

**DESARROLLO EXPERIMENTAL DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DE
JUGO DERIVADO DEL MUCILAGO DE CACAO**

**CAROLINA GONZALEZ ORTIZ
MARILYN ROCIO JAIMES JAIMES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA
2005**

**DESARROLLO EXPERIMENTAL DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DE
JUGO DERIVADO DEL MUCILAGO DE CACAO**

**CAROLINA GONZALEZ ORTIZ
MARILYN ROCIO JAIMES JAIMES**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Ingeniero Químico.

**Director
LEONARDO ACEVEDO DUARTE**

Ph.D. Ingeniero Químico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA**

2005

TABLA DE CONTENIDO

| | <i>Pág.</i> |
|--|--------------------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. GENERALIDADES | 4 |
| 2.1 Cacao | 4 |
| 2.1.1 Características Técnicas | 6 |
| 2.1.2 Etapas del beneficio del cacao | 8 |
| 2.1.3 Composición del fruto del cacao | 10 |
| 2.1.4. Subproductos del Cacao | 12 |
| 2.1.5 La pulpa de Cacao y sus posibilidades | 13 |
| 2.1.5.1 Néctar de Cacao | 16 |
| 2.1.5.2 Requisitos de los Néctares | 19 |
| 3. DESARROLLO EXPERIMENTAL | 22 |
| 3.1 Selección, tratamiento y caracterización de la materia prima | 22 |
| 3.1.1 Adecuación del sitio de trabajo | 22 |
| 3.1.2 Adecuación de la materia prima | 23 |
| 3.1.3 Caracterización de la materia prima | 24 |
| 3.1.3.1 Caracterización física y morfológica | 24 |
| 3.1.3.2 Composición másica | 24 |
| 3.1.3.3 Caracterización técnica del mucílago de los granos de cacao | 24 |
| 3.2 Desarrollo experimental del néctar | 25 |
| 3.2.1 Variables cualitativas del proceso de elaboración de néctar de cacao | 26 |
| 3.2.1.1 Despulpado | 26 |
| 3.2.1.2 Homogenización de la pulpa | 27 |
| 3.2.1.3 Mezcla de ingredientes | 28 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 3.2.1.4 | Pasteurización | 28 |
| 3.2.1.4.1 | Adición de conservantes | 28 |
| 3.2.1.4.2 | Envasado | 29 |
| 3.2.2 | Variables cuantitativas con sus respectivos valores | 31 |
| 3.2.3 | Formulación del néctar de cacao | 32 |
| 3.2.4 | Determinación de la vida útil del néctar | 33 |
| 3.2.4.1 | Conservación química del néctar de cacao | 33 |
| 3.2.4.1.1 | Definición de la concentración de conservante en el néctar | 34 |
| 3.2.4.1.2 | Almacenamiento del néctar de cacao | 34 |
| 3.3 | Control de calidad del producto final | 35 |
| 3.4 | Evaluación sensorial | 36 |
| 4. | PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS | 37 |
| 4.1 | Caracterización de la materia prima | 37 |
| 4.1.1 | Caracterización del cacao híbrido subtipo angoleta | 38 |
| 4.1.2 | Caracterización del cacao híbrido subtipo amelonado | 38 |
| 4.1.3 | Caracterización del cacao híbrido subtipo cundeamor | 40 |
| 4.1.4 | Caracterización técnica del mucílago de cacao | 40 |
| 4.2 | Estandarización del proceso de elaboración del néctar | 41 |
| 4.2.1 | Proceso de despulpado | 41 |
| 4.2.2 | Proceso de homogenización | 41 |
| 4.2.3 | Pasteurización | 42 |
| 4.2.3.1 | Envasado | 42 |
| 4.3 | Formulación del néctar de cacao | 44 |
| 4.4 | Resultados del seguimiento para el control de la calidad del néctar | 45 |
| 4.4.1 | Néctar no refrigerado | 46 |
| 4.4.2 | Néctar refrigerado | 48 |

| | | |
|-----|------------------------------------|----|
| 4.5 | Evaluación sensorial del néctar | 50 |
| 4.6 | Características del producto final | 53 |
| 4.7 | Puntos críticos de control | 53 |
| 4.8 | Balance de materias primas | 56 |
| | CONCLUSIONES | 57 |
| | RECOMENDACIONES | 59 |
| | BIBLIOGRAFIA | 60 |
| | ANEXOS | 62 |

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Taxonomía del cacao.
- Tabla 2. Factores climáticos que influyen en la producción de cacao.
- Tabla 3. Componentes químicos de la cáscara del cacao (%p/p).
- Tabla 4. Componentes químicos del grano de cacao (%p/p).
- Tabla 5. Componentes químicos del mucílago de cacao (%p/p).
- Tabla 6. Subproductos del cacao.
- Tabla 7. Formulación de jugo y néctar de cacao en Bahía (Brasil).
- Tabla 8. Formulación del jugo de cacao en Malasia.
- Tabla 9. Requisitos físico-químicos para los néctares.
- Tabla 10. Requisitos microbiológicos para los néctares.
- Tabla 11. Valores máximos de conservante permitidos en los jugos y néctares.
- Tabla 16. Composición másica de los néctares para definición del % de azúcar.
- Tabla 17. Composición másica de los néctares para definición del % de pulpa.
- Tabla 18. Composición másica de los néctares con 200 y 300 ppm de conservante.
- Tabla 19. Características del néctar de cacao final.
- Tabla 20. Puntos Críticos de Control del proceso.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Producción Mundial de Cacao en grano.

Figura 2. Arbol de cacao.

Figura 3. Composición de la mazorca de cacao.

Figura 4. Rendimiento estimado en la utilización de los subproductos del cacao.

Figura 5. “Despulpadora de cacao” utilizada en el proceso de obtención de jugo de cacao en Malasia.

Figura 6. Formulación del jugo de cacao utilizado en Malasia.

Figura 7. Equipo desmucilagador de cacao (COLCIENCIAS-UIS).

Figura 8. Etapas del proceso de elaboración de néctar de cacao por diferentes alternativas.

Figura 9. Frutos de cacao maduros subtipo angoleta, amelonado y cundeamor.

Figura 10. Proceso de elaboración de néctar de cacao.

Figura 11. Resultados de la encuesta realizada para definir el porcentaje de azúcar.

Figura 12. Resultados de la encuesta realizada para definir el porcentaje de pulpa.

Figura 13. Curva de pH con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 300ppm.

Figura 14. Curva de pH con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 200ppm.

Figura 15. Curva de °Brix con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 300ppm.

Figura 16. °Brix con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 200ppm.

Figura 17. Curva de pH con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 200ppm.

Figura 18. Curva de pH con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 300ppm.

Figura 19. Curva de °Brix con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 300ppm.

Figura 20. Curva de °Brix con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 200ppm.

Figura 21. Resultados de la encuesta con respecto al sabor del néctar.

Figura 22. Resultados de la encuesta con respecto a la apariencia del néctar.

Figura 23. Resultados de la encuesta con respecto a la consistencia del néctar.

Figura 24. Resultados de la encuesta con respecto al color del néctar.

Figura 25. Resultados de la encuesta con respecto al aroma del néctar.

Figura 26. Balance de materia del proceso de producción de néctar de cacao.

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Resultados de análisis bromatológico del mucílago de cacao.

Anexo B. Formato de encuesta de preferencia.

Anexo C. Pruebas microbiológicas néctar no refrigerado.

Anexo D. Pruebas microbiológicas néctar refrigerado.

Anexo E. Formato encuesta evaluación sensorial del néctar final.

Anexo F. Análisis bromatológico del néctar final.

DESARROLLO EXPERIMENTAL DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DE JUGO DERIVADO DEL MUCILAGO DE CACAO*

González Ortiz C., Jaimes Jaimes M.R.**

Palabras claves:

Cacao, subproductos del cacao, mucílago del cacao, elaboración de néctares, proceso agroindustrial.

Resumen:

Los procesos agrícolas e industriales del cacao generan una serie de “residuos” que han tenido poca o ninguna utilización. Estos “residuos” están constituidos por cáscaras y el mucílago que rodea la semilla y que se pierde en buena parte durante el proceso de fermentación dado que termina como “exudado” en los cajones fermentadores y una pequeña fracción es utilizada específicamente en el desarrollo de los precursores del aroma del cacao. Esto planteó la necesidad de desarrollar uno de los posibles subproductos a partir del mucílago: el néctar de cacao, que ofrezca un potencial importante para promover mayores ganancias a los productores.

Para desarrollar experimentalmente un néctar de buena calidad se realizó inicialmente una adecuación de la materia que comprendió etapas de selección, tratamiento y caracterización, se definieron las variables respuesta del proceso y se seleccionaron las variables cualitativas y cuantitativas que afectaron la elaboración del néctar. El proceso final se definió teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas propuestas para las operaciones unitarias de despulpado, homogenización y pasteurización, las variables cuantitativas se definieron formulando y elaborando néctares de diferentes composiciones que fueron evaluados mediante paneles de degustación; finalmente se analizó la conservación química del néctar para una vida útil de hasta 30 días.

Con este trabajo de investigación se obtuvo un néctar a partir del mucílago del cacao el cual cumplió con todas las características microbiológicas, fisicoquímicas y organolépticas requeridas por la Norma Técnica Colombiana 659 mediante el desarrollo experimental de un nuevo proceso con el cual se da un valor agregado al cacao y otra alternativa de mercado para el campesino cultivador.

** Tesis de grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Químicas, Escuela de Ingeniería Química, Ph.D. Acevedo Duarte L.

EXPERIMENTAL DEVELOPMENT OF A PROCESS FOR THE OBTAINING OF JUICE STARTING FROM THE MUCILAGE OF THE COCOA*

González Ortiz C., Jaimes Jaimes M.R.**

Key words:

Cocoa, cocoa by-product, mucilage of the cocoa, obtaining of nectar, agroindustrial process.

Abstract:

The agricultural and industrial processes of the cocoa generate a series of "residuals" that have had little or any use. These "residuals" are constituted by pod husks and the mucilage that surrounds the seed and which gets lost during the fermentation process since it finishes as "sweatings" in the drawers of fermentation. Only a small fraction is used specifically in the development of the of chocolate flavor precursors. This outlined the necessity to develop a possible by-product starting from the mucilage: the nectar of cocoa which offers an important potential to increase earnings to cocoa growers.

In order to experimentally get a nectar of good quality an adaptation of the raw material that included selection stages, treatment and characterization was initially made.

The answer variables were defined for the process and the qualitative and quantitative variables that affected the elaboration of the nectar were chosen.

The final process was defined keeping in mind the advantages and disadvantages of each one of the unit operations alternatives proposed, depulped, homogenization and pasteurization. The quantitative variables were defined formulating and elaborating nectars of different compositions that were evaluated in tasting panels; finally the chemical conservation of the nectar was analyzed for an useful life of up to 30 days.

With this investigation a nectar was obtained starting from the mucilage of the cocoa which fulfilled all the characteristic microbiological, physiochemical and organoleptic required by the "Norma Técnica Colombiana 659" by means of the experimental development of a new process with which an added value is given to the cocoa and another market alternative for the cocoa growers.

* Undergraduated thesis.

** Faculty of Physiochemical Engineerings, School of Chemical Engineering, Ph.D. Acevedo Duarte L.

INTRODUCCION

Actualmente, la mayoría de los granos de cacao se utilizan en la preparación de chocolate, polvo de cacao (para bebida, colorante y aromatizante) y jarabe.

La utilización de los granos (para la producción del polvo de cacao y de la manteca de cacao) es el 10% del peso bruto de la vaina del cacao, esto significa que el 90% del peso total de la vaina no tiene una utilización industrial.

El mucílago de la semilla del cacao, llamado también pulpa es parte fundamental en el proceso de fermentación y precursor del aroma del cacao; pero desafortunadamente todos los jugos que este contiene son extraídos (decantados) o evaporados en el proceso.

Trabajos de investigación que se han realizado acerca del mucílago del cacao muestran que éste posee un alto contenido nutricional, y pruebas preliminares han determinado la probabilidad de transformarlo en jugos, mermeladas, jaleas, néctares, etc.; los cuales podrían presentar una buena aceptación entre los consumidores.

Los subproductos del cacao son una alternativa de diversificación cuya tecnología se ha desarrollado e implementado en países como Brasil, Malasia, Costa Rica, Cuba y Ghana entre otros; de esta manera se encuentra un mejor aprovechamiento de la mazorca de cacao antes de iniciar su fermentación, lo que representa un beneficio económico para el cultivador.

En Colombia se están desaprovechando los valores nutricionales, alimenticios y químicos que poseen las partes del cacao, en especial el mucílago que no tiene un incentivo comercial para el productor ni para el consumidor. Por tal razón esta investigación tuvo por objeto el desarrollo experimental del proceso de elaboración de néctar derivado del mucílago del cacao aprovechando el interés que hay por

industrializar este subproducto y con el objeto de darle un valor agregado al proceso de elaboración del chocolate promoviendo de esta manera un mejoramiento en la calidad de vida del cultivador.

El primer capítulo del informe contiene generalidades acerca del cacao y fundamentos teóricos sobre el proceso de elaboración del néctar y se presentan las normas y requisitos que deben cumplir para su aceptación en el mercado.

El segundo capítulo describe las diferentes etapas del desarrollo experimental organizadas de la siguiente manera:

Etapa 1. Selección, tratamiento y caracterización de la materia prima y caracterización fisicoquímica del mucílago, identificando las cualidades y posibilidades de aplicación en la elaboración del néctar o subproductos similares.

Etapa 2. Definición de las variables respuesta del proceso y selección de las variables tanto cualitativas como cuantitativas, que influyen en el momento de elaborar el néctar.

Etapa 3. Formulación y elaboración de los diferentes néctares y selección de los de mayor aceptación, por medio de un panel de degustación.

Etapa 4. Determinación de las concentraciones óptimas de conservante para una vida útil de néctar de hasta 30 días y análisis de los puntos críticos de control del proceso con sus respectivas medidas correctivas.

Etapa 5 Evaluación sensorial para valorar las cualidades más relevantes de la bebida y el grado de aceptación en los posibles consumidores.

En los siguientes capítulos se presentan los resultados obtenidos en cada una de las experimentaciones, así como la discusión de los mismos; las conclusiones y la bibliografía.

En general el proyecto se enfoca no solo en elaboración del néctar de cacao, sino que también en establecer bases para su factibilidad, e incentivar el estudio sobre otros subproductos o residuos de cosecha que generen rentabilidad.

2. GENERALIDADES

La recopilación de la información básica relativa a la obtención de jugo de cacao a partir del mucílago, se centró en cuatro aspectos principales: características físico-químicas y usos del mucílago del cacao, métodos de producción de néctar de cacao, aplicación del desarrollo experimental para su obtención y las Normas Técnicas de Calidad a tener en cuenta para su aceptación en el mercado.

2.1 CACAO

Existen diferentes teorías sobre el origen del cacao, sin embargo todas orientas sus inicios a las culturas indígenas de América, donde este alimento tenía un gran valor, tanto desde lo alimentario, como desde el punto de vista comercial, pues era utilizado como moneda para hacer el conocido trueque de esa época. ¹

El primer nombre dado al árbol del cacao fue “Amygdalae pecuniariae” que significa dinero almendra, pero es Carl Von Linneo quien realizó la primera determinación botánica del árbol del cacao y la llamó “Theobroma Cacao”, que significa manjar de dioses. ² Desde el punto de vista científico el cacao se clasifica como se establece en la tabla 1:

Tabla 1. Taxonomía del cacao.

| | |
|----------------|-------------------|
| CLASE | Dicotiledóneas |
| ORDEN | Malvales |
| FAMILIA | Esterculiáceas |
| GENERO | Theobroma |
| ESPECIE | Theobroma Cacao L |

Fuente: www.nuevaalejandria.com/archivos-curriculares/ciencias/nota-006.htm

Aunque su uso más conocido es como el ingrediente principal del chocolate, existen en realidad cuatro productos intermedios que se derivan del cacao en grano: licor de cacao, manteca de cacao, torta de cacao y cacao en polvo.

La producción mundial de cacao en términos generales está encabezada por África, seguida por América del sur, Asia y Oceanía. En la figura 1 se observa que Brasil es el país latinoamericano que encabeza la lista de productores de cacao.

En Colombia, el cultivo de cacao es una actividad muy importante dentro de la economía nacional por el área cultivada, número de productores, aporte al producto interno bruto y familias que dependen económicamente de esta actividad; además, se dispone de condiciones agroecológicas, apropiadas para producir cacao de buena calidad, ocupando internacionalmente el décimo lugar. Entre los departamentos cacaoteros se encuentran: Santander, Norte de Santander, Huila, Tolima, Antioquia, Arauca, Nariño, con producciones que pueden llegar a las 84000 toneladas por año; siendo Santander la principal zona productora de Colombia aportando aproximadamente el 48% de la producción.

