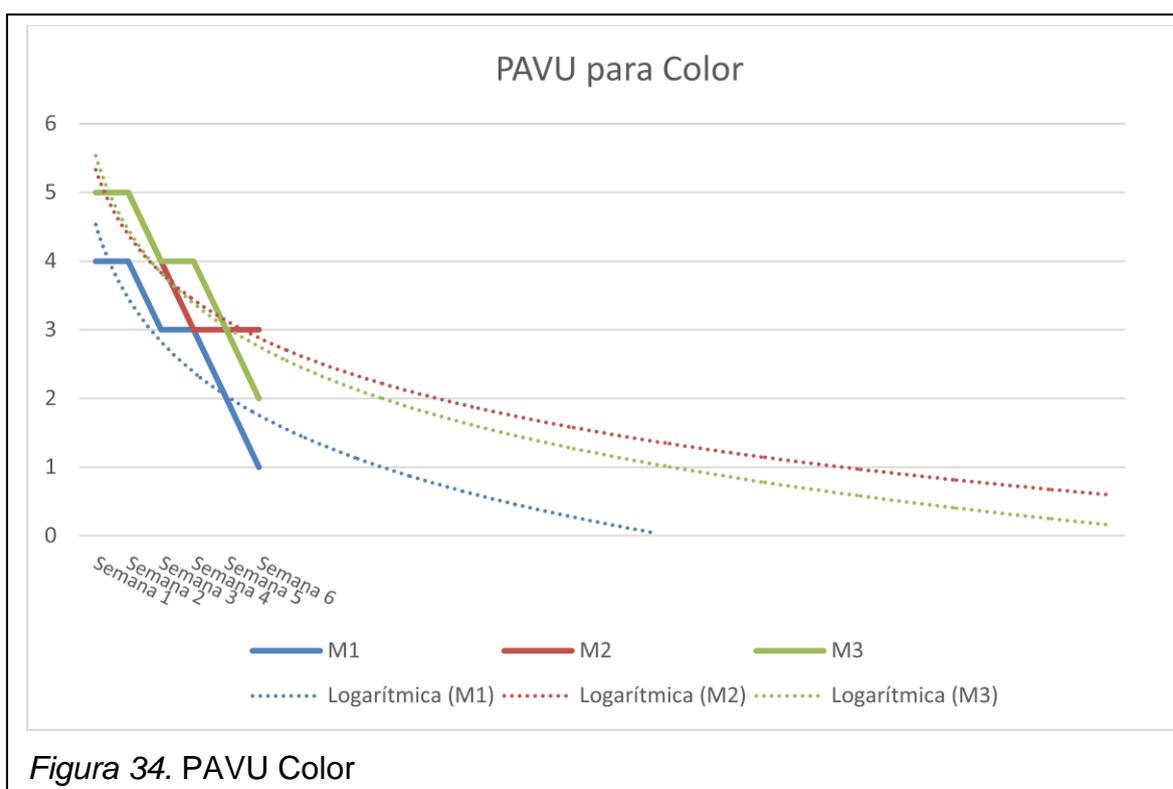
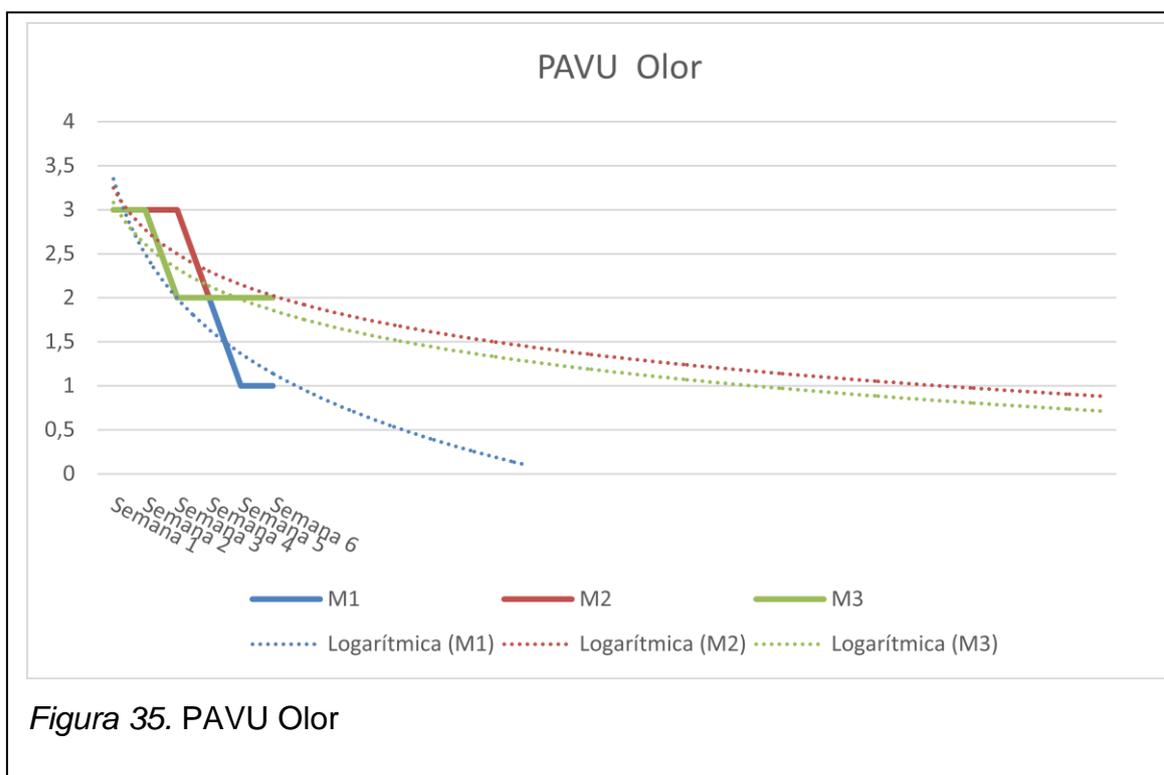