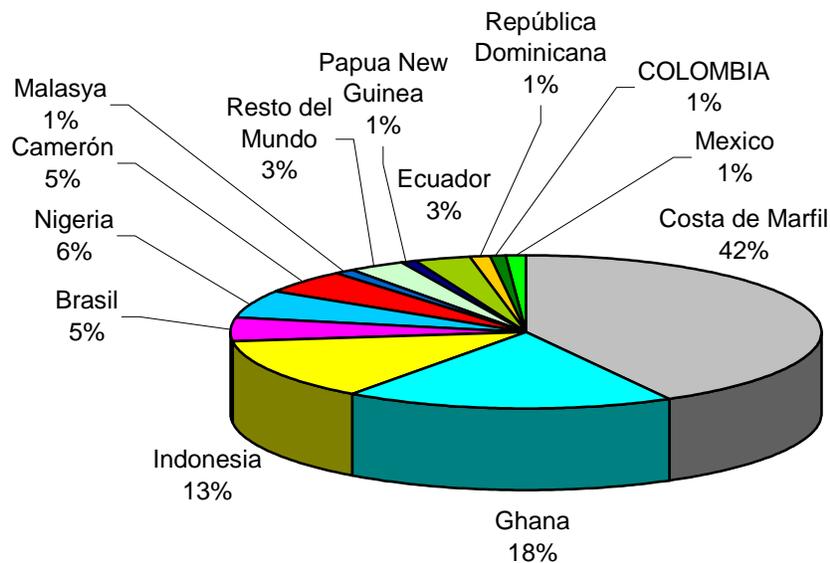


Figura 1. Producción Mundial de Cacao en grano por países. Año 2003/2004 (miles de toneladas - % de participación).

2.1.1. Características Técnicas

El *Theobroma cacao* es una planta tropical, de clima cálido y húmedo. Normalmente es pequeño, de 4 a 8 metros de alto, es un árbol caulifloro lo que significa que sus flores y frutos se producen en las partes más viejas del tronco y de las ramas desprovistas de hojas. Ver figura 2.



Figura 2. Árbol de cacao.

El fruto es de tamaño, color y forma variable. Tiene forma de baya, generalmente, 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o rugosos, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa y dura. El grano de cacao está recubierto de una sustancia mucilaginosa de color blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de granos por baya es de 20 a 40 y son planos o redondeados de color blanco, café o morado.

Dentro de los factores climáticos que influyen en la producción de cacao (ver tabla 2), la temperatura y la pluviosidad son considerados los más críticos en el crecimiento de las plantas, el desarrollo de los frutos y la floración, siendo la radiación solar un factor relativo que interfiere en los mecanismos fisiológicos de la planta, el cual puede ser controlado a través de la manipulación del sombrero.³

Tabla 2. Factores climáticos que influyen en la producción de cacao.

| FACTORES | CONDICIONES OPTIMAS |
|-----------------|---|
| Temperatura | 19°C – 28 °C, con 23°C como temperatura media mensual óptima. |
| Precipitación | Los regímenes de lluvia varían entre 1173 y 3000 mm, consideradas aptas para el cultivo. |
| Vientos | Aunque tienen tolerancia a las corrientes de aire, es conveniente evitar los fuertes vientos, ya que provoca la caída prematura de las hojas con su consecuente defoliación. |
| Sombríos | No se pueden establecer plantaciones a plena exposición solar, luego se recomienda un sombreado moderado ya que la sombra excesiva reduce la floración aproximadamente en un 80%, en las plantas de 12 años y el 50%, en plantas mas adultas. |

Fuente: Mejía F.L. y Arguello C.O. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Corpoica. Bucaramanga 2000. p. 26-31.

La calidad final del grano de cacao se ve influenciada por la herencia, es decir el material genético del que provienen las semillas. Desde el punto de vista botánico, el cacao presenta cuatro categorías a saber, forasteros, criollos, trinitarios y cacao nacional del Ecuador.

La más conocida es la variedad Forastero, que representa el 90% del cacao producido en el mundo. Se encuentra en África del Oeste y Brasil. Sus características propias son su acidez del grano, el tamaño pequeño de la almendra, el sabor amargo, de cotiledón color violeta cuando el grano está recién sacado de la mazorca y oscuro cuando ha sido bien beneficiado.

El segundo es el criollo, que produce “cacao fino y de aroma”, cultivado principalmente en el Caribe, Colombia, Venezuela, Nueva Guinea Papua, Las Antillas, Sri Lanka, Timor oriental y Java. Este cacao criollo posee un tipo de almendra más grande, cuyo cotiledón recién salido de la mazorca es ligeramente rosado. Presenta un color entre marfil y parduzco o castaño muy claro cuando esta correctamente beneficiado, produce un grano de olor dulce y sabor agradable, unido a un aroma delicado.

Por último existe la variedad Trinitario, desarrollados en la isla de Trinidad, son al parecer producto del cruce entre el criollo y el Forastero, realizados en forma natural entre los distintos tipos introducidos y también de hibridaciones deliberadas a través de distintos programas desarrollados en esta localidad. La calidad de estos granos corresponde a características intermedias entre los criollos y forasteros en diferentes grados de acuerdo a la cantidad de genes de uno u otro que les hayan correspondido del azar en la genética.

El cacao nacional, se originó en la franja de bosque tropical del occidente de los Andes entre Colombia y Ecuador, especialmente en la región del río Guayas arriba. Corresponde a un grano bastante grande de cotiledón claro recién extraído de la mazorca y castaño claro una vez beneficiado. Este grano tiene una demanda particular en el mercado especialmente europeo por su sabor denominado “arriba”.⁴⁻⁵

Los cacaos colombianos se pueden clasificar en tres grupos. Criollo, Amazónico y Subtipos Colombianos, cruce de cacaos criollos con amazónicos que dan lugar a cuatro subgrupos de híbridos: Angoleta, Cundeamor, Amelonado y Calabacillo.

De otra parte es muy claro que las condiciones en que se beneficia el grano, es decir, de acuerdo con el tratamiento de postcosecha en especial como se fermenta, adquirirá características que le darán su calidad final, por lo cual es de gran importancia que el productor haga especial énfasis en dicho proceso. El beneficio constituye de máxima relevancia para presentar al mercado de calidad, asegura que el grano sea apreciado y apetecido por la industria, y garantiza por ende su comercialización tanto a nivel nacional como para la exportación y justifica un mejor precio.

2.1.2. Etapas del beneficio del cacao

Este proceso hace referencia al conjunto de las operaciones que comprenden las etapas de recolección, desgrane, fermentación, secado, limpieza y clasificación.

- *Recolección.* Se cosechan únicamente los frutos maduros, ya que las mazorcas verdes originan un producto de mal sabor y aroma. La recolección se realiza cada dos o tres semanas para evitar la sobre maduración y riesgo de pérdidas. El corte de las mazorca se hace con las herramientas adecuadas (tijera podadora) para evitar daños en el cojín floral.
- *Partida de la mazorca.* Generalmente, las pilas de frutos deben hacerse en un lote sin árboles de cacao, en donde se facilite la labor de la partida y donde se pueda amontonar las cáscaras para su descomposición y utilización como abono orgánico posteriormente. Se separan las mazorcas sanas de las enfermas y la quiebra se realiza con un machete de forma que se evite dañar los granos.

- *Desgranada.* Es la extracción de las semillas deslizando los dedos de la mano a lo largo de la vena central de la mazorca evitando extraerla para no mezclarla con los granos. El tiempo de desgrane (tiempo transcurrido entre la toma de la mazorca del árbol y la extracción del grano), afecta el proceso de fermentación razón por la cual esta debe variar de uno a dos días, ya que si el tiempo es mayor origina la fermentación de los granos dentro de la mazorca.
- *Fermentación.* La fermentación se lleva a cabo en cajones de fermentación, en los cuales se voltea la masa de cacao a partir de las primeras 36 horas y luego cada 24 horas, para airearla y lograr una fermentación uniforme durante unos cinco a siete días, sin mezclar los granos cosechados en diferentes días.

Tiene tres objetivos:

1. Desprender los granos de la pulpa mucilaginosa que los rodea.
 2. Provocar la muerte del embrión e impedir la germinación de los granos de cacao y así facilitar su conservación.
 3. Desencadenar modificaciones bioquímicas dentro del interior de los cotiledones que se traduce en la aparición del color pardo del cacao elaborado. Trayendo como consecuencia en la disminución del sabor amargo y de la astringencia, permitiendo el desarrollo de los precursores del sabor y aroma.
- *Secado.* Mediante este proceso se disminuye el contenido de agua, la acidez y la astringencia de la almendra. El secado puede realizarse al sol o artificialmente sin sobrepasar los 60°C. Para el secado al sol se utiliza estructuras como las paseras, casa – elbas, camillas de madera o carros corredizos. No se debe usar áreas de cemento ni pavimentadas por que pueden producir contaminación. En forma práctica el punto de secado se conoce tomando un puñado de granos y si al apretarlos crujen como cascajo, están en el grado de sequedad requerido.

- *Limpieza y clasificación.* En esta etapa se eliminan todas las impurezas, granos mohosos, partidos o en mal estado, esto se realiza mediante un proceso manual o haciendo pasar la masa a través de zarandas, dejando solamente los fermentados y secos.⁵⁻⁶⁻⁷⁻⁸

2.1.3. Composición del fruto del cacao

Según Nosti,⁶ el fruto del cacao se compone por cáscaras y placentas que quedan cuando se quiebran los frutos al extraer los granos (Figura 3); estas representan no menos del 75% del peso total de las mazorcas cosechadas, es decir que máximo un 21% del producto cosechado expresado por semillas o granos se aprovecha para el beneficio.



Figura 3. Composición de la mazorca de cacao

Un tercer desecho de importancia posiblemente nunca considerado como tal es el mucílago, que corresponde al 4% restante; éste rodea la semilla y es denominado arilo y en buena parte se pierde durante la fermentación, dado que la mayor parte termina como exudado normal en los cajones fermentadores y una pequeña fracción que rodea la semilla es utilizada específicamente en la fermentación en el desarrollo

de los precursores del aroma del cacao. En las tablas 3, 4 y 5 se muestra la composición química de la cáscara, el grano y el mucílago del fruto del cacao.

Tabla 3. Componentes químicos de la cáscara del cacao (%p/p).

| COMPONENTE | % p/p |
|-------------------|--------------|
| Humedad | 85 |
| Proteína | 1.07 |
| Minerales | 1.41 |
| Grasa | 0.02 |
| Fibra | 5.45 |
| Carbohidratos | 7.05 |
| N | 0.171 |
| P | 0.026 |
| K | 0.545 |
| Pectinas | 0.89 |

Tabla 4. Componentes químicos del grano de cacao (%p/p).

| COMPONENTE | % p/p |
|---------------------------|--------------|
| Manteca de cacao | 54 |
| Proteína | 11.5 |
| Ácidos orgánicos y aromas | 9.5 |
| Celulosa | 9 |
| Ácidos Tánicos y color | 6 |

| | |
|-----------------|-----|
| Agua | 5 |
| Sales Minerales | 2.6 |
| Teobromina | 1.2 |
| Azúcares | 1 |
| Cafeína | 0.2 |

Tabla 5. Componentes químicos del mucílago de cacao (%p/p).

| COMPONENTE | % p/p (Base húmeda) |
|-------------------|----------------------------|
| Agua | 79.2 – 84.2 |
| Proteína | 0.09 – 0.11 |
| Azúcares | 12.50 – 15.9 |
| Glucosa | 11.6 – 15.32 |
| Pectinas | 0.9 – 1.19 |
| Acido Cítrico | 0.77 – 1.52 |
| Cenizas | 0.40 – 0.50 |

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

Los datos que se muestran en las tablas anteriores, no pueden tomarse como exactos, ya que en las cifras que dan la composición influyen los métodos de análisis, la clase de árbol, el tipo de suelo y clima en que se cultiva, los fertilizantes utilizados, la época del año en que se toma la muestra, etc.

2.1.4 Subproductos del Cacao ³

El producto que el agricultor comercia es el grano o la almendra de cacao, se clasifican en dos grandes categorías: La primera es la de los granos utilizados para producir manteca de cacao y productos para los que se requiere gran cantidad de chocolate y son denominados cacaos corrientes, los cuales son conocidos como “basic beans” en Estados Unidos y granos ordinarios o “Bulk beans” en Europa.

La segunda clasificación contempla los granos que dan características específicas de sabor, aroma y color en chocolates finos, en revestimientos o coberturas y para la obtención de polvo para dar sabor a recetas domésticas y la preparación de diversos alimentos y bebidas que se consiguen en el mercado. Este tipo de granos se denominan finos, cacao fino en Europa y “flavor beans” (granos de aroma) en los Estados Unidos.

Uno de los subproductos de importancia y el más voluminoso, está constituido por cáscaras de la mazorca o pericarpio; las cuales son abandonadas generalmente en el campo, sobre todo en el sitio donde se quiebra la mazorca, sin ser reincorporado al cultivo o utilizado para producir compost y otros subproductos, que bien podrían significar fertilizantes para el cultivo; por el contrario, su abandono se constituye en un foco potencial de enfermedades.

Además de la cáscara de cacao, la cascarilla de cacao, la pasilla, el polvo de cacao y el mucílago que rodea la semilla, son otros de los subproductos a considerar.

La cascarilla es obtenida al descascarillar la nuez del cacao tostado de color café oscuro y olor característico que se utiliza con frecuencia como palatabilizador de sales minerales y alimentos concentrados para ganado.

La pasilla son los granos vanos de la mazorca del cacao, aunque son utilizados para la elaboración artesanal de chocolates se dispone de pequeñas cantidades las cuales pueden ser utilizadas para consumo animal en mezcla con otros productos.

El polvo de cacao es un subproducto del procesamiento del cacao en las plantas tostadoras del grano, lo incluyen en las dietas para cerdos en crecimiento.

El mucílago es una pulpa aromática de muy buen sabor, la cual crece de los tegumentos de las semillas, se compone de células parenquimatosas esponjosas, conteniendo savia rica en azúcares. Posee un delicioso sabor y ha sido utilizada para producir: mermeladas de cacao, alcohol, vinagre, nata y pulpa procesada.

2.1.5 La pulpa de Cacao y sus posibilidades

Durante el procesamiento de las semillas del cacao en las fincas, la pulpa es removida por fermentación y es hidrolizada por microorganismos; la hidrolizada es conocida en la industria como “exudados”. Aunque la pulpa es necesaria para este proceso, con frecuencia existe más de la necesaria. Este exceso de pulpa, el cual tiene un delicioso sabor tropical, ha sido utilizado en diferentes países como Brasil y Costa Rica, para fabricar productos alimenticios. Entre tanto, normalmente se llegan a desperdiciar más de 70 litros por tonelada de cacao de este material mucilaginoso, pudiendo ser una estrategia para incrementar los ingresos de los cultivadores de cacao, si se adaptaran, desarrollaran y comercializaran nuevos productos a partir de esta pulpa.

El aprovechamiento de esta materia prima comienza una vez se recolectan los frutos maduros. Las mazorcas verdes no se deben recolectar por dos razones

principales, primero porque el grano sin madurez origina productos de mal sabor y aroma, y segundo porque el volumen de la pulpa del fruto no es máxima.

Una vez han sido seleccionadas las mazorcas sanas y maduras, son lavadas con agua potable para empezar la labor de la partida o quiebra, este procedimiento se realiza con un machete corto o con un mazo de madera, evitando dañar los granos, esto depende de la habilidad del operario.

Luego se lleva a cabo la extracción de los granos, etapa a la que se le denomina desgranada o deguyada.

La extracción de la pulpa o el despulpamiento de las semillas se realiza preferentemente en recipientes de acero inoxidable o de plástico y la cantidad que puede ser extraída es de un 20 a 25% en relación con el peso de las semillas frescas de cacao, esta manera no se afecta, en lo más mínimo, la fermentación de las semillas; sin embargo, para fermentar granos que hayan perdido casi toda la pulpa en el proceso anterior, se pueden mezclar con granos de la misma cosecha que tengan toda la pulpa.^{1,9}

Todo este conjunto de operaciones se realizan preferentemente el mismo día de la cosecha con un máximo de 24 horas después, para obtener productos de buena calidad.

Esta pulpa mucilaginosa obtenida posee materiales insolubles en suspensión o que le confiere alta viscosidad, es de aspecto pastoso y de coloración blanco-lechoso, debe ser procesada inmediatamente o en caso de almacenamiento, para el posterior procesamiento, debe ser sometida a un tratamiento preservante, por ejemplo una pasteurización, o adicionando conservantes como el metabisulfito de potasio o con un proceso de congelamiento de 2 a 4°C de temperatura.¹⁰

Entre los productos que se desarrollan a partir de esta pulpa mucilaginososa se encuentran la pulpa de cacao, las jaleas, las mermeladas, bebidas fermentadas, jugo de cacao, néctar de cacao, malteada de cacao y el vinagre de la miel de cacao, entre otros.

En la figura 4 se presenta la distribución de los diferentes subproductos en forma cuantitativa, obtenidos en una finca que produce 12.000 kilogramos de cacao seco y sus alternativas, en Bahía (Brasil). Y en la tabla 6 se encuentran los subproductos obtenidos a partir de 750 kg de cacao seco.