Figura 34. PAVU Color

Mediante una proyección logarítmica del PAVU se logró obtener una línea de tendencia a las semanas 32, podemos observar que el método 1 sufre una mayor pérdida de color en un tiempo aproximado de 18 semanas después de la producción. Mientras que el método 2 a la semana 32 su color se ha deteriorado por completo y el método 3 resiste un poco más que los anteriores a la semana 32.

3.3.3. PAVU OLOR



Proyectando una línea de tendencia a las semanas 32 del producto mediante una proyección logarítmica del PAVU, podemos observar que el método 1 sufre una mayor pérdida del olor en un tiempo aproximado de menos de 15 semanas después de la producción. Mientras que el método 2 y 3 logran superar la semana 32 en su conservación de olor.

3.4. Análisis Microbiológico

Se realizó tres análisis microbiológicos, tomando una muestra de cada repetición por cada método del producto final. La interpretación de los resultados de los análisis de las muestras de cada pulpa se desarrolla comparando los mismos con los criterios establecidos en la Norma correspondiente.

Tabla 35. Resultados microbiológicos método 1.

Resultados microbiológicos método 1.			
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO REFERENCIAL
Recuento de Coliformes	NMP/cm ³	1	NTE INEN 1529-6
Recuento de Coliformes fecales	NMP/cm ³	< 1.1	NTE INEN 1529-8
Recuento de Mohos y levaduras	UP/cm ³	< 10	NTE INEN 1529-10

Mediante esta tabla podemos determinar que los resultados analíticos de recuento de coliformes, coliformes fecales, mohos y levaduras acatan con los criterios especificados en la norma, debido a que son menores a los valores de aceptación de cada uno.

Tabla 36. Resultados microbiológicos método 2.

Resultados microbiológicos método 2			
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO REFERENCIAL
Recuento de Coliformes	NMP/cm ³	< 2	NTE INEN 1529-6
Recuento de Coliformes fecales	NMP/cm ³	< 1.1	NTE INEN 1529-8
Recuento de Mohos y levaduras	UP/cm ³	> 10	NTE INEN 1529-10

Los resultados de este análisis tanto para el recuento de coliformes y coliformes fecales cumplen con el valor m de la norma. A diferencia de los resultados obtenidos en el recuento de mohos y levaduras no cumplen con lo establecido, por cuanto se hallaron unidades con recuentos superiores a 10, que es el límite permitido en la norma. Los resultados obtenidos en el análisis llevan a la decisión de rechazar el producto evaluado.

Tabla 37. Resultados microbiológicos método 1.

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO REFERENCIAL
Recuento de Coliformes	NMP/cm ³	<1.1	NTE INEN 1529-6
Recuento de Coliformes fecales	NMP/cm ³	< 1.1	NTE INEN 1529-8
Recuento de Mohos y levaduras	UP/cm ³	< 10	NTE INEN 1529-10

los recuentos de coliformes, coliformes fecales, mohos y levaduras que presentan los análisis en esta tabla son aceptados, ya que se encuentran inferiores al valor de rechazo por lo tanto cumplen con las especificaciones de la norma.

4. Capítulo IV. Análisis Financiero

Debido a que este trabajo evaluó 3 metodologías para la extracción de pulpa del mucilago de cacao, el presente análisis comparara los costos de producción de cada uno de los procedimientos evaluados, para lo cual se detallan costos como mano de obra, inversiones fijas y su depreciación, materia prima e insumos. Datos que nos permiten realizar un análisis de beneficio/costo de cada uno de las metodologías evaluadas y así seleccionar la mejor.

Para observar de mejor manera estos costos se precedió a calcular los valores mencionados para el procesamiento de 1 t de cacao en mazorca, y se utilizó los rendimientos detallados en capítulos anteriores.

4.1. Costos de Producción

Para el cálculo de los costos de producción se consideraron solamente los siguientes rubros:

- Materia Prima

- Insumos
- Mano de Obra
- Fuentes energía
- Depreciación de inversiones fijas

4.2. Materia Prima

El precio del Cacao CCN-51 utilizado en este trabajo es valor referencial de comercialización de los productores de la provincia de Los Ríos, Cantón Quevedo.

Tabla 38. Materia prima

Materia Prima	Unidad	Valor
Cacao CCN-51	Kg	\$ 0,14

4.3. Insumos

Se consideró insumo a todos aquellos productos que intervienen en el proceso productivo de la pulpa de cacao, tales como agua potable e hipoclorito de sodio, los mismos que se utilizan para procedimientos de desinfección. Y las fundas para el envasado de la pulpa terminada.

Tabla 39. Insumos

Insumo	Unidad	Valor
Hipoclorito	lt	\$ 2,50
Agua	m³	\$ 0,72
Funda	Unidad	\$ 0,08

4.4. Mano de Obra

El costo de mano de obra se depende del tipo de metodología utilizada, de manera general se consideraron el número de horas empleadas para el procesamiento de 1 tonelada de la fruta de cacao.