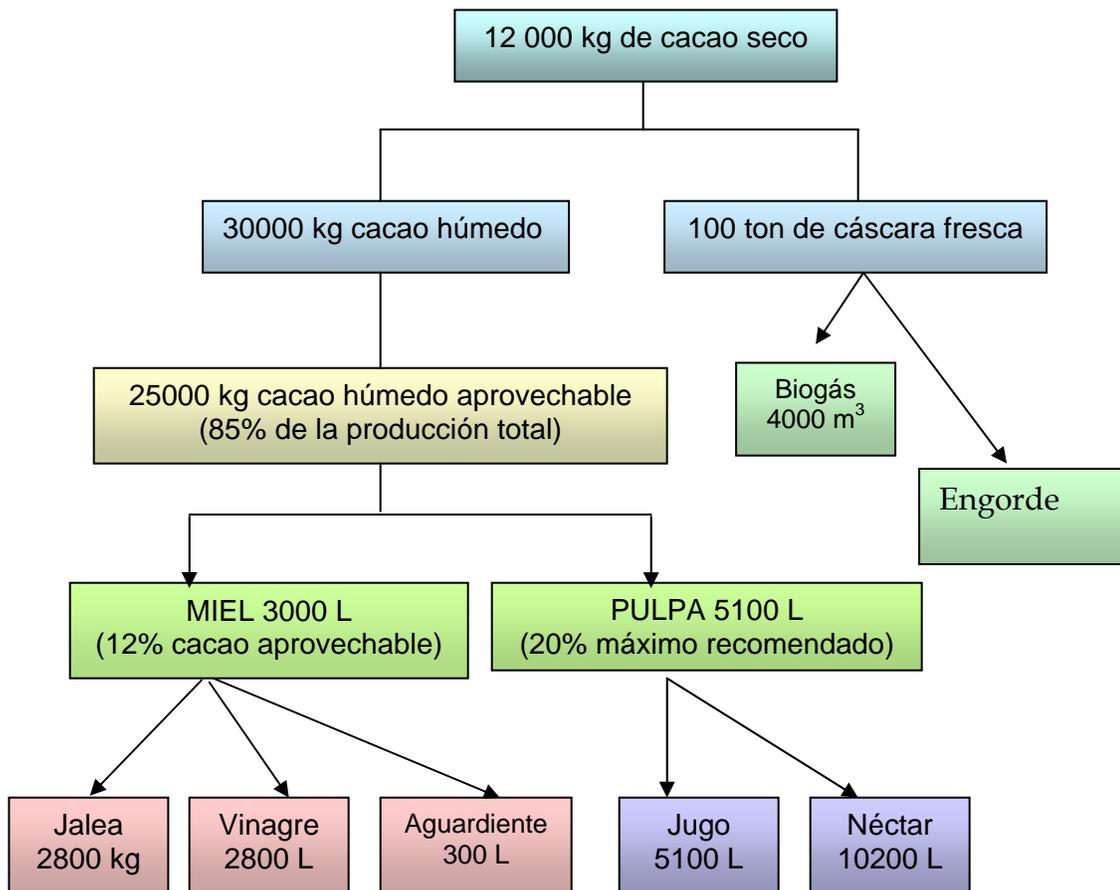


Figura 4. Rendimiento estimado en la utilización de los subproductos del cacao.

Tabla 6. Subproductos del cacao con referencia a una productividad anual de 750 kg de cacao seco por hectárea.

| SUBPRODUCTOS | RENDIMIENTOS |
|---------------------|---------------------|
| Cacao seco | 750 kg |
| Semilla fresca | 1875 kg |
| Miel de Cacao | 200 litros |
| Jalea | 150 kg |
| Vinagre | 180 litros |
| Destilados | 25 litros |
| Pulpa | 300 a 400 litros |
| Jugo congelado | 300 a 400 litros |
| Néctar | 600 a 800 litros |
| Mermelada | 200 a 300 litros |

Fuente: Pinho M.S. Sistema de produção de cacau no Recôncavo da Bahia: Aproveitamento dos Subprodutos do Cacau. Brasil. p. 61-65.

2.1.5.1 Néctar de Cacao

Recientemente, una industria pequeña establecida en Bahía, Brasil, utiliza la pulpa fresca para desarrollar jugo y néctar de cacao.

El jugo de cacao posee un sabor bien característico, considerado exótico y muy agradable al paladar, semejante al jugo de otras frutas tropicales. Es de aspecto fibroso y rico en azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa) y también en pectina.

El proceso de la obtención de jugo de cacao, el cual es un producto fácilmente perecedero, debe ser efectuado en condiciones de perfecta higiene, desde la cosecha de los frutos hasta la fase final del consumo de este producto. Por este motivo se tienen que lavar los frutos para la quiebra y extracción de las almendras. Para mejores condiciones de asepsia, esta operación debe realizarse sobre mesas de acero inoxidable o azulejado; los utensilios deben ser apropiados y estar completamente limpios, así como los operarios deben usar la ropa adecuada.

El despulpamiento se realiza inmediatamente después de la extracción de las almendras, industrialmente se utilizan despulpadoras mecánicas de tipo continuo o discontinuas de diferentes capacidades, éstas consisten básicamente en un cilindro que tiene un eje central giratorio provisto de paletas metálicas con huecos que retiran el mucílago parcialmente, sin golpear el grano. Como se hizo referencia anteriormente la cantidad máxima de mucílago a extraer es de un 20% del peso de las almendras frescas. Para eso es necesario regular correctamente la forma de conseguir el tiempo de retención de las semillas de cacao dentro del equipo, para que sea suficiente el porcentaje de extracción de mucílago deseado.

El producto se comercializa como “suco” o “néctar” de cacao. En la tabla 7 se muestra la composición de estas bebidas. El jugo se prepara en una relación de 1:1 entre pulpa y agua; el néctar se elabora con una relación de 1:3, añadiendo a 50 litros de pulpa, 150 litros de agua y 16 kilogramos de azúcar, la combinación de agua y azúcar presenta 12°Brix. Para evitar la degradación de estos y otros productos, se debe agregar metabisulfito de potasio, benzoato de sodio y ácido cítrico.³

Tabla 7. Formulación de jugo y néctar de cacao en Bahía (Brasil).

| | Pulpa (lt) | H2O (lt) | Azúcar (kg) | °Brix |
|------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------|
| Jugo de cacao | 50 | 50 | 16 | |
| Néctar de cacao | 50 | 150 | | 12 |

Fuente: Mejía F.L. y Arguello C.O. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Corpoica. Bucaramanga 2000. p. 26-31.

En Malasia la extracción de pulpa de granos de cacao húmedos se realiza utilizando una “Despulpadora de cacao” como se muestra en la figura 5, la cual es indispensable en la elaboración de un producto económicamente viable. La pulpa de cacao en Malasia contiene entre un 80-90% de agua, 10-15% de azúcar, 0.4-0.8% de ácido cítrico, 1% de pectina y otros constituyentes en menores cantidades.

11

Investigaciones realizadas en este país sobre el jugo de cacao indican que el promedio de producción de pulpa es de 154 litros por tonelada de granos. Un 25-30% corresponde al peso total de la pulpa en el grano húmedo y se extrae solamente el 15-18%.



Figura 5. “Despulpadora de cacao” utilizada en el proceso de obtención de jugo de cacao en Malasia.

Luego de la extracción de la pulpa se procede a la realización del jugo utilizando la formulación de la siguiente tabla:

Tabla 8. Formulación del jugo de cacao en Malasia.

| | Pulpa (lt) | H2O (lt) | pH | °Brix |
|----------------------|-------------------|-----------------|-----------|--------------|
| Jugo de cacao | 50 | 125 | 3.8 | 11 |

A este jugo de cacao se le adicionan conservantes para prolongar el tiempo de vida útil y a su vez utilizan metabisulfito de sodio para controlar las posibles reacciones de pardeamiento en el jugo. El sabor de este jugo de cacao puede intensificarse con la adición de zumos de otras frutas tales como limón, naranja, mango y otros.

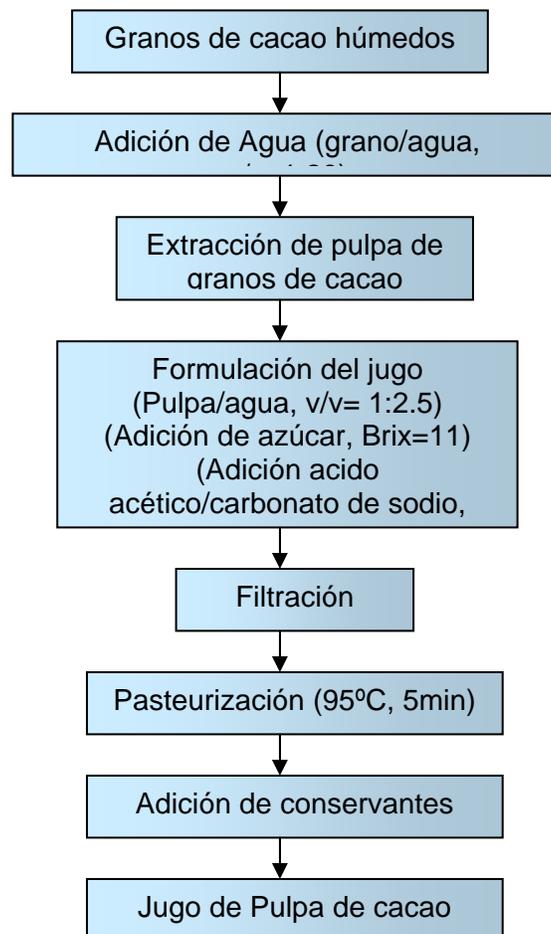


Figura 6. Formulación del jugo de cacao utilizado en Malasia.

2.1.5.2 Requisitos de los Néctares

¹² En Colombia la producción de néctares de frutas se rigen por la Norma Técnica Colombiana 659, las cuales protegen al consumidor en todos los asuntos relacionados con la salud y la economía. Ya que en una sociedad, muy compleja, el consumidor no está en una posición y, en la mayoría de los casos, no posee los conocimientos especializados que necesitaría para protegerse, esta responsabilidad atañe a la industria alimentaria y al gobierno.

Estas normas definen las características, requisitos y métodos de ensayo que deben cumplirse para satisfacer las necesidades nutricionales de un producto o alimento.

Algunos de estos requisitos fundamentales son:

- Condiciones sanitarias apropiadas para evitar la presencia de materias extrañas objetables como: receptáculos, hojas, pedúnculos, piel o cáscaras, insectos, larvas o huevos de insectos.
- Uso adecuado de aditivos (edulcorantes, colorantes, fortificantes y conservantes), respetando los límites máximos permitidos de acuerdo con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).
- Requisitos organolépticos y fisicoquímicos.

Los jugos de frutas son definidos como un líquido obtenido al exprimir algunas clases de frutas frescas, maduras y limpias, sin diluir, concentrar o fermentar. También se consideran jugos a los productos obtenidos a partir de jugos concentrado, clarificados, congelados o deshidratados a los cuales se les ha agregado solamente agua en cantidad tal que restituya la eliminada en su proceso.

A su vez el néctar de frutas es definido por la norma como un producto elaborado con jugo, pulpa o concentrado de frutas adicionado de agua, aditivos e ingredientes permitidos. Estos se clasifican de acuerdo con el método de conservación empleado

en: Conservados por métodos físicos (pasteurización, esterilización, refrigeración, congelación, ultra pasteurización). Conservados por métodos químicos. Los néctares deben poseer características como:

a. Organolépticas. Los néctares de frutas son líquidos de materias y sabores extraños. Deben poseer color uniforme y olor semejante al de la fruta.

b. Físico-químicas.

| | |
|---|------------|
| Sólidos solubles por lectura refractométrica a 20°C (° Brix) en %m/m | 10 Mínimo |
| Acidez titulable expresada como ácido anhidro en % | 0.2 Mínimo |
| pH a 20°C | 4.0 Máximo |

Tabla 9. Requisitos físico-químicos para los néctares.

c. Microbiológicas. Las características microbiológicas de los néctares de frutas higienizadas, con duración máxima de 30 días son las siguientes:

| | n | m | M | C |
|--|---|------|-----|---|
| Recuento de microorganismos Mesófilos UFC/cm ³ | 3 | 100 | 800 | 1 |
| NMP coliformes totales/ cm ³ | 3 | 9 | - | 0 |
| NMP coliformes fecales/cm ³ | 3 | < 3 | - | 0 |
| Recuento de esporas clostridium sulfito reductor UFC/cm ³ | 3 | < 10 | - | 0 |
| Recuento de hongos y levaduras UFC/cm ³ | 3 | 100 | 200 | 1 |

Tabla 10. Requisitos microbiológicos para los néctares.

| Conservantes | Valor en mg/kg (Máximo) |
|---|-------------------------|
| Acido ascórbico, ácido benzoico y sus sales | |
| Solos | 1000 |
| En mezcla | 1250 |
| Esteres del ácido p-hidróxido benzoico | 1000 |

Tabla 11. Valores máximos de conservante permitidos en los jugos y néctares.

3. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Es frecuente que en muchos procesos existan varios factores de los que es necesario investigar de manera simultánea su influencia sobre una o varias variables respuesta, donde cada factor tiene la misma importancia *a priori* desde el momento que se decide estudiarlo y es poco justificable suponer de antemano que los factores no interactúan entre sí.

En el presente capítulo se definen además de las variables respuesta, los factores cualitativos y cuantitativos que influyen sobre ellas, es decir, se estudia la relación entre los factores y las respuestas, con la finalidad de conocer mejor cómo es esta relación y generar conocimiento que permita tomar acciones y decisiones que mejoren el desempeño del proceso de elaboración de néctar de cacao.

3.1 SELECCIÓN, TRATAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

El cacao utilizado para este estudio, corresponde a mazorcas híbridas del subtipo angoleta, cundeamor y amelonado, cultivadas en la finca “Villa del Socorro” perteneciente al municipio de Rionegro en el departamento de Santander, cuya altura sobre el nivel del mar es 680 m.

La mazorcas empleadas fueron seleccionadas de acuerdo al estado de madurez, para ello se tomó en cuenta el color de la piel, al variar del verde al amarillo o al rojo; el llenado del fruto, es decir, el volumen de pulpa; y por último el estado sanitario, ya que el empleo de frutas en descomposición puede conducir a productos finales de menor valor nutricional o de difícil consumo por el sabor desagradable o por ser insípidos.

3.1.1 Adecuación del sitio de trabajo

Como primera actividad el sitio de trabajo se ordenó e higienizó previamente, de acuerdo con las exigencias propias del proceso.

3.1.2 Adecuación de la materia prima

Las mazorcas de cacao destinadas para el desarrollo del proyecto fueron cortadas por un técnico de la zona con un machete, teniendo en cuenta siempre la protección del cojín floral.

La etapa de transporte del municipio de Rionegro al sitio de trabajo se realizó inmediatamente después del corte de las mismas, con el fin de evitar variaciones en el sabor y cambios en la composición de ácidos y azúcares en el mucílago.

Las mazorcas se lavaron con agua potable y jabón. Luego se sumergieron durante cinco minutos en una solución 0.1% de hipoclorito de sodio, se enjuagaron con abundante agua y se secaron con toallas absorbentes de papel.

El propósito de realizar un lavado y una desinfección a la materia prima fue el de disminuir al máximo la contaminación de microorganismos que naturalmente trae en su cáscara la fruta, para evitar altos recuentos en la pulpa final y por consiguiente en el néctar, disminuyendo su calidad y peligro de fermentación en la cadena de distribución o en manos del consumidor final.

Luego de esta etapa, se partieron con un machete corto y se desgranaron, esta operación se realizó deslizando los dedos de la mano a lo largo de la vena central evitando extraerla para no mezclarla con los granos. El tiempo de desgrane

(tiempo transcurrido entre la toma de la mazorca del árbol y la extracción del grano), duró aproximadamente tres horas.

La desgranada de las mazorcas de cacao, conformó la última etapa en el proceso de adecuación de la materia prima, obteniendo granos de cacao con un mucílago completamente fresco y dispuesto para la elaboración del jugo.

3.1.3 Caracterización de la materia prima.

Se muestra a continuación la metodología que se utilizó para establecer las características de las mazorcas de cacao y/o sus partes constitutivas. El primer paso fue presentar un reporte que incluyera la designación del producto (especie y variedad); la fecha y lugar de procedencia de las mazorcas de cacao; el tamaño; la composición másica y por último la composición química del mucílago.

3.1.3.1 Caracterización física y morfológica.

Se tomaron aleatoriamente 20 mazorcas maduras y sanas de cada subtipo de cacao con forma geométrica regular y de fácil determinación; fueron pesadas una a una y se les determinó el tamaño con base en dos diámetros, el longitudinal y el transversal, para luego realizar una comparación entre las mediciones y sacar un promedio.

3.1.3.2 Composición másica.

Las mazorcas de cacao fueron pesadas, luego se procedió a la quiebra y extracción del grano con mucílago, se pesó y por conteo se determinó el número de almendras presentes en promedio por mazorca.

3.1.3.3 Caracterización técnica del mucílago de los granos de cacao.

Con el fin de comparar con los datos reportados en la literatura y ante todo conocer el valor nutricional y la composición química del mucílago del cacao utilizado en el proyecto, se realizaron una serie de análisis en el Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos C.I.C.T.A de la Universidad Industrial de Santander.

Estos análisis fueron:

- Análisis bromatológico: contenido de humedad, grasas, azúcares y cenizas.
- Análisis de Azúcares reductores y no reductores.
- Análisis de sólidos totales y sólidos solubles.
- °Brix, pH y acidez.

3.2 DESARROLLO EXPERIMENTAL DEL NÉCTAR

El procedimiento para elaborar el néctar de cacao se enfocó en obtener un producto de alta calidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica, siendo estas las variables de respuesta del proceso.

Una alta calidad fisicoquímica se logrará cuando se puedan preparar néctares con los mismos valores de sus parámetros básicos como son los grados Brix, acidez, y pH, a partir de materias primas ligeramente diferentes, como es el caso de las características de las pulpas de frutas que presentan algunas variaciones naturales por ser un material biológico.

Una alta calidad sensorial se puede lograr cuando el producto esta libre de sabores y sustancias extrañas, con color uniforme y olor característico de la fruta.

La calidad microbiológica adecuada es la más delicada y necesaria de mantener. Se logra cuando durante todo el proceso de obtención de los néctares, desde la compra de la fruta hasta el almacenamiento de los néctares empacados, se mantiene un

estricto control de las condiciones de higiene y sanidad en áreas, equipos, materiales y en el personal que intervienen. [14]

Teniendo en cuenta lo anterior se definieron las variables independientes o factores determinantes, tanto cualitativas como cuantitativas, que influyeron en el momento de elaborar el néctar.

3.2.1 Variables cualitativas del proceso de elaboración de néctar de cacao

En el desarrollo experimental se definieron las variables cualitativas como las diferentes alternativas del proceso, es decir, al conjunto de operaciones unitarias realizadas.

Las operaciones que se realizaron a partir de la llegada de las mazorcas de cacao al lugar de procesamiento hasta el momento en que fueron abiertas para la separación de las partes no comestibles, fueron las mismas durante todo el proyecto, es decir, el proceso de adecuación de la materia prima cuyas etapas son: recepción, lavado, desinfección, enjuague, secado, pesado, corte y desgranada, no tuvieron ninguna variación.

2.1.3.1 Despulpado

Este proceso se realizó inmediatamente se desgranaron las mazorcas. Se practicaron dos alternativas en esta etapa, las cuales fueron:

- *Método manual*

Para esta operación se utilizó un recipiente metálico provisto de una malla plástica en la parte superior, con aberturas de 0.4 milímetros de tal manera que la pulpa escurriera al recipiente ayudado por presión por parte del operario.

El tiempo de extracción de pulpa de 50 mazorcas bajo el método de despulpamiento manual contando con dos operarios, fue de aproximadamente dos horas.

- ***Despulpamiento con agitador mecánico y tamizado***

Se llevó a cabo en un recipiente cilíndrico de acero inoxidable provisto de un agitador a 45 rpm durante 30 minutos en la que se realizó un despulpamiento parcial; luego por medio de un tamizado se terminó de extraer la pulpa.

Dentro del proyecto COLCIENCIAS-UIS “**OBTENCION DE SUBPRODUCTOS A PARTIR DEL MUCILAGO DEL CACAO**”, se diseñó y está en proceso de construcción un equipo despulpador con el que se espera maximizar los rendimientos del proceso y disminuir el tiempo de elaboración del néctar; este proyecto está a cargo de estudiantes de ingeniería mecánica y diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander. En la figura 7 se muestra el prototipo del desmucilagador.



Figura 7. Equipo desmucilagador de cacao (COLCIENCIAS-UIS).

Este equipo despulpador es de acero inoxidable, de fácil mantenimiento y manejo, con un peso aproximado de 190 Kg, ergonomía en carga y descarga de los granos de cacao; tiene dispositivos que controlan la velocidad de entrada, salida y de procesamiento del material. Es un desmucilagador vertical descendente, que aprovecha la fricción de los granos entre si, con el fin desprender el porcentaje de mucílago deseado; la capacidad de carga de la tolva es de 47 kg y las revoluciones del tornillo sin fin de arrastre es de 22 rpm y las revoluciones del motor encargado de girar el eje central es de 24 rpm.

3.2.1.2 Homogenización de la pulpa

Se homogenizó la pulpa con el fin de reducir el tamaño de partícula y dar una mejor apariencia y textura a la pulpa, de esta manera se evitó una rápida separación de los sólidos insolubles en suspensión.

La homogenización se realizó de las siguientes formas:

- Licuado con cuchillas de acero inoxidable
- Agitación manual con molinillo plástico
- Utilizando mezclador eléctrico

3.2.1.3 Mezcla de los ingredientes.

Luego de la adecuación de la pulpa se procedió a mezclarla con el azúcar comercial y agua potable. El agua utilizada fue previamente hervida con el fin de mantener un control en las condiciones de higiene y sanidad durante el proceso.

3.2.1.4 Pasteurización.

La relación temperatura-tiempo de pasterización se escogió teniendo en cuenta el pH del néctar y el nivel de contaminación del mismo.

Los zumos de frutas y néctares con valores de pH por debajo de 4.0 requieren de un tratamiento térmico moderado para asegurar su conservación, por lo que se recomiendan tres tipos de pasteurizaciones [15]:

- Pasteurización lenta 65^o-30min
- Pasteurización moderada 77^oC-1min
- Pasteurización rápida 88^oC-15 seg

3.2.1.4.1 Adición de conservantes

A fin de lograr la conservación del néctar de cacao se tomaron medidas para prevenir su deterioro y prolongar el tiempo de vida útil. Primero mediante un tratamiento térmico descrito anteriormente y segundo adicionando una sustancia química denominada conservador.

Las sustancias conservadoras y sus respectivas cantidades utilizadas en esta etapa se describen con más detalle en el numeral 3.2.4.1.

3.2.1.4.2 Envasado

El proceso de envasado se realizó de dos formas, primero se pasterizó y luego se empacó en caliente en envases de polietileno de alta densidad con capacidad de 250 ml, resistentes al calor y a golpes, livianos y que son pocos reactivos con los néctares; para luego llevar a un enfriamiento rápido en un recipiente provisto de hielo en bloque y agua fría, rotando continuamente la posición de los envases, para

aumentar la transferencia de calor hasta alcanzar una temperatura final de 10°C en el néctar de cacao.

La segunda alternativa fue pasteurizar y llevar inmediatamente el recipiente a refrigeración durante aproximadamente 8 minutos para luego ser empacado en envases de polietileno nuevamente.

Los envases fueron rotulados con la fecha y las composiciones respectivas y se almacenaron.

En la figura 8 se presenta el diagrama de flujo de las diferentes alternativas del proceso de elaboración de néctar de cacao.

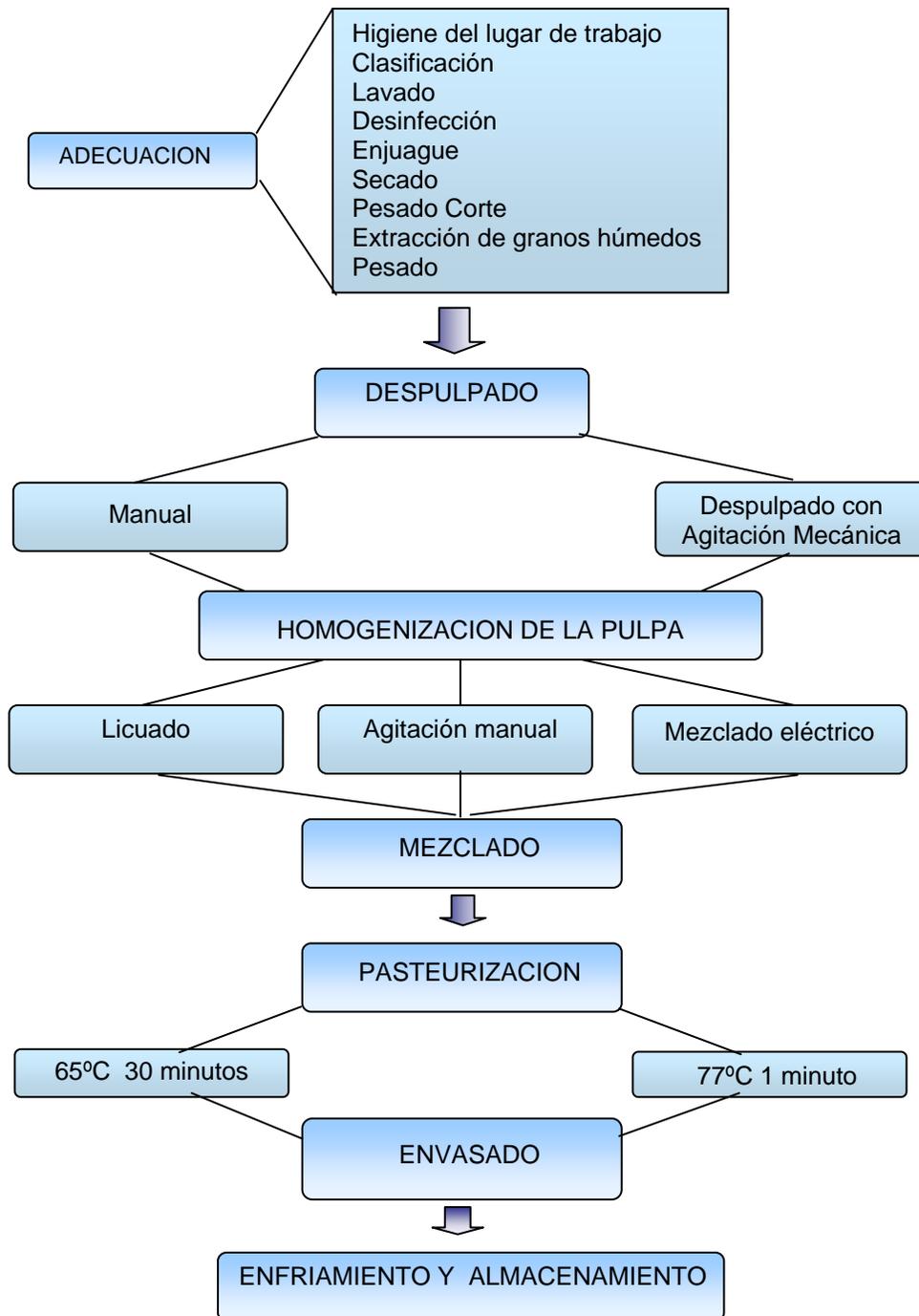


Figura 8. Etapas del proceso de elaboración de néctar de cacao por diferentes alternativas.

3.2.2 Variables cuantitativas y sus respectivos valores

Las variables o factores determinantes en el desarrollo experimental fueron:

- Porcentaje de azúcar.
- Porcentaje de mucílago: Ingrediente primordial del néctar de cacao por su aporte nutricional.
- Concentración de conservante: El empleo de sustancias conservadoras intensificaron la actividad antimicrobiana, prolongando la vida útil del producto.

Los valores experimentales se definieron teniendo en cuenta las experiencias investigativas encontradas en la revisión de la literatura y acatando los requisitos expuestos en las normas técnicas de calidad. Se decidió entonces:

- Fijar un porcentaje de azúcar entre el 5% y 8% p/p.
- Trabajar con porcentajes de mucílago del 20%, 25% y 30% p/p: 1) De acuerdo a las formulaciones encontradas en la literatura para la elaboración de néctar de cacao (numeral 2.1.5.1) que reportan un contenido de pulpa de aproximadamente 23% y 35% en peso. [3, 11] 2) Tomando la cantidad mínima promedio de pulpa presente en néctares según la Norma Técnica Colombiana NTC 659 que es un 20%. [12]
- Establecer una concentración de sustancias conservadoras con valores de 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, 500 ppm y 1000 ppm: 1) Las normas técnicas permiten el uso de conservantes con un valor máximo 1250 ppm si se utiliza en combinación o de 1000 ppm si se utiliza solo. [12] 2) La acción inhibidora de sorbato y benzoato frente a bacterias, hongos y levaduras oscila en concentraciones límites de 100 a 500 ppm. [16]

Determinados los factores y sus valores, se estableció un análisis de variable a variable que permitió evaluar los efectos principales y sus interacciones, para obtener un intervalo de valores, dentro del cual se determinaron las mejores condiciones para elaborar el néctar y consecuentemente obtener el producto de mayor calidad y aceptación. En la tabla 12 se especifican las variables con sus respectivos valores.

| Variable | Niveles | Valores |
|-------------------------------------|----------------|--------------------------|
| Porcentaje de azúcar (%p/p) | 2 | 5, 8 |
| Porcentaje de pulpa (%p/p) | 3 | 20, 25, 30 |
| Concentración de conservantes (ppm) | 5 | 200, 250, 300, 500, 1000 |

Tabla 12. Variables y niveles determinantes en el desarrollo experimental para la elaboración de néctar de cacao.

3.2.3 Formulación del néctar de cacao

Se diseñaron dos prácticas iniciales cuyos objetivos fueron:

- Concretar el porcentaje de azúcar en el néctar.
- Definir el porcentaje de pulpa a utilizar.

Según la revisión bibliográfica [3, 11], en la obtención del néctar de cacao adicionan un 5% a 8% de azúcar, sin modificar demasiado el dulce natural del mucílago.

Teniendo en cuenta lo anterior, se elaboraron cuatro néctares con valores de pulpa ya establecidos (revisar Tabla 12), del 20% y 30% y con cantidades del 5% y 8% de azúcar.

Estos néctares se sometieron a un panel de degustación con personas sin ningún entrenamiento previo. Para desarrollar esta prueba de preferencia se realizó un cuestionario en el cual debían elegir el de mayor agrado.

Una vez se definió el porcentaje de azúcar a utilizar, se prepararon tres néctares con porcentajes del 20%, 25% y 30% de pulpa y se les midieron °Brix y pH a cada uno de ellos. Nuevamente se realizó un panel de degustación con el fin de evaluar la consistencia y textura del néctar. Los encargados de realizar esta valoración y seleccionar el porcentaje de pulpa a utilizar durante el resto del proyecto, fueron personas sin ningún entrenamiento.

3.2.4 Determinación de la vida útil del néctar

La rapidez con que se descomponen los alimentos si no se toman las medidas necesarias puede ser de pocas horas y pueden ocurrir en cualquier momento dado, según el alimento y las condiciones ambientales como el calor y el frío, la luz, el oxígeno, la humedad, la sequedad, las mismas enzimas naturales de los alimentos, y el tiempo. Estos factores no trabajan aisladamente, pueden actuar simultáneamente para descomponer los alimentos en el campo mismo o en la bodega donde se almacenan.

La vida útil de un producto es el tiempo durante el cual las características sensoriales, sanitarias y nutricionales, continúan siendo aceptables y cambian lo menos posible, es decir, que siguen siendo lo más parecidas a los productos recién obtenidos y responden a las expectativas del consumidor en cuanto a su calidad.

[17]

Con el fin de dar al néctar de cacao una vida útil de hasta 30 días, se agregaron sustancias conservadoras que ayudaron a mantener la apariencia e inhibir el crecimiento de los microorganismos que pudieron haber sobrevivido a la pasteurización.

3.2.4.1 Conservación química del néctar de cacao

Para la adición de conservante en el néctar de cacao se tuvieron en cuenta las cantidades permitidas en la Norma Técnica Colombiana 659 que exige una adición máxima de 1250 mg/kg de ácido benzoico, sórbico y sus sales, en mezcla o combinación y de 1000 mg/kg si se utiliza solo uno de ellos.

Se utilizó una combinación 1:1 de sorbato y benzoato con el objeto de ampliar el espectro de acción e intensificar la actividad antimicrobiana frente a mohos, levaduras y bacterias.¹⁶

El ácido benzoico y el ácido sórbico se emplearon en forma de sal sódica por razones de solubilidad. Su actividad antimicrobiana se dirigió exclusivamente contra levaduras y mohos, dado que la composición química de la pulpa posee un excelente medio de cultivo para estos microorganismos. Fueron utilizados por su fácil adquisición y economía.

3.2.4.1.1 Definición de la concentración de conservante en el néctar.

Inicialmente se elaboró un néctar 100% natural con el propósito de registrar la variación en sus propiedades físico-químicas y los cambios en las propiedades organolépticas a lo largo de treinta días.

Para encontrar el mínimo de conservante que garantizara la preservación del néctar de cacao sin llegar a intervenir notoriamente en el sabor final, se probaron varias combinaciones de sorbato de potasio y benzoato de sodio en concentraciones de 1000 ppm, 500 ppm, 300 ppm, 250 ppm y 200 ppm de la siguiente manera:

- Se prepararon néctares con 25 y 30% de pulpa y concentraciones de 1000 y 500 ppm de conservante. El gran inconveniente fue la fácil detección de estas sustancias en el sabor, por lo cual se decidió disminuir la concentración.
- Se elaboraron néctares, con 25 y 30% de pulpa con concentraciones de 300, 250 y 200 ppm de conservante; se observaron y midieron los cambios en sus propiedades organolépticas y físico-químicas (pH, °Brix) en un período de treinta días.

3.2.4.1.2 Almacenamiento del néctar de cacao

Se dispuso de dos procedimientos generales:

- Se almacenó el producto en un refrigerador a 5°C durante 30 días, y se llevó un seguimiento continuo de °Brix y pH. Al cabo de este tiempo se realizó una evaluación sensorial y ensayos microbiológicos.
- El producto se mantuvo en un ambiente fresco y limpio, libre de humedad y del contacto directo con los rayos del sol, durante 30 días. Se registraron los °Brix y el pH de manera continua. Al cabo de este tiempo se realizó una evaluación sensorial y ensayos microbiológicos.

El control microbiológico realizó las siguientes pruebas: Recuento total de aeróbios mesófilos, coliformes totales y E. Coli, recuento de hongos y levaduras.

3.3 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL

Se efectuó con el propósito de garantizar la calidad y determinar el período de vida útil del néctar de cacao.

Los procesos fueron adecuadamente aplicados, manteniendo la higiene en cada operación, con la finalidad de que el producto resultante tuviera mínimos niveles de contaminación.

Para llevar a cabo este control sobre los ensayos realizados en la elaboración de la bebida, se midieron valores físico-químicos como pH, acidez y °Brix en el laboratorio, mediante el empleo de equipos y siguiendo técnicas analíticas específicas.

Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta. Se determinaron empleando un refractómetro calibrado y a 20 °C.

La acidez se determinó efectuando una titulación ácido-base con la ayuda de bureta, fenolftaleína, NaOH 0.1 normal, y material de vidrio de laboratorio. El resultado se expresó en % m/m de ácido cítrico anhidro (el equivalente de este ácido es de 64.32 g/mol).