A continuación se detalla los costos de mano de obra en cada una de las metodologías:

Tabla 40. Costo de mano de obra M1

Costos Mano de obra M1

Jornales	Proceso	Horas	Total
1	RMP y Lavado	2	2
2	Quebrado	3	6
1	Seleccionado	3	3
2	Despulpado	1	2
1	Pasteurizado	2	2
1	Envasado	2	2
		Total Horas	17
		Costo por Hora	\$ 1,82
		Total	\$30,94

Tabla 41. Costo de mano de obra M2

Costos Mano de obra M2

Jornales	Proceso	Horas	Total
1	RMP y Lavado	2	2
2	Quebrado	3	6
1	Seleccionado	3	3
2	Despulpado	5	10
1	Pasteurizado	2	2
1	Envasado	2	2
		Total horas	25
		Costo por Hora	\$ 1,82
		Total	\$ 45,50

Tabla 42. Costo de mano de obra M3

Costos Mano de obra M2

Jornales	Proceso	Horas	Total
1	RMP y	2	2

	Lavado		
2	Quebrado	3	6
1	Seleccionado	3	3
2	Despulpado	5	10
1	Pasteurizado	2	2
1	Envasado	2	2
		Total horas	25
		Costo por Hora	\$ 1,82
		Total	\$ 45,50

Al comparar los costos de mano de obra en cada una de las metodologías podemos observar que la cantidad de horas y jornales solo aumenta en el proceso de despulpado, esto debido a que los procesos en los métodos M2 y M3 son labores manuales mientras que en M1 se utiliza una despulpadora mecánica. Los valores finales para el procesamiento de la cantidad mencionada anteriormente en mano de obra para M1 es de \$ 30.24 dólares, mientras que para M2 y M3 es de \$ 45.50 dólares.

4.5. Fuentes de energía

Se consideraron costos energéticos; el gas utilizado en el proceso de pasteurización y a la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de los equipos como congelador y la despulpadora en el caso de metodología M1.

Tabla 43. Fuentes de energía

Fuente de energía	Unidad	Valor
Gas	Tanque	\$ 18,00
Electricidad	Kw/H	\$ 0,085

4.6. Depreciación de Inversiones

Debido a que la depreciación de activos fijos se puede considerar un costo dentro de la producción a continuación se detalla las inversiones fijas y su

porcentaje de depreciación de manera global y de cada una de las metodologías utilizadas ya que el equipo utilizado en el despulpado difiere en cada una de estas.

Tabla 44. Depreciación de Inversiones fijas general y su depreciación

Detalle	Cantidad	Precio	Subtotal	% Depreciación	Depreciación Anual
Mesón de trabajo	2	575	1150	10%	\$ 115,00
Lavabo de manos	1	1190	1190	10%	\$ 119,00
Tina de Lavado	1	1300	1300	10%	\$ 130,00
Balanza de piso	1	860	860	10%	\$ 86,00
Pasteurizador	1	660	660	10%	\$ 66,00
Llenadora	1	1200	1200	10%	\$ 120,00
Selladora	1	250	250	10%	\$ 25,00
Congelador	1	4600	4600	10%	\$ 460,00
Refractómetro	1	150	150	33%	\$ 49,50
pHmetro	1	99	99	33%	\$ 32,67
Termómetro	1	50	50	33%	\$ 16,50
		Total	11509	Total	\$ 1 219,67

En la tabla anterior podemos observar que la inversión de equipos y materiales para el funcionamiento del procesamiento de despulpado es de \$ 11 509 dólares sin considerar el equipo de despulpado. Siendo la depreciación anual acumulada de estas inversiones de \$ 1219.67 dólares.

Para diferenciar las inversiones y la depreciación acumulada de cada uno de las metodologías evaluadas se procedió a sumar los valores correspondientes al equipo de despulpado (siguiente tabla) a los valores mencionados en la tabla anterior.

Tabla 45. Valores de equipos

Equipo	Valor	Cantidad	Total	Metodología
Despulpadora	\$ 4 000,00	1	\$ 4 000,00	M1
Cajón Despulpado	\$ 300,00	3	\$ 900,00	M2
Colador	\$ 550,00	2	\$ 1 100,00	M3

A continuación se detallan los valores de inversión total y su respectiva depreciación para cada una de las metodologías:

Tabla 46. Inversión y Depreciación M1

Total Inversión	\$ 15,51	Total	\$ 1619,67
		Depreciación mensual	\$ 134,97
		Depreciación día	\$ 6,14
		Depreciación por kg	\$ 0,122

Tabla 47. Inversión y Depreciación M2

Inversión Total	\$ 12,41	Total	\$ 1.309,67
		Depreciación mensual	\$ 109,14
		Depreciación día	\$ 4,96
		Depreciación por kg	\$ 0,18

Tabla 48. Inversión y Depreciación M3

Inversión Total	\$ 12,61	Total	\$ 1 329,67
		Depreciación mensual	\$ 110,81
		Depreciación día	\$ 5,04
		Depreciación por kg	\$ 0,13

Comparando los valores de inversión para la producción de la pulpa de cacao de cada método evaluado, podemos ver que para M1 se requiere \$ 15,509 dólares de inversión, seguido de M3 con \$ 12, 609 dólares y M2 con \$ 12,409 dólares. Calculado el valor de depreciación diario que se obtuvo al dividir la depreciación acumulada anual para 12 meses y este para 22 días laborables. Permite representar el valor de la depreciación en un costo dentro de la producción, siendo los valores de estas de \$ 6.14, \$ 4.96 y 5.04, para las metodologías M1, M2 y M3, respectivamente.

4.7. Costos de Producción

Con los valores descritos anteriormente se procedió a calcular los costos de producción de cada una de las metodologías, para el cálculo de unidades producidas se utilizara los rendimientos obtenidos en la sección de diagrama de procesos.

4.7.1. Método 1

Tabla 49. Costo de producción método 1

Detalle	Precio	Unidad	Cantidad	Subtotal
Cacao	\$ 0,1454	Kg	1069,67	\$ 155,54
Hipoclorito	\$ 2,50	lt	0,028	\$ 0,070
Mano de Obra	\$ 1,82	Hora/Hombre	17	\$ 30,940
Agua	\$ 0,72	m ³	10	\$ 7,20
Gas	\$ 1,2	kg	15	\$ 18
Fundas	\$ 0,08	Unidad	200	\$ 16
Energía Eléctrica	\$ 0,085	Kw/h	115,3	\$ 9,80
Depreciación Inversiones Diarias	\$ 0,12	kg	50	\$ 6,14
			Total	\$ 243,69
			Productos Terminado	200
			Costo Unitario	\$ 1,22

El costo de producción de la metodología M1 es de \$ 243.69 dólares, donde el valor de materia prima representa el 61,8% del total, seguido de mano de obra que equivale a 12.3%, insumos y la energía representan el 25.88% restante.

Considerando que del procesamiento de 1 t de Cacao se obtiene de 50 kg de pulpa, la misma que es envasada en fundas de 250 obteniendo así 200 unidades con un costo de producción unitario de \$ 1.22 dólares.

4.7.2. Método 2

Los costos de producción de la pulpa de Cacao mediante el empleo de cajas de extracción es de \$ 252.44 del cual el 20% es insumos, energía y depreciación, el 80 % se distribuye un 18% en mano de obra y 62% en materia prima, a diferencia de la metodología anterior el costo de la mano de obra es superior con 6 puntos porcentuales. Debido a que este método es del que menores rendimientos se obtiene con 2,8%, con lo que obtiene un costo unitario de \$ 2.22 dólares, a continuación se detallan los valores mencionados.

Tabla 50. Costo de producción método 2

Detalle	Precio	Unidad	Cantidad	Subtotal
Cacao	\$ 0,14	kg	1069,67	\$ 155,54
Hipoclorito	\$ 0,75	lt	0,04	\$ 0,03
Mano de Obra	\$ 1,82	Hora/Hombre	25	\$ 45,50
Agua	\$ 0,72	m ³	10	\$ 7,20
Gas	\$ 1,2	kg	15	\$ 18,00
Fundas	\$ 0,08	Unidad	112	\$ 8,96
Energía Eléctrica	\$ 0,09	Kw/h	105,6	\$ 8,98
Depreciación Inversiones Diarias	\$ 0,1776	kg	28	\$ 4,96
			Total	\$ 249,17
			Productos Terminado	112
			Costo Unitario	\$ 2,22

4.7.3. Método 3

En la metodología M3 al igual que la M2, el costo de la materia prima representa el 62% del valor final y el 18% del mismo es la mano de obra, siendo el costo final de producción de 1 Tonelada es de \$ 252.44 dólares.

A diferencia de la metodología M2 el costo unitario es menor con un valor de \$1.66 dólares por unidad producida, esto debido a un mayor rendimiento en esta metodología equivalente a 38 kg de pulpa por tonelada de cacao.

Tabla 51. Costo de producción método 3

Detalle	Precio	Unidad	Cantidad	Subtotal
Cacao	\$ 0,1454	Kg	1069,67	\$ 155,54
Hipoclorito	\$ 0,75	Lt	0,04	\$ 0,03
Mano de Obra	\$ 1,82	Hora/Hombre	25	\$ 45,50
Agua	\$ 0,72	M3	10	\$ 7,20
Gas	\$ 1,2	kg	15	\$ 18,00
Fundas	\$ 0,08	Unidad	152	\$ 12,16
Energía Eléctrica	\$ 0,09	Kw/h	105,6	\$ 8,98
Depreciación Inversiones Diarias	\$ 0,13	kg	38	\$ 5,04
			Total	\$ 252,44
			Productos Terminado	152
			Costo Unitario	\$ 1,66

4.8. Ganancia y Utilidad

Con el objetivo de comparar la ganancia y utilidad que generaría el procesamiento del cacao con cada una de las metodologías se estableció un precio de venta de 2.50 dólares base, considerando que la pulpa ocuparía un mercado gourmet de mayor valor que las pulpas tradicionales.

Sumado a la ganancia que se genera por la venta de la pulpa se añade un ingreso por la venta de la semilla obtenida del despulpado, conocida como

baba, es importante mencionar que la cantidad de mucilago presente en esta es un factor limitante en la selección de una metodología ya que una excesiva extracción podría reducir la calidad de la fermentación de la misma en el proceso de fabricación del licor de cacao.