Para la medición del pH se utilizó un potenciómetro previamente calibrado utilizando soluciones tampón con pH 4.01 y pH 7.01, a la temperatura del lugar de trabajo. Los electrodos se sumergieron en la muestra hasta estabilizar un valor de pH.

Para el control de la calidad sensorial se realizaron diferentes paneles de degustación evaluando las cualidades organolépticas tales como sabor, color, aroma, apariencia y consistencia, orientando a los encargados del proyecto sobre el defecto que pudo presentar el producto y la posible causa para su correctivo.

El control de la calidad microbiana se efectuó bajo un escrupuloso programa de higiene y sanidad en el lugar de trabajo, desde la recepción de la materia prima hasta la fase de almacenamiento del producto. Los análisis microbiológicos de recuento total de aeróbios mesófilos, coliformes totales y E. Coli, hongos y levaduras, se realizaron en un laboratorio bacteriológico de alimentos certificado.

En el siguiente capítulo de resultados se describen los puntos críticos de control en el proceso de elaboración del néctar de cacao con sus respectivas acciones correctivas.

3.4 EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial se puede considerar la etapa más representativa de la calidad de un producto. Cualquier error a lo largo del proceso va a influir en las características sensoriales finales y se podrá detectar, gracias a que cada consumidor posee en todo momento los instrumentos adecuados, como son sus órganos de los sentidos.

El panel de degustación se realizó con 75 personas adultas, sin ningún entrenamiento previo. Se elaboraron cuestionarios en donde se evaluaron características de apariencia, color, aroma, sabor y consistencia del néctar, es decir, las cualidades más relevantes de la bebida, para finalmente manifestar el grado de aceptación.

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la obtención de resultados satisfactorios en esta investigación, se realizó el análisis de las propiedades nutricionales y químicas de la pulpa del cacao utilizado, con el fin de desarrollar uno de los posibles subproductos, el néctar; estos resultados se compararon con los encontrados en la revisión de la literatura para hallar las diferencias en las proporciones de los componentes.

Asimismo, se presentan a lo largo de este capítulo las razones por las cuales se seleccionaron las variables cualitativas y cuantitativas óptimas para la elaboración del néctar; se registran las pruebas microbiológicas para el control de calidad y los análisis de las encuestas para las evaluaciones sensoriales utilizadas durante el proyecto.

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Las mazorcas de cacao dispuestas para esta investigación fueron *híbridos* del subtipo *Cundeamor*, *Amelonado* y *Angoleta*, provenientes de la finca “Villa del Socorro” perteneciente al municipio de Rionegro en el departamento de Santander, cuya altura sobre el nivel del mar es de 680 m. Ver figura 9.

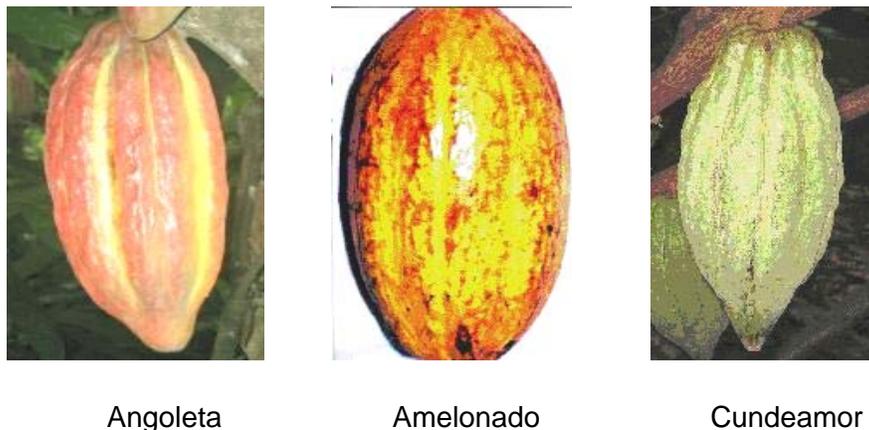


Figura 9. Frutos de cacao maduros subtipo angoleta, amelonado y cundeamor.

Las tablas 13, 14 y 15 reportan las dimensiones de las mazorcas en cada uno de los subtipos al igual que su composición másica y las propiedades químicas del mucílago de cacao, subproducto de interés.

4.1.1 Caracterización del cacao híbrido subtipo angoleta

Este tipo de cacao mide entre 18cm y 24cm de diámetro longitudinal y transversalmente tiene un diámetro entre 7cm y 10.5cm, con un promedio total de 22.5cm y 8.81cm respectivamente (Véase la tabla 13); la mayoría de los frutos de este tipo caracterizados son relativamente uniformes en su tamaño.

Respecto a su composición másica el 78.75% equivalen al peso de la cáscara o corteza de la mazorca y el 17.2% al peso de los granos húmedos aproximadamente. El porcentaje de mucílago es el 4.05% del peso total de la mazorca.

Se puede deducir por la desviación estándar obtenida, que se presenta gran desuniformidad en referencia al peso de la cáscara o cacota, luego no pueden tomarse como exactos ya que en las cifras registradas influyen el tipo de suelo, el clima en que se cultiva, los fertilizantes utilizados, la época del año en que se toman las muestras y la variedad híbrida, que presenta una genética muy variable.

4.1.2 Caracterización del cacao híbrido subtipo amelonado

El cacao amelonado es predominantemente liso con poca rugosidad y surcos profundos. Sus dimensiones son entre 16cm y 23cm longitudinalmente y de ancho entre 7cm y 12cm con promedios de 18.51cm y 9.74cm respectivamente.

El fruto caracterizado tiene un 72% de cáscara, 23.97% de granos húmedos; en cuanto al mucílago el porcentaje corresponde aproximadamente al 4.03% del peso de la mazorca. En la tabla 14 se registran los valores de la caracterización fisicoquímica del subtipo.

| HIBRIDO SUBTIPO ANGOLETA | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------------------------|-----------|--------------------------|
| Número de muestras: 20 | | | | | |
| CARACTERISTICAS | MEDIA | DESV. ESTÁNDAR | VALOR MIN | VALOR MAX | INTERV. DE CONFIANZA 95% |
| DIMENSIONES DEL FRUTO (cm) | | | | | |
| <i>Diámetro Longitudinal</i> | 22,5 | 1,56 | 18,3 | 23,2 | 22,5 ± 0,68 |
| <i>Diámetro Transversal</i> | 8,81 | 1,07 | 7,4 | 10,5 | 8,81 ± 0,47 |
| COMPOSICION MASICA (g) | | | | | |
| <i>Peso fruto</i> | 802,8 | 140,17 | 625,5 | 1050,4 | 802,8 ± 61,43 |
| <i>Peso Cáscara</i> | 554,9 | 154,83 | 361,24 | 860,6 | 554,9 ± 67,86 |
| <i>Peso granos húmedo</i> | 139,3 | 19,99 | 108,3 | 166 | 139,3 ± 8,76 |
| <i>Peso mucílago</i> | 32,34 | 5,92 | 24,84 | 42,12 | 32,34 ± 2,59 |
| <i>No. Granos/ mazorca</i> | 48,85 | 14,52 | 38 | 63 | 48,85 ± 3,36 |
| PROPIEDADES QUIMICAS | | | | | |
| | <i>pH</i> | | 3,21 | | |
| | <i>°Brix</i> | | 17 | | |
| | <i>Acidez</i> | | 1,253 g ác.cítrico / 100 ml zumo | | |

Tabla 13. Caracterización fisicoquímica del cacao híbrido subtipo angoleta.

| HIBRIDO SUBTIPO AMELONADO | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------------------------|-----------|--------------------------|
| Número de muestras: 20 | | | | | |
| CARACTERISTICAS | MEDIA | DESV. ESTÁNDAR | VALOR MIN | VALOR MAX | INTERV. DE CONFIANZA 95% |
| DIMENSIONES DEL FRUTO (cm) | | | | | |
| <i>Diámetro Longitudinal</i> | 18,51 | 1,57 | 16,75 | 22,2 | 18,51 ± 0,69 |
| <i>Diámetro Transversal</i> | 9,74 | 1,11 | 7,61 | 11,62 | 9,74 ± 0,49 |
| COMPOSICION MASICA (g) | | | | | |
| <i>Peso fruto</i> | 679,9 | 91,63 | 533,25 | 815,8 | 679,9 ± 40,16 |
| <i>Peso Cáscara</i> | 484,5 | 109,65 | 302,26 | 678,12 | 484,5 ± 48,06 |
| <i>Peso granos húmedo</i> | 163 | 34,95 | 103,3 | 203,42 | 163 ± 15,32 |
| <i>Peso mucílago</i> | 38,79 | 11,664 | 24,4 | 52,78 | 38,79 ± 5,11 |
| <i>No. Granos/ mazorca</i> | 46,125 | 11,26 | 28 | 63 | 46,125 ± 4,93 |
| PROPIEDADES QUIMICAS | | | | | |
| | <i>pH</i> | | 3,12 | | |
| | <i>°Brix</i> | | 18 | | |
| | <i>Acidez</i> | | 1,344 g ác.cítrico / 100 ml zumo | | |

Tabla 14. Caracterización fisicoquímica del cacao híbrido subtipo amelonado.

4.1.3 Caracterización del cacao híbrido subtipo cundeamor

Se caracteriza por presentar surcos profundos y cáscara muy rugosa, más o menos delgada y fácil de quebrar. En los frutos caracterizados se observó que el 75.7% del peso total de la mazorca correspondió a la cáscara, 20.26% a los granos húmedos y 4.04% de mucílago.

Los valores de las desviaciones estándar en la composición másica y las dimensiones de las mazorcas de cacao en la variedad cundeamor son menores que en los otros dos tipos, lo que indica mayor “homogeneidad”. Ver tabla 15.

| HIBRIDO SUBTIPO CUNDEAMOR | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|--------------|----------------------|
| Número de muestras: 20 | | | | | |
| CARACTERISTICAS | MEDIA | DESV. | VALOR | VALOR | INTERV. DE |
| | | ESTÁNDAR | MIN | MAX | CONFIANZA 95% |
| DIMENSIONES DEL FRUTO (cm) | | | | | |
| <i>Diámetro Longitudinal</i> | 19,28 | 0,97 | 17,6 | 20,4 | 19,28 ± 0,43 |
| <i>Diámetro Transversal</i> | 9,54 | 0,66 | 8,63 | 10,66 | 9,54 ± 0,29 |
| COMPOSICION MASICA (g) | | | | | |
| <i>Peso fruto</i> | 758,02 | 82,59 | 680 | 871,53 | 758,02 ± 36,20 |
| <i>Peso Cáscara</i> | 574,05 | 62,36 | 468 | 649,62 | 574,05 ± 27,33 |
| <i>Peso granos húmedo</i> | 251,26 | 151,58 | 94,5 | 530,2 | 251,26 ± 66,43 |
| <i>Peso mucílago</i> | 40,8 | 10,31 | 32 | 53 | 40,8 ± 4,52 |
| <i>No. Granos/ mazorca</i> | 52,83 | 14,74 | 24 | 63 | 52,83 ± 6,46 |
| PROPIEDADES QUIMICAS | | | | | |
| | <i>pH</i> | | 3,5 | | |
| | <i>°Brix</i> | | 18 | | |
| | <i>Acidez</i> | | 0,812 g ác.cítrico / 100 ml zumo | | |

Tabla 15. Caracterización fisicoquímica del cacao híbrido subtipo cundeamor.

4.1.4 Caracterización Técnica del Mucílago de Cacao

El análisis químico del mucílago de cacao realizado en el Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos C.I.C.T.A de la Universidad Industrial de Santander, muestra algunas diferencias respecto a los datos teóricos, debido a que sobre estos influyen aspectos anteriormente mencionados tales como son el clima en que fueron cultivados y los nutrientes provisionados en la época de producción. La pulpa tiene 17°Brix, una acidez de 0.95 expresada en porcentaje de ácido cítrico y un índice de maduración (IM) de 17.89. El valor calórico de la pulpa de cacao utilizada es de 60.32 kcal/100g, el porcentaje de proteína es de 0.48%, más alto al reportado en investigaciones anteriores. Ver anexo A.

4.2 ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL NÉCTAR

En el proceso de elaboración del néctar se evaluaron las ventajas y desventajas de las alternativas de cada operación unitaria propuesta, escogiendo las más adecuadas.

4.2.1 Proceso de Despulpado

Despulpado manual. Con esta alternativa se logra extraer el 17% de pulpa mucilaginosa del peso total de los granos húmedos. El tiempo de despulpado de 6kg de granos húmedos es aproximadamente 1 hora contando con dos operarios.

Despulpamiento con agitador mecánico y tamizado. Este método no es tan práctico como el método manual. Se logra extraer el 15% de pulpa del peso total de los granos húmedos con un tiempo de despulpado de aproximadamente hora y media para 6kg de granos húmedos, contando con dos operarios. La agitación que se realiza previamente para facilitar el desprendimiento de la pulpa afecta su calidad

porque involucra la adición de aire en su masa y produce oxidaciones de ciertos compuestos y propicia el crecimiento de hongos.

4.2.2 Proceso de homogenización

Licudo con cuchillas de acero inoxidable. Por medio de este método se consiguió la mejor homogenización de la pulpa; es un proceso rápido y satisfactorio. El único inconveniente puede ser el rompimiento de algunos enlaces químicos provocados por las cuchillas que ocasionen cambios en la composición de la pulpa, lo cual se puede observar por un ligero cambio de color en ésta.

Homogenización por agitación manual. La utilización del molinillo plástico no homogenizó completamente la pulpa, en consecuencia la textura no fue uniforme y quedaron partículas gruesas en suspensión por lo que hubo separación de fases.

Homogenización con mezclador eléctrico. Mediante esta operación se obtuvo una pulpa de textura suave pero con abundante espuma en la superficie que causó inconvenientes en la calidad final del producto. El tiempo de homogenización fue más largo que el utilizado en el proceso de licuado con cuchillas.

4.2.3 Pasteurización

El tratamiento térmico a 65°C durante 30 minutos desarrolló un sabor a cocido en el néctar y provocó un color pardo debido a la prolongada exposición a esta temperatura. La pasterización moderada a 77°C durante 1 minuto produjo un néctar de mejor calidad porque evitó el deterioro del sabor, el color, la textura y posibles efectos destructores sobre el valor nutritivo del néctar.

La sensibilidad de los componentes de los alimentos a las altas temperaturas es menor que la de los microorganismos. Así, en tanto que cada aumento de 10°C en la temperatura más o menos duplica la velocidad de las reacciones químicas que contribuyen al deterioro de los alimentos, también cada uno de estos aumentos de 10°C arriba de la temperatura máxima que permite el crecimiento de los microorganismos, multiplica por diez veces la velocidad de la destrucción de los mismos, luego las temperaturas más altas permiten reducir el tiempo requerido para la destrucción microbiana y el tiempo más breve propicia la retención de la calidad de los alimentos.

4.2.3.1 Envasado

El proceso de envasado en caliente y posterior enfriamiento causó deformaciones en los recipientes de polietileno por lo que se decidió emplear la técnica de enfriar primero el producto para luego envasarlo y así evitar daños en el empaque y serias modificaciones en el sabor de la bebida debido al plástico.

Una vez analizadas las ventajas y desventajas de las diferentes alternativas del proceso expuestas anteriormente, se elaboró el néctar de cacao con el proceso presentado en la siguiente figura:

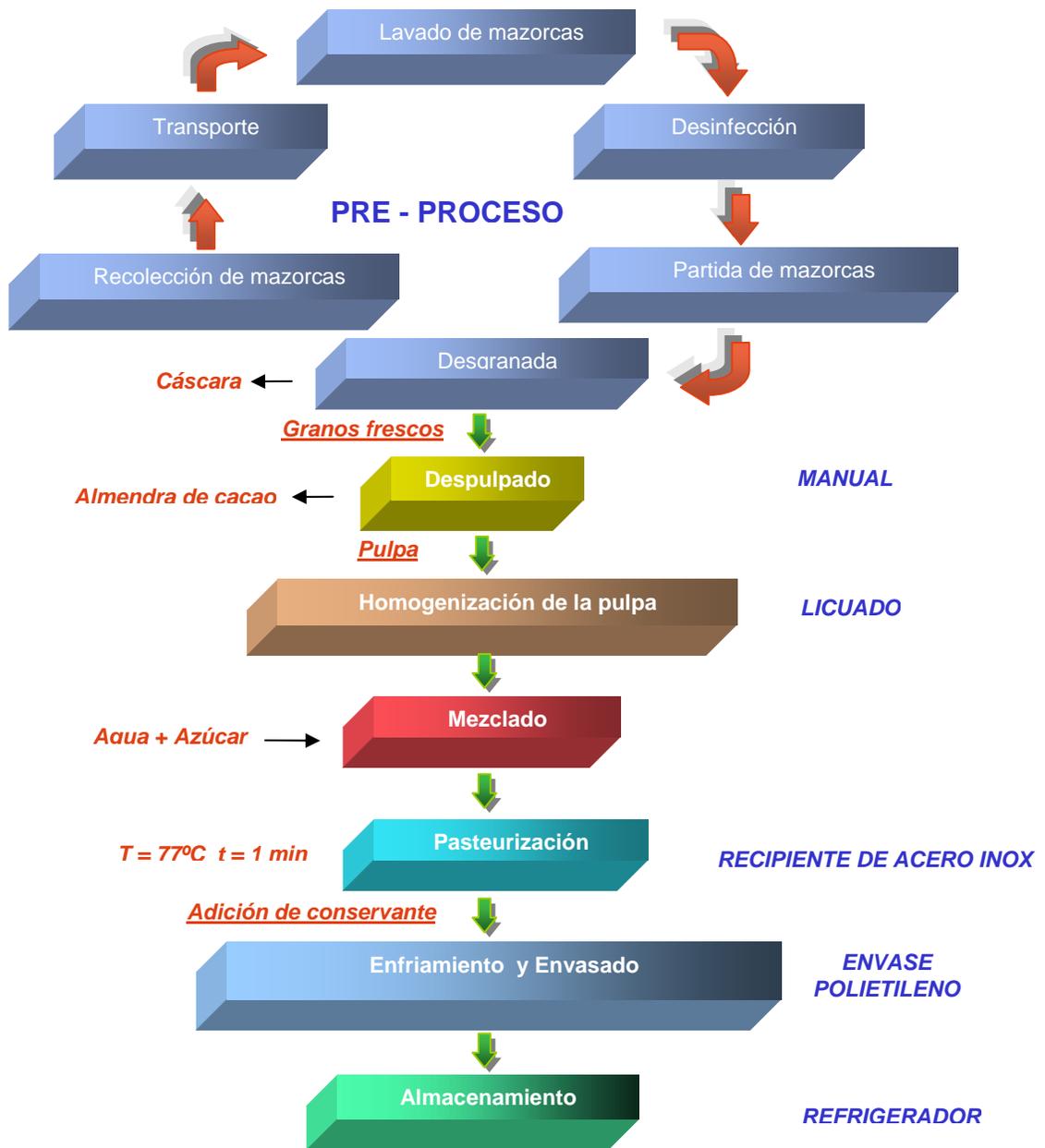


Figura 10. Proceso de elaboración de néctar de cacao.

4.3 Formulación del néctar de cacao

El cuestionario realizado para la definición del porcentaje de azúcar y pulpa se encuentra en el Anexo B.

Las composiciones másicas de los néctares elaborados para definir el porcentaje de azúcar se exponen en la Tabla 16 así como el pH y °Brix de cada uno.

| <i>Definición de % de azúcar</i> | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------|-----------|
| Néctar | %Mucílago | %Azúcar | Pulpa (ml) | Agua (ml) | Azúcar (g) | °Brix | pH |
| 1 | 20 | 5 | 134 | 514 | 34 | 8 | 3,66 |
| 2 | 20 | 8 | 182 | 673 | 75 | 9.5 | 3,72 |
| 3 | 30 | 5 | 294 | 654 | 50 | 11 | 3,57 |
| 4 | 30 | 8 | 97 | 207 | 27 | 12 | 3,62 |

Tabla 16. Composición másica de los néctares para definición del % de azúcar.

El 59% de los encuestados tuvo preferencia por el néctar de composición 30% pulpa y 5% azúcar (figura 11); el cual fue calificado como una bebida debidamente azucarada a diferencia de los otros néctares que fueron evaluados como insípidos o muy dulces.



Figura 11. Resultados de la encuesta realizada para definir el porcentaje de azúcar.

En la figura 12 se presentan los resultados obtenidos en el panel de degustación, donde el 55% de los encuestados mostraron preferencia por el néctar con el 30% de pulpa, por su agradable sabor. En la tabla 17 se reportan las composiciones del néctar; el pH y °Brix pertenecen al néctar recién elaborado.

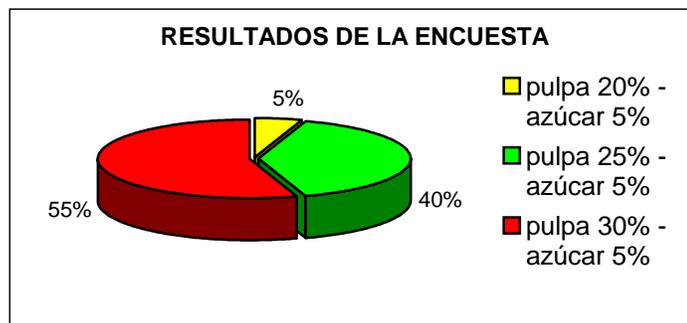


Figura 12. Resultados de la encuesta realizada para definir el porcentaje de pulpa.

| Definición de % de pulpa | | | | | | |
|--------------------------|---------------|------------|-----------|------------|-------|------|
| Néctar | Pulpa (% p/p) | Pulpa (ml) | Agua (ml) | Azúcar (g) | °Brix | pH |
| 1 | 20 | 133 | 514 | 34 | 10 | 3,76 |
| 2 | 25 | 147 | 453 | 30 | 11 | 3,73 |
| 3 | 30 | 136 | 303 | 23 | 11,5 | 3,73 |

Tabla 17. Composición másica de los néctares para definición del % de pulpa.

4.4 Resultados del seguimiento para el control de la calidad del néctar de cacao

Se efectuó con el propósito de garantizar la calidad y verificar que el período de vida útil fuera hasta de 30 días. Los controles realizados son de tipo fisicoquímico, microbiológico y finalmente organoléptico.

Los néctares con concentraciones de 500 y 1000 ppm de sorbato y benzoato en proporciones de 1:1, presentaron un sabor fuerte, dejando una sensación desagradable en el paladar, por lo que se decidió disminuir significativamente la concentración de estas sustancias conservadoras a 300 y 200 ppm.

4.4.1 Néctar no refrigerado

Comparando las figuras 13 y 14 en las que se presentan las curvas de pH de los néctares con concentraciones de 200 y 300 ppm (0.02% y 0.03%) de conservante, cuyas composiciones másicas se registran en la tabla 18, se observa que el néctar con 300 ppm de conservante presenta una disminución de pH más lenta que el néctar con 200 ppm, a una razón de 0.00285 y 0.00314 respectivamente.

| Néctar | Pulpa (% p/p) | Conservante (%p/p) | Pulpa (ml) | Agua (ml) | Azúcar (g) | Conservante | | °Brix | pH |
|--------|---------------|--------------------|------------|-----------|------------|--------------|-------------|-------|------|
| | | | | | | Benzoato (g) | Sorbato (g) | | |
| 1 | 30 | 0.03 | 389 | 867 | 67 | 0,2 | 0,2 | 11 | 3,59 |
| 2 | 30 | 0.02 | 389 | 867 | 67 | 0,1334 | 0,1334 | 10,5 | 3,54 |

Tabla 18. Composición másica de los néctares con 0.02% y 0.03% de conservante.

Se observa en las gráficas 13 y 14 el comportamiento del pH con respecto al tiempo para el néctar almacenado a temperatura ambiente, el cual varía en un rango de 3.59 – 3.49 en un período de 35 días para el néctar conservado con 0.03 % de sorbato y benzoato y de 3.54 - 3.43 para el néctar con 0.02% de conservante; esta

variación normal se debe a que los microorganismos presentes tienden a acidificar el néctar.

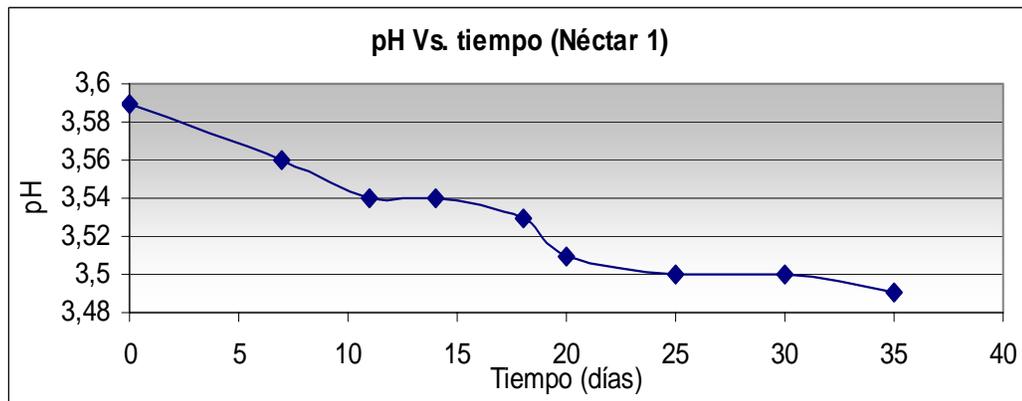


Figura 13. Curva de pH con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 0.03% de conservante.

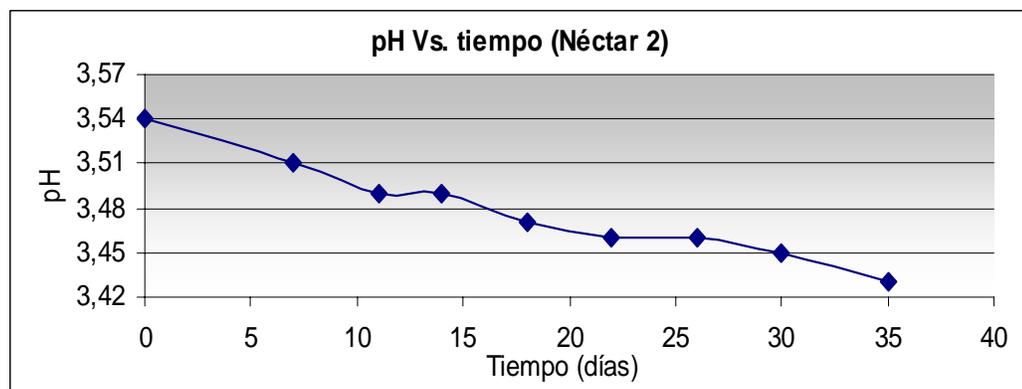


Figura 14. Curva de pH con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 0.02% de conservante.

Como se muestra en las figuras 15 y 16, los sólidos solubles en el néctar de cacao o grados Brix se hallan dentro de los límites exigidos en la resolución del Ministerio de Salud No 7992 del 21 de junio de 1991, que establece un mínimo de 10°Brix.

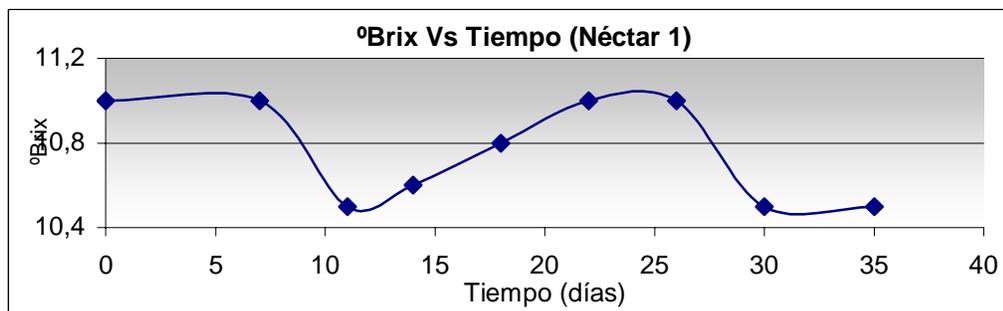


Figura 15. Curva de °Brix con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 0.03% de conservante.

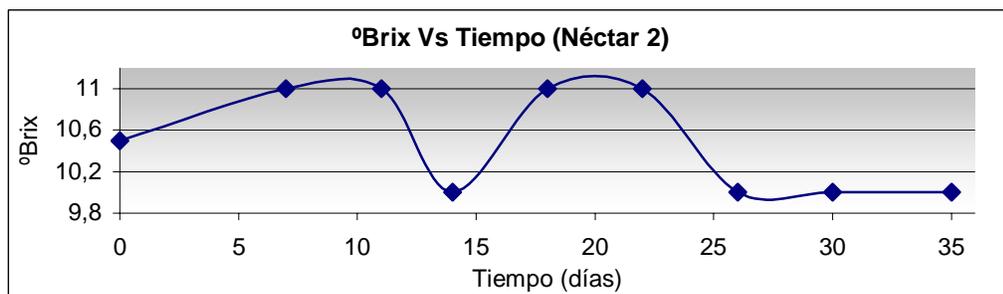


Figura 16. °Brix con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 0.02% de conservante.

Las variaciones en los °Brix del néctar son debidas principalmente a la sedimentación de los azúcares en el momento previo al proceso de envasado, dando como resultado mezclas heterogéneas del néctar. La otra razón es la insuficiente agitación del néctar en el momento de realizar la medición de los grados Brix.

El néctar con 0.02% (200ppm) de conservante microbiológicamente se encontró dentro de los límites y presentó un recuento total de bacterias mesófilas de 30000 y 2000 de levaduras siendo 50000 y 2000 el límite respectivamente; por lo tanto la dosis utilizada no fue suficiente. La apariencia de este néctar no fue agradable y

luego de cierto tiempo el pardeamiento se hizo notorio. Los análisis microbiológicos para el néctar con 0.03% de conservante fueron satisfactorios y la bebida resultó apta para el consumo humano. En el anexo C se presentan los análisis y resultados del laboratorio.

4.4.2 Néctar refrigerado

Los néctares almacenados bajo condiciones de refrigeración presentaron una gran estabilidad de sus propiedades organolépticas y fisicoquímicas.

Se observa en las gráficas 17 y 18 el comportamiento del pH con respecto al tiempo para el néctar almacenado a temperatura ambiente, el cual varía en un rango de 3.59 – 3.55 en un período de 35 días para el néctar conservado con 0.02 % de sustancias conservadoras y de 3.66 - 3.61 para el néctar con 0.03% de conservante; esta variación normal se debe a que los microorganismos presentes tienden a acidificar el néctar.

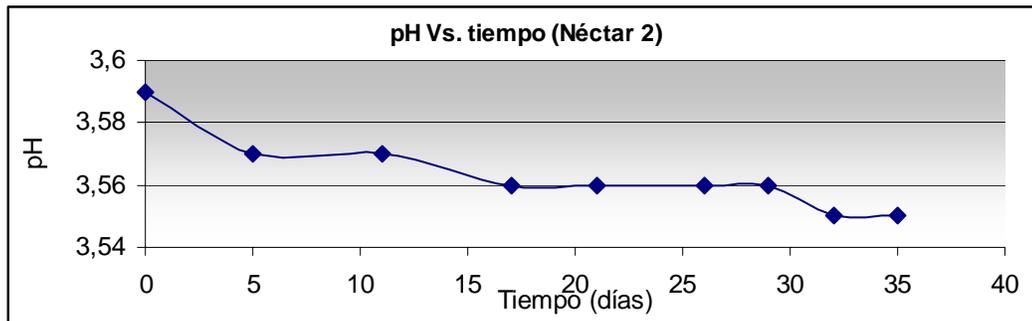


Figura 17. Curva de pH con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 0.02% de conservante.

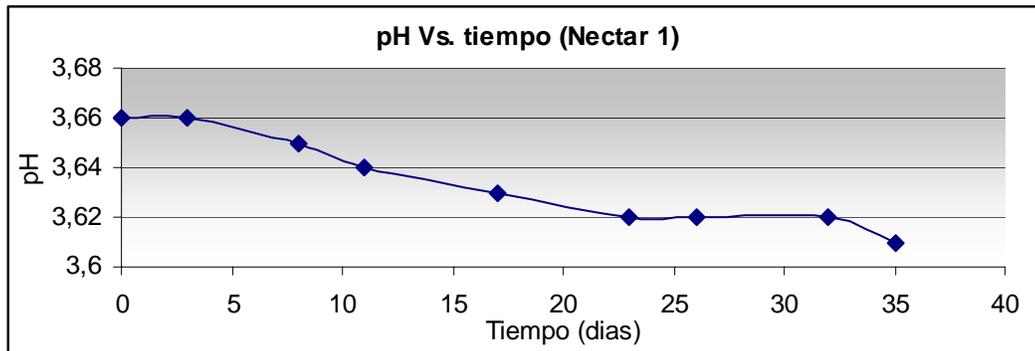


Figura 18. Curva de pH con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 0.03% de conservante.

En las figuras 19 y 20 se presenta el comportamiento de los grados Brix con respecto al tiempo los cuales varían en un intervalo de 10-11 para el néctar elaborado con 0.03% (300ppm) de conservante y de 10.5-11.5 para el néctar preparado con 0.02% (200ppm) de conservante; estas fluctuaciones se generan porque se producen mezclas heterogéneas en el momento de envasar el producto y al instante de realizar la medición no hay suficiente agitación.

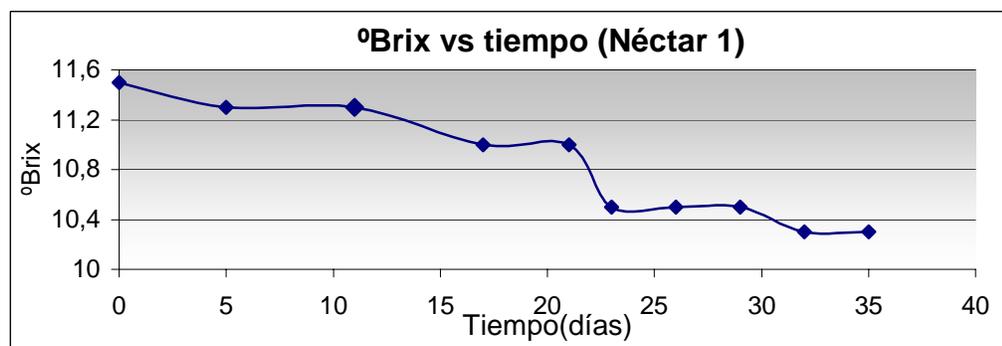


Figura 19. Curva de °Brix con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 0.03% de conservante.