A continuación se detalla la ganancia que generaría cada una de las metodologías:

Tabla 52. Comparación de ganancia de los 3 métodos

M1		M2		M3	
Costos de Producción Unitario	\$ 1,22	Costos de Producción Unitario	\$ 2,22	Costos de Producción Unitario	\$ 1,66
Precio de Venta	\$ 2,50	Precio de Venta	\$ 2,50	Precio de Venta	\$ 2,50
Ganancia Unidad	\$ 1,28	Ganancia Unidad	\$ 0,28	Ganancia Unidad	\$ 0,84
Utilidad	51%	Utilidad	11%	Utilidad	34%
Unidades Producidas	200	Unidades Producidas	112	Unidades Producidas	152
Ganancia Neta Pulpas	\$ 256,31	Ganancia Neta Pulpas	\$ 30,83	Ganancia Neta Pulpas	\$ 127,56
Ingresos Semilla	Cantidad	Ingresos Semilla	Cantidad	Ingresos Semilla	Cantidad
Semilla qq	3,42	Semilla qq	3,72	Semilla qq	3,81
Precio Unitario	\$ 75,00	Precio Unitario	\$ 75,00	Precio Unitario	\$ 95,00
Ganancia Neta Semilla	\$ 256,67	Ganancia Neta Semilla	\$278,67	Ganancia Neta Semilla	\$ 362,27
Ganancia Neta	\$ 512,98	Ganancia Neta	\$ 309,50	Ganancia Neta	\$ 489,82

Comparando los resultados obtenidos en la tabla anterior podemos observar que la metodología M1 es la que mayores porcentajes de utilidad generaría con un porcentaje del 51%, seguido de M3 con el 34% y M2 con 11%, lo cual monetariamente significa una ganancia de \$1.28, \$ 0.89 y \$ 0.28 dólares respectivamente.

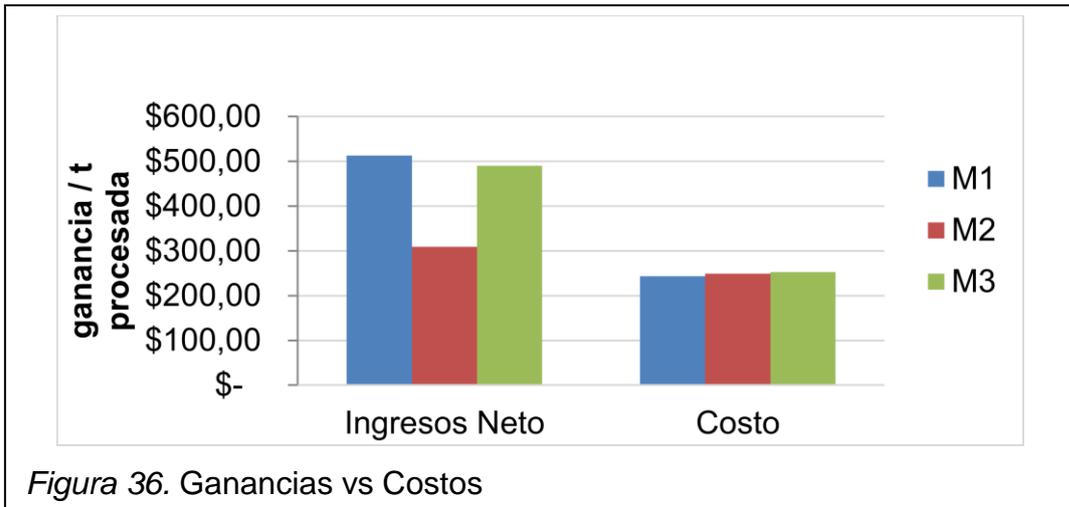
Debido a que este trabajo pretende buscar una alternativa para el uso de un subproducto de la producción de semilla fermentada de cacao para la industria chocolatera, el rubro generado por la venta de esta considera una ganancia junto a la ganancia de la pulpa. El precio de este producto en plantas procesadoras de cacao es de \$ 75.00 dólares por quintal (45kg).

Los volúmenes que se obtienen de cacao baba en el procesamiento 1 t de cacao son de 3,42 quintales, para la metodología M1, 3,72 quintales para M2 quintales y 3,81 quintales para M3; a diferencia de otros valores los métodos M3 y M2 son superiores a M1, esto se debe a que existe menor porcentaje de extracción en estos métodos, por lo que este tiene una relación inversa con el rendimiento de la pulpa.

La ganancia acumulada por la venta de la pulpa y la semilla de cada una de las metodologías es de \$ 512.98 dólares para M1, seguido de M3 con \$ 413.56 dólares y M2 con \$ 309.50 dólares. Aunque la diferencia significativas en la ganancia del M1 en relación al resto, se consideraron los otros factores evaluados en esta investigación antes de seleccionar la mejor.

4.9. Beneficio / Costo.

El objetivo de comparar el beneficio/costo entre los métodos es determinar cual genera mejores resultados económicos, para esto es necesario comparar la ganancia neta vs costos

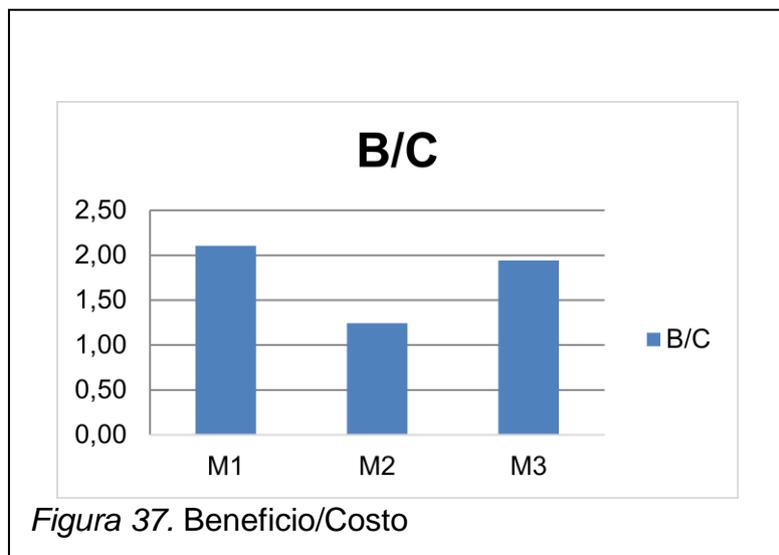


En el gráfico anterior podemos observar que los costos de producción de cada una de las metodologías no difieren significativamente. Pero si estos se comparan con los ingresos netos existe una diferencia significativa entre la metodología M1, M3 con M2, donde la diferencia entre ingresos y costo es de \$ 269.30 dólares para M1, por su parte esta diferencia se estrecha en M3 donde es de \$ 161.11 dólares, seguido de M2 donde es de \$ 60.33.

Para el cálculo del Beneficio / Costo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Ingreso por ventas}}{\text{Costo total}}$$

De la que se obtuvieron los siguientes datos:



Analizando los resultados podemos decir que el método M1 generaría una ganancia de \$ 1,11 dólares por cada dólar invertido, seguido de M3 con una ganancia por cada dólar invertido de \$ 0,94, y M2 con una ganancia de \$0,24 dólares por cada dólar invertido.

Como se mencionó anteriormente el análisis en conjunto de los otros factores evaluados es fundamental para la selección del mejor método.

5. CAPITULO V. Discusión, conclusiones y recomendaciones.

5.1. Discusión

Analizando los resultados obtenidos de cada una de las etapas evaluadas anteriormente, se observaron distintos comportamientos del producto final según los métodos utilizados razón por la cual se compararon cada una de las fases individualmente para luego examinarlos en conjunto.

En el análisis experimental para evaluar los efectos de los métodos en las propiedades físico-químicas se pudo observar diferencias significativas en el pH, donde con el método 1 obtuvo un valor promedio de 3,3; en el método 2 una media de 3,32 y en el método 3 un promedio de 3,23. Al ser todos estos valores menores a 4,5 el uso de acidulantes es innecesario, ya que como requisito de conservación de un pulpa es innecesario valores inferiores al mencionado. (cita)

Al no existir información con respecto a la fabricación de pulpa del mucilago del cacao, la norma NTE INEN 2337 2008. JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS; señala que el mínimo de grados brix de la pulpa obtenido directamente de la fruta, por lo tanto se considera el valor de 18 grados brix, el mismo que fue igual para todas metodologías y repeticiones evaluados. Razón por la cual no se realizó un análisis estadístico.

Comparando la viscosidad de las pulpas según el método de extracción se pudo observar que M1 fue de 1044 mPs, seguido de M3 con 663,33 mPs y M2 con 484,66 mPs, todas las pulpas muestran diferencias debido a los tratamientos físicos al que fueron sometidos, un factor causante de esto podría ser la cantidad de sólidos totales que se logran liberar en cada método.

De los resultados obtenidos se puede observar que con la metodología M3 el valor de acidez alcanza un valor de 0,91 siendo el más elevado. El método M1 y M2 obtuvieron valores de 0,84 y 0,66, respectivamente. Estos resultados posiblemente se deben a la concentración de ácido cítrico que varía en cada método por la acción del medio físico al que fueron sometidos.

Para determinar si existió variación de las propiedades anteriormente señaladas, se compararon estadísticamente los valores del día 0 con los del día 42, en los cuales se observó que si existió diferencias significativas en los valores del pH en los métodos M1 y M3 y no en M2. Aunque se evidenció un cambio, este no alteró de manera sustancial el producto final ya que se mantuvo por debajo de 4,5. No existió ningún cambio en cuanto a los grados brix en ninguno de los métodos ni del día de evaluación.

Los efectos del rendimiento sobre el costo unitario del producto tuvo una relación indirecta es decir que a mayores rendimientos menor costo de producción, por lo que el método M1 fue el más económico de producir y con mayores rendimientos, seguido de M3 y de M2 el cual debido a su bajo rendimiento (2,8%) es el más caro al momento de producir. Para poder determinar mediante el análisis de beneficio/costo cual metodología genera mayor rentabilidad se estableció un precio de venta de \$ 3.00 por 250 gr de pulpa, de tal manera que se calculó el % de utilidad de cada uno, siendo la utilidad más alta con un 51% la M1, atrás M3 con el 34% y la más baja M2 con 11%. Lo anterior ratifica los resultados del beneficio/costo ya que de cada dólar invertido con la metodología M1 se recuperan \$ 1,11; de M3 se recuperan \$ 0,94 y M2 se recupera \$ 0,24 dólares.

5.2. Conclusiones

- Se concluye que es factible la extracción del mucilago de cacao como una alternativa para el aprovechamiento de este subproducto añadiéndole un valor agregado.
- Los tres métodos presentaron características fisicoquímicas de °brix, igualmente adecuadas para la elaboración de pulpa, ya que son muy similares a las de la fruta fresca.
- Después de realizado el análisis experimental donde se evaluaron las variables físico-química, se determinó que los tres métodos permiten obtener una pulpa dentro de los rangos deseados en la producción de pulpas.
- Mediante los resultados microbiológicos se determinó que el método 1 y 3 cumplen con los requerimientos de la norma NTE INEN 2 337:2008, mientras que el método 2 presentó en sus recuentos de mohos y levaduras un número mayor al aceptado en la norma anteriormente mencionada. Por tanto se concluye que el método 2, no es factible su implementación sin antes ser evaluada con otro tipo de material o con persegantes.
- Del análisis sensorial se puede concluir que los métodos 2 y 3, obtuvieron mejor puntuación en cuanto a sus propiedades organolépticas a diferencia del método 1 que presentó alteraciones en el color, olor y sabor. La prueba PAVU indica que el método 1 tendría un menor tiempo de conservación a diferencia de los otros métodos.
- El rendimiento afectó directamente al costo unitario de cada uno de las metodologías, ya que el método 1 al obtener un rendimiento del 5%

obtuvo un costo de producción de \$ 1,22. El método 2 fue menos eficiente en su rendimiento con 2,8% lo que generó que su costo unitario sea de \$ 2,22. Mientras el método 3 obtuvo un rendimiento del 3,8% y un costo unitario de \$ 1,82.

5.3. Recomendaciones

- Después de evaluar los resultados obtenidos se recomienda la implementación del método 3, por que tanto sus características organolépticas, sus análisis físico-químicos y análisis microbiológicos cumplen con las normas para la elaboración de una pulpa de frutas, y sus rendimientos son aceptables con un costo de producción unitario de \$1,66; dando un margen de utilidad del 34%.
- Se debe recolectar las mazorcas en estado óptimo de madurez, si se deja pasar el tiempo de cosecha de una mazorca madura existen serios problemas como la pudrición de las almendras el cual incrementa el porcentaje de descarte de almendras. Se debe tomar en cuenta que la cosecha de frutos verdes, pintones y pasados de madurez, influye sobre el rendimiento y la calidad en la obtención de la pulpa.
- Se recomienda realizar un análisis financiero más profundo considerando; gastos administrativos, inversiones de inmuebles, entre otros. Para obtener resultados más precisos en cuanto al precio de venta y observar si la implementación de una planta procesadora de pulpas es factible mediante el cálculo del TIR y el VAN.
- Realizar una investigación de mercado que permita determinar la aceptación de este producto, su mercado potencial y la posibilidad de desarrollar otros productos agroindustriales a partir de la pulpa de cacao.

- Evaluar el efecto de los distintos métodos sobre la fermentación de la semilla del cacao para la producción de chocolate como producto final.
- Se recomienda la ejecución de este tipo de proyecto en zonas donde la producción de cacao sea significativa ya que el volumen de la fruta es alto y los rendimientos del producto final son bajos, por lo que dificulta su traslado y la movilización a zonas alejadas incrementaría el costo de producción.

REFERENCIAS

- ANECACAO. (2012). *El Cacao CCN-51*. Recuperado el 20 de Marzo de 2013
- Arizala, P. (17 de Abril de 2012). *Cacao Manual de Cultivo*. Recuperado el 8 de Enero de 2013, de <http://www.slideshare.net/paola-arizala/cacao-manual-cultivo>
- Arpide, J. L. (2 de Enero de 2007). *Los tipos de cacao*. Recuperado el 10 de Enero de 2013, de <http://www.afuegolento.com/noticias/125/firmas/arpide/4587/>
- Astrid, C. (24 de Enero de 2008). *Proceso de Frutas*. Recuperado el 3 de Febrero de 2013, de <http://procesodefrutas.blogspot.com/>
- Cacaotero, E. (2010). *El arbol de cacao*. Obtenido de http://www.zchocolat.com/es/the_cocoa_tree.asp
- Cubillos, G., Merizalde, G., & Correa, E. (Octubre de 2008). *Manual de Beneficio del Cacao*. Recuperado el 26 de Marzo de 2013, de http://www.chocolates.com.co/sites/default/files/default_images/manual_beneficio_cacao.pdf
- INEN. (2006). *Cacao en grano. Requisitos*. Quito: NTE INEN 176.
- INEN. (2008). *JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS*. QUITO: NTE INEN 2 337:2008.
- INFOAGRO. (2012). *El cultivo de cacao*. Recuperado el 25 de Febrero de 2013, de <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao3.htm>
- LUKER. (2012). *Cacao fino de Aroma*. Recuperado el 18 de Febrero de 2013, de <http://www.lukeringredients.com/index.php/es/>
- MAGAP. (2013). *CACAO peso en toneladas metricas*. Recuperado el 20 de Julio de 2013, de <http://servicios.agricultura.gob.ec/sinagap/index.php/cacao-ce>
- Morato, N. G. (13 de Marzo de 2012). *Pasteurizacion de Alimentos*. Recuperado el 2 de Febrero de 2013, de

<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2012/03/09/208595.php>

Orcés, A. A., & Piedra, N. V. (2012). *Mejoramiento de las Características Sensoriales del Cacao CCN51 a través de la Adición de Enzimas durante el Proceso de Fermentación*. Recuperado el Julio de 2013, de [http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21147/1/MEJORA MIENTO%20DE%20CARACTERISTICAS%20SENSORIALES%20CACAO%20CCN51.pdf](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21147/1/MEJORA%20MIENTO%20DE%20CARACTERISTICAS%20SENSORIALES%20CACAO%20CCN51.pdf)

Rebello. (2013). *How to Calculate Titratable Acidity*. Recuperado el 20 de Mayo de 2013, de http://www.ehow.com/how_5185931_calculate-titratable-acidity.html

Rivadeneira, F. (3 de Agosto de 2010). *El mejor cacao y Chocolate del mundo*. Recuperado el 11 de mayo de 2013, de <http://www.ecuadorinmediato.com/hoyenlacocina/Informacion/chocolateecuatoriano.html>

Universidad Nacional de Colombia . (2005). *Procesamiento y Conservacion de frutas*. Obtenido de <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obpulpfru/p2.htm>

Urrutia, V. (2 de Agosto de 2010). *Políticas para el sector cacaotero*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2012, de <http://www.roundtablecocoa.org/documents/MAGAP%20-%20Vicente%20Urrutia%20-%20>

ANEXOS

Anexo 1 Recepción de materia prima empresa Tropifrutas S.A

Fruta:	Color:
Variedad:	Brix:
Tamaño:	pH:
Grado de maduración:	Acidez:

Anexo 2 Diseño experimental

Método 1

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>pH0</i>	<i>pHf</i>
Media	3,30	3,2
Varianza	3,3333E-05	2,9582E-05
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	1,6667E-05	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	31	
P(T<=t) dos colas	6,452E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2,77644511	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Viscosidad 0</i>	<i>Viscosidad f</i>
Media	1044,66	983,33
Varianza	49,33	133,33
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	91,33	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	7,860	
P(T<=t) dos colas	0,0014157	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Acidez0</i>	<i>Acidezf</i>
Media	0,8433	0,866
Varianza	0,000033	0,000033
Observaciones	3,00	3,00
Varianza agrupada	0,00	
Grados de libertad	4,00	
Estadístico t	-4,94	
P(T<=t) dos colas	0,007	
Valor crítico de t (dos colas)	-2,776	

Método 2

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>pHo</i>	<i>pHf</i>
Media	3,3233	3,32
Varianza	0,00043	0
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0,0002166	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	0,277	
P(T<=t) dos colas	0,795	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Viscosidad 0</i>	<i>Viscosidad f</i>
Media	484,66	463,33
Varianza	25,33	33,33
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	29,33	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	4,82	
P(T<=t) dos colas	0,0084	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Acidez0</i>	<i>Acidezf</i>
Media	0,6633	0,6833
Varianza	3,33333E-05	3,33333E-05
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	3,33333E-05	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-4,249	
P(T<=t) dos colas	0,0132	
Valor crítico de t (dos colas)	-2,7764	

Método 3

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>pHo</i>	<i>pHf</i>
Media	3,233	3,1466
Varianza	0,0012	0,0002
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0,00073	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	3,9196	
P(T<=t) dos colas	0,0172	
Valor crítico de t (dos colas)	2,7764	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Viscosidad 0</i>	<i>Viscosidad f</i>
Media	663,33	670
Varianza	33,333	325
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	179,16	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-0,609	
P(T<=t) dos colas	0,574	
Valor crítico de t (dos colas)	-2,776	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	0,9166	0,93
Varianza	0,00013	0
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	6,6667E-05	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-2	
P(T<=t) dos colas	0,11611652	
Valor crítico de t (dos colas)	2,77644511	

ANEXO 3 IMAGENES

ANEXO IMÁGENES DESPULPADO METODO 1



ANEXO IMÁGENES DESPULPADO METODO 2





ANEXO IMÁGENES COMPARACION DE SEMILLA DESPULPADA



ANEXO IMÁGENES EMPACADO- SELLADO



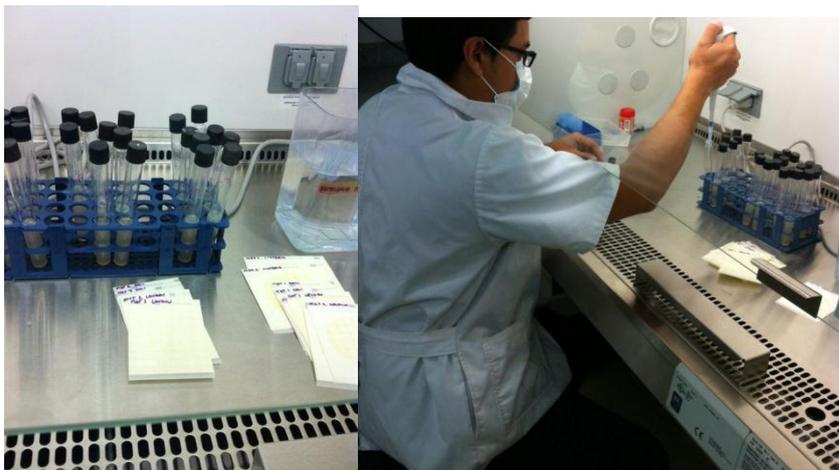
ANEXO IMÁGENES PULPAS TERMINADAS



ANEXO IMANEGES ANALISIS FISICO-QUIMICOS



ANEXO IMÁGENES ANALISIS MICROBIOLÓGICOS



ANEXO 4 ANALISIS BROMATOLÓGICOS

Resultados bromatológicos

Información Nutricional
Tamaño por porción 50g
Porciones por envase 2
Cantidad por porción
Energía (Calorías) 1047kJ (250Cal)

Energía de grasa (Cal. Grasa) 754kJ (180Cal)	
	% Valor Diario*
Grasa total 20g	31%
Ácidos grasos saturados 12g	60%
Ácidos grasos trans 0g	
Ácidos grasos mono insaturados 6g	
Ácidos grasos polinsaturados 2g	
Colesterol 0mg	0%
Sodio 45mg	2%
Carbohidratos totales 9g	3%
Azúcares Totales 9g	
Fibra dietética 0g	0%
Proteína 8g	16%
*Los porcentajes de los valores diarios estan basados en una dieta de 8380 KJ (2000 calorías).	