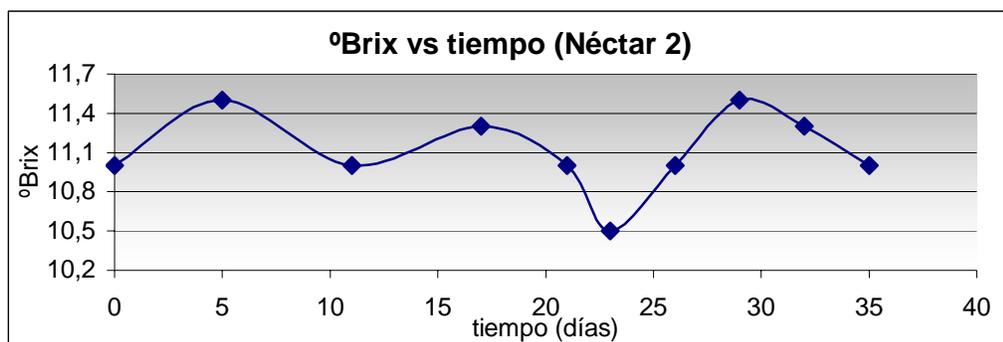


Figura 20. Curva de °Brix con respecto al tiempo del néctar de 30% de pulpa y 200ppm.

En el Anexo D se encuentran los resultados microbiológicos de los néctares tratados bajo condiciones de refrigeración, los cuales muestran una excelente calidad microbiológica siendo el néctar de 30% de pulpa y 0.03% el de mejor conservación con un recuento total de Bacterias Mesófilicas en un valor menos de 100 y de 10 para recuento de levaduras; igualmente el néctar de 0.02% se encuentra conservado pero menos favorable con un Recuento total de Bacterias Mesófilicas de 30000 y 2000 para las levaduras; los dos néctares son microbiológicamente aptos para el consumo humano.

Lo anterior demuestra que el método de conservación empleado para el néctar fue adecuado dando resultados satisfactorios, lo que se atribuye a la serie de procesos involucrados para tal fin como fueron la pasteurización, la refrigeración, adición de conservantes y la aplicación de las Normas HACCP de calidad.

4.5 Evaluación Sensorial del néctar

El panel de degustación se realizó con 75 panelistas no entrenados de diferentes edades y ambos sexos; el formato (Ver Anexo E) se diseñó para evaluar las características organolépticas del néctar de 30% de pulpa y 300ppm, el cual resultó

favorable microbiológica y fisicoquimicamente; las propiedades se evalúan en el siguiente orden: Sabor, Color, Apariencia, Consistencia y Aroma.

Sabor. El néctar según la figura 21 los panelistas lo caracterizaron como un producto ligeramente dulce, aunque algunos encuestados opinaron que la bebida es una combinación entre dulce y ácida, lo que le da un gran atractivo.

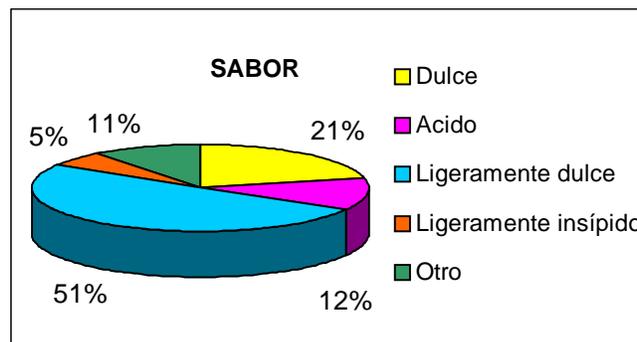


Figura 21. Resultados de la encuesta con respecto al sabor del néctar.

El sabor de la fruta fue comparada por los encuestados con el de otras frutas tales como guanábana, pera y badea.

Apariencia. Es un producto de apariencia agradable, es decir que no presenta partículas extrañas como semillas, raíces ni otros.

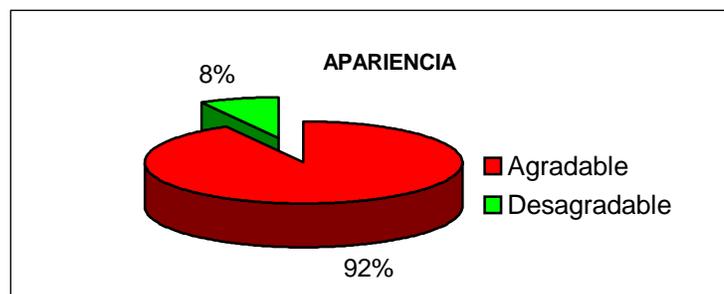


Figura 22. Resultados de la encuesta con respecto a la apariencia del néctar.

Consistencia. Es una bebida de textura fina, que al ingerirlo no deja ningún tipo de molestia en el paladar por lo que la mayoría de los encuestados lo describieron como una bebida de consistencia suave. Ver figura 23.

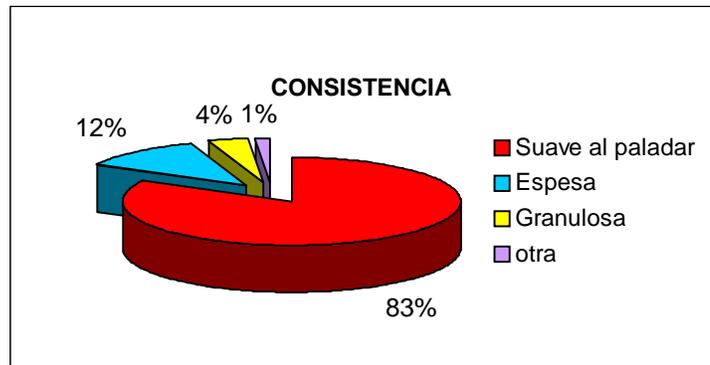


Figura 23. Resultados de la encuesta con respecto a la consistencia del néctar.

Color. La figura 24, señala que el color representativo del néctar es el blanco perlado característico del mucílago de cacao.

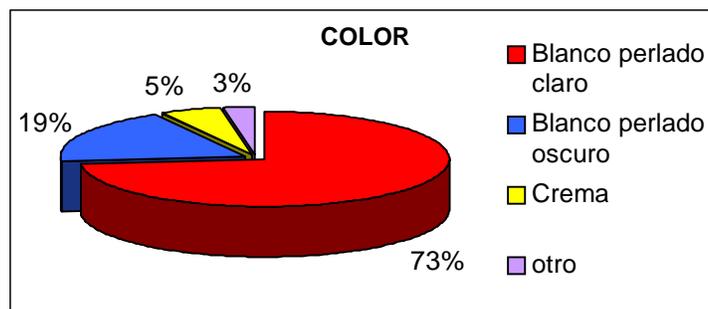


Figura 24. Resultados de la encuesta con respecto al color del néctar.

Aroma. Al igual que el color el aroma del néctar es característico del mucílago del cacao por lo que al desconocerse la fruta por parte de los panelistas lo describieron como un aroma moderado diferente.

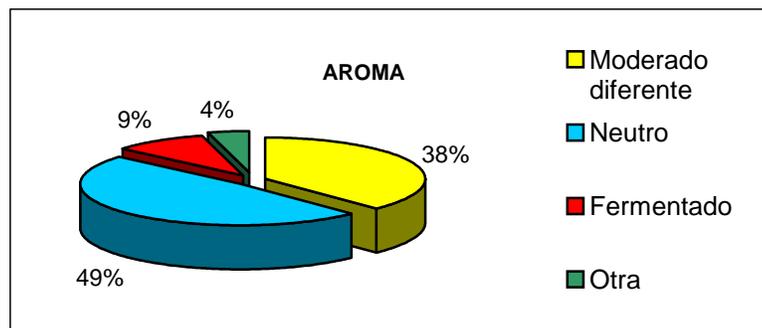


Figura 25. Resultados de la encuesta con respecto al aroma del néctar.

4.6 Características del producto final

En el anexo F se encuentra los resultados del análisis bromatológico realizado para un néctar con un mes de elaboración y uno recién elaborado. La siguiente tabla reúne las características del néctar final.

| COMPOSICIÓN MÁSCICA | |
|--|----------------------------|
| Pulpa (%p/p) | 30 |
| Azúcar (%p/p) | 5 |
| Conservante (ppm) | 300 |
| PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS | |
| pH | 3.65 |
| °Brix | 11.5 |
| Acidez expresada en % de ácido cítrico | 0.36 |
| PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS | |
| Sabor | Ligeramente dulce |
| Color | Blanco perlado |
| Textura | Suave al paladar |
| Aroma | Característico de la pulpa |

Tabla 19. Características del néctar de cacao final.

4.7 Puntos Críticos de Control en el proceso

En la tabla 20 se estiman los puntos críticos de control asociados a la adecuación de la materia prima, así como a la producción del néctar. Se identifican los peligros de contaminación en cada una de las etapas del proceso y se consideran las acciones correctivas. La aplicación de este sistema de control dio como resultado un néctar con mínimos niveles de contaminación verificados en las pruebas de calidad realizadas.

| PUNTO CRITICO DE CONTROL (PCC) | PELIGROS A CONTROLAR | ACCIONES CORRECTIVAS |
|--|---|---|
| 1. Selección y clasificación de la materia prima. | Contaminación y deterioro prematuro por contacto con fruta enferma. | Separar las frutas sanas de las descompuestas. |
| 2. Higienización del operario, materiales y equipos que entran en contacto con la materia prima. | Contaminación por hongos, bacterias, levaduras, materia terrosa, parásitos y residuos. | El operario debe usar los implementos de seguridad y protección (guantes, tapabocas, gorro, botas y bata), perfectamente limpios. El sitio de trabajo debe estar ordenado e higienizado, libre de mugre en el piso, techos, puertas, paredes, rejillas y sifones. Los materiales y equipos deben esterilizarse antes de ser utilizados. |
| 3. Lavado y desinfección de la materia prima. | Contaminación química o biológica de la superficie de las frutas, por el uso de agua contaminada y desinfectantes inadecuados o en concentraciones altas. | Lavar con jabones que no dejen aroma y que ablanden y retiren la mugre. Si hay resistencia se debe aplicar el refregado fuerte y en orden por todas las áreas. Enjuagar con abundante agua potable que corra y se renueve. Controlar la concentración de las sustancias desinfectantes y la cantidad de veces que se ha de utilizar. La rotación sugerida es de tres lotes. |

| PUNTO CRITICO DE CONTROL (PCC) | PELIGROS A CONTROLAR | ACCIONES CORRECTIVAS |
|---------------------------------------|--|---|
| 4. Despulpado | Durante este proceso se causa demasiada aireación de la pulpa, con los efectos negativos de oxidaciones, formación de espuma y favorecimiento de los cambios de color y sabor en ciertas pulpas. | Se recomienda exponer lo menos posible la pulpa al medio ambiente. Esto se logra si inmediatamente se obtiene la pulpa, se cubre, o se la envía por tubería desde la salida de la despulpadora hasta un tanque de almacenamiento. |
| 5. Homogenización y Mezclado | Cambios en el color, pérdidas en el aroma y sabor así como el desarrollo de otros desagradables a causa de oxidaciones; daño de vitaminas y formación de espumas. | Disminuir el tiempo de exposición las materias primas al aire durante el proceso o realizar un proceso de desaireación. |
| 6. Pasteurización | Aunque es un tratamiento térmico relativamente suave, puede presentarse pardeamiento enzimático, pérdida en los componentes aromáticos volátiles y en vitaminas. | Controlar la temperatura y el tiempo empleado en este proceso. |

| | | |
|--|--|--|
| 7. Envasado Sellado Almacenamiento | Supervivencia de microorganismos por invasión de oxígeno | de recipientes adecuados y compatibles con las pulpas. |
|--|--|--|

Tabla 20. Puntos Críticos de Control del proceso.

4.8 Balance de materia

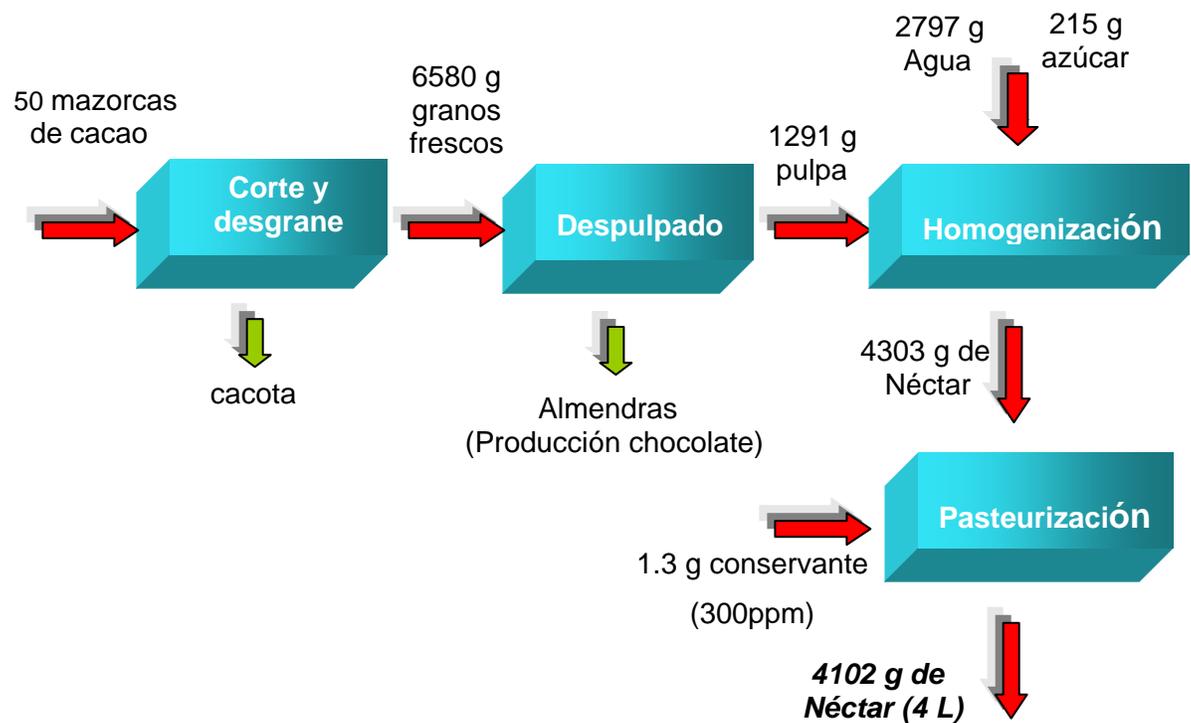


Figura 26. Balance de materia del proceso de producción de néctar de cacao.

CONCLUSIONES

- Con este trabajo de investigación obtuvo un néctar a partir del mucílago del cacao, el cual cumplió con todas las características microbiológicas, fisicoquímicas y organolépticas requeridas por la Norma Técnica Colombiana 659 mediante el desarrollo experimental de un nuevo proceso con el cual se da un valor agregado al cacao y otra alternativa de mercado para el campesino cultivador.
- El tiempo de desgrane (tiempo transcurrido entre la toma de la mazorca del árbol y la extracción del grano) es una de las etapas que afecta el rendimiento, la producción y la calidad del néctar de cacao, porque cuanto mayor es este tiempo se origina el inicio de la fermentación de la pulpa mucilaginoso dentro de la mazorca.
- El proceso de despulpado se considera la operación unitaria crítica del proceso debido a que se expone la pulpa de cacao durante un tiempo significativo permitiendo su posible oxidación y contaminación afectando la calidad microbiológica del producto final y su conservación.
- El conjunto de técnicas de conservación que se emplearon fueron adecuados porque se lograron resultados satisfactorios con mínimos niveles de contaminación en el néctar seleccionado, lo que se atribuye a la serie de procesos involucrados para tal fin como fueron un escrupuloso programa de higiene y sanidad en el lugar de trabajo, la pasteurización, la refrigeración y adición de conservantes.

RECOMENDACIONES

- La construcción y puesta en marcha de una máquina desmucilagadora aumentaría el rendimiento del proceso y se aprovecharía y manipularía de mejor manera la pulpa lo que afectaría de manera positiva la calidad del producto final
- Sería interesante realizar pruebas repetitivas y hacer un estudio estadístico sobre la caracterización fisicoquímica de los subtipos angoleta, amelonado y cundeamor de la región de Santander.
- Es necesario realizar un análisis técnico-económico que estudie la factibilidad de la producción de néctar de cacao desde el punto de vista del cultivador es decir sin compra de materia prima y para una industria dedicada exclusivamente al beneficio del cacao.

BIBLIOGRAFIA

1. Federación Nacional de Cacaoteros (Colombia). Cultivo de cacao. Bogotá: FEDECACAO, 1998. p. 7-22.
2. ROSSER S. Chocolate-divine food, fattening junk or nutritious supplementation? Eur J Clin Nutr 1997; 51: 341-345.
3. MEJIA F. Luis y ARGUELLO C. Orlando. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Corpoica. Bucaramanga 2000. p. 26-31, 136-142.
4. CACAO: Descripción [Documento en línea]. Disponible en Internet : <<http://www.unctad.org/infocomm/espagnol/cacao/descripc.htm>>
5. REVISTA FONDO NACIONAL DEL CACAO. El beneficio y características físico-químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.). FEDECACAO 2004. p. 22-30.
6. NOSTI NAVA, Jaime. Cacao, café y té. Barcelona, España: Salvat, 1963. p. 74 – 81, 304 – 322. (Colección agrícola Salvat).
7. EL CHOCOLATE: LA DULZURA DEL SUR. [Documento en línea]. Disponible en Internet : <http://www.pangea.org/edualter/material/explotacion/unidad5_1.htm>
8. LOZANO, Ricardo A. y DITTMAR, Hans F. Beneficio del cacao en Colombia. CONFERENCIA INTERAMERICANA DEL CACAO. (7ª: 1958: Palmira,

- Colombia). Memorias 7ª Conferencia Interamericana del Cacao. Palmira, Colombia: MINISTERIO DE AGRICULTURA – DIA, 1958. P. 409 – 413, 505 – 511.
9. PARRA C., Alfonso y HERNANDEZ H., Eugenio. Fisiología Postcosecha de Frutas y Hortalizas. 2 ed. Santafé de Bogotá. Publicaciones U.N. 1997. p. 68.
 10. PINHO, M. e SANTANA. Sistema de produção de cacau no Recôncavo da Bahía: Aproveitamento dos Subprodutos do Cacao. Brasil. p. 61-65.
 11. CACAU O FRUTO DE OURO. [Documento en línea]. Disponible en Internet : <http://www.orlandocruz.com.br>
 12. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Frutas Procesadas. Jugos y Pulpas de Frutas. Santafé de Bogotá. ICONTEC, 1998. (NTC 404 y 659).
 13. VILLAMIZAR de B., Fanny. Manual de prácticas de procesos agrícolas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 1983. p. 165.
 14. GENERALIDADES SOBRE LA OBTENCION DE NECTARES. [Documento en línea]. Disponible en internet: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obnecfru/p1.htm>
 15. FELLOW, P. Tecnología del procesado de los alimentos: Teoría y práctica. Editorial Acribia S.A . Zaragoza. España. 1994. p. 210-219.
 16. LÜCK Erik. Conservación química de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza; España. 1981.

17. CONTRERAS C. Claudia y GALVIS S. Diana. Elaboración de bebidas saborizadas como complemento nutricional sobre la base de lactosuero dulce. UNAD. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Departamento de Alimentos. 1998.

18. POTTER N., Norman. La Ciencia de los Alimentos. Editorial Edutex, S.A. México 1973. p. 143-166, 560.

ANEXO A
RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL MUCÍLAGO DE CACAO

| | | | | |
|---|--|--|----------------------|---------------|
|  | CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS -CICTA- | REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYO | F-5.10-01 | |
| | | | Fecha: 30-07-2004 | Versión: 1 |
| | | | Autorizó: Aidé Perea | Página 1 de 1 |

INFORME DE RESULTADOS

FECHA: Mayo 27 de 2005

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE/EMPRESA: Marilyn Jaimes Jaimes – Proyecto Cacao

DIRECCIÓN: Calle 89 No. 24 -08 Diamante 2

TELÉFONO: 6316284

DATOS GENERALES

PRODUCTO: Mucílago de cacao

DESCRIPCIÓN: Mucílago de cacao

CÓDIGO: M060

FECHA DE RECEPCIÓN: Mayo 19 de 2005

MUESTREO: Muestra traída al laboratorio

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADO MUESTRA | MÉTODO DE ANÁLISIS |
|----------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Humedad | % | 84,55 | Gravimétrico |
| Ceniza | % | 0,31 | Gravimétrico |
| Proteína | % | 0,48 | Kjeldalk |
| Grasa | % | 0,04 | Gravimétrico |
| Fibra | % | 0,09 | Gravimétrico |
| E.N.N. | % | 14,53 | - |
| Valor calórico | Kcal/100gr | 60,32 | - |
| Acidez | % Ácido cítrico | 0,95 | Volumétrico |

E.N.N. Extracto no nitrogenado

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR

AUTORIZADO POR

NOTA: ESTE INFORME DE RESULTADOS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS ANALIZADAS, NO PUEDEN SER NI PARCIAL NI TOTALMENTE REPRODUCIDOS SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO.



ANEXO B
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA

ENCUESTA DEFINICIÓN DE PORCENTAJE DE AZÚCAR

Lo invitamos a degustar este nuevo néctar y queremos conocer su opinión. Por favor marque con una X el néctar que más le guste:

Néctar 2005 _____

Néctar 2008 _____

Néctar 3005 _____

Néctar 3008 _____

ENCUESTA DEFINICIÓN DE PORCENTAJE DE PULPA

Lo invitamos a degustar este nuevo néctar y queremos conocer su opinión. Por favor marque con una X el néctar que más le guste:

Néctar 3005 _____

Néctar 2505 _____

Néctar 2005 _____

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO C

PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS NECTAR NO REFRIGERADO



**LABORATORIO
BACTERIOLÓGICO
DE ALIMENTOS**
Dra Yadira Campillo Orozco
Aprobación M.S.P. Res. 01320 de 1986

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

| | |
|-----------------------------|---|
| <i>Muestra No</i> | 12457 |
| <i>Muestra</i> | JUGO DE MUSÍLAGO DE CACAO |
| <i>Solicitante</i> | MARILYN JAIMES |
| <i>Fecha de Llegada</i> | 13 de mayo de 2005 |
| <i>Objeto del Análisis</i> | Conocer la calidad microbiológica |
| <i>Lugar de Recolección</i> | Muestra traída al laboratorio |
| <i>Observaciones</i> | FP: Abril 5 30% pulpa 200ppm Temperatura: Ambiente Empaque: frasco plástico sellado |

ANALISIS Y RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

| PARAMETRO | RESULTADO | UNIDADES | *LIMITE | TÉCNICA |
|---|--------------|----------|---------|-----------------------|
| Recuento Total de Bacterias Mesofílicas | 30000 | ufc/cc | 50000 | PLACA PROFUNDA |
| Coliformes Totales | Menos de 3 | mic/cc | 29 | NUMERO MÁS PROBABLE |
| Coliformes Fecales | Menos de 3 | mic/cc | < 3 | NUMERO MÁS PROBABLE |
| Rec. de <i>Stafilococo coagulasa</i> positiva | Menos de 100 | ufc/cc | <100 | SIEMBRA EN SUPERFICIE |
| Recuento de levaduras | 2000 | mic/cc | 3000 | PLACA PROFUNDA |
| Recuento de Esporas Sulfito Reductor | Menos de 10 | mic/cc | < 10 | ANAEROBIOSIS EN TUBO |

* Parámetros dados por el INVIMA para "Jugos y pulpas de fruta congelados (sin concentrar, no herméticos)"

Conclusiones y Observaciones

LA MUESTRA SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS LÍMITES MICROBIOLÓGICOS EXIGIDOS PARA PRODUCTOS DE ESTA NATURALEZA.

LABORATORIO BACTERIOLÓGICO
de ALIMENTOS

Dra. Yadira Campillo Orozco
Bacterióloga



**LABORATORIO
BACTERIOLOGICO
DE ALIMENTOS**
Dra Yadira Campillo Orozco
Aprobación M.S.P. Res. 01320 de 1986

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Muestra No 12458
Muestra JUGO DE MUSÍLAGO DE CACAO
Solicitante MARILYN JAIMES
Fecha de llegada 13 de mayo de 2005
Objeto del Análisis Conocer la calidad microbiológica
Lugar de Recolección Muestra traída al laboratorio
Observaciones FP: Abril 5 30% pulpa 300ppm
Temperatura: Ambiente
Empaque: frasco plástico sellado

ANALISIS Y RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

| PARAMETRO | RESULTADO | UNIDADES | *LIMITE | TÉCNICA |
|---|--------------|----------|---------|-----------------------|
| Recuento Total de Bacterias Mesofílicas | Menos de 100 | ufc/cc | 50000 | PLACA PROFUNDA |
| Coliformes Totales | Menos de 3 | mic/cc | 29 | NUMERO MÁS PROBABLE |
| Coliformes Fecales | Menos de 3 | mic/cc | < 3 | NÚMERO MÁS PROBABLE |
| Rec. de <i>Stafilococo coagulasa</i> positiva | Menos de 100 | ufc/cc | < 100 | SIEMBRA EN SUPERFICIE |
| Recuento de Hongos y levaduras | 10 | mic/cc | 3000 | PLACA PROFUNDA |
| Recuento de Esporas Sulfito Reductor | Menos de 10 | mic/cc | < 10 | ANAEROBIOSIS EN TUBO |

* Parámetros dados por el INVIMA para "Jugos y pulpas de fruta congelados (sin concentrar, no herméticos)"

Conclusiones y Observaciones

MUESTRA MICROBIOLÓGICAMENTE SATISFATORIA Y APTA PARA EL CONSUMO HUMANO.

LABORATORIO BACTERIOLOGICO
de ALIMENTOS

Dra. Yadira Campillo Orozco
Bacterióloga

ANEXO D

PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS NECTAR REFRIGERADO



**LABORATORIO
BACTERIOLÓGICO
DE ALIMENTOS**
Dra Yadir Campillo Orozco
Aprobación M.S.P. Res. 01320 de 1986

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Muestra No 12459
Muestra JUGO DE MUSÍLAGO DE CACAO
Solicitante MARILYN JAIMES
Fecha de Llegada 13 de mayo de 2005
Objeto del Análisis Conocer la calidad microbiológica
Lugar de Recolección Muestra traída al laboratorio
Observaciones FP: Abril 18 300ppm
Temperatura: Refrigerado
Empaque: frasco plástico sellado

ANÁLISIS Y RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

| PARAMETRO | RESULTADO | UNIDADES | *LÍMITE | TÉCNICA |
|---|--------------|----------|---------|-----------------------|
| Recuento Total de Bacterias Mesofilicas | Menos de 100 | ufc/cc | 50000 | PLACA PROFUNDA |
| Coliformes Totales | Menos de 3 | mic/cc | 29 | NÚMERO MÁS PROBABLE |
| Coliformes Fecales | Menos de 3 | mic/cc | < 3 | NÚMERO MÁS PROBABLE |
| Rec. de <i>Stafilococo coagulasa</i> positiva | Menos de 100 | ufc/cc | <100 | SIEMBRA EN SUPERFICIE |
| Recuento de Hongos y levaduras | Menos de 10 | mic/cc | 3000 | PLACA PROFUNDA |
| Recuento de Esporas Sulfito Reductor | Menos de 10 | mic/cc | < 10 | ANAEROBIOSIS EN TUBO |

* Parámetros dados por el INVIMA para "Jugos y pulpas de fruta congelados (sin concentrar, no herméticos)"

Conclusiones y Observaciones

MUESTRA MICROBIOLÓGICAMENTE SATISFACTORIA Y APTA PARA EL CONSUMO HUMANO.

LABORATORIO BACTERIOLÓGICO
DE ALIMENTOS

Dra. Yadir Campillo Orozco
Bacterióloga



**LABORATORIO
BACTERIOLOGICO
DE ALIMENTOS**
Dra Yadira Campillo Orozco
Aprobación M.S.P. Res. 01320 de 1986

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Muestra No 12459
Muestra JUGO DE MUSÍLAGO DE CACAO
Solicitante MARILYN JAIMES
Fecha de llegada 13 de mayo de 2005
Objeto del Análisis Conocer la calidad microbiológica
Lugar de Recolección Muestra traída al laboratorio
Observaciones FP: Abril 18 200ppm
Temperatura: Refrigerado
Empaque: frasco plástico sellado

ANALISIS Y RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

| PARAMETRO | RESULTADO | UNIDADES | *LIMITE | TÉCNICA |
|---|--------------|----------|---------|-----------------------|
| Recuento Total de Bacterias Mesofílicas | Menos de 100 | ufc/cc | 50000 | PLACA PROFUNDA |
| Coliformes Totales | Menos de 3 | mic/cc | 29 | NÚMERO MÁS PROBABLE |
| Coliformes Fecales | Menos de 3 | mic/cc | < 3 | NÚMERO MÁS PROBABLE |
| Rec. de <i>Stafilococo coagulasa</i> positiva | Menos de 100 | ufc/cc | <100 | SIEMBRA EN SUPERFICIE |
| Recuento de Hongos y levaduras | Menos de 10 | mic/cc | 3000 | PLACA PROFUNDA |
| Recuento de Esporas Sulfito Reductor | Menos de 10 | mic/cc | < 10 | ANAEROBIOSIS EN TUBO |

* Parámetros dados por el INVIMA para "Jugos y pulpas de fruta congelados (sin concentrar, no herméticos)"

Conclusiones y Observaciones

MUESTRA MICROBIOLÓGICAMENTE SATISFACTORIA Y APTA PARA EL CONSUMO HUMANO.

LABORATORIO BACTERIOLOGICO
DE ALIMENTOS



Dra. Yadira Campillo Orozco
Bacterióloga

ANEXO E
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

Lo invitamos a degustar este nuevo néctar y queremos conocer su opinión. Por favor seleccionar la respuesta que usted considere adecuada encerrándola en un círculo.

1. El sabor del néctar es:
 - a. Amargo
 - b. Dulce
 - c. Acido
 - d. Ligeramente dulce
 - e. Ligeramente insípido
 - f. Otro _____

2. El sabor del néctar es característico a alguna fruta o producto que usted conoce?
SI _____ NO _____ CUAL? _____

3. El color del néctar es:
 - a. Blanco perlado claro
 - b. Blanco perlado oscuro
 - c. Crema
 - d. Ligeramente amarillo
 - e. Amarillo

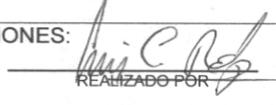
4. La apariencia del néctar es:
 - a. Agradable
 - b. Desagradable

5. La consistencia del néctar (sensación en el paladar) es:
 - a. Suave al paladar
 - b. Espesa
 - c. Granulosa
 - d. Otra. Cual? _____

6. Presenta un aroma:
 - a. Moderado diferente
 - b. Neutro
 - c. Fermentado
 - d. Otra. Cuál? _____

ANEXO F
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL NÉCTAR FINAL

| | | | | |
|---|---|--|----------------------|---------------|
|  | CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS -CICTA- | REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYO | F-5.10-01 | |
| | | | Fecha: 30-07-2004 | Versión: 1 |
| | | | Autorizó: Aidé Perea | Página 1 de 1 |

| INFORME DE RESULTADOS | | | |
|---|-----------------|---|--------------------|
| FECHA: Mayo 27 de 2005 | | | |
| DATOS DEL CLIENTE | | | |
| NOMBRE/EMPRESA: : Marilyn Jaimes Jaimes – Proyecto Cacao | | | |
| DIRECCIÓN: Calle 89 No. 24 -08 Diamante 2 | | | |
| TELÉFONO: 6316284 | | | |
| DATOS GENERALES | | | |
| PRODUCTO: Néctar | | | |
| DESCRIPCIÓN: Néctar de mucílago de cacao (mayo 19/05) | | | |
| CÓDIGO: M058 | | | |
| FECHA DE RECEPCIÓN: Mayo 19 de 2005 | | | |
| MUESTREO: Muestra traída al laboratorio | | | |
| ANÁLISIS FISIQUÍMICO | | | |
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADO MUESTRA | MÉTODO DE ANÁLISIS |
| Humedad | % | 88,99 | Gravimétrico |
| Ceniza | % | 0,17 | Gravimétrico |
| Proteína | % | 0,19 | Kjeldalk |
| Grasa | % | 0,01 | Gravimétrico |
| Fibra | % | 0,06 | Gravimétrico |
| E.N.N. | % | 10,58 | - |
| Valor calórico | Kcal/100gr | 43,15 | - |
| Acidez | % Ácido cítrico | 0,36 | Volumétrico |
| E.N.N. Extracto no nitrogenado | | | |
| OBSERVACIONES: | | | |
|  <small>REALIZADO POR</small> | |  <small>AUTORIZADO POR</small> | |
| NOTA: ESTE INFORME DE RESULTADOS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS ANALIZADAS, NO PUEDEN SER NI PARCIAL NI TOTALMENTE REPRODUCIDOS SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO. | | | |

| | | | | |
|---|---|---------------------------------------|----------------------|---------------|
|  | CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS -CICTA- | REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYO | F-5.10-01 | |
| | | | Fecha: 30-07-2004 | Versión: 1 |
| | | | Autorizó: Aidé Perea | Página 1 de 1 |

INFORME DE RESULTADOS

FECHA: Mayo 27 de 2005

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE/EMPRESA: Marilyn Jaimes Jaimes – Proyecto Cacao

DIRECCIÓN: Calle 89 No. 24 -08 Diamante 2

TELÉFONO: 6316284

DATOS GENERALES

PRODUCTO: Néctar

DESCRIPCIÓN: Néctar de mucílago de cacao (19 de abril)

CÓDIGO: M059

FECHA DE RECEPCIÓN: Mayo 19 de 2005

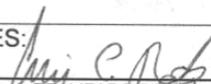
MUESTREO: Muestra traída al laboratorio

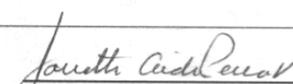
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADO MUESTRA | MÉTODO DE ANÁLISIS |
|----------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Humedad | % | 89,40 | Gravimétrico |
| Ceniza | % | 0,14 | Gravimétrico |
| Proteína | % | 0,18 | Kjeldalk |
| Grasa | % | 0,02 | Gravimétrico |
| Fibra | % | 0,08 | Gravimétrico |
| E.N.N. | % | 10,18 | - |
| Valor calórico | Kcal/100gr | 41,58 | - |
| Acidez | % Ácido cítrico | 0,34 | Volumétrico |

E.N.N. Extracto no nitrogenado

OBSERVACIONES:


REALIZADO POR


AUTORIZADO POR

NOTA: ESTE INFORME DE RESULTADOS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS ANALIZADAS, NO PUEDEN SER NI PARCIAL NI TOTALMENTE REPRODUCIDOS SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO.