

# APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DEL CACAO (THEOBROMA CACAO L.) CON FINES AGROALIMENTARIOS



## TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS:

Se autoriza la reproducción de esta obra con fines educativos y otros que no sean comerciales sin permiso escrito previo detentar el derecho de autor, siempre y cuando se mencione la cita de los autores de esta obra.

© Vera Chang, Jaime Fabián

© Ediciones Gesticap.

El Carmen, Manabí, Ecuador

[www.gesticap.com](http://www.gesticap.com)

**ISBN: 978-9942-626-18-9.**

Deposito legal:

1ra Edición: Ediciones Gesticap, Calle 24 de julio y Ave 3 de julio, El Carmen, Manabí Ecuador.

Copyright © Diciembre 2023.

## COMO CITAR ESTE LIBRO:

Vera Chang, J. F. (2023). Aprovechamiento de residuos del cacao (*Theobroma cacao* L.) con fines agroalimentarios. Ediciones GESICAP. 305 pp.

## EQUIPO EDITORIAL:

Edición y Diagramación: Sergio Alejandro Rodríguez Hernández

Revisión y Corrección: Justo Antonio Rojas Rojas.

Cubierta y diseño: Sergio Alejandro Rodríguez Hernández

Imagen de Cubierta: Vecteezy.com

# CONTENIDO

## **CAPÍTULO 1.**

ADICIÓN DE ENZIMAS Y LEVADURAS SOBRE LOS CAMBIOS QUÍMICOS Y ORGANOLÉPTICOS DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) CLON CCN-51 / 8

Resumen / 9

Abstract / 10

Introducción / 11

Materiales y Métodos / 14

Resultados y Discusión / 19

Conclusiones / 28

Recomendaciones / 29

Literatura Citada / 30

## **CAPÍTULO 2.**

ELABORACIÓN DE MERMELADA A PARTIR DE PLACENTA Y MUCÍLAGO DE DOS VARIEDADES DE CACAO

Resumen / 36

Abstract / 37

Introducción / 38

Materiales y Métodos / 40

Resultados y Discusión / 48

Conclusiones / 61

Literatura Citada / 62

## **CAPÍTULO 3.**

VALOR NUTRICIONAL DEL MAGUEY DESHIDRATADO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) NACIONAL, PARA LA ELABORACIÓN DE BARRAS NUTRICIONALES DE USO ALIMENTARIO / 68

Resumen / 69

Abstract / 70

Introducción / 71

Materiales y Métodos / 73

Resultados y Discusión / 77

Conclusiones / 98

Recomendaciones / 99

Literatura Citada / 100

#### **CAPÍTULO 4.**

CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA HARINA CON BASE EN CÁSCARAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS /105

Resumen /106

Abstract /108

Introducción /110

Materiales y Métodos /113

Resultados y Discusión /124

Conclusiones /151

Recomendaciones /153

Literatura Citada /154

#### **CAPÍTULO 5.**

MUCÍLAGO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), NACIONAL Y TRINITARIO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA HIDRATANTE /160

Resumen /161

Abstract /162

Introducción /163

Materiales y Métodos /166

Resultados y Discusión /177

Conclusiones /209

Recomendaciones /212

Literatura Citada /213

#### **CAPÍTULO 6.**

CALIDAD FÍSICO, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE INFUSIÓN (NIBS, CÁSCARILLA Y ALMENDRA) DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) NACIONAL EN LA ASOCIACIÓN LA CRUZ, CANTÓN MOCACHE /221

Resumen /222

Abstract /223

Introducción /224

Materiales y Métodos /226

Resultados y Discusión /232

Conclusiones /241

Recomendaciones /242

Literatura Citada /243

## **CAPÍTULO 7.**

CASCARILLA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE LÍNEAS HÍBRIDAS PARA LA ELABORACIÓN DE REHILETES DE CHOCOLATE / 246

Resumen / 248

Abstract / 249

Introducción / 250

Materiales y Métodos / 253

Resultados y Discusión / 258

Conclusiones / 271

Recomendaciones / 273

Literatura Citada / 274

## **CAPÍTULO 8.**

BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS PRESENTES EN EL MUCÍLAGO DE DOS VARIETADES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), COMO CULTIVO LÁCTICO INICIADOR / 279

Resumen / 280

Abstract / 281

Introducción / 282

Materiales y Métodos / 284

Resultados y Discusión / 288

Conclusiones / 299

Referencias Bibliográficas / 301

## PRÓLOGO

Todos los capítulos del presente libro, señalan la importancia que este noble cultivo ha representado para la Economía del país, constituyéndose en una fuente y modesta actividad agrícola.

El país tiene más de 300 años produciendo está bien llamada Pepa de Oro que en un capítulo de este documento la señala como cacao fruto de ayer, ahora y siempre, por cuanto mientras haya niños en este mundo el mercado está asegurado.

Todos los países que gozan de condiciones ecológicas favorables, pueden, ahora con la tecnología moderna, ahora más que nunca, pensar en la posibilidad de desarrollar su producción de cacao, que además de constituir una fuente importante de divisas, contribuye en gran manera a la mejora del nivel de vida de una población rural que a menuda es la principal si no la única fuente de ingresos.

En la década del año 60 la mayor información sobre todo de tipo agronómica, fue desarrollada por instituciones extranjeras como, la que genera actualmente la University of the West Indies, a través de la Cacao Research Unit, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas ICA entre otras, cuyos investigadores mantenían contacto con la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), que se encargaba de comprobar esos avances aquí en el Ecuador sobre todo en el control de enfermedades y agronomía, incluyendo intercambio de materiales genéticos, con progenies que aún se mantienen.

El presente texto pone de manifiesto una realidad, como es el desperdicio que por década ha tenido el fruto o mazorca, con un alto contenido de azúcar. Sobre todo, en el mucilago (arilo) o baba, placenta,

casara, debido a la poca o ninguna información que se ha tenido y que constituye un valor agregado, que no se había detectado.

Los resultados del presente texto desarrollado con investigaciones efectuadas en la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad técnica Estatal de Quevedo, abren las puertas y señala el camino que el país debe seguir, para mejorar la productividad y proporcionar fuentes de trabajo al hombre del agro y la Ciudad, al crearse nuevas empresas a base de esta materia prima que no se la está aprovechando.

*Ing Agr. Jaime Vera B. M.Sci.*

*Ex Investigador de cacao del INIAP*

## AUTORES:

Jaime Fabián Vera Chang

Wiston Javier Morales Rodríguez

Gregorio Humberto Vásconez Montufar

Christian Amable Vallejo Torres

Raúl Gilberto Díaz Ocampo

Jorge Gustavo Quintana Zamora

Orly Fernando Cevallos Falquéz

Rosa Angélica Romero Rojas

Karla Stefania Tapia García

Rocío Natividad Morejón Lucio

Paulina Katherine Santana Macías

Daniela Viviana Sánchez Domínguez

Karen Viviana Guevara Pérez

Carlos Alfredo Aguirre Quiñonez

Alexandra Elizabeth Barrera Álvarez

Shirley Estefanía Ordoñez Choez

Jorge Gustavo Quintana Zamora

Orly Fernando Cevallos Falquéz

Solanyi Marley Tigselema Zambrano

Diana Carolina Verdezoto Quinatoa

Liseth Estefanía Cajas Anchundia

Thalía Yanina Mendoza García

## CAPÍTULO I

# ADICIÓN DE ENZIMAS Y LEVADURAS SOBRE LOS CAMBIOS QUÍMICOS Y ORGANOLÉPTICOS DEL CACAO (THEOBROMA CACAO L.) CLON CCN-51



KAREN VIVIANA GUEVARA PÉREZ,  
WISTON JAVIER MORALES RODRÍGUEZ  
JAIME FABIÁN VERA CHANG  
GREGORIO HUMBERTO VÁSCONEZ MONTUFAR  
CHRISTIAN AMABLE VALLEJO TORRES

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la adición de enzimas de frutas (polifenoloxidasas) y levaduras en las características organolépticas del clon de cacao trinitario, conocido por su alta productividad, pero carente de aroma propio de los genotipos nacionales. Se empleó un diseño completo al azar con arreglo factorial  $axb+n$ , evaluándose como niveles tres tipos de enzimas polifenoloxidasas (PPO) provenientes de frutas como manzana, aguacate y banano; además de dos tipos de levaduras la *Saccharomices cereviceae* y levadura madre, cuyas combinaciones dan 6 tratamientos más un tratamiento testigo al que no se le adicionó nada. Los tratamientos fueron adicionados a la masa de granos de cacao fresco y colocados en cajas de fermentación de madera de laurel, a partir de esto, se evaluó la temperatura durante el proceso de fermentación y se procedió al secado respectivo. Existieron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre la temperatura registrada por los tratamientos a las 48 y 72 horas de fermentación, a las 96 horas los tratamientos no demostraron diferencias. A las 48 horas el tratamiento T1 (Levadura madre + manzana) obtuvo 42,33 °C, a las 72 horas el T3 (Levadura madre + banano) obtuvo 36,33 °C y a las 96 horas 38,33 °C. El porcentaje de fermentación de los granos de cacao demostró diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ) donde T3 alcanzó 91%, mientras que T1 y T2 alcanzaron el 88,33 y 86,67% respectivamente determinando así que la levadura madre influye directamente en la calidad de fermentación de los granos de cacao, mientras que la enzima que mejor se manifestó fue la PPO presente en el banano mejorando significativamente la calidad final de los granos. T3 obtuvo el mayor porcentaje de almendras que alcanzaron una buena fermentación con el 70,67%. Las características organolépticas mejoraron considerablemente en comparación con el testigo, demostrando que el empleo de enzimas y levaduras promete elevar la calidad del cacao CCN-51 para mercados extranjeros. Palabras clave: *Saccharomices*, fermentación, polifenoloxidasas, frutas, calidad.

## ABSTRACT

The effect of the addition of fruit enzymes (polyphenoloxidase) and yeasts on the organoleptic characteristics of the trinitario cocoa clone, known for its high productivity, but lacking the aroma of the national genotypes, was evaluated. A randomized complete design with  $axb + n$  factorial arrangement was used, with three types of polyphenoloxidase (PPO) enzymes from fruits such as apple, avocado and banana being evaluated as levels; In addition to two types of yeasts *Saccharomyces cereviceae* and yeast mother, whose combinations give 6 treatments plus a control treatment to which nothing was added. The treatments were added to the mass of fresh cacao beans and placed in fermentation boxes of laurel wood. From this, the temperature was evaluated during the fermentation process and the respective drying was carried out. There were significant differences ( $p \leq 0.05$ ) between the temperature recorded by the treatments at 48 and 72 hours of fermentation, at 96 hours the treatments showed no differences. At 48 hours treatment T1 (yeast mother + apple) obtained  $42.33^{\circ} \text{C}$ , at 72 hours T3 (yeast mother + banana) obtained  $36.33^{\circ} \text{C}$  and at 96 hours  $38.33^{\circ} \text{C}$ . The percentage of fermentation of the cocoa beans showed statistical differences ( $p \leq 0.05$ ) where T3 reached 91%, while T1 and T2 reached 88.33 and 86.67% respectively, thus determining that the mother yeast directly influences the fermentation quality of the Cacao beans, whereas the enzyme that showed the best PPO present in the banana significantly improving the final quality of the beans. T3 obtained the highest percentage of almonds that reached a good fermentation with 70.67%. The organoleptic characteristics improved considerably compared to the control, demonstrating that the use of enzymes and yeasts promises to raise the quality of CCN-51 cocoa to foreign markets. Key words: *Saccharomyces*, fermentation, polyphenoloxidase, fruits, quality.

## INTRODUCCIÓN

El cacao es uno de los más significativos símbolos del país, debido a que, durante casi un siglo, el orden socioeconómico ecuatoriano se desarrollaba en gran medida alrededor del mercado internacional de este producto, puesto que cerca del 70% de la producción mundial de cacao fino de aroma se encuentra en el territorio ecuatoriano, convirtiendo al país en el mayor productor de cacao fino de aroma del mundo, convirtiéndose en un importante generador de empleo llegando a estimarse que aproximadamente 600.000 personas participan directamente en toda la cadena cacaotera, de la cual se reportan aproximadamente 490.000 ha cultivadas y distribuidas básicamente en las provincias de la Costa y en las estribaciones occidentales de la Región Andina (ANECACAO, 2014).

La denominada “pepa de oro” del Ecuador se convirtió en una de las principales fuentes de ingreso para un gran número de familias de diferentes lugares de las tres regiones del país, donde la cadena agroindustrial de este producto tiene importancia estratégica en la economía ecuatoriana debido a la capacidad de generación de empleo e ingresos. La particularidad de esta variedad de cacao, único por su sabor y aroma floral insuperables, lo catapultan como un producto que registra una gran demanda en el mercado internacional, puesto que, los chocolates más finos se elaboran con el cacao ecuatoriano, impulsando a los productores a mejorar el manejo post-cosecha, elemento indispensable para lograr una mayor competitividad en el mercado internacional (Bravo & Mingo, 2011).

No puede existir el sabor a chocolate en los granos sin que se pueda llevar a cabo un proceso fermentativo, ya que durante este fenómeno se forman compuestos (precursores del sabor a chocolate) que reaccionarán entre ellos durante el tostado para formar el sabor final a chocolate

(Lambert, 2011), entre los cambios bioquímicos está el desarrollo de la pigmentación color marrón a partir de compuestos fenólicos, lo cual es un indicativo de la fermentación del grano de cacao, además, los contenidos de precursores sensoriales como polifenoles, alcaloides y acidez volátil (en especial el ácido acético) son indicadores de la calidad organoléptica (Rivera *et al.*, 2012).

Debido a los procesos bioquímicos antes mencionados se han propuesto investigaciones relacionadas con la modificación de estas reacciones mediante la inclusión de catalizadores como las enzimas y microorganismos que alteren estos procesos y permitan obtener otros resultados con el fin de aumentar la palatabilidad de las almendras de cacao, así como sus características organolépticas.

Actualmente las levaduras tienen su papel protagónico en muchos procesos tecnológicos e industriales, dentro de las cuales intervienen un gran número de especies a lo largo de todo el proceso fermentativo independientemente del sustrato en el que se hallen, donde resaltan las del género *Saccharomyces*, y en particular *Saccharomyces cerevisiae*, puesto que, conforme avanza el conocimiento sobre los procesos fermentativos, a través de la funcionalidad de sus levaduras y su posible control biotecnológico, han surgido nuevas líneas de investigación aplicada que pretenden mantener, en una escala de trabajo industrial, el equilibrio biológico inherente a la naturaleza del proceso de fermentación, todo aquello mediante un exhaustivo conocimiento de sus bases fisiológicas y bioquímicas (Belda *et al.*, 2014).

Existe otro grupo de levaduras con características fisiológicas y bioquímicas propias que se aíslan de fermentaciones espontáneas de harinas de diversos cereales y de masas madre, muy usadas en la panificación, con masas jóvenes y maduras, cuyo origen filogenético es diferente y están más emparentadas con levaduras vínicas denominadas

“masas madre” o “levadura madre”, las cuales son comunidades simbióticas muy dinámicas de bacterias lácticas (LAB) y levaduras que se establecen al refrescar porciones de una masa original con harina y agua, y cuya composición ecológica depende de agentes externos como la temperatura, el pH, los ciclos de retro-propagación y el tipo de cereal, entre otros, que ejercen presión selectiva sobre las levaduras hasta seleccionarse una especie dominante (Chiva et al., 2016).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio de Bromatología ubicado en la Campus Experimental “La María” en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el Km 7,5 de la vía Quevedo – El Empalme, mientras que los granos de cacao fueron cosechados en una finca agrícola ubicada en el recinto La Norma, del Cantón Mocache, ubicada entre las coordenadas geográficas  $01^{\circ} 08' 26''$  de latitud sur y  $79^{\circ} 21' 32''$  de longitud oeste a una altitud de 89 msnm.

### Diseño Experimental

Para el desarrollo de esta investigación se dispuso de un diseño experimental completo al azar, con arreglo factorial  $A \times B + 1$ , donde se evaluó el efecto de la adición de dos tipos de levaduras (factor A) compuestos por una masa madre y *Saccharomices cerviceae*; y tres tipos de enzimas polifenoloxidas (PPO) (factor B) provenientes de la adición de frutas a la masa fermentativa, estas frutas fueron: banano, manzana y aguacate. De esta manera se establecieron 6 tratamientos más un tratamiento control al cual no se le adicionó nada para su proceso fermentativo.

Tabla 1. *Esquema del análisis de varianza*

Fuente de variación		Grados de libertad	
Tratamientos	t-1	6	
Enzimas	b-1	2	
Levaduras	a-1	1	
Levaduras x enzimas	(a-1)(b-1)	2	
Testigo vs resto		1	
Error experimental	ab(n-1)	14	
Total	abn-1	20	

El modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:  $Y_{ijk}$  = es la variable de respuesta o variable dependiente,  $\mu$  = es la media general,  $\alpha_i$  = es el efecto del factor A (tipos de levaduras),  $\gamma_j$  = es el efecto del factor B (tipos de enzimas),  $\alpha\gamma_{ij}$  = es la interacción de los factores A x B,  $\epsilon_{ijk}$  = es el error experimental.

## Identificación de unidades experimentales

Tabla 1. *Tratamientos bajo estudio*

Tratamiento	Descripción
T1	<i>S. cereviceae</i> + Pulpa de banano
T2	<i>S. cereviceae</i> + Pulpa de manzana
T3	<i>S. cereviceae</i> + Pulpa de aguacate
T4	Levadura madre + Pulpa de banano
T5	Levadura madre + Pulpa de manzana
T6	Levadura madre + Pulpa de aguacate
T7	Testigo

## Mediciones experimentales

### *Variables físicas*

Las variables se evaluaron durante tres periodos de fermentación a las 72, 96 y 120 horas con la finalidad de determinar la influencia de los periodos de fermentación sobre la calidad final de los granos de cacao.

## Temperatura de fermentación

La temperatura de fermentación se registró a partir de 24 horas iniciada la fermentación de los granos de cacao con la ayuda de un termómetro. Este parámetro se continuó evaluando cada 24 horas.

## pH de las almendras

El pH de los granos secos fermentados se realizó mediante un muestreo por cada unidad experimental, obteniendo 5 semillas a las cuales se procedió a separar la testa del cotiledón, a estos se le añade 10 ml de agua destilada y se procede a licuar, posteriormente esta mezcla se afora añadiéndole 100 ml de agua destilada y se procedió a medir el pH usando un potenciómetro de acuerdo a la norma INEN NTE 0389 (INEN, 1986).

## Porcentaje de fermentación

Para evaluar esta variable se observó las características internas del grano y el grado de fermentación obtenido por los granos de cacao expresado en porcentaje por cada tratamiento, para lo cual se realizó un muestreo de 100 granos y se realizó una prueba de corte empleando un equipo de corte vertical (guillotina) de acuerdo a la norma INEN NTE 0175 (INEN, 1987); la calidad de la fermentación se evaluó de acuerdo a la norma INEN NTE 0176 (INEN, 2006).

## Variables organolépticas

Esta variable se realizó mediante la elaboración de pasta de cacao y su posterior catación. La prueba organoléptica fue realizada por la empresa OREACAO S.A.

## Procedimiento experimental



Figura 1: *Diagrama de bloques del proceso de la adición de enzimas y levaduras sobre los cambios químicos y organolépticos del cacao clon CCN – 51*

Descripción del proceso para de la adición de enzimas y levaduras sobre los cambios químicos y organolépticos del cacao clon CCN – 51

## Recepción de materia prima

Los granos de cacao fueron cosechados tomando en cuenta el grado de madurez óptima, evitando emplear mazorcas inmaduras o con problemas fitosanitarios. Los granos fueron recibidos y colocados en cajones de madera de laurel para iniciar el proceso de fermentación. En cada caja se colocó 23 kg de granos de cacao fresco, empleando así en total 483 kg.

## Inicio del proceso de fermentación

Los granos reposaron en las cajas durante 24 horas, luego de este periodo se procedió a remover la masa fermentativa y aplicar los tratamientos respectivos con su respectiva rotulación. El proceso se inició con la selección, procesamiento y pesado de las frutas a razón del 8% de su peso total, es decir, se empleó 1,84 kg de pulpa de fruta en estado maduro;

mientras que la levadura fue incluida de a razón del 0,1% es decir, de acuerdo al tratamiento correspondiente se utilizó 23 g de levadura activada.

***Dosis de enzimas: 23kg \* 0,08***

***= 1,84 kg de pulpa fruta en estado maduro por caja***

***Dosis de levaduras : 23kg \* 0.001***

***= 23 gramos de levaduras por caja***

Para activar la levadura comercial se lo realizo disolviendo los gránulos en una solución de agua a una temperatura que oscile entre los 32 ° y 43 °C. Una vez aplicados los tratamientos a los granos, los cajones fueron sellados con el fin de iniciar el proceso de fermentación. La fruta fue incorporada a los granos de cacao en forma de pasta (puré) en forma pura sin previamente añadir agua, a excepción de la manzana, que debido a su naturaleza se debió incorporar 300 ml de agua y licuar hasta obtener una pasta.

### **Toma de temperatura**

A las siguientes 24 horas se realizó el volteo de la masa fermentativa, previo a esto se realizó la toma de la temperatura de fermentación correspondiente, la misma que se repitió cada 24 horas.

### **Proceso de secado**

Una vez concluida la etapa de fermentación, los granos fueron llevados a una marquesina con el fin de iniciar el proceso de secado. Esta fase se llevó a cabo de manera permanente por 7 días hasta que los granos alcanzaran un porcentaje de humedad de aproximadamente 7%.

### **Evaluación de la fermentación obtenida**

Una vez secos los granos, se tomó muestras para ser evaluadas mediante prueba de corte, los datos obtenidos fueron registrados y posteriormente analizados; de acuerdo a la norma INEN NTE 0175

mientras que para evaluar la calidad de la fermentación debe emplearse la norma INEN NTE 0176.

## Evaluación del pH de la almendra

A partir del muestreo anterior se tomó una submuestra para evaluar el pH de las almendras de acuerdo a los tratamientos para lo cual debe empleamos la norma INEN NTE 0389.

## Prueba organoléptica

Para la prueba organoléptica se procedió a tomar otra muestra de los granos secos los cuales fueron llevados a laboratorio donde se elaboró una pasta, la cual fue degustada y evaluada por catadores especializados de acuerdo a la siguiente escala presentada en la Tabla 2.

Tabla 2. *Escala de atributos de calidad de una pasta de cacao*

Escala	Significado
0	Ausente
1	Poco presente, y tal vez no se encuentre si se saborea de nuevo
2	Presente en la muestra
3	Caracteriza la muestra
4	Dominante en la muestra
5	Muy dominante en la muestra

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características físicas de los granos de cacao

Se pudo evidenciar que existieron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre la temperatura registrada por los tratamientos evaluados durante las primeras 48 y 72 horas de fermentación, sin embargo, a partir de las 96 horas los tratamientos no demostraron diferencias estadísticas entre sí. A

las 48 horas el tratamiento T1 (Levadura madre + manzana) obtuvo la mayor temperatura registrada con 42,33 °C, no obstante, a las 72 horas el T3 (Levadura madre + banano) obtuvo la mayor temperatura con 36,33 °C, de la misma manera a las 96 horas con 38,33 °C. Estos valores pueden observarse en Tabla 3.

Tabla 3. *Variación de temperatura durante el proceso de fermentación de acuerdo a los tratamientos evaluados*

Tratamientos			Horas		
Cód.	Levaduras	Enzimas	48 horas	72 horas	96 horas
T1	Levadura madre	Manzana	42,33 a	36,00 ab	36,67 a
T2	Levadura madre	Aguacate	38,00 b	35,00 ab	36,33 a
T3	Levadura madre	Banano	38,33 ab	36,33 a	38,33 a
T4	<i>Saccharomys Cerviceae</i>	Manzana	38,33 ab	34,67 ab	37,33 a
T5	<i>Saccharomys Cerviceae</i>	Aguacate	38,00 b	34,33 b	37,67 a
T6	<i>Saccharomys Cerviceae</i>	Banano	38,00 b	35,00 ab	37,67 a
T7	Testigo		37,67 b	35,00 ab	37,00 a
	C.V. (%)		3,95	1,86	2,03

C.V. Coeficiente de variación; Medias con misma letra no difieren estadísticamente ( $p > 0,05$ )

Los resultados demuestran que la levadura madre influye significativamente en el incremento de la temperatura durante el proceso de fermentación, lo cual permite una mejor fermentación de los granos de cacao, estos valores concuerdan con los datos publicados en investigaciones donde

se consideró que la fermentación es más rápida a medida cuando se incrementa la temperatura de la masa fermentativa (Sánchez, 2007).

Los resultados permiten establecer que los microorganismos presenten en la levadura madre influyeron significativamente en el incremento de temperatura durante el proceso de fermentación, siendo estos indispensable durante este proceso, concordando con la información expuesta en investigaciones donde se destaca que los microorganismos juegan un rol crucial en la calidad final de los granos fermentados, a pesar de existir poca información acerca de la dinámica de estas poblaciones microbianas y su rol específico (López, 2016).

El pH de los granos fermentados difirió estadísticamente entre los tratamientos evaluados, donde el tratamiento T5 (*Saccharomices cerviceae* + aguacate) obtuvo el mayor valor de pH con 5,71; sin embargo, entre el tratamiento T5 y T2 no existieron diferencias significativas por lo cual se estableció que la enzima presente en la pulpa de aguacate determino el pH de las almendras fermentadas. Estos valores pueden observarse en la Tabla 4.

Tabla 4. *Variación de pH durante el proceso de fermentación de acuerdo a los tratamientos evaluados*

Tratamientos			
Cód.	Levaduras	Enzimas	pH
T1	Levadura madre	Manzana	5,52 a
T2	Levadura madre	Aguacate	5,63 a
T3	Levadura madre	Banano	5,63 a
T4	<i>Saccharomices cerviceae</i>	Manzana	4,88 b
T5	<i>Saccharomices cerviceae</i>	Aguacate	5,71 a
T6	<i>Saccharomices cerviceae</i>	Banano	5,42 a
T7	Testigo		4,98 b

	C.V. (%)	2,68
--	----------	------

C.V. Coeficiente de variación; Medias con misma letra no difieren estadísticamente ( $p > 0,05$ )

El rango de valores de pH obtenidos en la presente investigación concuerda con los resultados obtenidos en investigaciones donde se determinó que el pH óptimo para un cacao de calidad se encuentra entre 5,1 a 5,4, obteniendo una media de 5,39 (Álvarez, 2010). Otros estudios establecen que cualquier pH menor a 5,0 es indicador de la presencia de ácidos no volátiles que pueden llegar a proporcionarle al cacao aromas y sabores desagradables (Calderón, 2002).

## Fermentación de los granos de cacao

El porcentaje de fermentación de los granos de cacao de acuerdo a los tratamientos evaluados demostraron diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ) donde el tratamiento T3 alcanzó un 91% de los granos fermentados, mientras que el T1 y T2 alcanzaron el 88,33 y 86,67% respectivamente determinando así que la levadura madre influye directamente en la calidad de fermentación de los granos de cacao, mientras que la enzima que mejor se manifestó fue la PPO presente en el banano mejorando significativamente la calidad final de los granos. El coeficiente de variación para el porcentaje de fermentación de los granos de cacao fue de 1,31%. Estos valores pueden observarse en la Tabla 5.

Para los porcentajes de fermentación buena y media no se identificaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos, sin embargo, se observó diferencias numéricas donde el tratamiento T3 obtuvo el mayor porcentaje de almendras que alcanzaron una buena fermentación con el 70,67%, de la misma forma este tratamiento alcanzó los menores porcentajes de violeta, pizarra y moho con el 7,67; 1,00 y 0,33% respectivamente. Los porcentajes de granos con mediana fermentación concuerdan con los datos publicados en investigaciones donde se alcanzó un porcentaje medio de hasta 47,90% de granos de fermentación media,

indicando además que las características de estos granos son poseer una coloración medianamente marrón (Sánchez, 2007).

Se logró obtener un 91,00% de fermentación de los granos de cacao sobre un 76,33% alcanzado por el tratamiento testigo lo que demostró que la adición de enzimas y levaduras influyen significativamente en la calidad de los granos fermentados. Investigaciones demostraron que además de la adición de aditivos el tipo de fermentación y tiempo de remoción permiten alcanzar altos porcentajes de granos fermentados superiores al 83% (Teneda, 2016).

Tabla 5. *Grado de fermentación de los granos de cacao de acuerdo a los tratamientos*

Tratamientos			Porcentaje de fermentación					
Cód.	Levaduras	Enzimas	Total fermentado	Buena	Media	Violeta	Pizarra	Moho
T1	Levadura Madre	Manzana	88,33 ab	66,67 a	21,67 a	9,33 cd	1,67 a	0,66 a
T2	Levadura Madre	Aguacate	86,67 bc	66,33 a	20,34 a	9,00 cd	2,67 a	1,66 a
T3	Levadura Madre	Banano	91,00 a	70,67 a	20,33 a	7,67 d	1,00 a	0,33 a
T4	<i>Saccharomices cerviceae</i>	Manzana	84,33 cd	64,00 ab	20,33 a	13,00 bc	1,33 a	1,34 a
T5	<i>Saccharomices cerviceae</i>	Aguacate	86,00 bc	68,33 a	17,67 a	11,33 cd	2,33 a	0,34 a
T6	<i>Saccharomices cerviceae</i>	Banano	81,33 d	63,00 ab	18,33 a	16,33 ab	2,00 a	0,34 a
T7	Testigo		76,33 e	54,67 b	21,66 a	18,33 a	3,67 a	1,67 a
	C.V.		1,31	6,05	19,14	14,15		

C.V. Coeficiente de variación; Medias con misma letra no difieren estadísticamente ( $p > 0,05$ )

## Prueba organoléptica

La prueba organoléptica de los tratamientos evaluados en la presente investigación demostró que el tratamiento T3 presentó mejores atributos que los demás tratamientos evaluados, sin embargo, en el atributo floral se puede observar que el tratamiento testigo presentó un sabor más frutal en comparación con los demás tratamientos. Los atributos están evaluados en base a una calificación que va desde 0 = ausente hasta 5 = presente (Tabla 2). Los valores se presentan a continuación en la Tabla 6.

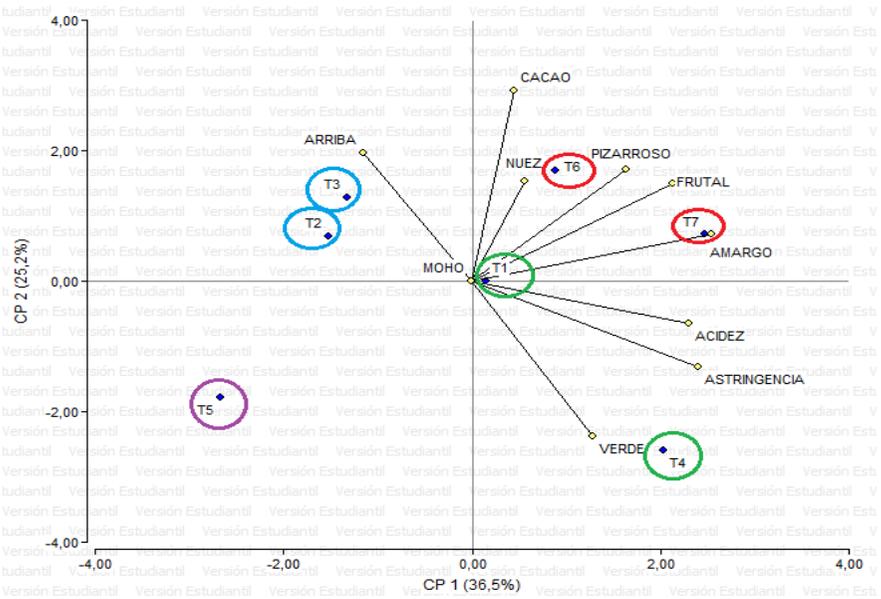
Tabla 6. *Análisis organoléptico de las muestras de pasta de cacao de acuerdo a los tratamientos evaluados*

Tratamiento	Atributos (Escala 0-5)						
	Arriba	Frutal	Cacao	Amargo	Nuez	Acidez	Astringencia
T1	2,5	1,5	2,5	2,0	1,0	2,5	2,5
T2	2,5	1,5	2,5	2,0	1,0	1,0	1,5
T3	3,0	1,5	3,0	2,0	1,0	1,5	1,5
T4	1,5	1,5	1,5	2,5	1,0	2,5	3,0
T5	1,5	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5
T6	2,0	1,5	2,5	2,5	1,5	1,5	2,0
T7	1,5	2,0	2,5	2,5	1,0	2,5	2,5
H	7,13 <sup>ns</sup>	2,08 <sup>ns</sup>	7,40 <sup>ns</sup>	3,69 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	8,21 <sup>ns</sup>	7,13 <sup>ns</sup>
p-Valor	0,2086	0,7153	0,2035	0,4386	0,4232	0,1504	0,2086

T1= Levadura madre + manzana; T2= Levadura madre + aguacate; T3= Levadura madre + banano; T4= *S. cereviceae* + manzana; T5= *S. cereviceae* + aguacate; T6= *S. cereviceae* + banano; T7= Testigo; H= Prueba no paramétrica de Krustal Wallis; p-Valor = Valor de significancia ( $p \geq 0,05$ )

Las muestras procedentes de los tratamientos con una mejor calidad fermentativa desarrollaron una expresión más intensa del sabor a cacao y otras notas sensoriales típicas de los cacaos finos o de aroma como sabor frutal, arriba o nuez, mientras que los atributos negativos del sabor a cacao que correspondieron al amargor, acidez y astringencia, se

expresaron como consecuencia de una mala fermentación. En la Figura 1 se presentan la distribución de los tratamientos de acuerdo a un plano de atributos organolépticos de los granos de cacao.



T1= Levadura madre + manzana; T2= Levadura madre + aguacate; T3= Levadura madre + banano; T4= *S. cereviceae* + manzana; T5= *S. cereviceae* + aguacate; T6= *S. cereviceae* + banano; T7= Testigo.

Figura 1. Atributos organolépticos de los granos de cacao sometidos a diferentes clases de levaduras y enzimas durante su periodo de fermentación

La Figura 1 permite demostrar una variabilidad del 61,7% en las variables sensoriales evaluadas, además, se puede evidenciar la relación entre las notas sensoriales y los tratamientos, encontrándose que los tratamientos T2 y T3 están agrupados dentro del perfil arriba, como resultado de un excelente proceso de fermentación; los tratamientos T6 y T1 están agrupados dentro de los perfiles propios de cacaos ecuatorianos como su sabor frutal y nuez, mientras que los tratamientos

T4 y testigo están agrupados dentro de los perfiles amargor y astringencia, propios de un proceso de fermentación deficiente.

La calidad de la fermentación de las almendras permitió alcanzar atributos propios de granos de cacao de calidad, mismas características sensoriales obtenidas en otras investigación, donde además se verificaron otras características adicionales como Intensidad Aromática, Aroma a Fruta Fresca, Aroma a Fruta Confitada, Aroma Floral, Aroma Típico a Chocolate y Aroma a Frutos Secos, demostrando que existió una relación directa del porcentaje de fermentación con las características sensoriales del producto final (Navia & Pazmiño, 2012).

Las diferencias en la calidad de la fermentación podrían explicar las correlaciones positivas entre el sabor a cacao con floral, frutal y nuez. Las muestras mejor fermentadas desarrollan no solo una expresión más intensa del sabor a cacao sino también notas sensoriales aromáticas típicas de los cacaos finos o de aroma, cuando estas son partes integrales de su genética (Párraga, 2013).

Las correlaciones negativas del sabor a cacao con el amargor, acidez y astringencia, son consecuencia de la mala calidad de la fermentación que estimula la expresión de estos últimos, atenuando la expresión del sabor a cacao y de otros aromas de interés, en mayor o menor medida; por el contrario, las correlaciones negativas entre el amargor y aquellas notas sensoriales asociadas a los cacaos finos, confirman que la fermentación fue insuficiente, limitando el desarrollo de la expresión de estos últimos, puesto que, la misma explicación sirve para demostrar la relación inversa entre la acidez y la astringencia con los sabores floral y frutal (Párraga, 2013).

Los arboles de genotipo nacional poseen características organolépticas superiores al CCN-51, como lo demuestran

investigaciones donde los genotipos de árboles nacionales 2361, 2248, 2126, 2634, 2184 y el clon EET-96 alcanzaron los valores más altos de perfiles sensoriales, mientras que el CCN-51 obtuvo una valoración media en comparación con los otros genotipos evaluados, obteniendo valores de 1,9; 0,44; 1,0 y 0,19 para los perfiles de sabores específicos cacao, floral, frutal y nuez respectivamente, valores por debajo de los obtenidos en la presente investigación, donde la adición de enzimas y levaduras durante el proceso de fermentación repercutió en la obtención de mejores características organolépticas del chocolate producido (Sánchez, 2007).

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se plantean las siguientes conclusiones:

- El efecto de la adición de dos tipos de levaduras durante la etapa fermentativa influyó significativamente en las características bioquímicas de la almendra de cacao, determinándose que la levadura madre adicionada a la masa de granos de cacao previo al proceso de fermentación permitió alcanzar mejores temperaturas e índices de pH, de la misma forma afectó de manera positiva en el grado de fermentación permitiendo alcanzar mayores porcentajes de granos fermentados.
- El efecto de la adición de enzimas polifenoloxidasas de tres frutas durante la etapa fermentativa de los granos de cacao no demostró significancia en las características bioquímicas de la almendra de cacao, sin embargo, para el proceso de fermentación, la enzima PPO contenida en el banano permitió alcanzar los mayores porcentajes de fermentación de los granos de cacao fermentados.
- La adición de enzimas y levaduras a los granos de cacao con el fin de mejorar su proceso de fermentación incidió significativamente sobre las características organolépticas de los granos, demostrando que los tratamientos donde se adicionó estos aditivos presentaron mejores atributos en comparación con el tratamiento testigo, lo que demuestra su efectividad al mejorar considerablemente las características sensoriales de clones como el CCN-51.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar mayores dosis de enzimas y levaduras con el fin de aumentar las características sensoriales de los granos de cacao gracias al proceso de fermentación.
- Se recomienda evaluar diferentes periodos de fermentación, con el fin de determinar su influencia sobre la calidad final de los granos de cacao.
- Se recomienda evaluar el Beneficio/Costo, con el fin de demostrar que exista una relación entre los métodos de pos cosecha, calidad del producto, precio y su rentabilidad.

## LITERATURA CITADA

- Alvarez, C., Tovar, L., García, H., Morillo, F., Sánchez, P., Girón, C., & De Farías, A. (2010). Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. *Revista Científica UDO Agrícola*, 10(1), 76-87.
- ANECACAO. (2014). *Actualidad y perspectivas del sector cacaotero en Ecuador*. Guayaquil: Cumbre Mundial de Cacao.
- ANECAFÉ. (2012). *Cultivo de cacao*. Quito: Asociación nacional del café.
- Ardhana, M. M., & Fleet, G. (2003). La ecología microbiana de las fermentaciones de cacao en Indonesia. *International Journal of Food Microbiology*, 86(1), 87-89.
- Artica, M. (2008). *Cultivo del cacao*. Lima, Perú: Editora MACRO.
- Barahona, R., Lascano, C., Cochran, R., & Morrill, J. (1996). Efecto del manejo post cosecha del forraje y la adición de polietilén glicol en la concentración y la astringencia de taninos condensados en leguminosas tropicales. *Pasturas tropicales*, 18(1), 41-47.
- Belda, I., Navascués, E., Alonso, A., Marquina, D., & Santos, A. (2014). Microbiología del proceso de vinificación: selección de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* autóctonas con óptimas propiedades enológicas. *Reduca. Serie Microbiología.*, 7(1), 1-14.
- Bravo, N., & Mingo, F. (2011). *Valoración de tres métodos de fermentación y secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma (Theobroma cacao) en la parroquia Panguintza del cantón Centinela del Condor, provincia de Zamora Chinchipe*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Caballero, J. F., Hernandez, C., & Avendaño, C. (2014). *La fermentación y el secado al sol de granos de cacao* (Folleto Técnico N° 31 ed.). Tapachula, Chiapas: INIFAP, SAGARPA.
- Calderon, L. (2002). *Evaluación de los compuestos fenólicos del cacao (Theobroma cacao L.) de tipo fino y ordinario de producción Nacional durante la fermentación en relación con la calidad*. Quito: Pontificia Universidad Católica.

- Chiva, R., Jimenez, A., Santos, M. A., & Tamame, M. (2016). Nuevas levaduras para nuevos panes. *Biotecnología*, 1(1), 38-46.
- Cleenwerck, I., González, A., Camu, E., Engelbeen, P., de Vos, P., & de Vuys, L. (2008). *Acetobacter Fabarum*, sp. Nov., una bacteria de ácido acético de una fermentación ghaniana del montón de granos de cacao. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58(1), 2180-2185.
- De Bruyne, K., Camu, N., de Vuyst, P., & Vandamme, P. (2010). *Nueva especie presente en la fermentación de cacao de Ghana*. Nueva Guinea.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzales, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2016). *InfoStat versión 2016*. Cordoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Diaz, L., Pinoargote, M., & Castillo, P. (Octubre de 2011). Analisis de las características organolepticas del chocolate a partir de cacao CCN-51 tratado enzimáticamente y tostado a diferentes temperaturas. *ESPOL*, 1(1).
- Enríquez, G. (2004). *Cacao organico. Guia para productores ecuatorianos* (Primera ed.). Quito: Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias .
- Erazo, R., & Mendoza, C. (2015). *Evaluación de la aplicación de Lactobacillus fermentum y Acetobacter aceti, en la fermentación del cacao CCN-51 y su efecto en la calidad de las almendras* (Primera ed.). Santo Domingo: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Gasull, E., & Becerra, D. (2006). Caracterización de Polifenoloxidasa Extraída de Pera (cv. Packam's Triumph) y Manzana (cv. Red Delicious). *Informacion Tecnológica*, 17(6), 69-74.
- Ibáñez, D., Lujan, D., Rojano, B., Martínez, G., Salcedo, Y., & Martines, L. (Septiembre de 2016). Fermentación, efectos en la capacidad antioxidante del cacao del Alto Sinú y Montes de María. *Agronomía Colombiana*, 36(1), 1367-1369.
- INAMHI. (2015). *Anuario Meteorológico*. Quito: Servicio Meteorológico.
- INEN. (1986). *Norma 0389. Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno* (Primera Revisión ed.). Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

- INEN. (1987). *Norma 0175. Cacao en grano. Ensayo de corte* (Primera Revisión ed.). Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2006). *Norma 0176. Cacao en granos. Requisitos* (Cuarta Revisión ed.). Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Kalvatchev, Z., Garzaro, D., & Guerra, F. (Junio de 1998). Theobroma cacao L: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. *Agroalimentaria*, 1(6), 23-26.
- Lambert, S. (2011). *Fermentación del cacao, aspectos generales*. Madagascar: CDOC.
- Loayza, W. (2014). *Influencia de la frecuencia de remoción, durante la fermentación, en la calidad sensorial del cacao (Theobroma Cacao, L.) de Satipo*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- López, R. (2016). *Desarrollo de un modelo matemático para la fermentación del cacao criollo blanco*. Piura: Universidad de Piura.
- Lugmaña, J. (2014). *La demanda de cacao en grano en Suiza y su comercialización desde la provincia del Guayas*. Tulcan: Universidad Estatal Politecnica del Carchi.
- Maisincho, M. (2006). *Fermentación de cacao (Theobroma cacao) variedad CCN-51 inoculando Acetobacter* (Primera ed.). Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Morales, F., Ferreira, J., Carrillo, M., & Peña, M. (Abril de 2015). Pequeños productores de cacao Nacional de la provincia de Los Ríos, Ecuador: un análisis socio-educacional y económico. *Spanish Journal of Rural Development*, 6(1-2), 29-44.
- Muñoz, K., Bravo, K., Zapata, P., & Londoño, J. (Mayo de 2007). Caracterización preliminar del enzima polifenol oxidasa en frutas tropicales: Implicaciones en su proceso de industrialización. *Scientia et Technica*, 13(33), 161-165.
- Navia, A., & Pazmiño, N. (2012). *Mejoramiento de las Características Sensoriales del Cacao CCN51 a través de la Adición de Enzimas durante el Proceso de fermentación*. Guayaquil: Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Nielsen, D., Teniola, O., Ban-koffi, L., Owusu, M., Andersson, T., & Holzapfel, W. (2007). La microbiología de las fermentaciones

ghanesas de cacao analizadas utilizando métodos dependientes de la cultura e independientes de la cultura. *International Journal of Food Microbiology*, 144(1), 168-186.

- Nogales, J., Graziani, L., & Ortiz, L. (2006). Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. *Agronomía Trop.*, 56(1).
- Paredes, M. (2003). *Manual del cultivo de cacao*. Lima, Perú: Programa para el desarrollo de la Amazonía PROAMAZONIA.
- Paredes, N. (2009). *Manual del cultivo de cacao para la Amazonia ecuatoriana* (Manual N° 76 ed.). Quito, Ecuador: Intituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Párraga, D. (2013). *Caracterización físico-química y sensorial de quince clones de cacao (Theobroma cacao L.) tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao* (Primera ed.). Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Pastorelly, D. (2013). Bioquímica y microbiología de la fermentación de cacao. *El cacaotero*, 1(1).
- Perez, E. (2006). *Generalidades del cacao (Theobroma cacao L.), usos y aplicaciones en la industria alimentaria* (Primera ed.). Buenavista, Saltillo Coahuila, Mexico: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Pérez, R. (Agosto de 2009). El cacao en la historia ecuatoriana: La pepa de oro. *La calidad del cacao*, 2(1).
- Portillo, A., Portillo, E., Arenas, L., Rodríguez, B., & Chacón, I. (2014). Efecto del año y tiempo de fermentación sobre las características químicas del cacao Porcelana. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 1(1), 699-711.
- Quiroz, J., & Agama, J. (Agosto de 2009). El cultivo de cacao. *Produccion*, 2(1).
- Reyes, H., Vivas, J., & Romero, A. (2000). La calidad del cacao: Cosecha y fermentación. *FONAIAP DIVULGA*, 1(1).
- Rivera, R. D., Mesias, F., Guzman, A., Peña, M., Medina, H., Casanova, L., . . . Nivelá, P. (Junio de 2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao

(Theobroma cacao L.) tipo nacional. *Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7-12.

- Sánchez, V. (2007). *Caracterización organoléptica del cacao (Theobroma cacao L) para la selección de árboles con perfiles de árboles de interés comercial*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Solorzano, E., Amores, F., Jiménez, J., Nicklin, C., & Barzola, S. (Junio de 2015). Comparación sensorial del cacao (Theobroma cacao L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 8(1), 37-47.
- Stevenson, C., Corven, J., & Villanueva, G. (1993). *Manual para análisis de cacao en laboratorio*. San Jose: IICA.
- Sukha, D. A. (2016). *Protocolos para calidad del cacao: Análisis del estado actual de la industria*. San Pedro Sula: Universidad de las Antillas.
- Teneda, W. (2016). *Mejoramiento del proceso de fermentación del cacao (Theobroma cacao L.) variedad Nacional y variedad CCN-51*. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía.
- Tinoco, H., & Ospina, D. (Julio de 2010). Análisis del proceso de deshidratación de cacao para la disminución del tiempo de secado. *Revista EIA*, 1(13), 53-63.
- Torres, L. A. (2012). *Manual de producción de cacao fino de aroma a travez de manejo ecológico* (Primera ed.). Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Wacher, M. C. (Abril de 2011). Microorganismos y chocolate. *Revista Digital Universitaria*, 12(4), 1-8.
- Zapata, S., Tamayo, A., & Rojano, A. (2013). Efecto de la fermentación sobre la actividad antioxidante de diferentes clones de cacao colombiano. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(3), 391-404.

## CAPÍTULO II

# “ELABORACIÓN DE MERMELADA A PARTIR DE PLACENTA Y MUCÍLAGO DE DOS VARIETADES DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.)”



KARLA STEFANIA TAPIA GARCÍA  
JAIME FABIÁN VERA CHANG  
JORGE GUSTAVO QUINTANA ZAMORA  
CHRISTIAN AMABLE VALLEJO TORRES

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la provincia de Los Ríos cantón Quevedo en la Finca Experimental “La Represa” localizada en el recinto Fayta de la vía Quevedo - San Carlos. Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo tri factorial, con 12 tratamientos y tres repeticiones, se evaluaron las características físicas y químicas pH, Acidez, Grados Brix, Humedad, Materia seca, Ceniza, Proteína y Grasa, no se encontraron diferencia estadística significativa. En las pruebas microbiológicas se garantizó las mermeladas es decir no existió la presencia de microorganismos patógenos como mesófilos, coliformes, hongos y levaduras. En la evaluación sensorial el mejor tratamiento fue el T9 con un buen aroma y aceptabilidad, mientras que la mayor rentabilidad lo obtuvieron los tratamientos T1 y T4 ambos con 70,78% de rentabilidad respectivamente.

Palabras claves: Mermelada, conservantes, inocuidad, variedades de cacao, placenta, mucilago.

## **ABSTRACT**

This research was conducted in the province of Los Rios Quevedo canton in the Experimental Farm "La Represa " located in the Fayta enclosure via Quevedo - San Carlos, and in the Laboratory of Food Science at the Faculty of Animal Science. A design was completely randomized in factorial tri arrangement, with 12 treatments and two replications, physical and chemical characteristics of pH, acidity, Brix, humidity, dry matter, ash, protein and fat were evaluated no statistical difference was found significant. In microbiological tests it ensured jams ie it did not exist the presence of pathogens such as mesophilic microorganisms, coliforms, fungi and yeast. In the sensory evaluation the best treatment was the T9 with a good aroma and acceptability, while it obtained the highest profitability treatments T1 and T4 both with 70,78%, respectively.

Keywords: Jam, preservatives, safety, cocoa varieties, placenta, mucilage.

# INTRODUCCIÓN

Al referirnos al cacao hacemos referencia los términos productividad, rentabilidad, sustentabilidad, dinero y como no si es la pepa de oro de los ecuatorianos.

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es un árbol nativo de más de 1500 años, de las regiones tropicales de América. Se desarrolla en climas húmedos y sombreados, es un cultivo tradicional del litoral ecuatoriano. El potencial de producción y exportación de cacao del Ecuador es muy alto y de amplio impacto social, las plantas de cacao son de una amplia importancia económica, pues generan ingresos a cerca de 500.000 familias ecuatorianas principalmente a las provincias de Los Ríos, Manabí, Guayas, y El Oro, siendo estas las zonas de mayor producción en el país (Hernández *et al.*, 2014).

El cacao ecuatoriano se encuentra liderando el mercado convirtiéndose en uno de los cacaos más apetecidos por la industria chocolatera, pues posee características individuales, distintivas lo que lo hacen único y especial, por lo que toma su reconocido “SABOR ARRIBA”, lo que le concede amplia ventaja competitiva frente a otros orígenes mundiales, las cifras lo demuestran pues Ecuador exporto 236.000 toneladas métricas de cacao seco en el año 2015 presentando un incremento del 10% con relación al año 2014, esta noble actividad ha generado en el año 2015 \$700`000.000 para la economía del país. Claro está que el cacao es el pasado, presente, y futuro del país (Anecacao, 2015).

Por muchos años hemos usado apenas el 20% de fruto de cacao, y el 80% forma parte de los desperdicios, como cascara, placenta, almendra mucilagosa de la cual se destila el mucílago, en el Ecuador no se le da uso industrial, lo cual se da por no existir un enfoque sostenible ni sustentable dirigido hacia investigaciones aplicadas que puedan generar

nuevas tecnologías hacia los pequeños y medianos productores (Meier, 2011).

El cacao es un producto que pasa por un proceso de post cosecha, donde se obtiene la placenta, de la cual se estima se desecha un aproximado de 9,2 toneladas anualmente. Además, se genera la destilación del mucilago de cacao, también conocido como baba de cacao. Se calcula que de mucílago existe un desperdicio de hasta 700 litros por tonelada de cacao seco, siendo mucho mayor el desperdicio en materiales Trinitario como el CCN-51 debido a la condición genética propia del mismo (Anecacao, 2015).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en la Finca Experimental “La Represa” la cual es propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en la parroquia San Carlos, Recinto Fayta, Cantón Quevedo, como también en el Laboratorio de Bromatología, de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Finca Experimental “La María” propiedad de la misma institución, Ubicada en el km 7 ½, vía Quevedo –El Empalme, entrada al cantón, Mocache, Provincia de Los Ríos.

### Diseño Experimental

Se empleó un diseño completamente al azar en arreglo tri factorial, como primer factor los conservantes (Benzoato de sodio y Ácido benzoico) como segundo factor las variedades de cacao (Nacional y Trinitario), y como tercer factor las concentraciones de placenta y mucilago, expresándose en 12 tratamientos con 3 repeticiones, para comparar diferencias entre medias de los tratamientos en estudio, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Para los análisis sensoriales se empleó estadística multivariable, para los cuales se aplicó el análisis de componentes principales expresado en forma gráfica.

### Análisis de varianza

Modelo trifactorial (interacciones)

Factor A- Conservantes

Factor B – Variedades

Factor C - Concentraciones

Tabla 1. *Esquema ANEVA del análisis de varianza. FCP – UTEQ.*  
2017

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	$A \times B \times C - 1$	11
Factor A (conservantes)	a-1	1
Factor B (variedades)	b-1	1

Factor C (Concentración)	c-1	2
Interacción AxB	(a-1)(b-1)	1
Interacción AxC	(a-1)(c-1)	2
Interacción BxC	(b-1)(c-1)	2
Interacción AxBxC	(a-1)(b-1)(c-1)	2
Error experimental	AxBxC (r-1)	12
Total	AxBxCxr	23

Las fuentes de variación para este ensayo se efectuaron con un modelo lineal simple cuyo esquema es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + a_i + \beta_j + c_k + a*\beta_{ij} + a*c_{ik} + \beta*c_{jk} + a*b*c_{ijk} + c_{ijkl}$$

### Identificación de unidades experimentales

Tabla 2. *Identificación y codificación de las unidades experimentales*

FCP - UTEQ. 2017

Nº	CÓDIGO	DETALLE
1	A1B1C1	Mermelada conservada con Benzoato de sodio en variedad Nacional, con concentración de 30% mucilago y 70% de placenta
2	A1B1C2	Mermelada conservada con Benzoato de sodio en variedad Nacional, con concentración de 50% mucilago y 50% de placenta
3	A1B1C3	Mermelada conservada con Benzoato de sodio en variedad Nacional, con concentración de 70% mucilago y 30% de placenta

4	A1B2C1	Mermelada conservada con Benzoato de sodio en variedad Trinitario, con concentración de 30% mucilago y 70% de placenta
5	A1B2C2	Mermelada conservada con Benzoato de sodio en variedad Trinitario, con concentración de 50% mucilago y 50% de placenta
6	A1B2C3	Mermelada conservada con Benzoato de sodio en variedad Trinitario, con concentración de 70% mucilago y 30% de placenta
7	A2B1C1	Mermelada conservada con Ácido benzoico en variedad Nacional, con concentración de 30% mucilago y 70% de placenta
8	A2B1C2	Mermelada conservada con Ácido benzoico en variedad Nacional, con concentración de 50% mucilago y 50% de placenta
9	A2B1C3	Mermelada conservada con Ácido benzoico en variedad Nacional, con concentración de 70% mucilago y 30% de placenta
10	A2B2C1	Mermelada conservada con Ácido benzoico en variedad Trinitario, con concentración de 30% mucilago y 70% de placenta

11	A2B2C2	Mermelada conservada con Ácido benzoico en variedad Trinitario, con concentración de 50% mucilago y 50% de placenta
12	A2B2C3	Mermelada conservada con Ácido benzoico en variedad Trinitario, con concentración de 70% mucilago y 30% de placenta

## Mediciones experimentales

### *Evaluación física química*

Se evaluó las características de pH, acidez, grados brix, materia seca, humedad, ceniza, y proteína al producto terminado.

### Evaluación sensorial

Se efectuó una prueba sensorial donde se evaluó el color, olor, sabor, textura, cristalización, y aceptabilidad de las mermeladas elaboradas.

### Evaluación económica

Se elaboró un análisis económico para estimar la rentabilidad de la nueva tecnología.

## Procedimiento experimental

### *Obtención del mucilago y placenta de cacao*

Para realizar la mermelada se cosechó la materia prima en la Finca “La Represa”, seguido del siguiente flujograma de obtención de mucílago y placenta de cacao (Figura 1).

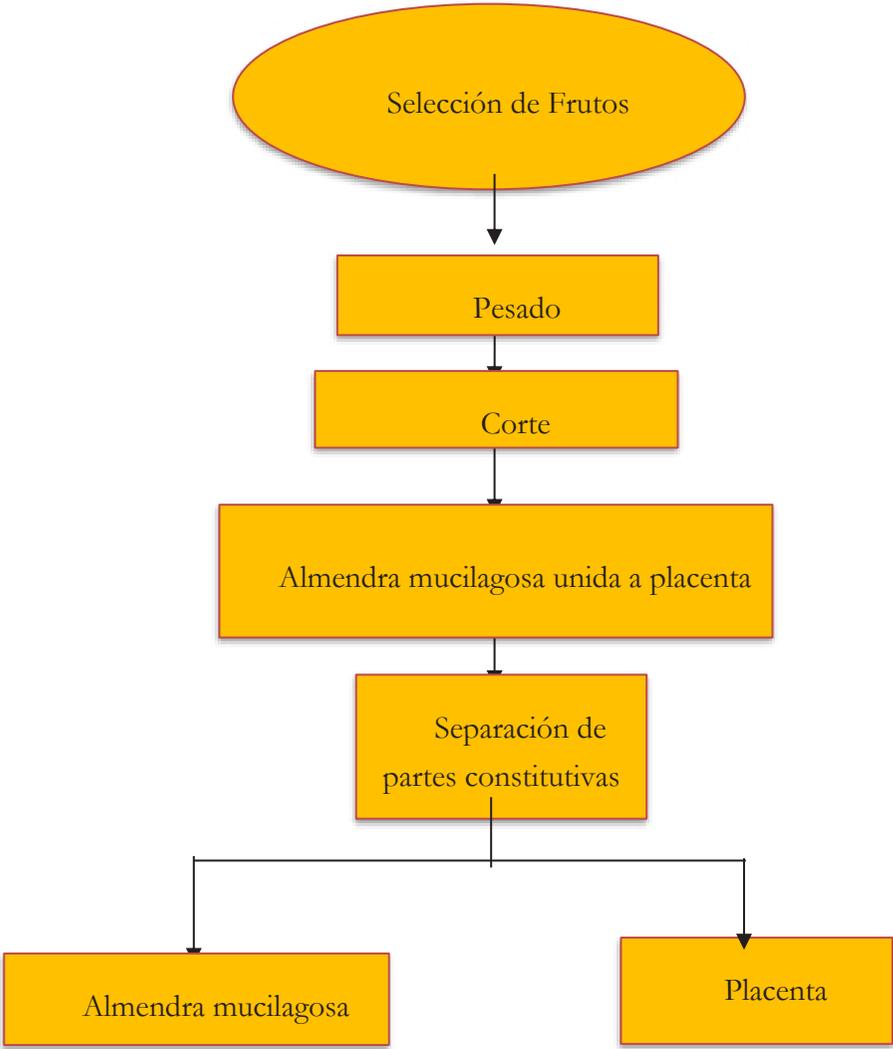


Figura 1. *Proceso de obtención de mucílago y placenta de cacao*

### Selección de los frutos

Durante la post cosecha se seleccionó las mazorcas, tomando en cuenta que no presenten defectos por cortes, maltratos o plagas.

## Pesado

Seleccionadas las mazorcas se pesaron de forma individual, tomando estos datos en el libro de campo.

## Corte

Se empleó un cuchillo de acero inoxidable para el corte, el objetivo fue extraer las semillas de la mazorca.

## Separación de almendra y mucílago

Las semillas fueron extraídas y se separó de forma manual la placenta de las almendras mucilagosa.

## Destilación de mucílago

El mucílago se obtuvo por destilación el mismo que fue recolectado horas antes de la elaboración de mermeladas.

## Placenta

La placenta fue colocada en fundas plásticas y conservadas en un equipo marca SAMSUNG modelo RF263BEAESL a 4 °C para su posterior uso.

## Proceso de elaboración de mermelada

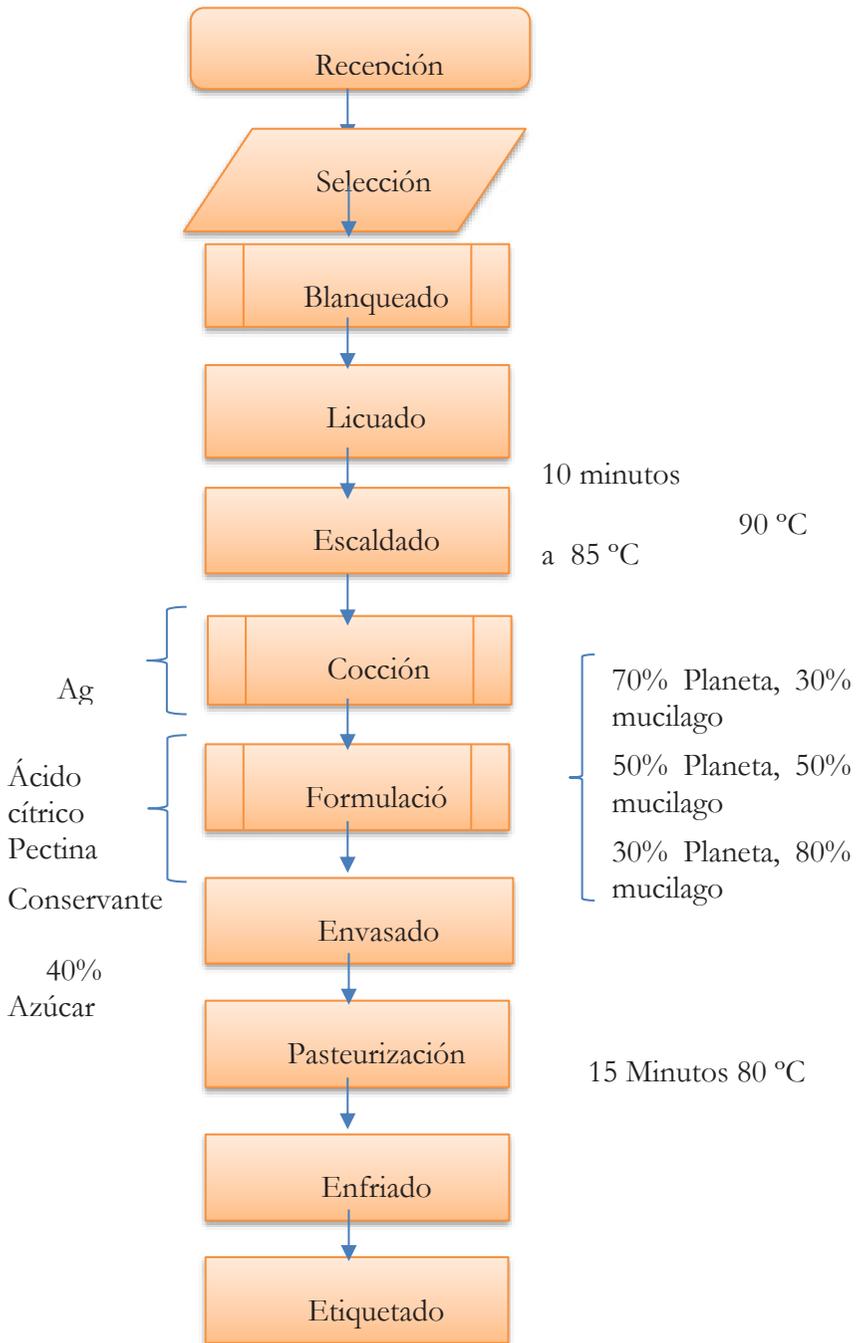


Figura 2. Flujo de proceso de la elaboración de mermelada

## Recepción

Después de haber obtenido la placenta de cacao se procedió a congelar la materia prima para la elaboración de la mermelada.

## Selección

Se seleccionó la materia prima que fue utilizada en la elaboración de mermelada, la placenta que presente textura muy fuerte no fue utilizada y fue apartada del proceso.

## Blanqueado

La placenta de cacao es altamente oxidable es por ello que se realizó un blanqueamiento, la enzima polifenoloxidasasa (PPO) causante de la oxidación, se aplicó agua caliente por 30 segundos, para disminuir los efectos que causa esta oxidación.

## Licuadao

Se realizó en una licuadora Oster modelo 4112 por un tiempo de 1 minuto aproximadamente para de esta forma obtener partículas más pequeñas, así fue más fácil la cocción.

## Formulación

Se procedió a determinar la cantidad de cada uno de los ingredientes que formaron parte de la investigación de acuerdo a factores utilizados en cada unidad experimental (Tabla 2).

## Escaldado

El escaldado fue la técnica que se utilizó para eliminar las enzimas que, con el tiempo, pueden provocar alteraciones en los alimentos. El escaldado consistió en una primera fase de calentamiento del producto a una temperatura que oscila entre 70 y 100 °C, seguido de un enfriamiento rápido. Esto contribuyó a disminuir la proliferación de microorganismos

termófilos, resistentes a la temperatura, así no se puso en riesgo la calidad del producto final.

## Cocción

La cocción se la realizó en una paila de acero inoxidable, tomando en cuenta tiempo y temperatura, se inició con un calentamiento de 70 a 85 °C y la segunda fase a 100 ° C a su vez controlando la acidez y pH del producto elaborado.

## Envasado

Cuando la mermelada estuvo lista se procedió a realizar el envasado el mismo que fue en los frascos de vidrio previamente esterilizados para evitar cualquier tipo de contaminación no deseada.

## Pasteurización

Para evitar la contaminación y crecimiento bacteriano se realizó una pasteurización la misma que se llevó a cabo en un baño maría a 80 °C por 15 minutos.

## Etiquetado

Se colocó etiquetas a cada uno de los productos, las mismas que diferenciaron a los tratamientos (Tabla 2).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3. *Promedios registrados en las variables: Humedad (%), Ceniza (%), Proteína (%), Grasa (%), pH, Grados Brix, Acidez Titulable, Materia seca en la utilización de la placenta y mucílago de cacao (Theobroma cacao L.) Nacional y Trinitario en la obtención de*

*mermelada. Finca “La María” y Finca Experimental “La Represa”  
2016*

Q	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Valor de la Probabilidad						
													x B	x C	x C	x B x C			
	8	1	0	2	5	2	8	1	4	4	3	1	,	,	,	,	,	,	,
	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	4	2	0	4	9	3	2
	1	5	3	0	2	4	5	1	6	4	4	5	2	5	1	1	0	9	8
	6	8	2	7	0	1	8	4	1	2	6	2	8	9	1	8	6	0	1
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	0	0	2	6	6	7
	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,
	7	5	6	2	5	4	7	8	7	6	6	3	0	0	4	9	2	2	1
	3	1	7	9	8	6	1	4	2	5	6	5	7	0	4	4	6	7	0
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	7	6	5	9	7	4	7
	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	7	6	8	4	5
													4	4	5	9	8	4	9

	8 a	7 a	8 a	7 a	8 a	7 a	8 a	8 a	8 a	8 a	8 a	7 a	4 2 a	4 2 a	2 2 a	0 3	3 6	1 8	5 4
	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,
	9 9 a	9 2 a	7 1 a	0 2 a	9 2 a	8 8 a	0 4 a	8 2 a	9 7 a	0 4 a	7 3 a	6 3 6	5 9 8	0 2 8	1 2 2	4 0 2	8 3 9	3 0 9	
													2 a	3 a	4 b	6	5	1	3
H	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,
	1 2 a	1 0 a	9 9 a	0 3 a	8 2 a	9 8 a	0 3 a	1 0 a	0 1 a	9 1 a	9 5 a	9 5 a	7 3 5	0 4 4	7 8 1	9 5 2	4 4 8	4 6 8	7 3 4
													3 a	9 b	3 a	3	6	4	1
B	0	3	5	2	4	6	8	6	0	5	8	7	,	,	,	,	,	,	,
	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	0	0	3	3	1	2	8
	8	7	0	4	8	3	1	7	8	9	3	7	2	0	3	7	4	5	5
	3 a b	7 a b	3 a b	0 a b	0 a b	0 a b	0 a b	0 a b	0 a b	3 a b	3 a b	3 a b	2 1 b	0 8 b	4 4 a	2 3 7	0 5 6	5 4 8	
T	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,
	5	5	5	5	5	6	5	5	6	6	6	7	5	1	3	2	7	9	9

	5 a	5 a	8 a	6 a	8 a	1 a	1 a	0 a	1 a	3 a	2 a	1 a	4 7 5 a	0 9 4 a	3 5 4 a	5 2 8	7 0 8	9 2 1	8 5 0	
S	2 , 0 2 a	7 , 7 6 a	1 , 4 5 a	7 , 9 2 a	9 , 8 0 a	7 , 5 8 a	1 , 4 1 a	8 , 8 6 a	5 , 4 0 a	1 , 0 9 a	6 , 5 3 a	8 , 9 1 a	,	,	,	,	,	,	,	,
													5 9 0 1 a	5 7 1 2 a	0 0 6 7 b	1 8 0 3	7 8 8 3	2 8 9 3	5 5 6 8	

CP=Composición Química; H= Humedad; C= Ceniza= Proteína; G= Grasa; pH = Potencial de Hidrógeno; GB= Grado Brix; At= Acidez Titulable; MS= Materia Seca; A = Conservantes; B= Variedades; C= Concentraciones.

## Variables Físicas

### pH

En el Tabla 3, para la variable pH, según el análisis de varianza se encontró diferencia significativa en el factor B mientras en los factores A y C (Conservantes y Concentraciones) al igual que en las interacciones, no se encontraron diferencias significativas, cabe destacar que en la variedad Nacional se encontró el mayor valor de pH con 4,06, mientras que el más bajo se observó en el nivel dos Trinitario con 3,94, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Según Barrett las mermeladas son productos que presentan acidez altas y por ende pH muy variados (Barrett *et al.*, 2005). Niveles de pH menos a 4,6 inhibe, la producción de toxinas las cuales son producidas por el *Clostridium Botulinum*, que es causante del Botulismo. Las Regulaciones Ferales y Estatales sobre alimentos establecen que

productos que han sido sometidos a altas temperaturas, deben tener un pH natural de 4,5 o menor.

Según (Barrientos *et al.*, 2014), en su investigación en elaboración de mermelada mixta de loche y maracuyá obtuvo que el mejor tratamiento en su investigación presentaba un pH de 4,15 lo cual coincide con los valores obtenidos en nuestra investigación.

## Grados Brix

En el Tabla 3, para la variable Grados Brix, según el análisis de varianza se encontró diferencia significativa en el factor A y B (conservante y variedades de cacao), pero no se encontró diferencia en el factor C (Concentración) ni en las interacciones, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Se registró en el factor B, en el nivel B1 mermelada de variedad Nacional la cual expresó el mayor valor de grados brix con 69,25 °, mientras que el más bajo se observó en el nivel 2 variedad Trinitario con 59,21 °Brix.

Los tratamientos registraron porcentajes de Grados Brix que varían entre 56,70 y 76,35, sin embargo según la norma INEN 0429 asevera que las mermeladas deben tener como mínimo 65 °Brix. Según (Benavent, 1996) en su obra proceso de elaboración de productos indica que las mermeladas no deben poseer una concentración mayor a 68 grados brix, para evitar la cristalización de los azúcares durante su almacenamiento.

## Humedad

En el Tabla 3, para la variable humedad, según el análisis de varianza se encontró diferencia significativa en el factor C (concentraciones), esto se debe a la cantidad de agua que tiene el mucilago en comparación con

la contenida por la placenta, en los factores A y B (Conservantes y Variedades) al igual que en las concentraciones, no se encontraron diferencias según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Los tratamientos registraron humedad que varían entre 20,32 y 54,45, esto coincide con la investigación realizada por (Javanmard *et al.*, 2012) quien aplicó almidón de sangù como agente gelificante en la elaboración de mermeladas en la misma que se obtuvo un contenido de humedad de entre 22,09 y 51,17 contrariamente a esto la investigación realizada por (Villarroel *et al.*, 2003) en mermeladas de damasco obtuvo una humedad de 63,47, siendo esta más elevada que en la presente investigación, por otra parte (Emaldi *et al.*, 2006) en su investigación en mermelada a base del cardón dato obtuvo un promedio de humedad de 17,17 inferior en relación a los obtenidos en la presente investigación.

## Materia seca

En el Tabla 3, para la variable materia seca, según el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa en el factor A, B (conservantes y variedades de cacao) ni en las interacciones, pero si existió diferencia estadística en el factor C (concentraciones) según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

En el factor C el nivel C3 expreso el mayor valor con 78,33 de materia seca, mientras que el porcentaje más bajo se observó en el nivel C1 con 55,61. Según Veloz, la cantidad de materia seca presente en un alimentos es un factor muy importantes que permite extender la vida útil de un producto, mientras menor sea la actividad da agua disminuirá la proliferación de microorganismos aerobios, hongos y levaduras que pueden afectar la calidad de un alimento, además los resultados obtenidos coinciden con (Javanmard *et al.*, 2012) en la mermelada con almidón de sangù.

## Ceniza

En el Tabla 3, para la variable ceniza, según el análisis de varianza se encontró diferencia significativa en el factor B (variedades de cacao), mientras que en el factor C (Concentraciones), y A (Conservantes) no se encontraron diferencias estadísticas significativas según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Los tratamientos registraron porcentajes de ceniza que varían entre 0,35 a 0,73, según la norma INEN 029 para mermelada asevera que el contenido de ceniza puede ser de 0,30, los valores obtenidos coinciden con (Marquina *et al.*, 2008) quien en su investigación obtuvo un contenido de cenizas de 0,50 en mermelada de guayaba, cabe destacar que según (Díaz, 2014) quien evaluó pulpa de Borojo asevera que el contenido de cenizas está asociado a la cantidad de minerales, lo cual va a variar de acuerdo a la materia prima utilizada y el manejo agronómico de la misma.

Por otra parte los datos obtenidos coinciden con (Emaldi *et al.*, 2006) quien obtuvo en mermelada de pulpa de cardón un promedio de ceniza de 0,30.

## Variable Químicas

### Acidez Titulable

En el Tabla 3, para la variable Acidez, no se encontró diferencia significativa según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Entre los factores el mayor valor se registró en el factor C en el nivel C3 (mermelada elaborada con 70% mucílago + 30% placenta) mientras el menor de entre los factores lo registro el nivel C1 y C2 con 0,56.

Los tratamientos registraron una acidez no mayor a 0,71 la misma que coincide con la norma NTE INEN 0429-1973-03 la misma que indica

una acidez no mayor a 1. Por otra parte, los valores obtenidos concuerdan con la investigación realiza por (López *et al.*, 2000), quien evaluó las características físico químicas de tres mermeladas de guayaba, quien obtuvo una acidez de entre 0,59 y 0,65, además coincide con (Maquina *et al.*, 2008) quien obtuvo en mermelada de guayaba una acidez de 0,62.

## Grasa

En el Tabla 3 para la variable grasa, según el análisis de varianza se encontró diferencia significativa en el factor C, pero no en el factor A, B ni en las interacciones según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

El contenido de grasa de 0,89% con un coeficiente de variación de 7,38, los resultados no coinciden debido a que en mermeladas no se considera el contenido de grasa, debido a que la mermeladas tienen muy bajo contenido de grasa, sin embargo coincide con los trabajos citados por (Jahurul *et al.*, 2014) quien determinó grasa en licor de cacao, mientras por otra parte (Vera *et al.*, 2014) en la elaboración de licor de cacao encontró que existe una amplia variabilidad entre variedades por lo cual en materiales trinitario tiene mayor contenido grasoso por lo cual es muy posible que este bajo contenido de grasa afecte a la expresión del sabor en la mermelada obtenida.

## Proteína

En el Tabla 3, para la variable proteína, según el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los factores según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

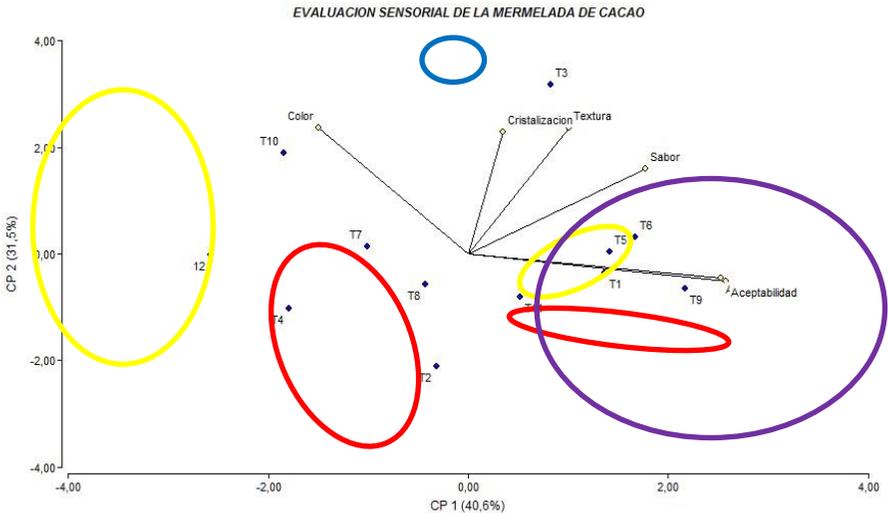
Los tratamientos registraron una proteína que varía entre 0,57 y 0,58, esto se debe a la variabilidad de los componentes físicos y químicos de la placenta y mucílago de las variedades de cacao utilizadas por otra parte la norma para mermelada asevera que el contenido de proteína puede

oscilar 0 y 1 según la NTE INEN 0429-1979-03, además estos datos coinciden con una investigación realizada en Chile por (Villaruel *et al.*, 2003) quien elaboró una mermelada de damasco con bajo contenido calórico la cual reportó un porcentaje de proteína de 0,58. Por el contrario (Emaldi *et al.*, 2006) en mermelada de pulpa de cardón dato, obtuvo un contenido más bajo de proteína con un promedio de 0,35, esto pudo deberse a la diferente composición de la materia prima utilizada.

### Resultados Sensoriales

Se llevó a cabo una prueba sensorial para determinar el grado de aceptabilidad del producto por parte de grupo de panelista, el mismo que estuvo formado por 10 catadores semientrenados, los mismos que se encargaron de evaluar en las mermeladas las variables de color, olor, sabor, textura, cristalización y aceptabilidad.

Se realizó una prueba descriptiva para interpretar la intensidad de las características del producto, obteniendo los siguientes resultados:



- Nacional
- Trinitario

Figura 3. *Promedios registrados para las variables sensoriales en la elaboración de mermelada de placenta y mucílago de cacao. Finca Experimental “La María”. FCP. UTEQ. 2016*

Se efectuó un análisis de componentes principales (ACP) con el propósito de establecer las características de la mermelada elaborada con placenta y mucílago de cacao. Los dos componentes principales (CP) fueron capaces de explicar un 72,10% de variabilidad asociada al impacto que tienen las características de color, olor, sabor, aroma, textura, cristalización y aceptabilidad del producto final (Figura 3).

En Segundo cuadrante CP2 lado negativo, encontramos los tratamientos que presentaron el nivel más bajo de las características evaluadas entre los tratamientos encontramos el T12, T7, T8, T4, y T2.

En el cuadrante formando por el lado positivo del CP1 y el lado negativo del CP2 se ubicaron los tratamientos de gran aceptabilidad entre los cuales encontramos al T1, T5, T6, T9, y T11 los mismos que presentaron excelente aceptabilidad y aroma. En el cuadrante positivo del CP2 se registró el tratamiento T10, los mismos que según el análisis de componentes principales ha sobresalido entre los demás tratamientos con respecto a la variable color.

Podemos acotar que el mejor tratamiento fue el T9 (conservada con Acido benzoico en variedad Nacional con concentración de 70% mucilago y 30% de placenta), fue el que presento un muy buen mayor aceptabilidad, aroma y buen sabor sin embargo se alejado del color deseado, pero fue el tratamiento que tuvo la mayor aceptabilidad por parte del grupo de panelistas.

## Resultados Microbiológicos

Se realizó análisis microbiológicos a todos los tratamientos, (5 muestras por tratamiento) para comprobar la veracidad de los resultados

se utilizó la siguiente señalética en el Tabla de interpretación de resultados, P si el microorganismo a evaluar está presente en el tratamiento y A si está ausente.

Según la Norma Oficial Mexicana, las especificaciones microbiológicas en UFC/g como máximo permitidas para mermeladas son 5 mesófilos aerobios, 10 organismos coliformes y 20 levaduras, por lo tanto la mermelada elaborada con placenta y mucílago de cacao, presenta ausencia de estos microorganismos, se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 4. *Variables microbiológicas en la elaboración de mermelada de placenta y mucílago de cacao. Finca “La María” y Finca Experimental “La Represa” FCP. UTEQ. 2017.*

ANÁLISIS	UFC/g
Hongos	Ausencia
Levaduras	Ausencia
Mesófilos totales	Ausencia
Coliformes totales	Ausencia

Estos resultados no concuerdan con la investigación realizada por (Gómez *et al*, 2013) quien evaluó la calidad microbiológica de mermelada de fresa deshidratada durante su almacenamiento, encontró presencia de aerobios mesófilos y bacterias ácido lácticas.

### Análisis económico

Con los resultados obtenidos en el análisis económico que se observan en el Tabla 5, el menor costo de elaboración por tratamientos fueron los

tratamientos T1 Y T4 con 5,52, mientras el mayor costo de producción lo registraron los tratamientos T9 y T12 con 7,57.

En el Tabla 5 podemos observar que los tratamientos que registraron el mejor porcentaje en relación a benéfico/costo fueron los tratamientos T1 Y T4 con valores de 0,71% cada uno, es decir que por cada dólar invertido la utilidad fue del 0,70%, por otra parte la menor rentabilidad se registró en los tratamientos T9 y T12 con una relación beneficio/costo de 19%.

**Tabla 5.** Costo de elaboración y Rentabilidad (dólares), en la Producción de mermelada con placenta y mucílago de cacao. FCP - UTEQ. 2016

RUBROS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Mermelada Prod	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Costo prod/envases	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
TOTAL INGRESOS USD	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Costos Generales												
Placenta y Mucílago	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
Pectina	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Ácido Cítrico	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Azúcar	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Acido benzoico							2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Benzoato de sodio	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30						
M.O.D	1,40	1,65	1,75	1,40	1,65	1,75	1,40	1,65	1,75	1,40	1,65	1,75
M.O.I	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Análisis de Laboratorio	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Varios (10 %)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

COSTOS TOTALES	5,2 7	5,5 2	5,6 2	5,2 7	5,5 2	5,6 2	7,2 2	7,4 7	7,5 7	7,2 2	7,4 7	7,5 7
BN (Beneficio neto)	3,7 3	3,4 8	3,3 8	3,7 3	3,4 8	3,3 8	1,7 8	1,5 3	1,4 3	1,7 8	1,5 3	1,4 3
B/C (Beneficio costo)	1,7 1	1,6 3	1,6 0	1,7 1	1,6 3	1,6 0	1,2 5	1,2 0	1,1 9	1,2 5	1,2 0	1,1 9
RENTABILIDA D %	70, 78	63, 04	60, 14	70, 78	63, 04	60, 14	24, 65	20, 48	18, 89	24, 65	20, 48	18, 89

## CONCLUSIONES

- Para las características físicas y químicas pH, acidez Titulable, grados brix, humedad, materia seca, ceniza, proteína y grasa no se encontraron diferencia significativa, lo que puede expresar que ni los conservantes, variedades ni concentraciones influyen en la elaboración de mermelada de cacao.
- En el análisis de los componentes principales para las evaluaciones sensoriales realizadas se determinó una variabilidad total de 72,10% entre componentes, ya que los mejores tratamientos fue el T9, el que presento un muy buen sabor a pesar que se alejada de color deseado.
- El Tratamiento T3 (Benzoato de sodio en variedad Nacional con concentración de 70% mucílago y 30% de placenta) no cumplió con la evaluación sensorial.
- Utilizando la concentración de 30% placenta, 70% mucilago en ambas variedades de cacao, y utilizando como conservante benzoato de sodio, se registró el mayor Beneficio/Costo en los tratamientos T1 y T4 con una utilidad del 71,78%.
- Se concluye que, en los tratamientos propuestos para elaboración de mermelada con dos variedades de cacao, se garantizó la inocuidad del producto final.
- En el análisis económico propuesto se concluye que la mayor rentabilidad lo obtuvieron los tratamientos T1 y T4 ambos con 70,78%.

## LITERATURA CITADA

- Anecacao. (2015). Cacao arriba. Revista Especializada en cacao(1). Recuperado el 13 de Junio de 2016, de <http://www.anecacao.com/uploads/magazine/REVISTA%20SABOR%20ARRIBA%203ERA%20ANECACAO%20CS5.pdf>
- Angulo, J., Graziani, L., Ortiz, L., & Parra, P. (2000). Caracterización de la semilla de cacao criollo , forastero amazonico y trinitario de la localidad de cumboto , estado aragua. *Agronomía Tropical*, 51.
- Antonio, A. (2001). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y práctica. Mexico: ACRIBIA, S.A.
- Anzaldúa, A. (2005). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza, España: ACRIBIA S.A.
- Avalo, B., Perez, S., & Tovar, M. (2009). Caracterización preliminar del proceso de concentración del jugo natural de naranja en un evaporador de tres efectos. *Interciencia*, 34.
- Barrett, D., Somogyi, L., & Ramaswamy, H. (2005). *Processing Fruits. Science and Technology* (Second edition ed.). Estados Unidos : Printed on acid-free paper. Obtenido de <http://www.fruitandvegetable.ucdavis.edu/files/217077.pdf>
- Barrientos, N. (Diciembre de 2014). Formulación, evaluación organoléptica y fisico-química de una mermelada mixta a base de loche (*Cucurbita maxima Dutch*) y Maracuyá (*Passiflora edulis*). *Revista Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 1(2). Recuperado el 13 de Junio de 2016, de <http://www.pead.uss.edu.pe/ojs/index.php/ING/article/view/120/205>
- Barros, C. (2009). Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula su autorización y uso (Segunda ed.). Madrid, España: Vision Libros. Recuperado el 05 de Junio de 2016, de <https://books.google.com.ec/books?id=UaX5GdmyMJQC&pg=PA50&dq=CONSERVANTE+DE+ALIMENTOS&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiFweOqjJLNAhVF8CYKHUISDHwQ6AEIHTAA#v=onepage&q=CONSERVANTE%20DE%20ALIMENTOS&f=false>
- Benavent, J. (1996). Proceso de elaboración de alimentos. España: Universidad Politécnica de Valencia.

- Coronado, M., & Hiliario, R. (2001). Elaboración de mermeladas/ En: Procesamiento de alimentos para pequeñas y microempresas agroindustriales. Centro de Investigación, Educación y Desarrollo, CIED, Lima, Peru. Obtenido de [http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/497/elaboracion\\_semindu\\_mermeladas.pdf](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/497/elaboracion_semindu_mermeladas.pdf)
- Devia, J. (Enero de 2003). Proceso para producir pectinas cítricas. Universidad EAFIT N° 129(129), 22-23. Recuperado el 24 de 08 de 2015, de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/918/823>
- Díaz, R. (2009). Conservación de alimentos. Cuba: Editorial Felix Varela.
- Díaz, R. (2014). Caracterización físico-química y reológica de la pulpa de Borojo (Borojoa Patinoi Cuatrec.) y productos alimentarios derivados. Andalucía, España. Recuperado el 8 de Junio de 2016, de [http://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/3481/0630\\_D%C3%A0z.pdf?sequence=1](http://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/3481/0630_D%C3%A0z.pdf?sequence=1)
- Emaldi, U., Nassar, J., & Semprum, C. (Marzo de 2006). Pulpa del fruto del cardón dato (*Stenocereus griseus*, Cactaceae) como materia prima para la elaboración de mermelada. *SciELO*, 56(1). Recuperado el 28 de Junio de 2016, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222006000100012&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222006000100012&lng=es&nrm=iso)
- Esmeralda Slaniz, G. A. (2012). “Producción de postres y vinagres a partir de exudado de cacao en la cooperativa de servicios múltiples “Ríos de agua viva, 21 de Junio, municipio Rancho Grande Matagalpa. Universidad Nacional de la Ingeniería , 25.
- Fajardo, A., Zavaleta, H., Cordava, L., Lopez, A., Delgado, A., Vidales, I., & Villegas, A. (2012). Anatomía e histoquímica de la semilla del cacao (*Theobroma cacao* L.) criollo mexicano . *Revista Fitotec*, 35(3), 10. Recuperado el 29 de mayo de 2016, de [http://www.worldcocoaoundation.org/wp-content/uploads/files\\_mf/rangelfajardo2012genomicsphysiologyseedanatomy2.52mb.pdf](http://www.worldcocoaoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/rangelfajardo2012genomicsphysiologyseedanatomy2.52mb.pdf)
- García, R. (2006). Aditivos Alimentarios. Universidad de Córdoba, Departamento de Tecnología de los Alimentos. , Córdoba , España. Recuperado el 24 de 08 de 2015, de

<http://www.uco.es/organiza/departamentos/bromatologia/nutybro/higiene-alimentaria/documentos/conferenciaaditivos.pdf>

- Gómez, F., Igual, M., Pajan, M., & Camacho, M. (Septiembre de 2013). Changes in the microbiological and physicochemical quality during storage of osmotically dehydrated strawberry jam stabilized with plant extracts. *Journal of Food*, 11(3), 248-255. Recuperado el 28 de Junio de 2016, de <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/19476337.2012.730553>
- González, N. M. (2009). Desarrollo de un prototipo de mermelada light de mango utilizando sucralosa como edulcorantes no calóricos. Zamorano Honduras.
- González, C., & Marilyn, J. (2005). Desarrollo experimental del proceso para la obtencion de jugo derivado del mucílago de cacao. Bucaramanga. Recuperado el 13 de junio de 20016, de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6650/2/116370.pdf>
- Gross, O. (2013). El libro del azucar (Vol. 1). (E. E. S.A., Ed.) Argentina , Buenos Aires, Buenos Aires: Ciudad Autonoma de Buenos Aires: Ingenio y Refineria San Martin del Tabacal. Recuperado el 24 de 08 de 2015, de <http://www.azucarchango.com.ar/descargas/E1%20libro%20del%20azucar.pdf>
- Hernández, A., Ruíz, Y., Acebo, Y., Miguelez, Y., & Mayra, H. (Enero de 2014). Antagonistas microbianos para el manejo de la pudrición negra del fruto en *Theobroma cacao* L. estado actual y perspectiva de su uso en Cuba. *Scielo*, 29(1). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522014000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522014000100002)
- Hernández, J. (2010). Aditivos alimentarios. Toxicología alimentaria . Diplomatura de nutricion humana y dietética, (pág. 13). Madrid , España. Recuperado el 24 de 08 de 2015, de [https://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlim\\_L14d.pdf](https://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlim_L14d.pdf)
- Ibañez, F. (2003). Nutrición. Aditivos alimentarios. España. Recuperado el 13 de Junio de 2016, de [http://www.nutricion.org/publicaciones/revista\\_agosto\\_03/funcionales/aditivos.pdf](http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/funcionales/aditivos.pdf)

- Jahurul, M., Norulaini, N., Sahena, F., Azmir, J., Sharif, K., & Mohd, A. (2014). Cacao butter fats and possibilities of substitution in food products concerning cocoa varieties, alternative sources, extraction methods compositio, and characteristics. . *Journal of Food Engineering*, 7.
- Javanmard, M., Chin, N., Yussof, Y., & Endan, J. (Noviembre de 2012). Application of sago starch as a gelling agent in jam. *Journal of Food*, 10(4), 275-286. Recuperado el 28 de Junio de 2016, de <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/19476337.2011.653693>
- Kalvatxhet, Z., Garzaro, D., & Guerra, F. (Junio de 1998). Theobroma cacao: Un nuevo enfoque para la nutrición y salud. *Agroalimentario*. Obtenido de [http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17703/1/articulo6\\_2.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17703/1/articulo6_2.pdf)
- López, R., Ramirez, A., & Graziani, L. (2000). L.), Evaluación fisicoquímica y microbiológica de tres mermeladas comerciales de guayaba (*Psidium guajava*. *Scielo*, 50(3). Recuperado el 28 de Junio de 2016, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222000000300013](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000300013)
- Lozano, R., & Dittmar, H. (1958). Beneficios del cacao en Colombia. 7. Colombia: Ministerio de Agricultura y ganaderia.
- Maquina, V., Araujo, L., Rodriguez, M., & Vit, p. (Marzo de 2008). Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.). 1(51). Recuperado el 28 de Junio de 2016, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222008000100014&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000100014&lng=es&nrm=iso)
- Meier, M. (12 de Diciembre de 2011). Las propiedades alimenticias y medicinales en cáscara del cacao. *La gastronomía*. Recuperado el 29 de Junio de 2016, de <http://elcomercio.pe/gastronomia/peruana/propiedades-alimenticias-medicinales-cascara-cacao-noticia-1346865>
- Muñoz, A., Aidè, S., Lopez, L. C., & Barajas, L. (2014). Ácido cítrico: compuesto interesante. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 6(12). Recuperado el 29 de Junio de 2016, de

<http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%2012/4.pdf>

- Nosti, J. (s.f.). Cacaco , cafe y té. (colección Agrícola Salvat)., 74-81 , 304-322.
- Olea, F., Lopez, c., & Lopez, H. (2012). Aspectos bromatológico y toxicológicos de colorantes y conservantes. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado el 29 de Junio de 2016, de <https://books.google.com.ec/books?id=g9FhUWsFY28C&pg=PA471&dq=conservante&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiWmIfRwc7NAhUMXR4KHZEnAbsQ6AEIJjAC#v=onepage&q=conservante&f=false>
- Orrego, C. (2003). Procesamiento de alimentos. Colombia: Universiada Nacional de Colombia. Recuperado el 28 de Junio de 2016, de <https://books.google.com.ec/books?id=u5IWOJlhKAoC&prints=ec=frontcover&dq=pasteurizacion+pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjv-cXdm8zNAhVI1h4KHXRLCfAQ6AEILDAC#v=onepage&q&f=false>
- Quimbita, F., Rodriguez, P., & Vera, E. (Diciembre de 2013). Uso del exudado y placenta del cacao para la obtencion de subproductos. (E. P. Nacional, Ed.) Revista Tecnologia ESPOL, 26(1), 8-15. Obtenido de <http://learningobjects2006.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/272/193>
- Quiminet.com. (31 de Enero de 2007). Recuperado el 29 de Junio de 2016, de <http://www.quiminet.com/articulos/el-benzoato-de-sodio-18270.htm>
- Sanchez, C. (2010). El chocolate amargo en la cocina cuencana actual, nuevas recetas. Cuenca, Ecuador. Recuperado el 29 de Junio de 2016, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1550/1/tgas5.pdf>
- Sancho, J., & Bota, E. (1999). Introducción al Análisis sensorial de los alimentos. Barcelona: Edicions Univeritat de Barcelona. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=-cw1\\_dn02I8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=-cw1_dn02I8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

- Slaniz, E., Arvizú, G., & Gonzalez, K. (2012). “Producción de postres y vinagres a partir de exudado de cacao en la cooperativa de servicios múltiples “Ríos de agua viva, 21 de Junio, municipio Rancho Grande Matagalpa. 26. Matagalpa, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de [http://www.ruta.org/CDOC-Deployment/documentos/Producci%C3%B3n\\_de\\_postres\\_y\\_vinagres\\_a\\_partir\\_de\\_exudado\\_de\\_cacao\\_....pdf](http://www.ruta.org/CDOC-Deployment/documentos/Producci%C3%B3n_de_postres_y_vinagres_a_partir_de_exudado_de_cacao_....pdf)
- Stan, C. (2009). Norma del codex para las confituras ,jaleas y mermeladas.
- Valdez, L., Gonzalez, S., & Benavides, A. (2015). Ácido benzoico: biosíntesis, modificación y función en plantas. *SciELO*, 6(7). Recuperado el 29 de Junio de 2016, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342015000700019](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000700019)
- Vargas, T., & Villazante, L. (Mayo de 2014). Clasificación de los microorganismos. *Revistas Bolivianas*. Recuperado el 28 de Junio de 2016, de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682014000500002&script=sci\\_arttext](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682014000500002&script=sci_arttext)
- Vera, J. (2014). Valoración Física , Química y Organoléptica de 12 clones de cacao (*Theobroma Cacao L.*) Tipo Nacional en Licor De Cacao. Tesis, 164. Guayaquil Ecuador, Ecuador.
- Vera, J., Vallejo, C., Parraga, D., Moreles, W., Macias, J., & Ramos, R. (2014). Atributos Físico - Químicos y Sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*., 2(7), 21-24. Recuperado el 14 de Junio de 2016
- Villarroel, M., Castro, R., & Junod, J. (Junio de 2003). Desarrollo de una formulación optimizada de mermelada de damasco de bajo contenido caórico utilizando la metodología taguchi. *SciELO*, 53(2). Recuperado el 13 de Junio de 2016, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222003000200014&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000200014&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

## **CAPÍTULO III**

# **“VALOR NUTRICIONAL DEL MAGUEY DESHIDRATADO DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) NACIONAL, PARA LA ELABORACIÓN DE BARRAS NUTRICIONALES DE USO ALIMENTARIO”**



**ROCÍO NATIVIDAD MOREJÓN LUCIO  
JAIME FABIÁN VERA CHANG  
CHRISTIAN AMABLE VALLEJO TORRES  
WISTON JAVIER MORALES RODRÍGUEZ  
RAÚL GILBERTO DÍAZ OCAMPO**

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el valor nutricional del maguey deshidratado de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional para la elaboración de barras nutricionales de uso alimentario. Se aplicó un diseño completamente al azar dentro de un arreglo bifactorial utilizando tres métodos de deshidratación con tres aglutinantes, y tres repeticiones. Para determinar diferencias entre medias de los análisis fisicoquímicos se utilizó el test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), para las variables fisicoquímicas evaluadas, los tratamientos T1, T4, T6 y T5 (estufa al aire forzado, horneado y deshidratación osmótica con miel de abeja y horneado con jarabe de glucosa) se ubican como los mejores tratamientos. Mientras que el mayor contenido en proteína (8,25%) y fibra (8,63%) lo presentaron los tratamientos T8 y T2 (estufa al aire forzado y deshidratación osmótica con jarabe de glucosa). Para los análisis sensoriales se aplicó la prueba de Kruskal Wallis con el respectivo fenograma de Ward utilizando la distancia euclídea, el mejor tratamiento fue el T5. En los análisis microbiológicos se concluyó que todos los tratamientos evaluados cumplieron con las Norma NTE INEN 2085:2005 para galletas o productos horneados. En cuanto a la relación beneficio/costo el mayor valor lo registró el tratamiento T3 (estufa al aire forzado y miel de caña) con 0,39 dólares por cada dólar invertido, con una utilidad de 39,14%.

Palabras claves: Residuo, maguey, deshidratación, barra nutricional, aglutinante.

## ABSTRACT

The aim was determine the nutritional value of dried maguey cocoa (*Theobroma cacao* L.) National to elaborate nutritional bars. Was utilized a Design Completely Random applied within a bifactorial array using three methods of dehydration with three methods, and three repetitions. The Tukey test ( $p \leq 0,05$ ) for the physicochemical variables was evaluated, T1, T4, T6 and T5 (forced air oven, to bake and osmotic dehydration with honey was used to determine differences between means of physico-chemical analysis and baking with glucose syrup) they are the best treatments. The higher protein content (8,25%) and fiber (8,63%) presented the treatments T8 and T2 (forced air heater and osmotic dehydration glucose syrup). Sensory analysis of Kruskal Wallis test was applied to the respective Ward dendrogram using Euclidean distance, the best treatment was the T5. Microbiological analysis it was concluded that all treatments evaluated met the Standard NTE INEN 2085: 2005 for cookies or baked goods. As for the cost/benefit ratio recording the highest value the treatment T3 (forced air heater and molasses) with \$ 0,39 for every dollar invested, with a gain of 39,14%.

Key words: Waste, maguey, dehydration, nutritional, binder bar.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) juega un papel importante en la economía del Ecuador, es la materia prima para la industria chocolatera y sus derivados. Ecuador se ubica entre los 10 productores más importantes de cacao a nivel mundial, además de ser uno de los mayores exportadores de productos semielaborados; pasta de cacao, manteca de cacao, polvo de cacao, chocolate y otros.

El procesamiento industrial en el Ecuador genera anualmente miles de toneladas de desperdicios, provenientes de mataderos, industrias lácteas, desechos agrícolas de la etapa pos-cosecha, residuos del procesamiento de pulpas, jaleas y mermeladas. Ante esta evidente problemática la industria alimentaria plantea nuevas alternativas para el aprovechamiento de estos residuos.

En la provincia de Los Ríos la producción de cacao es una de las principales actividades agrícolas para pequeños, medianos y grandes productores, por lo que diariamente se producen grandes cantidades de desperdicios; cáscara de cacao, mucílago, cascarilla y maguey, actualmente son muy pocas las microempresas que plantean alternativas para el aprovechamiento de estos residuos de la pos cosecha.

El consumo de fibras dietéticas produce efectos benéficos a la salud, actúan como laxantes, disminuyen los niveles de colesterol y glucosa en la sangre. La fibra dietaría se compone principalmente de celulosa, hemicelulosa, pectina, lignina, polifenoles y mucílagos que generalmente son resistentes a la digestión. La principal fuente de fibra dietaría son los cereales, pero también proviene de ciertas frutas.

En el país, a partir del año 2000 se inició el consumo de barras energéticas, inicialmente solo estaban dirigidas a deportistas, pero en la actualidad se consumen para complementar alguna de las comidas del

día. En el mercado se encuentran barras energéticas bajas en calorías y grasas, ricas en fibra, proteínas y minerales. Con la finalidad de satisfacer las necesidades del consumidor se han incluido a su formulación; frutas deshidratadas, miel, jarabes, chocolate, yogurt y semillas.

Dada que en la situación actual se ha incrementado el desarrollo de alimentos innovadores que cumplan con las normas de calidad, los consumidores optan por cambiar sus hábitos alimenticios y al adquirir estos alimentos, se basan en el valor nutricional (Baez & Borja, 2013).

En Ecuador, el maguey pese a su composición nutricional y características organolépticas agradables, es descartado luego de la post cosecha. Es por esto que la presente investigación tuvo como objetivo valorizar el maguey de cacao Nacional mediante el uso alternativo para la elaboración de barras nutricionales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Finca Experimental “La María” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7½ de la vía Quevedo-El Empalme, Recinto San Felipe, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Se encuentra entre las coordenadas geográficas de 01 ° 06 ´ de latitud Sur y 79 ° 29 ´ de longitud Oeste a una altura de 120 msnm.

### Diseño de la Investigación

Se aplicó un diseño completamente al azar dentro de un arreglo bifactorial (3x3) como primer factor se considerará los métodos de deshidratación (estufa al aire, horneado y deshidratación osmótica) como segundo factor los aglutinantes (miel de abeja, jarabe de glucosa y miel de caña) con tres repeticiones. Para determinar diferencias entre medias en el análisis fisicoquímico se utilizó el test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Para los resultados sensoriales se aplicó un análisis de varianza no paramétrico, Kruskal Wallis ( $p \leq 0,05$ ).

Tabla 1. *Identificación y características de los tratamientos a evaluar. FCP – UTEQ. 2016*

Nº	Código	Detalle
T1	m1 a1	Método de estufa al aire forzado combinado con aglutinante miel de abeja.
T2	m1 a2	Método de estufa al aire forzado combinado con aglutinante jarabe de glucosa.
T3	m1 a3	Método de estufa al aire forzado combinado con aglutinante miel de caña.
T4	m2 a1	Método de horneado combinado con aglutinante miel de abeja.
T5	m2 a2	Método de horneado combinado con aglutinante jarabe de glucosa.

T6	m <sub>2</sub> a <sub>3</sub>	Método de horneado combinado con aglutinante miel de caña.
T7	m <sub>3</sub> a <sub>1</sub>	Método deshidratación osmótica combinada con aglutinante miel de abeja.
T8	m <sub>3</sub> a <sub>2</sub>	Método deshidratación osmótica combinada con aglutinante jarabe de glucosa.
T9	m <sub>3</sub> a <sub>3</sub>	Método deshidratación osmótica combinada con aglutinante miel de caña.

## Caracterización fisicoquímica

Humedad y materia seca: fue determinada en la estufa a 130 °C por dos horas (NTE INEN 518); pH: pesar 10 g de muestra, añadir 100 ml de agua destilada, calibrar el potenciómetro y proceder medir el pH (NTE INEN 526); Proteína: fue evaluada según el método de Kjeldahl, que consiste en someter a un digestor a 400 °C por una hora, (AOAC 984.13). Utilizando el factor de conversión para proteína 6,25; Cenizas: se determinó en la mufla a 600 °C por 3 horas (AOAC 923.03); Acidez: fue evaluada según el método AOAC 947.05; Grasa: Se determinó mediante el método (NTE INEN 523); Fibra: Según la NTE INEN 522 (1981); Carbohidratos: Se realizó mediante el cálculo teórico (por diferencia) según la fórmula  $\% \text{Carbohidratos} = 100 - (\% \text{H} + \% \text{P} + \% \text{G} + \% \text{C} + \% \text{F})$ ; Energía: Fue calculada teóricamente según el factor de Atwater.

## Análisis Microbiológico

Aerobios mesófilos: Se realizó el recuento de placas Petrifilm según el Official Methods of Analysis” 18<sup>th</sup> Edition (AOAC 990.12); Mohos y levaduras: Fueron determinados a través de Official Methods of Analysis” 18<sup>th</sup> Edition, Método oficial (AOAC 997.02).

La evaluación sensorial fue realizada a las 72 utilizando 10 jueces semi-entrenados de la Facultad de Ciencias Pecuarias, mediante el método de Escala Hedónica de siete puntos con tres repeticiones se evaluó; apariencia, textura, color, gusto y aroma.

## Deshidratación del maguey

### Recepción

Se colocó el maguey en un recipiente una solución de ácido cítrico y ácido ascórbico 1 g por cada litro de agua, con una relación fruta/solución 1:2. Se procedió a cortar el maguey en trozos pequeños aproximadamente de un 1 cm, se pesó la cantidad de materia prima.

### Deshidratación estufa al aire forzado

Se ingresó a la estufa por 24 horas a 50 °C, luego se procedió a retirar de la estufa y enfriar, en un molino pulverizador se trituro el maguey deshidratado y se almacenó a temperatura ambiente.

### Deshidratación mediante horneo

Se ingresó al horno por 30 horas a 50 °C, se retiró y dejó enfriar, con la ayuda de un molino pulverizador se trituro el maguey deshidratado y se almacenó a temperatura ambiente en fundas ziploc.

### Deshidratación osmótica

Se preparó la solución osmótica con la relación, jarabe/fruta 2:1 Ríos, Márquez, & Ciro (2012) a 50 °Brix, además de utilizar 0,3% de ácido cítrico y 0,1% de ácido ascórbico, se dejó hervir durante 5 minutos y luego se dejó enfriar a temperatura ambiente.

### Osmodeshidratación

Se ingresó el maguey en trozos pequeños al reactor con la solución osmótica 50 °C durante 6 horas, con agitación automática de 10 rps. Transcurrido el tiempo se retiró del reactor y procedió a complementar el proceso mediante el secado con aire caliente en la estufa durante 12 horas, se dejó enfriar para proceder a triturar en un molino pulverizador y almacenar.

## Elaboración de barras nutricionales

Para la formulación de las barras nutricionales se utilizó 19% de avena, 4 % de chía, 8,8% de salvado de trigo, 12% de mantequilla, 4,6% de coco rallado, 5,4% de arroz crocante, 3,7% de ajonjolí, 2,2% de pasas 2,2% de nueces, 0,9% canela, 2,2% de agua, el 5% de maguey deshidratado mediante tres métodos de deshidratación y 30% de cada uno de los aglutinantes.

Los ingredientes fueron comprados en el mercado. Se procedió a pesar en una balanza de precisión. Se realizó la pre-cocción de los ingredientes secos (hojuelas de avena, nueces, chía, coco rallado y salvado de trigo) consistió en el tostado de los productos secos a baja temperatura por 10 minutos. Los aglutinantes fueron dosificados y se mezclaron con los ingredientes secos a baja temperatura por 5 minutos hasta obtener una pasta homogénea, se distribuyó en bandejas de aluminio, formando una capa de 1cm de grosor, se aplicó el prensado de forma manual ejerciendo presión sobre la mezcla, seguidamente se cortaron las barras en forma rectangular con un peso promedio de 31 g, se horneó a 120 °C por 15 minutos. Luego las barras se enfriaron a temperatura ambiente durante 15 minutos. Se empacaron individualmente en papel film y en fundas ziploc.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características Preliminares del Maguey Fresco de Cacao Nacional

Según los resultados que se presentan en el (Tabla 2), el maguey fresco contiene 83,52% de humedad, 16,48% de materia seca. El contenido de humedad en el maguey fresco de cacao Nacional es superior a los resultados obtenidos por (Quimbita *et al.*, 2013) en cacao Trinitario, quien registró 77,7% de humedad, donde también se evidenció mayor cantidad de materia seca al que se obtuvo en esta investigación. El valor de pH en maguey fresco fue 5,41 siendo superior al resultado obtenido por (Jiménez & Bonilla, 2012) en la caracterización de maguey de cacao Nacional quienes registraron un pH de 4,41. En cuanto al contenido de acidez se obtuvo 0,42% el cual es menor al valor que registró (Quintana *et al.*, 2013) con 0,80% de acidez en cacao Trinitario.

Tabla 2. *Características preliminares del maguey fresco de cacao Nacional. FCP – UTEQ. 2016*

Características	%
Humedad	83,52
Materia seca	16,48
pH	5,41
Acidez titulable	0,42

### Características Físicas del Maguey Deshidratado

#### Humedad

En el contenido de humedad que se muestra en la (Tabla 3), se puede observar que el método de estufa al aire forzado registró el mayor valor con 12,12%, seguido del método de horneado que presentó 11,27% mientras que el método de deshidratación osmótica obtuvo el menor valor con 9,63% de humedad. Los valores obtenidos en esta

investigación son similares a los que registró (Jiménez & Bonilla, 2012), quienes obtuvieron 11,62% de humedad para el maguey de cacao Nacional. Por otra parte, en cereales el contenido de humedad no debe superar el 14%, para evitar la contaminación por microorganismos (Astiasarán & Martínez, 2003).

## Materia seca

El método de deshidratación osmótica presentó el mayor contenido de materia seca 90,37%, así también el método de horneado registró 88,73% y el menor valor lo obtuvo el método de estufa al aire forzado con 87,88%. En los alimentos el contenido de materia seca permite extender la vida útil del producto, es decir mientras menor sea la actividad de agua disminuirá el crecimiento bacteriano (Veloz, 2015).

## Características Químicas del Maguey Deshidratado

### Cenizas

Con respecto al contenido de cenizas, el método de estufa al aire forzado obtuvo 5,65% próximo al método de horneado que registró 5,73%, resultados que difieren de (Quimbita *et al.*, 2013) en la caracterización de la placenta de cacao Trinitario. El maguey deshidratado osmóticamente presentó un porcentaje de cenizas de 0,36%, valor que es inferior a los demás métodos que presentan valores similares entre, esto evidencia que durante la deshidratación osmótica también ocurrió la transferencia de minerales hacia la solución osmótica, lo que concuerda con (Villacrés *et al.*, s.f.). Por otra parte (Mororó, 2012) indicó 11,60% en el contenido de cenizas en la cáscara del fruto de cacao. Según (Abarca, 2010) en la composición proximal de los residuos de cacao en

Taura y Cone, el contenido de cenizas en la cáscara fue de 9,64 y 9,56%, la testa con 8,56 y 7,95% y en el mucílago 9,20 y 9,32%.

## Proteína

Así mismo se puede apreciar que el método con mayor eficiencia en cuanto a conservar las proteínas del maguey deshidratado fue el horneado con 10,77%, también se puede observar que el método de estufa al aire forzado registró 9,91% y través de la deshidratación osmótica se obtuvo 5,24%. En la caracterización del maguey de cacao Nacional que se llevó a cabo en el Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad en el Laboratorio de Servicio de Análisis e investigación en Alimentos (Jiménez & Bonilla, 2012) obtuvieron 8,86% de proteína. Mientras que (Abarca, 2010) en la composición proximal de los residuos de cacao en los sectores de Taura y Cone indicaron valores de 4,81 y 4,85% de proteína en la cáscara, 18,45 y 18,58% en la testa y 6,70 y 6,76% en el mucílago.

## Fibra

El contenido de fibra en el método de estufa al aire forzado fue de 23,13%, mediante el horneado se obtuvo 21,57%, mientras que la deshidratación osmótica disminuyó a 5,47%, estos resultados son superiores a los que obtuvo (Quimbita *et al.*, 2013) en la caracterización del maguey de cacao CCN- 51. Sin embargo, (Abarca, 2010) en la composición proximal (%BS) de residuos de cacao en los sectores de Taura y Cone obtuvieron 36,14 y 35,66% de fibra cruda para la cáscara, 23,10 y 23,19% en la testa y 0,48 y 0,45% en mucílago. Por otra parte, (Mazzeo *et al.*, 2006) observaron la disminución de proteínas, fibra, pH

y minerales, durante la deshidratación osmótica de arveja y habichuelas. Otras investigaciones realizadas indican que la fuente y el estado de madurez de la mazorca influyen en el contenido de fibra cruda (Abarca *et al.*, 2010).

## Grasa

En el contenido de grasa, el método de estufa al aire forzado obtuvo 8,90%, mediante la deshidratación osmótica se registró 6,20% y el método de horneó presentó 6,10%. Estos valores son superiores a los que se registró en la evaluación de materia grasa en la placenta de cacao Trinitario de las haciendas cacaoteras en el cantón Montalvo (Cadena, 2015). También fue superior a los valores reportados por (Quimbita *et al.*, 2013) en muestras de placenta de cacao Trinitario.

## Carbohidratos

La estimación del contenido de carbohidratos evidenció que la deshidratación osmótica obtuvo el mayor valor con 73,10%, seguidamente el método de horneó registró 44,56% mientras que el valor menor se observó en la deshidratación por estufa al aire forzado con 40,29%. Es importante recalcar que durante la deshidratación osmótica ingresa sólidos al producto esto tiende a aumentar el contenido de carbohidratos (Castillo & Cornejo, 2007). Debido a la escasa información bibliográfica sobre las características fisicoquímicas del maguey de cacao Nacional, se puede tomar como referencia, el mucílago de cacao Nacional presentó un alto contenido de carbohidratos alcanzando 73,62%, mientras que en la cáscara y cascarilla se evidenció 44,18 y 44,14% de carbohidratos (Martínez *et al.*, 2010). Los valores

presentados por otros autores son comparables a los que se obtuvo en esta investigación.

## Energía

En cuanto a la estimación del aporte energético el método de deshidratación osmótica presentó el mayor valor 369,17 Kcal, seguido del método de estufa al aire forzado que presentó 280,89 Kcal, mientras que el método de horneado aportó 276,22 Kcal. En cuanto a la deshidratación osmótica, es importante recalcar que durante la deshidratación se produce la reacción fruta/jarabe, es decir mientras que la fruta libera agua el jarabe incorpora soluto al producto, incrementando el valor calórico del producto (Vega *et al.*, 2007).

Tabla 3. *Características fisicoquímicas del maguey deshidratado. FCP – UTEQ. 2016*

Característica	Unidad	Métodos de deshidratación			Método de análisis
		Estufa al aire forzado	Horneo	Deshidratación osmótica	
Humedad	%	12,12	11,27	9,63	NTE INEN 518
Materia seca	%	87,88	88,73	90,37	NTE INEN 518
Cenizas	%	5,65	5,73	0,36	AOAC 923.03
Proteína	%	9,91	10,77	5,24	AOAC 925.10
Fibra	%	23,13	21,57	5,47	NTE INEN 522
Grasa	%	8,90	6,10	6,20	NTE INEN 523
Carbohidratos	%	40,29	44,46	73,10	AOAC 986.25
Energía	Kcal/100 g	280,89	276,22	369,17	Factor Atwater

## Características Fisicoquímicas de las Barras Nutricionales Elaboradas

### Materia seca

En el contenido de materia seca que se observó en el ANDEVA, que para el factor métodos el valor más alto lo registró el horneado con 95,05% siendo estadísticamente diferente de la deshidratación osmótica y estufa al aire forzado con 94,06 y 93,96%. En el factor aglutinantes también existió diferencias significativas el mayor valor se encontró en el jarabe de glucosa con 95,49%, diferente de la miel de caña y miel de abeja con valores de 93,84 y 93,73%.

En cuanto efectos principales se pudo observar que mayor contenido de materia seca lo registró el T5 con 95,59% seguido del T8, T2, T4 y T6 con 95,56, 95,32, 94,91 y 94,63% estadísticamente diferentes del T1, T7, T9 y T3 con valores de 93,04, 93,23, 93,38 y 93,50%, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) con una media general de 94,35% y coeficiente de variación 0,35%.

La cantidad de materia seca presente en los alimentos es un factor importante que permite extender la vida útil del producto, mientras menor sea la actividad de agua disminuirá la proliferación microorganismos; aerobios, mohos y levaduras capaces de afectar la calidad del alimento (Veloz, 2015). A demás, los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con (Serna *et al.*, 2015) quienes obtuvieron 93,13% en el contenido de materia seca en una barra de cereal con microorganismos prebióticos.

## Humedad

Para los efectos simples se puede observar que en el factor métodos se encontró significancia estadística, los valores más altos se encontraron en los métodos de estufa al aire forzado y deshidratación osmótica con valores de 6,04 y 5,94% siendo diferentes del horneado que presentó el menor valor 4,95%. Con respecto al factor aglutinantes también se encontró diferencia estadística los mayores valores lo registraron miel de

abeja y miel de caña con 6,27 y 6,16% diferentes del jarabe glucosa con 4,51%.

Los valores de humedad encontrados en las barras nutricionales indicaron sensoriales y que existió diferencia significativa entre tratamientos según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) con una media general de 5,65% y con un coeficiente de variación de 5,88%. Se puede apreciar que el T1 registró el mayor contenido de humedad con 6,96%, seguido del T9, T3 y T7 con 6,63, 6,50 y 6,67% siendo diferentes estadísticamente del T5, T8, T2, T6 y T4 con 4,41, 4,44, 4,68, 5,37 y 5,09% que registraron los valores más bajos, siendo considerados como los mejores tratamientos por garantizar la inocuidad del producto final.

Los productos que contengan humedad menor al 12,5% no presentan cambios su calidad y disminuye el riesgo de contaminación por microorganismos patógenos durante el periodo de almacenamiento. (Estévez *et al.*, 2000) también (Astiasarán & Martínez, 2003), afirman que el contenido de agua en los cereales no debe superar el 14%. Los altos índices de humedad provocan reacciones indeseables, a más del crecimiento de microorganismos, particularmente se produce con mayor frecuencia cuando se han incorporado frutos secos a la formulación, (Guimaraes & Silva, 2009), quienes también analizaron el contenido de humedad en barras de cereales adicionadas de frutos de murici-passa (*Byrsonima crassifolia*) estos resultados varían entre 9,39 y 11,63%, al comparar estos valores con los resultados obtenidos en esta investigación las barras nutricionales presentaron un bajo contenido de humedad considerado como aceptable, en referencia a Norma INEN 2085: Galletas o productos horneados, que establece como máximo 10% de humedad.

pH

De los resultados obtenidos el pH para el factor métodos, indicó que hubo diferencias significativas entre la deshidratación osmótica que alcanzó 5,12 y el horneado que registró 4,96. Con respecto al factor aglutinantes el mayor valor lo registró la miel de caña con 5,21, siendo diferente del jarabe de glucosa y la miel de abeja con un pH de 4,99 y 4,95.

En los valores de pH que se muestran en el (Tabla 4), se puede observar que el T9 presentó el mayor valor de pH con 5,31, seguido del T3, T8, T6, T2, T4 y T1 con 5,23, 5,17, 5,09, 5,08, 5,06 y 4,92 siendo estadísticamente diferentes del T5 que presentó el menor valor 4,73, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) alcanzando una media general de 5,05 y un coeficiente de variación de 2,28%.

Generalmente, los microorganismos patógenos se desarrollan en un pH próximo a la neutralidad entre 6 y 7, los mohos llegan a tolerar pH bajos y las levaduras pueden crecer en pH intermedio (Barreiro & Sandoval, 2006). El pH en los alimentos es un factor importante para controlar el crecimiento microbiológico (Díaz *et al.*, 2012). En los quesos frescos los valores de pH entre 4,1 y 5,3 disminuyen la probabilidad del crecimiento de microorganismos patógenos (Odar, 2008). En la composición proximal de la barra de cereal con adición de harina de camote se registró un pH de 6,07 (Álvarez & Finco, 2008) citado por (Zenteno, 2014), los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores a este valor.

## Proteína

En la variable proteína para el factor métodos no existió significancia estadística, sin embargo, para el factor aglutinantes se evidenció diferencias significativas entre el jarabe de glucosa con 7,85% y miel de abeja con 7,15%.

Para los efectos entre tratamientos no se encontraron diferencias significativas según la prueba de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). El contenido de proteína en las barras nutricionales elaboradas fluctúa entre 6,90 y 8,25%, estos valores son superiores a los que obtuvieron (De Assis *et al.*, 2016) en el aprovechamiento de cáscara de pequi para la elaboración de barras de cereales. Mientras que (Guimaraes & Silva, 2009), obtuvieron resultados de proteínas que varían entre 6,93 – 7,68% en barras de cereales adicionadas de frutos de murici - passa (*Byrsonima verbascifolia*), lo que coincide con los resultados obtenidos en esta investigación, además de cumplir con la Norma Técnica Colombia NTC 3749 Productos de molinería. Cereales listos para el desayuno en la que estable mínimo 3,5% de proteínas.

## Acidez

Como se puede observar en el (Tabla 4), en lo que se refiere al contenido de acidez no se aprecian diferencias entre métodos. Respecto al factor aglutinantes si existió diferencias significativas los mayores promedios lo registró el jarabe de glucosa y miel de caña con 0,39 y 0,36% diferente de la miel de abeja con 0,31 % de acidez.

En lo que se refiere al porcentaje de acidez se encontró diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), con un coeficiente de variación de 7,50%, media general de 0,35, los tratamientos T2 y T8 presentaron el valor más elevado 0,40% seguido del T6, T3, T7, T5, T4 y T9 con 0,38, 0,36, 0,35 y 0,34 diferentes del T1 que presentó el menor valor 0,24%.

En cuanto a los valores de acidez pueden ser muy variados en frutas se pueden observar en cantidades desde 0,2 a 0,3% sin embargo; hay frutas pueden presentar hasta 6% de acidez. El porcentaje de acidez se deriva de los ácidos orgánicos e inorgánicos que pueden estar presentes

en los alimentos, cuando ocurren modificaciones del sabor, color y estabilidad del alimento se debe a la reacción que producen los ácidos orgánicos (Barreiro & Sandoval, 2006). Los resultados de acidez obtenidos en esta investigación coinciden con el porcentaje de acidez encontrados en diferentes panes, además los valores se encuentran por debajo del nivel máximo permitido para estos productos que es de 0,5% (Pascual & Zapata, 2010). Es importante recalcar que el crecimiento de microorganismos no se ve afectado por el contenido de acidez de los alimentos.

## Cenizas

En cuanto a la variable cenizas para el factor métodos se encontró diferencia significativa, los mayores valores lo registró el método de horneado y estufa al aire forzado con 2,23 y 2,12% diferentes del método de deshidratación osmótica que obtuvo 1,85%. En el factor aglutinantes también se encontró diferencias estadísticas entre miel de caña con 2,19% diferente de la miel de abeja con 1,94%.

Para los efectos principales en la variable cenizas se puede observar que los valores más altos corresponden a los tratamientos T6 y T5 con 2,45 y 2,26% siendo estadísticamente diferentes del T7, T8 y T9 con valores de 1,75, 1,82 y 1,97% según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) con una media general de 2,06% y coeficiente de variación de 7,20%.

Los valores de cenizas fluctúan entre 1,75 y 2,45%, similar al valor encontrado por (Álvarez & Finco, 2008) citado por (Zenteno, 2014) quien registró 2,46% en la composición proximal de barra de cereal con harina de camote, también (De Cristo *et al.*, 2015) obtuvo 1,6 y 2,30% de cenizas en la barra de cereal con adición de cáscara de chuchu. Por otro lado, (Caipo *et al.*, 2015) registraron porcentajes de cenizas que varían entre 3,76 y 8,18% en una barra energética a base de quinua, kiwicha y cañihua, al igual que

(Figueroa *et al.*, 2015) quienes obtuvieron 3,6% de cenizas en una barrita de frijol. Los valores obtenidos se asemejan a los que presentan otros autores y cumplen con la Norma Técnica Colombia NTC 3749 que establece máximo 5% en el contenido de cenizas.

## Grasa

Para la variable grasa en los efectos simples y principales no se encontraron diferencias significativas según la prueba de Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

Los resultados obtenidos difieren de los valores que obtuvo (Serna *et al.*, 2015), quienes registraron 16,7% en el contenido de grasa en barras de cereal como matriz sólida para la incorporación de microorganismos prebióticos. También (Lima *et al.*, 2010) obtuvieron valores de materia grasa entre 10,48 – 11,06% en la composición nutricional de barras con pulpa de baru. En investigaciones similares (Figueroa *et al.*, 2015), evaluaron una barrita de cereal comercial que registró 26,1% de grasa, similar a los resultados presentados por (Estévez *et al.*, 2000) quienes obtuvieron valores entre 23 y 27% de grasa, y afirman que al incorporar nueces tiende a aumentar el contenido de materia grasa. Otras investigaciones también demuestran que el contenido de grasa tiende a elevarse al incorporar nueces, margarina vegetal y avena (Lascano, 2013.).

## Fibra

Los resultados encontrados en la variable fibra para el factor métodos indicaron que existió diferencia significativa, los métodos de estufa al aire forzado y horneado presentaron los valores más altos con 8,44 y 8,21% diferentes de la deshidratación osmótica con el menor valor de 7,11%, en cuanto al factor aglutinantes no se encontró diferencia estadística.

Entre los valores de fibra que se muestran en el (Tabla 4), se observa que los mayores promedios se registraron en los tratamientos T2 y T1 con valores de 8,63 y 8,58%, siendo estadísticamente diferentes del T7, T8 y T9 con 6,85, 7,12 y 7,36 que registraron los valores más bajos según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) con una media general de 7,92% y un coeficiente de variación de 4,60%.

Estos valores son similares a los que obtuvieron (Caipo *et al.*, 2015), en una barra energética a base de quinua, kiwicha y cañihua. Por otra parte estos valores son superiores por (Serna *et al.*, 2015), en la elaboración de barras de cereal con incorporación de prebióticos, que presentó un contenido de fibra de 5,91%. El contenido de fibra en elaboración de barras de cereal con avena y linaza dorada fue de 11,2 a 19,46% (Colussi *et al.*, 2013). Investigaciones del contenido de fibra en distintas barras comerciales obtuvieron un promedio de 3,4% (Olivera *et al.*, 2009). En la actualidad se promueve el consumo de alimentos ricos en fibra por su capacidad para absorber el agua, mejorar el tránsito intestinal, es decir actúan como laxantes, también se atribuye que ayudan a disminuir los niveles de colesterol en la sangre y la cantidad de glucosa, además de brindar saciedad al consumirlas (Escudero & González, 2006).

## Carbohidratos

En el (Tabla 4), se registró los valores obtenidos de la variable carbohidratos, para los efectos simples y principales, no se encontró significancia estadística según la prueba de Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

En lo que se refiere al contenido de carbohidratos estos resultados son similares al que obtuvo (Olivera *et al.*, 2012). Por otro lado, existe mayor contenido de carbohidratos del que (Figueroa *et al.*, 2015) obtuvieron en la elaboración de en una barrita de frijol, que presentó 53,5% de

carbohidratos. Sin embargo, (Caipo *et al.*, 2015) obtuvieron valores superiores entre 64,82 – 68,60% de carbohidratos en la elaboración de una barra energética a base de quinua, kiwicha y cañihua.

## Energía

Como se puede apreciar en el (Tabla 4), para el factor métodos, la deshidratación osmótica y el horneado presentaron los valores más altos con 454,12 y 451,10 Kcal siendo diferentes del método de estufa al aire forzado con 443,81 Kcal, en el factor aglutinantes mayor valor lo registró el jarabe de glucosa con 455,09 Kcal diferente de la miel de caña y miel de abeja con 448,07 y 445,87 Kcal.

Para los efectos principales en la variable energía el mayor valor lo registró el T8 con 457,25 Kcal seguido del T5, T7, T9 y T2 con 456,09, 452,77, 452,33 y 451,94 Kcal siendo estadísticamente diferentes del T1 436,65 Kcal según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) con una media general de 449,68 Kcal y un coeficiente de variación de 1,12%.

El valor calórico de las barras nutricionales es ligeramente superior, a los resultados obtenidos por (Colussi *et al.*, 2013) en la elaboración de una barra de cereal con avena y linaza con 324,11 y 421,84 Kcal. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación son menores a los que obtuvieron (Saltos & Bayas, 2010) en la elaboración de barras alimenticias energéticas con salvado de palmito (180  $\mu$ m) que registró 465,48 Kcal. Por otra parte (Marroquín, 2012) en barras de amaranto para la población escolar obtuvo 601, 513 y 532 Kcal.

Tabla 4. *Valores promedio de los efectos principales y simples en las variables físico-químicas de los métodos de deshidratación y aglutinantes en la materia seca en barras nutricionales. FCP-UTEQ. 2016*

Factor métodos		Mat eria seca	Hum edad	pH	Prot eína	Ací dez	Cen izas	Gr asa	Fibr a	Carboh idratos	Ener gía
Estufa al aire forzado		93, 96b	6,04 a	5,0 8ab	7,65 a	0,3 3a	2,1 2a	20, 35a	8,4 4a	57,52a	443, 81b
Horneo		95, 05a	4,95 b	4,9 6b	7,25 a	0,3 6a	2,2 3a	20, 75a	8,2 1a	58,84a	451, 10a
Deshidra tación osmótica		94, 06b	5,94 a	5,1 2a	7,43 a	0,3 6a	1,8 5b	21, 27a	7,1 1b	58,25a	454, 12a
Factor aglutinan tes											
Miel de abeja		93, 73b	6,27 a	4,9 5b	7,15 b	0,3 1b	1,9 4b	20, 45a	7,8 3a	58,30a	445, 87b
Jarabe de glucosa		95, 49a	4,51 b	4,9 9b	7,85 a	0,3 9a	2,0 6ab	21, 06a	8,0 4a	58,53a	455, 09a
Miel de caña		93, 84b	6,16 a	5,2 1a	7,34 ab	0,3 6a	2,1 9a	20, 85a	7,8 8a	57,77a	448, 07b
Arreglo de tratamientos											
T 1	m <sub>1</sub> a <sub>1</sub>	93, 04c	6,96 a	4,9 2b	7,47 a	0,2 4b	2,1 0ab c	19, 76a	8,5 8a	57,24a	436, 65b
T 2	m <sub>1</sub> a <sub>2</sub>	95, 32a b	4,68 bc	5,0 8ab c	8,13 a	0,4 0a	2,1 1ab c	21, 03a	8,6 3a	57,54a	451, 94a
T 3	m <sub>1</sub> a <sub>3</sub>	93, 50c	6,50 a	5,2 3ab	7,37 a	0,3 6a	2,1 4ab c	20, 25a	8,1 0ab c	57,78a	442, 85ab
T 4	m <sub>2</sub> a <sub>1</sub>	94, 91a b	5,09 bc	5,0 6ab c	6,90 a	0,3 4a	1,9 7bc	20, 15a	8,0 6ab c	59,81a	448, 18ab
T 5	m <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	95, 59a	4,41 c	4,7 3d	7,19 a	0,3 5a	2,2 6ab	21, 45a	8,3 8ab	58,57a	456, 09 <sup>a</sup>
T 6	m <sub>2</sub> a <sub>3</sub>	94, 63b	5,37 b	5,0 9ab c	7,67 a	0,3 8a	2,4 5a	20, 65a	8,1 9ab	58,13a	449, 04ab

T 7	m <sub>3</sub> a <sub>1</sub>	93, 23c	6,67 a	4,8 7cd	7,08 a	0,3 5a	1,7 5c	21, 45a	6,8 5d	57,85a	452, 77a
T 8	m <sub>3</sub> a <sub>2</sub>	95, 56a b	4,44 bc	5,1 7ab c	8,25 a	0,4 0a	1,8 2c	20, 70a	7,1 2cd	59,49a	457, 25a
T 9	m <sub>3</sub> a <sub>3</sub>	93, 38c	6,63 a	5,3a	6,97 a	0,3 4a	1,9 7c	21, 65a	7,3 6bc d	57,40a	452, 33a
Promedi o		94, 35	5,65	5,0 5	7,44	0,3 5	2,0 6	20, 79	7,9 2	58,20	449, 68
CV (%)		0,3 5	5,88	2,2 8	7,06	7,5 0	7,2 0	4,8 5	4,6 0	2,24	1,12
Error		0,1 1	0,11	0,0 1	0,27	0,0 0	0,0 2	1,0 2	0,1 3	1,69	1,69

Medias con letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p \geq 0,05$ )

## Análisis Microbiológico

Para aerobios mesófilos los tratamientos presentaron valores que fluctúan entre 8 y 11,3 UFC/g. Mientras que para mohos y levaduras el T2 presentó  $8 \times 10$  UFC/g.

El bajo contenido de humedad permitió comprobar que existe poca presencia de microorganismos, lo que coincide con (Saltos & Bayas, 2010) que evaluaron la presencia de mohos y levaduras en barras alimenticias energéticas con granulometría salvado de palmito de 180 y 250  $\mu\text{m}$  después de ser elaboradas y luego de 35 días, obteniendo valores  $<10$  UFC/g, indicando que permanecieron estables durante el almacenamiento acelerado a 37 °C.

Por otra parte (Badillo, 2011) realizó la evaluación microbiológica a la barra energética que elaboró y obtuvo  $52 \times 10^2$  aerobios mesófilos,  $<10$  mohos y coliformes totales realizado en el laboratorio LABOLAB.

Debido a que Ecuador no cuenta con una Norma de los requisitos que deben cumplir las barras nutricionales, tomado como referencia la INEN 2085: 2005 para galletas o productos horneados indica como mínimo  $1,0 \times 10^3$  y máximo  $1,0 \times 10^4$  UFC/g para R.E.P.; mínimo  $1,0 \times 10^3$  y máximo  $1,0 \times 10^4$  UFC/g para mohos y levaduras, por lo tanto; las barras nutricionales elaboradas se encuentran dentro del límite establecido por esta norma.

Tabla 5. *Contenido promedio de aerobios mesófilos, mohos y levaduras en las barras nutricionales. FCP-UTEQ. 2016*

Tratamiento	Aerobios mesófilos UFC/g	Mohos y levaduras UFC/g
T1	$8 \times 10$	No presentó
T2	$8 \times 10$	$8 \times 10$
T3	$9,7 \times 10$	No presentó
T4	$8,3 \times 10$	No presentó
T5	$8,3 \times 10$	No presentó
T6	$9,2 \times 10$	No presentó
T7	$11,3 \times 10$	No presentó
T8	$10,9 \times 10$	No presentó

## Valoración de los Análisis Organolépticos

Los resultados obtenidos en la variable apariencia/agradable demostraron que no se existió diferencias significativas según la prueba

de Kruskal Wallis. La aceptabilidad indica el deseo de las personas para adquirir un producto, indicando el grado o desagrado que este produce al consumirlo, basado en atributos organolépticos como el: color, olor, sabor y textura (Peñañiel, 2013). Del mismo modo (Ochoa, 2012) señala que los caracteres físicos tienen mayor influencia para la aceptación o rechazo de un producto. (Guimaraes & Silva, 2009) evaluaron la aceptación de barras nutricionales con adición de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*), obtuvieron puntuaciones que van desde 6,26 a 7,34 en una escala de nueve puntos lo que corresponde a “como poco” y “como moderado”.

En la variable textura/dura, los valores más bajos se encontraron en los tratamientos T4, T1 y T9 con 2,53, 2,67 y 2,94 estadísticamente diferentes del T5, T2 y T8 con 5,20, 4,73 y 4,36 que registraron los valores más altos según la prueba de Kruskal Wallis. (Colussi *et al.*, 2013) evaluaron la aceptabilidad de las barras de cereal elaboradas a base de avena y linaza, para el atributo sensorial; textura, obtuvieron valores entre 6,68 y 7,00 después de la elaboración mientras que a los 60 días registraron promedios de 5,66 a 6,14 en una escala de nueve puntos, mostrando diferencias estadísticas significativas entre sí.

Para la variable textura/crocante los promedios más bajos se observaron en los tratamientos T4, T3, T1 y T1 con valores de 2,76, 2,77 y 3,01 estadísticamente diferentes de T5, T2 y T8 con 5,22, 4,50 y 4,40 según la prueba de Kruskal Wallis. (Saltos & Bayas, 2010) evaluaron la crocancia en barras con salvado de palmito de granulometría igual a 180 y 250  $\mu\text{m}$  y obtuvieron puntuaciones promedias entre 3,475 – 3,575 en una escala de 5 puntos, por lo tanto, afirman que las barras energéticas desarrolladas fueron ligeramente crocantes al masticar, no se desmenuzan al tacto y un poco ásperas. En barras de energéticas la crocancia es un aspecto importante, que se produce por efecto del

tratamiento térmico sobre el almidón del producto (Astiasarán & Martínez, 2003). Probablemente el aglutinante jarabe de glucosa brinda mayor crocancia, por la consistencia y características propias que posee el producto.

Los promedios obtenidos en la variable color/café indicaron que los valores más bajos corresponden a los tratamientos T8, T7 y T4 con 2,66, 3,22 y 3,29 siendo estadísticamente diferentes del T5 y T1 con 5,15 y 4,85, según la prueba de Kruskal Wallis. (Saltos & Bayas, 2010) compararon dos tonalidades cafés fuerte y café pálido en barras energéticas con salvado de palmito, obtuvieron el mayor promedio de 3,35, identificado como el mejor tratamiento dentro de una escala de 5 puntos. En mieles el color se relaciona con el contenido de minerales, polen y compuestos fenólicos (Ulloa *et al.*, 2010), mientras que (Aguilar, 2008), asocia las reacciones entre las proteínas, aminoácidos y azúcares produciendo un cambio de color.

En los tratamientos evaluados para la variable gusto/dulce en las barras nutricionales no existieron diferencias significativas según la prueba de Kruskal Wallis. Posiblemente ninguno de los aglutinantes utilizados influyó sobre el dulzor de las barras nutricionales, puesto que los panelistas registraron valores entre 3 y 4 que corresponde a “ligeramente” y “normal”.

Los valores registrados según la prueba de Kruskal Wallis mostraron no existió diferencias significativas entre los tratamientos. Se atribuye que el proceso de pre cocción aplicado para cada uno de los tratamientos permitió la formación de compuestos volátiles (Astiasarán & Martínez, 2003), mientras que por otra parte también se evidenció que ninguno tratamientos se vio influenciado por el aroma característico de los aglutinantes por ser el ingrediente de mayor porcentaje en la formulación. Según el análisis sensorial se puede apreciar que todos los

tratamientos registraron valores en la escala de 4 que corresponde a normal, excepto el tratamiento T2 que obtuvo 3,98 que corresponde a “ligeramente”.

Tabla 6. *Valores de los atributos sensoriales, apariencia, textura, color, gusto y aroma registrados en el análisis sensorial en elaboración de barras nutricionales. FCP-UTEQ.2016*

TRAT.	APARIENCIA	TEXTURA		COLO R	GUSTO	AROMA
	Agradable	Dura	Crocante	Café	Dulce	Intenso
T1	3,85 a	2,67 ab	3,01 ab	4,85 c	3,65 a	4,61 a
T2	3,32 a	4,73 de	4,50 cd	3,70 abc	3,04 a	3,98 a
T3	3,84 a	2,96 abcd	2,77 a	3,72 abc	3,66 a	4,61 a
T4	3,64 a	2,53 a	2,76 a	3,22 ab	3,71 a	4,41 a
T5	2,97 a	5,20 e	5,22 d	5,15 c	4,07 a	4,92 a
T6	3,72 a	4,01 bcde	4,18 abcd	4,02 bc	4,49 a	4,50 a
T7	4,36 a	2,95 abcd	3,01 ab	3,29 ab	4,54 a	4,58 a

T8	3,32 a	4,36 cde	4,40 bcd	2,66 a	3,37 a	4,33 a
T9	4,33 a	2,94 abc	3,36 abc	3,57 abc	4,10 a	4,34 a
H	14,62	21,04	20,08	18,55	13,82	7,41

H: Kruskal Wallis

## Análisis de Cluster

Según el fenograma se observó una mayor dispersión con un porcentaje de similaridad de 3,97. Los tratamientos se distribuyen en tres grupos. En el grupo 1 se distinguen seis tratamientos divididos en dos subgrupos, en el primer subgrupo se observa los tratamientos con mayor similitud, T3 y T4 que corresponden al: método de estufa al aire forzado combinado con aglutinante miel de caña y el método de horneado combinado con aglutinante miel de abeja, mientras que el T1 que corresponde al método de estufa al aire forzado combinado con aglutinante miel de abeja se encuentra separado de estos dos. Por otro lado, en el segundo subgrupo se encuentran los tratamientos T7 y T9: método deshidratación osmótica combinado con aglutinante miel de abeja y el método deshidratación osmótica combinado con aglutinante miel de caña, debidamente separados del T6 denominado método de horneado combinado con aglutinante miel de caña.

Dentro del grupo 2 se agrupan dos tratamientos: el T8 método deshidratación osmótica combinado con aglutinante jarabe de glucosa posee ligero dulzor y agradabilidad con una dureza, crocancia y aroma normal. El T2 método de estufa al aire forzado combinado con aglutinante jarabe de glucosa se caracteriza por su dureza y crocancia normal, con un ligero color café, dulzor y aroma característico del producto.

Mientras que en el tercer grupo se ubica el T5: método de horneado combinado con aglutinante jarabe de glucosa, al ser el único tratamiento de este grupo es de esperar que se encuentre separado del resto, cabe recalcar que se destaca que obtuvo una textura bastante crocante y dura de color café y un dulzor e intensidad del aroma normal.

Los tratamientos que corresponden al grupo 2 y 3 (T2, T8 y T5) debidamente separados del resto presentan una característica común; todos estos incluyen en su formulación el aglutinante jarabe de glucosa.

El fenograma construido muestra que los tratamientos en estudio se dividen en tres grupos indicados en la siguiente Figura:

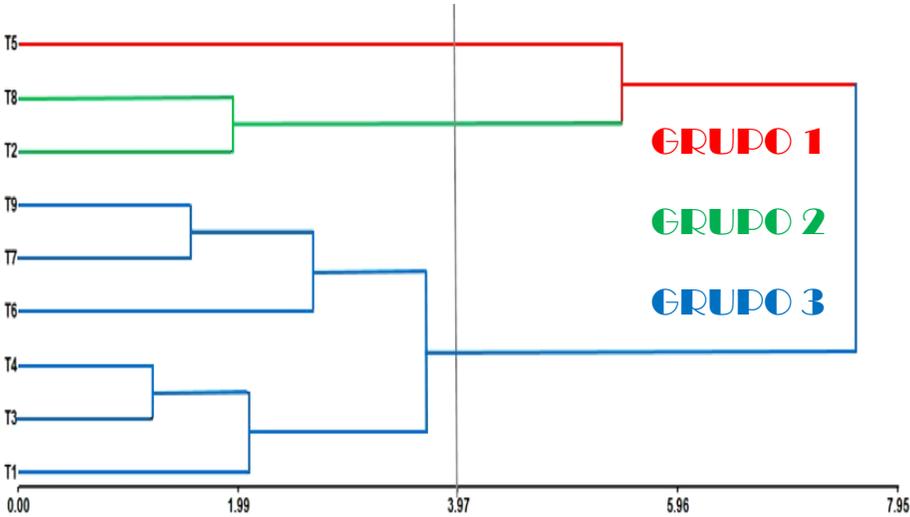


Figura 1. Fenograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward utilizando la distancia euclídea en nueve tratamientos de barras nutricionales FCP-UTEQ. 2016

## CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que el maguay de cacao Nacional posee un alto contenido nutricional, con elevadas concentraciones de fibra y proteínas. El método de deshidratación estufa a aire forzado registró el mayor contenido de fibra 23,13%, mientras que el horneado se destacó por el alto contenido de proteína 10,77%, con 21,57% de fibra bajo en grasa 6,10%, con 11,27% de humedad y 88,73% de materia seca.
- De acuerdo a los resultados obtenidos para las variables fisicoquímicas evaluadas, los tratamientos T1, T4, T5 y T6 se ubican como los mejores tratamientos. Mientras que el mayor contenido de proteína (8,25%) y fibra (8,63%) lo presentaron los tratamientos T8 y T2.
- Según el análisis microbiológico aplicado a las barras nutricionales a los 7 días de la elaboración se concluye que todos los tratamientos evaluados cumplen con la Norma NTE INEN 2085:2005 para galletas o productos horneados, demostrándose que todos son aptos para el consumo humano.
- En el análisis sensorial de las barras nutricionales elaboradas con inclusión de maguay deshidratado y tres tipos de aglutinantes, el mejor tratamiento fue el T5, puesto que obtuvo textura bastante dura y crocante de color bastante café con un dulzor y aroma normal, lo que vio reflejado en el fenograma.

## RECOMENDACIONES

- Por su contenido nutricional se recomienda la utilización del maguey de cacao Nacional en la industria alimentaria, deshidratado a través del método de horneado ya que presentó las mejores características en cuanto a su composición proximal.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en la elaboración de barras nutricionales se recomienda aplicar el tratamiento T5 (método de horneado combinado con jarabe de glucosa) por su contenido nutricional equilibrado, calidad microbiológica y mayor aceptabilidad.

## LITERATURA CITADA

- Abarca, D. H. (2010). Identificación de fibra dietaria en residuos de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Complejo nacional por trinitario. [Tesis de grado]. Ecuador. Recuperado el 17] de Jun de 2016, de [http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/13014/1/Abarca %20Rojas,%20Diego%20Hern%C3%A1n.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/13014/1/Abarca%20Rojas,%20Diego%20Hern%C3%A1n.pdf)
- Abarca, D., Martínez, R., Muñoz, J., Torres, M., & Vargas, G. (Nov; de 2010). Residuos de café, Cacao y Clododio de Tuna: Fuentes Promisorias de Fibra Dietaria. *Rev Tecnológica ESPOL - RTE.*, 23(2), 63-69.
- Aguilar, A. (2008). Tratamiento enzimático de la pulpa de plátano (*Musa paradisiaca*) para la obtención de jarabe de glucosa y fibra dietética. [Tesis de grado]. Recuperado el 16] de Jun de 2016, de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7636/24.pdf>
- Alvares, M., & Finco, A. (2008). Elaboración de una barra de cereal con la adición de harina de camote.
- Astiasarán, I., & Martínez, J. (2003.). *Alimentos Composición y Propiedades.* (2da. ed. ed.). Distrito Federal-México:: Editorial McGraw-Hill – Interamericana de España S.A.;
- Badillo, M. J. (2011). Elaboración de una barra energética con cereales como: avena, cebada y trigo adicionando espirulina y ciruela pasa. [Tesis de grado]. Quito. Recuperado el 20] de Abr de 2016, de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4914/1/45053 \\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4914/1/45053_1.pdf)
- Baez, L. L., & Borja, A. K. (2013). Elaboración de una barra energética a base de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) como fuente de Omega 3 y 6. [Tesis de grado]. Quito, Ecuador. Recuperado el 10] de 07 de 2015, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2380>
- Barreiro, J., & Sandoval, A. (2006.). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas.* (1ra ed. ed.). Estado de Miranda:: Equinoccio;
- Cadena, F. (2015). Diseño del proceso para la elaboración de una bebida energética a partir de excedentes de cacao. [Tesis de grado]. Ecuador. Recuperado el 03 de 06 de 2016

- Caipo, Y., Gutiérrez, A., & Julca, A. (May; de 2015). Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una barra energética a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) evaluada en niños. *Rev Agroindustrial Science.*, 5(1).
- Castillo, M., & Cornejo, F. (Oct; de 2007). Estudio del efecto del proceso de deshidratación osmótica en la obtención de trozos secos de carambola (*averocha carambola L.*). *Rev Tecnológica ESPOL.*, 20(1), 183-188.
- Colussi, R., Baldin, F., Biduski, B., Hartmann, V., & Gutkoski, L. (2013;). Aceitabilidade e estabilidade físico-química de barras de cereais elaboradas à base de aveia e linhaça dourada. *Rev Brazilian Journal of Food Technology.*, 16(4), 292-300. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232013005000035>
- De Assis, A. N., Martins, E., Boroni, A., & Marques, L. (2016;). Características físico-químicas da farinha da casca do pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*) E seu aproveitamento na elaboração de barras de cereais. *Rev Anais Simpac.*, 6(1), 209-214.
- De Cristo, T., Rodriguez, B., Dos Santos, N., Candido, C., Dos Santos, E., & Novello, D. (2015;). Barra de cereais com adição de farinha de casca de chuchu: caracterização físico-química e sensorial entre crianças. *Rev Semina: Ciencias Biológicas e da Saúde*, 32(2), 86 - 96. doi:10.5433/1679-0367.2015v36n2p85
- De la Fuente, S. (2011). Análisis conglomerados. Recuperado el 04] de Jun de 2016, de [www.fuenterrebollo.com/.../CONGLOMERADOS/conglomerados.pdf](http://www.fuenterrebollo.com/.../CONGLOMERADOS/conglomerados.pdf)
- Díaz, R., García, L., Franco, J., & Vallejo, C. (2012;). Caracterización bromatológica, fisicoquímica, microbiológica y reológica de la pulpa de borojo (*borojoa patinoi Cuatrec*). *Rev Ciencia y Tecnología.*, 5(1).
- Escudero, E., & González, P. (2006;). La fibra dietética. *Nutrición hospitalaria.*, 21(2), 61-72.
- Estévez, A. M., Escobar, B., & Ugarte, V. (Jun; de 2000). Utilización de cotiledones de algarobo (*Prosopis chilensis (Mol) Stuntz*) en la

elaboración de barras de cereales. Rev Archivos Latinoamericanos de Nutrición., 50(2), 148-151.

- Figueroa, J., Guzmán, S., & Herrera, M. G. (Nov; de 2015). Atributo nutricional y nutracéutica de panqué y barritas a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Rev Ciencias Biológicas y de la Salud., 17(3), 9-14.
- Guimaraes, M., & Silva, M. (Dic; de 2009). Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. Rev. Instituto Adolfo Lutz., 68(3), 426-433.
- Jiménez, F. M., & Bonilla, M. D. (2012). Aprovechamiento de mucílago y maguey de cacao (*Theobroma cacao*) fino de aroma para la elaboración de mermelada. [Tesis de grado]. Guaranda, Ecuador. Recuperado el 15] de Sep de 2015, de <https://cacaofcaug.files.wordpress.com/2014/09/0-24-ai.pdf>
- Lascano, A. (2013.). Aprovechamiento de los residuos industriales de uvilla (*Physalis peruviana*) para la elaboración de barras energéticas en la asociación artesanal Tierra Productiva. [Tesis de Maestría]. Ambato-Ecuador:: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 28] de Abr de 2016, de [repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8586/1/MSc.28.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8586/1/MSc.28.pdf)
- Lima, J., D Freitas, J., Fernandes, D., & Naves, M. (2010;). Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa de amêndia de baru. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos., 28(2).
- Marroquín, C. A. (2012). Formulación y aceptabilidad de barras de amaranto para población escolar. [Tesis de grado]. Quetzaltenango:: Universidad Rafael Landívar;. Recuperado el 22] de Mar de 2016, de [biblio3.url.edu.gt/Tesis/2012/09/15/Marroquin-Cecilia.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2012/09/15/Marroquin-Cecilia.pdf)
- Mazzeo, M., León, L., Hernández, H., & Cuapacha, H. (Ene; de 2006). Deshidratación osmótica de arveja (*Pisum sativum* L.) y habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando soluciones de glicerol y cloruro de sodio. Rev Vector., 1(1), 9-28.
- Mororó, R. C. (2012). Aproveitamento dos derivados, subprodutos e resíduos do cacau. En R. R. Valle (Ed.), Ciencia, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro (2da Ed. ed., págs. 597-641). Brasil: CEPLAC/CEPEC.

- Ochoa, C. L. (2012). Formulación, Elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa Apicare. [Tesis de grado]. Riobamba-Ecuador:: Universidad Superior Politécnica de Chimborazo; Recuperado el 09] de Ago de 2015, de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2577/1/56T00345.pdf>
- Odar, R. (2008). La importancia del pH en los alimentos. Perú.: Recuperado el 11 de 05 de 2016
- Olivera, C. M., Giacomino, S. M., Pellegrino, N., & Sambucetti, M. (Dic; de 2009). Composición y perfil nutricional de barras de cereales comerciales. Actualización en Nutrición., 10(4).
- Olivera, M., Ferreyra, V., Giaomino, S., Curia, A., Pellegrino, N., Fournier, M., & Apro, N. (Sep; de 2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. Rev Chilena de Nutrición, 39(3), 18-25.
- Pascual, G., & Zapata, J. (oct de 2010). Sustitución parcial de harina de trigo *Triticum aestivum* L. por harina de kiwicha *Amaranthus caudatus* L., usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. Rev. Soc. Quím. Perú, 76(4).
- Peñañiel, J. P. (2013). Efecto de la Utilización de emulsificantes (estearil lactilato de sodio, monoglicérido destilado al 90%) en la textura de barras energéticas de amaranto (*Amarantus caudatus*) reventado variedad INIAP-Alegría. [Tesis de grado]. Recuperado el 15 de Jun de 2016, de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6571/1/AL%20527.pdf>
- Quimbita, F., Rodríguez, P., & Vera, E. (Dic; de 2013). Uso del exudado y placenta del cacao para la obtención de subproductos. Rev. Tecnológica ESPOL., 26(1), 8-15.
- Ríos, M. M., Márquez, C. J., & Ciro, H. J. (Julio de 2012). Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica Papaya* L.) en cuatro agentes edulcorantes. Fac. Nal. Agr., 58(2), 2998-3002. Recuperado el 29 de Marzo de 2016
- Saltos, H., & Bayas, A. (Nov; de 2010). Utilización de residuo fibroso seco obtenido de la cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K); en la elaboración de barras alimenticias

enérgicas BAE en la industria Agrícola Exportadora C.A. INAEXPO. Rev Tecnológica ESPOL -RTE., 23(2), 1-8.

- Serna, L. C., Angulo, J. E., & Ayala, A. A. (2015;). Barras de cereal como matriz sólida para la incorporación de microorganismos probióticos. 26(2). doi:10.4067/S0718-07642015000200005
- Ulloa, J. A., Mondragón, P. M., Rodríguez, R., Reséndiz, J. A., & R., U. P. (Sep; de 2010). La miel de abeja y su importancia. Rev Fuente, 2(4).
- Vega, A., Palacios, M., Boglio, F., Pásaro, C., Jeréz, C., & Lemus, R. (2007;). Deshidratación osmótica de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*) e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia. Rev Cienc. Tecnol. Aliment., 27(3).
- Veloz, A. (2015). Utilización de cáscara de chontaduro (*bactris gasipaes*) fermentada en estado sólido para la elaboración de barras enérgicas. [Tesis de grado]. Puyo: Universidad Estatal Amazónica. Recuperado el 25] de 05 de 2016, de <http://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/handle/123456789/85/VELOZ%20TORRES%20ADRIAN%20VINICIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villacrés, E., Arias, J., & Brito, N. (s.f.). Aprovechamiento agroindustrial de la uvilla (*physalis peruviana* L.) para la obtención de un producto cristalizado. Obtenido de [repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/489/1/iniapscCD11AVa.pdf](http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/489/1/iniapscCD11AVa.pdf)
- Zenteno, S. (30 de Nov; de 2014). Barras de cereales enérgicas y enriquecidas con otras fuentes vegetales. Rev de Investigación Universitaria., 3(2), 56-66.

## **CAPÍTULO IV**

# **“CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA HARINA CON BASE EN CÁSCARAS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.), PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS”**



**ROSA ANGÉLICA ROMERO ROJAS  
JAIME FABIÁN VERA CHANG  
CHRISTIAN AMABLE VALLEJO TORRES  
WISTON JAVIER MORALES RODRÍGUEZ  
VERÓNICA DAYANA PUENTE JIMÉNEZ**

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad caracterizar a nivel bromatológico y microbiológico la harina a base de cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), para la elaboración de galletas de avena. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Para la determinación de diferencias entre los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad, los tratamientos correspondieron a cuatro líneas interclonales de cacao (DIRCYT – H. 258, DIRCYT – H. 259, DIRCYT – H. 263 y DIRCYT – H. 265) provenientes de la Finca Experimental “La Represa”. Se analizaron variables bromatológicas (humedad, materia seca, cenizas, materia orgánica, extracto etéreo, nitrógeno total, fibra bruta, ELNN y energía), variables microbiológicas (aerobios mesófilos, coliformes totales y mohos – levaduras), variables sensoriales (color, olor, gusto, textura y aceptabilidad general) y variables económicas (beneficio neto, relación B/C y rentabilidad). En base al análisis estadístico se determinó que no existió significancia estadística para las variables materia orgánica, nitrógeno total, fibra bruta y energía. Sin embargo, el T1 se destacó por presentar valores promedios conforme a la NTE INEN 0616:2006 en lo que respecta a humedad (6,73%) y nitrógeno total (8,14%). En el análisis microbiológico se observó que los tratamientos evaluados cumplieron con lo estipulado en la NTE INEN 0616: 2006, siendo aptos para el consumo humano. Para la evaluación sensorial de las galletas de avena se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis y Análisis de Componentes Principales, el tratamiento con mayor aceptabilidad fue el T4, indicando además que la sustitución de la harina de trigo por la harina de cáscaras de cacao en un 25% no influye en las propiedades organolépticas del producto horneado. Con respecto al análisis económico se indicó que la relación B/C para la obtención de la harina es \$ 1,20 con un rendimiento de 0,500 kg y en la elaboración de galletas es \$ 1,12 con un rendimiento de 200 unidades

con un peso de 4 g en base seca; por cada dólar invertido se obtuvo un retorno de \$ 0,20 y 0,12 con una utilidad de 20,18 y 11,86% respectivamente.

Palabras claves: Cáscaras de cacao, galletas, harina, líneas híbridas, secado y teobromina.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation was to characterize the flour based of cocoa shell (*Theobroma cacao* L.) at the bromatological and microbiological level for the production of cookies of oats. A completely randomized design was applied, with four treatments and five replicates. For the determination of differences between treatments, Tukey's multiple range test was used at 5% probability, treatments corresponded to four interclonal cocoa lines (DIRCYT – H. 258, DIRCYT – H. 259, DIRCYT – H. 263 and DIRCYT – H. 265) from the Experimental Farm "La Represa". Bromatological variables were analyzed (moisture, dry matter, ash, organic matter, ethereal extract, total nitrogen, crude fiber, ELNN and energy), microbiological variables (aerobic mesophiles, total coliforms and molds - yeasts), sensory variables (color, smell, taste, texture and general acceptability) and economic variables (net profit, B / C ratio and profitability). Based on the statistical analysis, it was determined that there was no statistical significance among the treatments in the obtainment of flour, because yes a difference mathematics for the variables organic matter, total nitrogen, crude fiber and energy. However, T1 was noted for presenting average values according to NTE INEN 0616: 2006 in terms of humidity (6.73%) and total nitrogen (8.14%). In the microbiological analysis it was observed that the evaluated treatments complied with the stipulated in NTE INEN 0616: 2006, being suitable for human consumption. The non - parametric Kruskal - Wallis test and Analysis of Principal Components were used for the sensory evaluation of the biscuits of oats. The treatment with the highest acceptability was T4, indicating that the substitution of the flour of wheat for the flour of cocoa shell in a 25% does not influence the organoleptic properties of the baked product. With respect to the economic analysis it is indicated that the B/C ratio for the production of flour is \$ 1.20 with a yield of 0.500 kg and in the production of cookies is \$ 1.12 with a yield of 200 units with a weight of 4 g on a dry basis; for

each dollar invested a return was obtained of \$ 0.20 and 0.12 with a profit of 20.18 and 11, 86% respectively.

Key words: Cocoa shells, biscuits, flour, hybrid lines, drying and theobromine.

## INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es el nombre que se le otorga al árbol y a sus frutos. Las almendras de cacao es la principal materia prima de diversos sectores en la industria alimenticia como la confitería y chocolatería, siendo además un insumo natural en la cosmetología. Es nativo de América tropical en una franja que se extiende desde Brasil hasta México (Llano & Betancourt, 2009). Sin duda alguna, el cacao es uno de los productos ecuatorianos de exportación con mayor historia en la economía del país, se destaca por sus características organolépticas las cuales son reconocidas como únicas (Anecacao, 2015).

La producción de cacao a nivel internacional se encuentra liderada por Costa de Marfil con un aporte de 1'000.000 Tm, siendo un 34% de la producción mundial (Cuéllar & Guerrero, 2012). Mientras que, Ecuador comprende 224.163 Tm con una tasa de crecimiento promedio anual de 14,28% según datos del MAGAP hasta el año 2011. En lo que respecta a la exportación, en el 2012 se ubicaron Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Camerún, Países Bajos y Ecuador como principales países exportadores (PRO Ecuador, 2013). Por su parte Ecuador al finalizar el año 2015 alcanzó un volumen de 260.000 Tm de cacao en grano y derivados (Moncayo, 2016).

Dentro del procesamiento industrial del cacao se generan derivados y residuos orgánicos, entre ellos las cáscaras que corresponden entre 60 a 70% del peso del fruto, constituye un serio problema para los agricultores, debido a que al ser utilizado como abono sin compostar se considera una fuente específica de enfermedades causada por especies del género *Phytophthora* como la mazorca negra (Baena & García, 2012). Su uso también ha sido destinado para el consumo animal, esto mediante un proceso de secado y posterior molido que permite la obtención de harina, generando beneficios tanto económico como

productivo (Pagés, 2015). Sin embargo, en la zona de estudio no se ha desarrollado una metodología de aprovechamiento para el consumo humano, siendo un tema de gran interés para la población e industria alimenticia.

Las galletas es uno de los alimentos de consumo masivo y de primera necesidad, debido a la alta aceptabilidad. En el mercado ecuatoriano existen cerca de 22 marcas comerciales de galletas que año a año han diversificado los gustos y han logrado que el consumo individual alcance 3 kg anuales. En base a diferentes estudios por parte de empresas como Nestlé, Kraft – Nabisco, Noel, La Universal, Costa, han determinado que las galletas preferidas por los ecuatorianos sean las dulces con valores agregados, pero también las tradicionales (Logroño *et al.*, 2015). Las galletas aportan diferentes nutrientes según cada variedad, siendo sus principales componentes carbohidratos, proteínas y grasas, lo que la convierte en un producto ideal para llevar una dieta equilibrada y saludable (Cajamarca & Criollo, 2012).

En nuestra sociedad son tan comunes las enfermedades cardiovasculares, diabetes y la obesidad, por ello hoy en día los productos que contrarresten este tipo de patologías serán un área de desarrollo clave en la industria alimenticia. Siendo uno de ellos la avena, en la cual los productores demuestran cada vez más interés como aliado para generar productos saludables y en específico por su componente soluble rico en fibras que corresponde al beta – glucano (Arrobo, 2016).

Por lo expuesto, el trabajo de investigación propuso caracterizar a nivel bromatológico y microbiológico la harina a base de cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), para la elaboración de galletas de avena. Basándose en un estudio acerca del mismo producto horneado a partir de tres niveles (24, 30 y 35%) de harina de cascarilla de cacao, en el cual se obtuvo un producto funcional y aceptable al utilizar la menor

concentración de harina de cascarilla, por ello se decidió realizar la inclusión de harina de cáscaras de cacao en un 25% en relación a la harina de trigo. Con el aprovechamiento del residual se da respuesta a la demanda de los productores respecto a mejorar sus ingresos económicos y a la disminución del impacto ambiental, mediante la agregación de valor a un subproducto inutilizado en la cadena de transformación del cacao.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Bromatología de la Finca Experimental “La María” perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Entre las coordenadas geográficas de 01 ° 06 ´ de latitud sur y 79 ° 29 ´ de longitud oeste a una altura de 120 msnm.

### Diseño Experimental

En el estudio se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Para la comparación de medias de los diferentes tratamientos se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad. Para el análisis sensorial se emplearon la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis y Análisis de Componentes Principales expresado en forma gráfica.

Fuente de variación (FV)			Grados de libertad (GL)
Tratamiento	(t-1)	(4-1)	3
Error experimental	t(r-1)	4(5-1)	16
Total	t*r-1	4*5-1	19

El modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:  $Y_{ij}$  =Total de las observaciones en estudio,  $\mu$  =Efecto de la media general,  $T_i$  =Efecto de los tratamientos en estudio y  $\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio o error experimental.

### Identificación de unidades experimentales

Tabla 2. Descripción de los tratamientos en estudio. FCP – UTEQ. 2017

Tratamiento	Descripción
T1	Línea híbrida (Trinitario x Nacional) DIRCYT – H. 258
T2	Línea híbrida (Trinitario x Nacional) DIRCYT – H. 259
T3	Línea híbrida (Trinitario x Nacional) DIRCYT – H. 263
T4	Línea híbrida (Trinitario x Nacional) DIRCYT – H. 265

DIRCYT: Dirección de Investigación Científica y Tecnológica. H.: híbrido.

## Mediciones experimentales

### *Variables bromatológicas*

Humedad o pérdida por calentamiento y Materia seca o sólidos totales según la NTE INEN 0518 (1981), Cenizas o materia inorgánica y Materia orgánica según la NTE INEN 0520 (1981), Extracto etéreo o grasa bruta según la NTE INEN 0523 (1981), Nitrógeno total o proteína bruta según la NTE INEN 0519 (1981), Fibra bruta según la NTE INEN 0522 (1981), Elementos no nitrogenados o sustancias extractables no nitrogenadas mediante el cálculo teórico (por diferencia) según la fórmula  $\% \text{Carbohidratos} = 100 - (\%H + \%P + \%G + \%C + \%F)$  y Energía según el método del factor atwater.

### Variables microbiológicas

Aerobios mesófilos según la NTE INEN 1 529 – 5: 2006, Coliformes totales según la NTE INEN 1 529 – 7: 1990 y Mohos – levaduras según la NTE INEN 1 529 – 10: 1998.

## Variables organolépticas

Se consideraron dos pruebas: descriptiva (perfil sensorial) y afectiva (aceptación), haciendo uso de la tabla de números aleatorios para la asignación de los códigos para las muestras. Para ello fue necesario pedir la colaboración a un grupo de 10 jueces semi - entrenados, quienes recibieron de manera previa una introducción del tema en estudio. La evaluación se realizó a las siguientes propiedades organolépticas: color, olor, gusto y textura; además de una aceptabilidad general.

La escala de intervalo utilizada para la calificación en la prueba descriptiva fue la siguiente:

0: Nada

3: Bastante

1: Ligeramente

4: Demasiado

2: Moderado

5: Extremadamente

Y para la prueba afectiva se hizo uso de la siguiente escala hedónica:

-3: Me disgusta mucho

1: Me gusta ligeramente

-2: Me disgusta

2: Me gusta

-1: Me disgusta ligeramente

3: Me gusta mucho

0: Ni me gusta ni me disgusta

## Variables económicas

### *Costos totales*

Comprende la suma de los costos directos (materia prima, insumos, materiales directos de fabricación y mano de obra directa) y los costos

indirectos (materiales de seguridad, suministro de fabricación y control de calidad del producto).

$$\mathbf{CT = CD + CI}$$

Dónde:

CT = Costos totales, CD = Costos directos y CI = Costos indirectos.

### Precio de venta

Es la forma a través de la cual se logra cubrir los costos de producción, entre otros y además en el que se incluye un porcentaje de utilidad, siendo este un precio ex – fabrica porque solamente determina cuanto es el ingreso por ventas.

$$\mathbf{PV = CT + \text{margen de utilidad (\%)}}$$

Dónde:

PV = Precio de venta y CT = Costos totales.

### Ingresos brutos

Son las entradas de dinero que en un proyecto tiene, principalmente por las actividades normales de operación y otras.

$$\mathbf{IB = P + Q}$$

Dónde:

IB = Ingresos bruto, P = Precio de venta y Q = Cantidad o peso de los productos fabricados.

### Beneficio neto

Es el valor que se obtiene mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales.

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

Dónde:

BN = Beneficio neto, IB = Ingresos brutos y CT = Costos totales.

### Relación beneficio/costo

Es la relación que existe entre los ingresos brutos y los costos totales, para de esta manera determinar los beneficios por cada dólar invertido en el proyecto.

$$\mathbf{R \frac{B}{C} = IB/CT}$$

Dónde:

R B/C = Relación beneficio/costo, IB = Ingresos brutos y CT = Costos totales.

### Tasa promedio de rentabilidad

Es el valor que comprende la relación del beneficio neto y los costos totales multiplicado por el 100%.

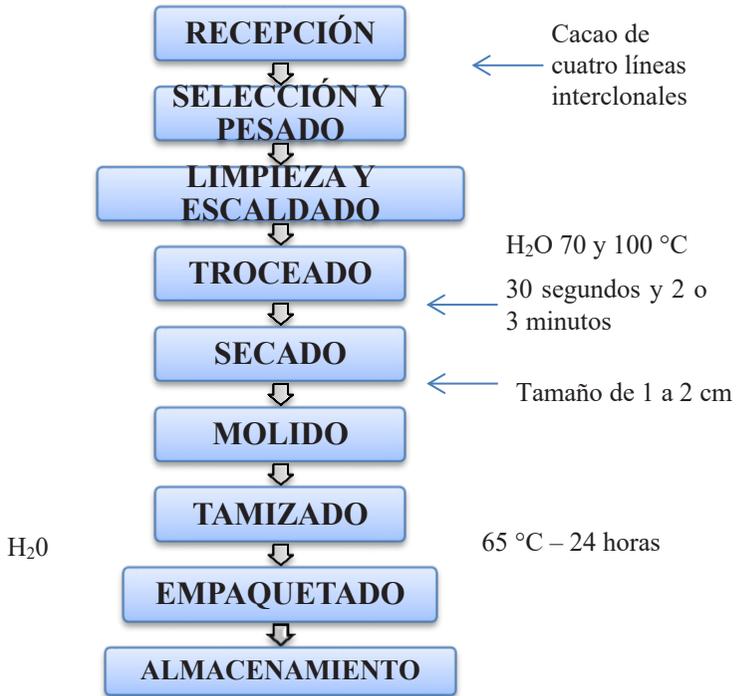
$$\mathbf{TPR = \frac{BN}{CT} * 100\%}$$

Dónde:

TPR = Tasa promedio de rentabilidad, BN = Beneficio neto y CT = Costos totales.

## Procedimiento experimental

Figura 1: *Diagrama de bloques del proceso para la obtención de harina a base de cáscaras de cacao*



## Descripción del proceso para la obtención de harina a base en cáscaras de cacao

### Recepción

Se recolectaron las mazorcas de cacao de cuatro líneas híbridas interclonales en la Finca Experimental “La Represa”, localizada en el km 7 ½ de la vía Quevedo – Babahoyo, Recinto Faita, Parroquia San Carlos, Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, las cuales fueron trasladadas al Laboratorio de Bromatología para la limpieza y procesado correspondiente, empleando para su transporte sacos de yute.

### Selección y pesado

Se realizó una selección de las mazorcas de cacao que no presentaban daños físicos para aplicarles un corte a nivel transversal con la finalidad de retirar las almendras. Los cascarones resultantes se pesaron en una balanza gramera y se registró el peso, el mismo que correspondió a 3,3 kg de cada línea interclonal, siendo un total de 13,2 kg del residual orgánico.

## Limpieza y escaldado

A las cáscaras seleccionadas se les aplicó un proceso de lavado con agua potable y escaldado. Siendo este último un tratamiento térmico que se emplea a diversos productos vegetales con el propósito de inactivar enzimas, a pesar de no destruir los microorganismos ni alargar la vida útil de los alimentos, es una técnica previa a un segundo tratamiento que correspondió al secado. Consistió en llevar al residuo orgánico con agua potable en una olla de acero inoxidable en una relación de 300 g/l de agua a una primera fase de calentamiento a una temperatura entre 70 y 100 °C, seguido se mantuvo durante un tiempo que varió entre 30 segundos y 2 o 3 minutos. Posteriormente se dejaron escurrir en una superficie limpia y seca. A cada una de las líneas interclonales de cacao se les determinó el contenido de humedad, esto según el método de ensayo indicado en la presente y con lo cual se facilitó el desarrollo del balance de masa del producto final.

## Troceado

Las cáscaras de cacao fueron cortadas en trozos de 1 a 2 cm, esto con el objetivo de ayudar al proceso de secado.

## Secado

Una vez cortadas se colocaron las cáscaras de cacao en las parrillas metálicas que previamente fueron recubiertas con papel de aluminio,

para luego ser llevadas a la estufa a una temperatura de 65 °C por 24 horas, con el objetivo de disminuir el contenido de humedad.

## Molido

Al cumplir el tiempo de secado a las cáscaras se las dejó enfriar por unos minutos a temperatura ambiente para luego llevarlas al molino manual, se realizó el proceso por tres ocasiones, para conseguir un grado de granulometría adecuado.

## Tamizado

Con la ayuda de un tamiz metálico se cernió la harina molida para su empaquetado respectivo.

## Empaquetado y almacenamiento

El producto obtenido se colocó en fundas herméticas, esto con el objetivo de no permitir que las características de la harina se vean alteradas hasta el momento de llevar a cabo el análisis bromatológico y microbiológico. Para el almacenamiento se consideró una temperatura ambiente de acuerdo a la zona en estudio.

## Diagrama de bloques para la elaboración de galletas de avena a base de harina de cáscaras de cacao

Para la elaboración de galletas de avena a base de harina de cáscaras de cacao, se empleó una formulación de una receta común para el producto horneado, la misma que se detalla en la Tabla 12, en la cual la harina previamente obtenida fue incorporada en un 25% en relación al peso de la harina de trigo. Este valor se tomó como referencia a la elaboración de galletas a base de harina de cascarilla de cacao, debido a que un porcentaje cercano resultó ser el más aceptable en el producto horneado (Jiménez, 2008).



Figura 2: Diagrama de bloques del proceso para la elaboración de galletas de avena a base de harina de cáscaras de cacao

## Descripción de proceso para la elaboración de galletas de avena a base de harina de cáscaras de cacao

### Recepción

Se adquirieron los ingredientes a utilizar en la elaboración de galletas de avena que correspondieron: mantequilla, azúcar morena, huevo, harina de trigo instantánea con autoleudante fortificada, avena en hojuelas y sal; provenientes de diversos locales en la ciudad de Quevedo.

### Pesado

En base a la formulación para la elaboración de las galletas de avena, se registró el peso de cada uno de los ingredientes.

## Cremado

Con la ayuda de una batidora eléctrica, se formó una emulsión con la mantequilla y el azúcar morena (previamente pulverizado), batiendo a velocidad media durante 5 minutos. Luego se añadió el huevo, continuando con el batido hasta obtener una emulsión suave y cremosa.

## Mezclado

En un bol, se mezcló la harina de trigo instantánea con autoleudante fortificada, la harina a base de cáscaras de cacao, la avena en hojuelas y la sal, a esta se agregó el cremado.

## Amasado

Se desarrolló esta operación manualmente con el fin de obtener una masa homogénea.

## Moldeado

Se pesaron 5 g de masa de galletas de avena, disponiéndolas en el interior de un cortapastas metálico, teniendo como base la bandeja de horno antiadherente preparada (engrasada y enharinada) y dejando un espacio entre ellas aproximadamente de 3 cm.

## Horneado

Para esta operación se ubicó la bandeja de horno antiadherente en el equipo eléctrico a una temperatura de 180 °C durante 7 minutos.

## Enfriado

Transcurrido el tiempo se retiró la bandeja de horno y se la dejó enfriar a temperatura ambiente, para proceder al pesado.

## Empacado y almacenamiento

Las galletas fueron empacadas en contenedores herméticos, para evitar que estas sean contaminadas y conserven sus características propias. El producto fue almacenado en un lugar seco a temperatura ambiente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis bromatológico de las cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.)

En la Tabla 3, se presentan los valores promedios registrados para las variables que conformaron el análisis bromatológico de las cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), provenientes de cuatro líneas híbridas interclonales. Los valores obtenidos en la investigación correspondieron: humedad de 84,33%, materia seca de 15,67%, cenizas de 1,98%, materia orgánica de 98,03%, extracto etéreo de 0,73%, nitrógeno total de 1,18%, fibra bruta de 5,93%, elementos no nitrogenados de 5,87% y energía de 34,80%.

Mencionados valores difieren a los resultados de (Aguirre, 2015), en la extracción de fibra soluble a partir de cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su utilización en la elaboración de productos lácteos, quien registró una humedad de 87,37%, cenizas de 7,32%, proteína bruta de 6,61%, fibra bruta de 37,26%, grasa bruta de 0,66%, E.L.N.N. de 48,14%; y en base a este último parámetro se considera al residuo agroindustrial (cáscaras de cacao) como fuente rica en carbohidratos. Lo mismo ocurre con (Burgos & Jaramillo, 2015), en el aprovechamiento de los residuos de cacao y coco para la obtención de carbón activado, quienes registraron para este último una humedad de 87,25% y cenizas de 1,5%. Al igual que (Ardila & Carreño, 2011), en el aprovechamiento de cáscaras de cacao como adsorbente, quienes obtuvieron una humedad de 85% y cenizas de 0,225%; siendo este valor diferente al obtenido en la presente investigación, debido a que ellos para el análisis respectivo calcinaron el residual a 950 °C.

Tabla 3. Valores promedios del análisis bromatológico de las cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao (*Theobroma cacao L.*), provenientes de la Finca Experimental “La Represa”. FCP – UTEQ. 2017

Parámetros	Unidad	Tratamiento				Promedio	Método de ensayo
		T1	T2	T3	T4		
Humedad o pérdida por calentamiento	%	83,60	82,60	85,40	85,70	84,33	NTE INEN 0518
Materia seca o sólidos totales	%	16,40	17,40	14,60	14,30	15,67	NTE INEN 0518
Cenizas o materia inorgánica	%	1,70	2,60	1,90	1,70	1,98	NTE INEN 0520
Materia orgánica	%	98,30	97,40	98,10	98,30	98,03	NTE INEN 0520
Extracto etéreo o grasa bruta	%	0,80	0,80	0,60	0,70	0,73	NTE INEN 0523
Nitrógeno total o proteína bruta	%	1,10	1,10	1,30	1,20	1,18	NTE INEN 0519
Fibra bruta	%	6,26	6,88	4,97	5,61	5,93	NTE INEN 0522
Elementos no nitrogenados o sustancias extractables no nitrogenadas	%	6,54	6,02	5,83	5,09	5,87	Por diferencia matemática
Energía	kcal/100 g	37,70	35,60	34,20	31,70	34,80	Factor atwater

T1: DIRCYT – H. 258, T2: DIRCYT – H. 259, T3: DIRCYT – H. 263 y T4: DIRCYT – H. 265

### Análisis bromatológico de la harina a base de cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao (*Theobroma cacao L.*)

De acuerdo al análisis de varianza del estudio bromatológico de la harina a base de cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao, se determinó que no existió significancia estadística en las variables de materia orgánica, nitrógeno total, fibra bruta y energía; contrariamente

eso no ocurrió para la humedad, materia seca, extracto etéreo, cenizas y elementos no nitrogenados. En la Tabla 4, se presenta los valores promedios del análisis bromatológico de la harina con base en cáscaras de cacao, provenientes de cuatro líneas híbridas interclonales.

## Humedad o pérdida por calentamiento

De acuerdo al análisis del ANDEVA de la variable humedad o pérdida por calentamiento de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 4), se indicó que existe significancia estadística del T2 frente al T1, T3 y T4. Por su parte el T2 presenta el mayor contenido de humedad de 7,81% comparado con el T3 que posee el menor valor de 6,61%, siendo la media general de 7,03% y el coeficiente de variación de 3,02%. Mientras que al realizar una comparación con los requisitos de la NTE INEN 0616: 2006, se indica que los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permitidos que corresponden a min. – y máx. 14,5%; por ello el porcentaje de humedad conseguido favorece al tiempo de vida de anaquel de la harina.

(Quintero, 2013), en el estudio de niveles de harina de cáscaras de maracuyá (*Pasiflora ediles*) para la elaboración de un producto lácteo, registró una humedad de 9,05%; siendo un valor superior a los obtenidos en el presente estudio. Lo mismo ocurrió con (Gil *et al.*, 2011), en el desarrollo de un producto de panadería con alto valor nutricional a partir de la harina obtenida del banano verde con cáscara, ellos por su parte registraron un valor superior de humedad de 9,02%, indicando además que mencionada variable es uno de los aspectos más críticos a controlar para el seguimiento de la calidad y conservación de alimentos, y puede verse afectada por las condiciones climáticas y el almacenamiento en cada país. Sin embargo (Cedeño, 2015), en la caracterización físico – química de la harina a partir de semillas de mora (*Rubus glaucus*), registró valores inferiores de humedad, donde el mayor contenido fue el

T3 (94 horas a 40 °C con ácido ascórbico) con 7,48% y el menor del T2 (74 horas a 65 °C sin ácido) con 5,87%.

## Materia seca o sólidos totales

En base al análisis del ANDEVA de la variable materia seca o sólidos totales de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 4), se observó que existe significancia estadística del T2 frente al T1, T3 y T4. El T3 se destaca por el mayor contenido de materia seca de 93,39% y el T2 posee el menor valor de 92,19%, con una media general correspondiente a 92,99% y un coeficiente de variación de 0,23%. Dentro de la NTE INEN 0616: 2006 no se halla el parámetro físico mencionado, pero al encontrarse los valores de humedad dentro de los rangos permitidos, se determina que se aceptan los porcentajes de sólidos totales de la harina de cacao.

(Morales *et al.*, 2014), en la composición química de la harina de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.), registraron 92,00% de materia seca a 32 horas de secado del fruto y esto sin duda alguna resulta idóneo debido a que el contenido de humedad es bajo, estando apto para el proceso de conservación del producto, siendo un valor inferior en comparación al registrado en la presente investigación. Además se señala que el contenido de sólidos totales es una variable de importancia dentro de la composición de los alimentos, debido a que comprende la materia orgánica (carbohidratos, fibra bruta, nitrógeno total y extracto etéreo) e inorgánica (óxidos o sales), que ha sido separada del contenido de agua.

## Cenizas o materia inorgánica

Para el análisis del ANDEVA de la variable materia inorgánica o cenizas de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 4), se determinó que existe significancia estadística del T2 frente al T4, siendo el primero que registró el mayor contenido de cenizas de 11,43% y el T4 el menor

valor de 10,71%, con una media general de 11,13% y un coeficiente de variación de 2,65%. Se realizó una comparación con los requisitos de la NTE INEN 0616: 2006 y se indica que la media general obtenida no se encuentra dentro de los rangos permitidos que corresponde a min. – y máx. 0,75%; lo cual concuerda que en productos vegetales el contenido fluctúa entre 2 a 12%.

(Bravo & Condo, 2015), en la comparación de pectina obtenida a partir del aprovechamiento de las cáscaras de banano y cacao por el método de hidrólisis ácida, registraron un valor inferior para ambos residuos agroindustriales de 0,8% en comparación con los valores del presente trabajo investigativo, señalando que el contenido de cenizas se encuentra constituido por óxidos, carbonatos, fosfatos y sustancias minerales. Contrariamente con (Villamizar & López, 2016), en el estudio de las cáscaras de cacao como fuente de polifenoles y fibra en simulación de una planta piloto, quienes registraron 11,40% de cenizas siendo este un valor que se asemeja al obtenido en la investigación actual. Al igual que (Salazar, 2016), en el rendimiento de biomasa y valoración nutricional de residuos post - cosecha de cacao (*Theobroma cacao* L.), quien registró contenidos de cenizas de 10,05 y 10,0% para el T1 (Rendimiento de biomasa en la variedad CCN - 51) y T2 (Rendimiento de biomasa en la variedad Nacional mejorado) respectivamente.

## Materia orgánica

De acuerdo al análisis del ANDEVA de la variable materia orgánica de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 4), se demostró que no existe significancia estadística entre los tratamientos, pero el T4 se destaca por presentar el mayor contenido de materia orgánica de 89,09% y el T2 el menor valor de 88,57%, con una media general de 88,83% y un coeficiente de variación de 0,42%.

## Extracto etéreo o grasa bruta

Para el análisis del ANDEVA de la variable grasa bruta o extracto etéreo de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 4), se indicó que existe significancia estadística del T1 frente al T2, T3 y T4. El T4 es el que presenta el mayor contenido de grasa de 5,28%, mientras que el T1 muestra el menor valor de grasa siendo 2,98%, registrándose además una media general de 4,50% y un coeficiente de variación de 11,39%.

(Alvis *et al.*, 2008), en la composición de ñames frescos cultivados en Colombia y sometidos a freído por inmersión, registraron valores inferiores con respecto al contenido de extracto etéreo que correspondieron a 0,07, 0,05, 0,06 y 0,15% para las variedades de Ecuatoriano, Bolañero, Pico de botella y Diamante 22 respectivamente, de las cuales la variedad Pico de botella es la mejor por el color ya que no se pardea y de esta manera permite obtener una harina blanca de buena calidad; sin embargo a partir de la Bolañero se tiene la ventaja de obtener un buen rendimiento en el proceso de obtención de la harina. (Cárdenas *et al.*, 2000), en la evaluación de la calidad de la proteína de 4 variedades mejoradas de frijol, obtuvieron valores inferiores de extracto etéreo que correspondieron a 2,4, 3,1, 2,3, 2,4, 1,1, 1,5, 1,8, 2,1, 1,6, y 1,9% para las variedades Bulk 1H, Bulk 2H, g35100, ANC 034 y Canario 2000 respectivamente, mencionados valores se vieron afectados por la inclusión de agua en remojo o no, por la aplicación de metodologías de análisis o por la proveniencia de las diferentes cosechas de la leguminosa. (Carrasco, 2015), en la obtención de harina baja en gluten a partir de la cascarilla de cacao de las variedades CCN – 51 y Nacional, reportó que el valor de extracto etéreo fue de 2,21%, indicando además que la cascarilla presentó un alto aporte nutricional. Siendo dicho valor aún inferior al obtenido en el T1 de la presente investigación que correspondió a 2,98%.

## Nitrógeno total o proteína bruta

En base al análisis del ANDEVA de la variable proteína bruta o nitrógeno de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 4), se demostró que no existe significancia estadística entre los tratamientos, pero es importante señalar que el T2 presentó el mayor contenido de proteína bruta de 8,34% y el T4 el menor valor de 7,60%, donde la media general es 7,91% y el coeficiente de variación de 8,85%. Al realizar una comparación con los requisitos de la NTE INEN 0616: 2006, se indica que los valores obtenidos no se encuentran dentro de los rangos permitidos que corresponden a min. 9% y máx. -.

Según (Zamora, 2012), en la evaluación del proceso de obtención de harina de palmito (*Bactris gasipaes*) y su aplicación en panificación, obtuvo valores superiores de 12,76 y 17,18% correspondientes a los tratamientos en donde se utilizó el corazón y el tallo del palmito respectivamente. Mientras que al utilizar la cáscara de mencionado alimento los resultados fueron próximos al de la presente investigación, es decir se encontraban entre 7,21 y 8,55%. Otros estudios realizados por (Mendoza, 2014), en la elaboración de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x paradisiaca*) como suplemento nutricional con la inclusión de varios antioxidantes para la alimentación animal, registró valores de nitrógeno total que oscilaron entre 3,77 a 8,16%, destacándose en la investigación el T1, T2 y T10 esto debido a que presentaron los mejores rendimientos nutricionales, siendo valores cercanos a los que se registraron en la presente y en la cual el mejor antioxidante utilizado fue el ácido ascórbico.

Por otra parte (Martínez & Torres, 2010), en el estudio de residuos de café, cacao y cladodio de tuna: fuentes promisorias de fibra dietaria, reportaron los siguientes valores 4,52, 17,13, 6,13, 4,50, 17,10 y 6,05% que correspondieron a cáscara, cascarilla y mucílago de la variedad Nacional para las respectivas zonas de estudio Cone – Los Ríos y Taura

– Guayas, los cuales eran en su mayoría valores inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

## Fibra bruta

De acuerdo al análisis del ANDEVA de la variable fibra bruta de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 4), se determinó que no existe significancia estadísticas entre los tratamientos, pero el T3 se destaca por presentar un contenido mayor de fibra bruta de 43,58% en comparación al T1 que posee un menor contenido de 34,59%, señalándose además una media general de 38,99% y un coeficiente de variación de 12,33%.

(Quispe *et al.*, 2009), en la caracterización de aceites, tortas y harinas de frutos de unguurahui (*Jessenia polycarpa*) y aguaje (*Mauritia flexuosa* L.) de la amazonía peruana, reportaron que la extracción de dichos productos se realizó a 60 °C y a 12% de humedad y en lo que concierne a las harinas se obtuvieron valores inferiores a los que se presenta en la investigación que correspondieron a 23,44 y 25,60% de fibra bruta, para los frutos de unguurahui y aguaje respectivamente. Indicando que mencionados productos destacan cualidades que pueden ser aprovechadas en la industria de insumos e ingredientes alimentarios ya que muestran que en su mayoría contienen fibra bruta, nitrógeno total y carbohidratos. Por otra parte (Gutiérrez de la Torre & Pascual, 2016), en la caracterización de cáscara de mandarina (*Citrus reticulata*) en polvo e inclusión en una formulación panaria, registraron un valor próximo al T3 al obtenido experimentalmente que correspondió a 43,84 g/100 m.s. de fibra dietaria total, la misma que se empleó en la sustitución parcial de harina de trigo en la elaboración de pan, con la finalidad de elevar el contenido del parámetro químico indicado.

Mientras (Apunte & León, 2012), en la utilización de harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) como ingrediente en la elaboración de pan,

registraron un valor inferior de fibra cruda siendo 0,30% en comparación al dato experimental, indicando además que mencionada harina puede ser destinada para el uso en la industria de panificación hasta un 15% con la ventaja de mejorar considerablemente el valor proteico y calórico del producto horneado a elaborarse.

## Elementos libres no nitrogenados o sustancias extractables no nitrogenadas

Para los resultados del análisis del ANDEVA de la variable elementos libres no nitrogenados o sustancias extractables no nitrogenadas de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 4), se indicó que existe significancia estadística del T1 frente al T3, pero se determina que el T1 es quien presenta el mayor contenido de ELNN de 36,31% y el T3 posee el menor valor de 26,53%, la media general corresponde a 330,45 y el coeficiente de variación de 15,92%.

Según (Sandoval, 2016), en la determinación de la actividad antioxidante en polifenoles y digestibilidad gastrointestinal in vitro en proteínas de las cáscaras de unguahua (*Oenocarpus bataua*), registró un valor de 49,72% de ELNN en base seca desengrasada siendo este superior al obtenido experimentalmente, en el estudio se destaca el fruto de unguahua por ser una fuente nutricional con alto valor de proteína y carbohidratos. Según (Jibaja & Sánchez, 2015), en la determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica*) variedad “Criollo” procedente de la mangífera indica provincia de Sullana en Piura, registraron un valor superior de ELNN 78,60%, con lo que se determina que mencionados residuos agroindustriales pueden ser aprovechados como un subproducto por presentar características funcionales valiosas para la nutrición. Por otra parte (Morales *et al.*, 2014), en la composición química de la harina de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.), registraron un valor superior al

obtenido en la presente investigación de 47,15% de elementos libres no nitrogenados representando este una fracción mayoritaria de la materia seca.

## Energía

En base al análisis del ANDEVA de la variable de energía de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 4), se observó que no existe significancia estadística entre los tratamientos que corresponden a las líneas clonales. Pero el T2 sobresale al presentar el mayor contenido de energía de 213,96 kcal/100 g y el T3 al obtener el menor valor de 188,13 kcal/100 g, donde la media general corresponde a 207,08 kcal/100 g y el coeficiente de variación a 3,57%.

Según (Palomino *et al.*, 2010), en el estudio de los atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de *Colocasia esculenta* (L.) Schott y *Xanthosoma sagittifolium* (L.), registraron valores de energía superiores en comparación con la presente investigación de 283,90 y 744,15 kcal/100 g para la cáscara de ocumo en las variedades chino y criollo respectivamente; mientras que para la parte comestible los valores fueron de 1399,26 y 1366,55 kcal/100 g para las variedades mencionadas, y al ser ricas en fibra se convierte en un alimento funcional para la prevención de cáncer de colon, destacándose además por su contenido calórico, contenido de zinc y cobre. Otros estudios realizados por (Martínez, 2015), en la evaluación de diferentes variedades de *oxalis tuberosa* (oca) para la obtención de harina con fines industriales, registró valores de energía entre 3,64 a 3,86 kcal/100 g, siendo estos inferiores a los que se obtuvo en el presente estudio. En cambio (Gil *et al.*, 2011), en el desarrollo de un producto de panadería con alto valor nutricional a partir de la harina obtenida del banano verde con cáscara, quienes registraron un valor superior en comparación del

presente proyecto que correspondió a 355,31 kcal/100 g de contenido calórico.

Tabla 4. Valores promedios del análisis bromatológico de la harina a base de cáscaras de cacao de cuatro líneas interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.), provenientes de la Finca Experimental “La Represa”. FCP – UTEQ. 2017

Tratamiento	Parámetros fisicoquímicos								
	Humedad o pérdida por calentamiento (%)	Materia seca o sólidos totales (%)	Cenizas o materia inorgánica (%)	Materia orgánica (%)	Extracto etéreo o grasa bruta (%)	Nitrógeno total o proteína bruta (%)	Fibra bruta (%)	Elementos no nitrogenados o sustancias extractables no nitrogenadas (%)	Energía (kcal/100 g)*
T1	6,73 b	93,27 a	11,24 ab	88,76 a	2,98 b	8,14 a	34,59 b	36,31 a	213,30 a
T2	7,81 a	92,19 b	11,43 a	88,57 a	5,16 a	8,34 a	39,31 ab	27,95 ab	213,96 a
T3	6,61 b	93,39 a	11,12 ab	88,88 a	4,56 a	7,60 a	43,58 a	26,53 b	188,13 a
T4	6,98 b	93,02 a	10,71 b	89,09 a	5,28 a	7,55 a	38,47 ab	31,00 ab	212,94 a
Promedio	7,03	92,99	11,13	88,83	4,50	7,91	38,99	30,45	207,08
C.V. (%)	3,02	0,23	2,65	0,42	11,39	8,85	12,33	15,92	3,57
p - valor.	<0,0001	<0,0001	0,0096	0,1970	<0,0001	0,2366	0,0647	0,0267	0,1442
Máximo	7,81	93,39	11,43	89,09	5,28	8,34	43,58	36,31	213,96
Mínimo	6,61	92,19	10,71	88,57	2,98	7,55	34,59	26,53	188,13
s.e.	**	**	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	*	n.s.

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes según la Prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

T1: DIRCYT – H. 258, T2: DIRCYT – H. 259, T3: DIRCYT – H. 263 y T4: DIRCYT – H. 265

\*Datos transformados a  $\sqrt{n + 0,5}$

C.V.: Coeficiente de variación.

p.: Probabilidad asociada a valores mayores o iguales que los puntos de 5% para la distribución F

s.e.: Significancia estadística (n.s.= no significativo, \*=significativo y \*\*=muy significativo)

## Análisis microbiológico de la harina a base de cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.)

La valoración microbiológica se realizó a todos los tratamientos, el mismo que se llevó a cabo a los 30 días de conservación de la harina, bajo los siguientes métodos de ensayo: NTE INEN 1 529 – 5: 2006 (Aerobios mesófilos), INEN 1 529 – 7: 1990 (Coliformes totales) y NTE INEN 1 529 – 10: 1998 (Mohos y levaduras).

### Aerobios mesófilos

Para el análisis del ANDEVA de la variable aerobios mesófilos de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 5), se indicó que no existe significancia estadística entre los tratamientos. Pero el T2 sobresale por una mayor presencia de aerobios mesófilos de  $9,30 \times 10^4$  ufc/g y el T4 obtiene menor presencia de  $8,44 \times 10^4$  ufc/g, con una media general de  $8,83 \times 10^4$  ufc/g y con un coeficiente de variación de 7,77%. Al realizar una comparación con los requisitos de la NTE INEN 0616: 2006, se indica que los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permitidos que corresponden máx. 100000 ufc/g.

Según (Ruíz, 2010), en la obtención de harina de camote para su aplicación como base en la elaboración de productos tipo galletas, no registró presencia de aerobios en el producto de polvo (harina), siendo un resultado que difiere al obtenido en la presente investigación, lo cual puede deberse por el menor tiempo de conservación del producto en polvo.

## Coliformes totales

En base al análisis del ANDEVA de la variable coliformes totales de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 5), se observó que no existe significancia estadística entre los tratamientos. Sin embargo, se indica que el T3 por el mayor valor con respecto a la presencia de mencionado parámetro microbiológico de  $4,26 \times 10^1$  ufc/g y el T4 por el menor contenido de  $3,58 \times 10^1$  ufc/g, señalándose una media general de  $3,92 \times 10^1$  ufc/g y un coeficiente de variación de 8,05%. Los valores registrados en la presente investigación se encuentran dentro de los permitidos en la NTE INEN 0616: 2006 que corresponde máx. 100 ufc/g.

En los estudios realizados por (Villamizar *et al.*, 2017), en la caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN – 51, no se registraron presencia de coliformes totales en el T1 (Secado natural) y T2 (Secado por charolas), por lo cual ellos decidieron continuar con su investigación a partir de la harina obtenida proveniente del T2 para el respectivo análisis funcional.

## Mohos y levaduras

De acuerdo al análisis del ANDEVA de la variable mohos y levaduras de la harina a base de cáscaras de cacao (Tabla 5), se indicó que no existe

significancia estadística entre los tratamientos. El T4 posee mayor presencia de mohos y levaduras de  $1,68 \times 10^2$  ufc/g en comparación al T3 que presente menor contenido de  $1,46 \times 10^2$  ufc/g, registrándose una media general de  $1,55 \times 10^2$  ufc/g y un coeficiente de variación de 4,50%. Se realizó una comparación con la NTE INEN 0616: 2006 y se muestra que el producto en polvo se encuentra dentro de los rangos permitidos que corresponden máx. 500 ufc/g.

Mencionados valores obtenidos experimentalmente difieren al ser inferiores a los de (Villamizar *et al.*, 2017), en la caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN – 51, quien obtuvo en el T1 (Secado natural) y T2 (Secado por charolas)  $4 \times 10^4$  y 250 ufc/g respectivamente.

Tabla 5. Valores promedios del análisis microbiológico de la harina a base de cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.), provenientes de la Finca Experimental “La Represa”. FCP – UTEQ. 2017

Tratamiento	Parámetros microbiológicos		
	Aerobios mesófilos ufc/g*	Coliformes totales ufc/g*	Mohos y levaduras ufc/g*
T1	$8,93 \times 10^4$ a	$3,96 \times 10^1$ a	$1,55 \times 10^2$ a
T2	$9,30 \times 10^4$ a	$3,86 \times 10^1$ a	$1,50 \times 10^2$ a
T3	$8,64 \times 10^4$ a	$4,26 \times 10^1$ a	$1,46 \times 10^2$ a
T4	$8,44 \times 10^4$ a	$3,58 \times 10^1$ a	$1,68 \times 10^2$ a
Promedio	$8,83 \times 10^4$	$3,92 \times 10^1$	$1,55 \times 10^2$
C.V. (%)	7,77	8,05	4,50

p - valor.	0,9920	0,9705	0,5377
Máximo	$9,30 \times 10^4$	$4,26 \times 10^1$	$1,68 \times 10^2$
Mínimo	$8,44 \times 10^4$	$3,58 \times 10^1$	$1,46 \times 10^2$
s.e.	n.s.	n.s.	n.s.

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes según la Prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

T1: DIRCYT – H. 258, T2: DIRCYT – H. 259, T3: DIRCYT – H. 263 y T4: DIRCYT – H. 265

DIRCYT: Dirección de Investigación Científica y Tecnológica. H.: híbrido

\*Datos transformados a  $\sqrt{n + 0,5}$

C.V.= Coeficiente de variación.

p.=Probabilidad asociada a valores mayores o iguales que los puntos de 5% para la distribución F

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, \*=significativo y \*\*=muy significativo)

## Análisis organoléptico de las galletas de avena a partir de harina a base de cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.)

En el correspondiente análisis sensorial se desarrollaron dos pruebas para las galletas de avena partiendo de una formulación común de ingredientes para el producto horneado con la incorporación de un 25% de la harina en estudio en relación al peso de la harina de trigo.

Descriptiva (perfil sensorial).- que consistió en medir la intensidad de las propiedades organolépticas como el color, olor, gusto y textura; detallándose para cada propiedad ciertos atributos. Para la tabulación de los datos se aplicó la Prueba Kruskal – Wallis.

### Color (café oscuro y cremoso)

Para el atributo café oscuro según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 6), se demostró que no existe significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 2,10. Sin embargo, el T4 obtuvo el mayor valor de 2,60 mientras que el T1 junto al T3 presentaron el menor valor de 2,00, con una media general de 2,20; donde mencionados valores corresponden a la escala 2 (Moderado).

Al igual que el atributo cremoso según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 6), se detectó que no existe significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 2,17. El T1 se destacó por el mayor valor de 1,80 y el T4 por presentar el menor valor de 1,10, con una media general de 1,38, los cuales corresponden a la escala 1 (Ligeramente).

Según (Rodríguez, 2014), en el efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla de harina de papa (*Solanum tuberosum* pps) sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces, indica que las diferencias en cuanto al color de las galletas se debe a varios factores como la reacción de Maillard que se produce por el contenido de azúcar durante el horneado y por el pardeamiento enzimático del residuo agroindustrial.

### Olor (a cacao y avena)

En el atributo a cacao según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 6), se determinó que no existe significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 1,32, pero el T2 presentó el mayor valor de 1,40 y el T3 el menor valor de 0,90, con una media general de 1,18; siendo las calificaciones correspondientes a la escala de 1 (Ligeramente) y 0 (Nada) respectivamente.

Mientras que para el atributo avena según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 6), se estableció que no existe significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 4,747, el T1 obtuvo el mayor valor de 3,00 y el T4 registró el menor valor de 1,80, señalándose una media general de 2,33; perteneciendo los valores a la escala de 3 (Bastante) y 2 (Moderado) respectivamente.

(Galdámez *et al.*, 2009), en la elaboración y evaluación sensorial de galletas enriquecidas con harina de lactosuero, registraron un gran impacto del producto sobre la variable del olor empleando una escala de 5 puntos, no obstante las galletas resultantes presentaron una alta aceptabilidad por parte de los consumidores.

### Gusto (dulce, salado, amargo y astringente)

De acuerdo a la Prueba Kruskal – Wallis para el atributo dulce (Tabla 6), se encontró que no existe significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 1,86. Donde el T1 sobresalió con el mayor valor de 2,90 y el T3 con el menor valor de 2,40, determinándose una media general de 2,60, la calificación obtenida para el atributo corresponde a la escala 2 (Moderado).

Para el atributo salado según la Prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 6), se demostró que no existe significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 1,17. Pero el T1 junto al T2 se destacan por sus mayores valores de 0,20 en comparación con el T3 y T4 que presentan un menor valor de 0,00, indicándose además que la media general para el atributo en estudio es 0,10, valores que corresponden a la escala 0 (Nada).

En el atributo amargo según la Prueba Kruskal – Wallis (Tabla 6), se observó que no existe significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 0,22. Destacándose el T4 con el mayor valor de 0,10 en comparación con el T1, T2 y T3 que presentaron el menor valor de 0,00, cuya media general es 0,025. Mencionados valores registrados pertenecen a la escala de 0 (Nada).

Según la Prueba Kruskal – Wallis en el atributo astringente (Tabla 6), se comprobó que no existe significancia estadística entre los tratamientos, con un valor de H de 0,29. El T1 junto al T2 registraron el mayor valor de 0,10 mientras que el T3 y T4 presentan el menor valor de 0,00, registrándose una media general de 0,05, donde los valores del atributo corresponden a la escala de 0 (Nada).

Posiblemente las líneas clonales de cacao no influyeron en la propiedad del gusto en las galletas de avena, esto en base a que los jueces registraron valores entre 0 y 2 que corresponden a “Nada” y “Moderado”. (Villamizar *et al.*, 2017), en la caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN – 51, registraron valores de 3,65 (T1= 60% harina pastelera + 40% harina cáscara de cacao), 2,4 (T2= 50% harina pastelera + 50% harina de cáscara de cacao), y 2,15 (T3= 40% harina pastelera + 60% harina cáscara de cacao); los cuales se encontraban dentro de una escala de 5 puntos a “Normal”, “Moderadamente” y “Mucho”.

**Textura (crujiente, fragmentable, grasosa, húmeda, seca y dura)**

De acuerdo a las medias del atributo crujiente según la Prueba Kruskal – Wallis (Tabla 6), presentó significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 9,20. Destacándose el mayor valor para el T4 2 y el T1 obtuvo el menor valor de 0,8, con una media general de 1,18, correspondiendo dichos valores a la escala de 2 (Moderado) y 0 (Nada) respectivamente.

En base a la Prueba Kruskal – Wallis en el atributo fragmentable (Tabla 6), se observó que no existe significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 1,94. El T1 presentó el mayor valor de 2,3 y el T4 posee el menor valor de 1,60, señalándose una media general de 1,85; los valores que se registraron correspondieron a la escala 2 (Moderado) y 1 (Ligeramente) respectivamente.

Para el atributo grasoso según la Prueba Kruskal – Wallis (Tabla 6), se estableció que no existe significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 0,22. Pero el T3 sobresalió por el mayor valor de 0,30 en comparación con el T1, T2 y T4 los cuales presentaron el menor valor de 0,20, con una media general de 0,23, siendo los valores obtenidos experimentalmente correspondientes a la escala 0 (Nada).

Del atributo humedad según la Prueba Kruskal – Wallis (Tabla 6), se observó que no existe significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 1,78. Sin embargo, el T2 presentó el mayor valor de 1,30 y el T4 el menor valor de 0,50, con una media general de 0,85; siendo los valores pertenecientes a la escala de 1 (Ligeramente) y 0 (Nada) respectivamente.

En el atributo sequedad según la Prueba Kruskal – Wallis (Tabla 6), se determinó que no existe significancia estadística entre los tratamientos

con un valor de H de 1,73. Destacándose el T1 con el mayor valor de 0,80 y el T3 por el menor valor de 0,30, en donde la media general correspondió 0,50, perteneciendo mencionados valores a la escala 0 (Nada).

Mientras que para el atributo dureza según la Prueba Kruskal – Wallis (Tabla 6), se comprobó que no existe significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 1,35. Indicándose que el T1 junto al T4 registraron el mayor valor de 0,30 y el T3 el menor valor de 0, 00, con una media general de 0,20; valores correspondientes a la escala 0 (Nada).

(Villamizar *et al.*, 2017), en la caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN – 51, registraron valores de 3,55, 3,2 y 3,15 para el T1 (60% harina pastelera + 40% harina cáscara de cacao), T2 (50% harina pastelera + 50% harina de cáscara de cacao), y T3 (40% harina pastelera + 60% harina cáscara de cacao); los cuales se encuentran dentro de una escala de 5 puntos a “Normal”.

Tabla 6. Valores promedios del análisis sensorial descriptivo de las galletas de avena a partir de harina a base de cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao (*Theobroma cacao L.*), provenientes de la Finca Experimental “La Represa”. FCP – UTEQ. 2017

Tratamiento	Propiedades organolépticas													
	Color		Olor		Gusto				Textura					
	Café oscuro	Cremoso	A cacao	A avena	Dulce	Salado	Amargo	Astringente	Crujiente	Fragmentable	Grasosa	Húmeda	Seca	Dura
T1	2,0	1,8	1,1	3,0	2,9	0,2	0,0	0,0	0,8	2,3	0,2	0,7	0,8	0,3
T2	2,0	1,4	1,4	2,2	2,5	0,2	0,0	0,1	0,9	1,7	0,2	1,3	0,5	0,2
T3	2,0	1,2	0,9	2,3	2,4	0,0	0,0	0,0	1,8	1,3	0,3	0,9	0,3	0,0
T4	2,6	1,1	1,3	1,8	2,6	0,0	0,1	0,0	2,6	1,6	0,2	0,5	0,4	0,3
Pro me dio	2,0	1,8	1,8	2,3	2,6	0,0	0,2	0,5	1,8	1,5	0,3	0,5	0,5	0,0
K – W. (H)	2,1	2,1	1,3	4,7	1,8	1,1	0,2	0,2	9,2	1,9	0,2	1,7	1,7	1,3

p – val	0,5	0,4	0,6	0,1	0,5	0,2	0,3	0,5	0,0	0,5	0,9	0,5	0,4	0,3
or	2	8	9	6	4	2	9	6	1	5	3	4	4	1
	2	8	6	9	7	7	1	1	7	0	6	6	8	7
	7	9	3	2	4	6	6	6	8	4	2	8	5	8
s.e.	n.	*	n.	n.	n.	n.	n.							
	s.	*	s.	s.	s.	s.	s.							

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

T1: DIRCYT – H. 258, T2: DIRCYT – H. 259, T3: DIRCYT – H. 263 y T4: DIRCYT – H. 265

DIRCYT: Dirección de Investigación Científica y Tecnológica. H.: híbrido

K – W (H)= Estadístico de Kruskal – Wallis (no corregido por empates)

p.=Probabilidad asociada a valores mayores o iguales (bajo Ho) que el estadístico de Kruskal – Wallis observado (corregido por empates)

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, \*=significativo y \*\*=muy significativo)

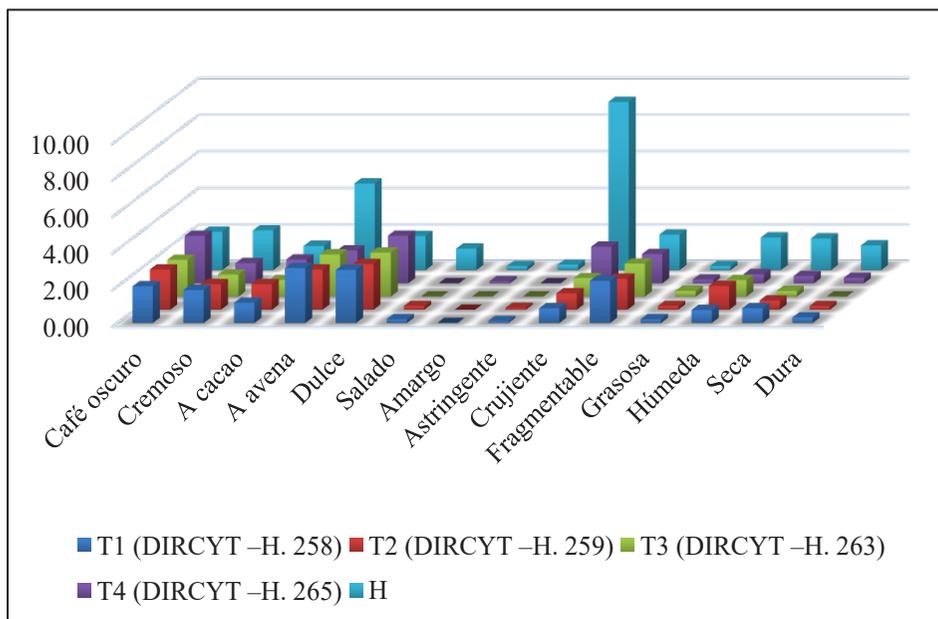


Figura 3. Prueba Kruskal – Wallis en el análisis organoléptico de las galletas de avena a partir de harina a base de cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao (*Theobroma cacao L.*), provenientes de la Finca Experimental “La Represa”

En base al análisis de Kruskal - Wallis, se indica en la Figura 3 que de acuerdo a los valores medios para los atributos sensoriales no existe

significancia estadística entre las galletas de avena con la inclusión de harina a base de cáscaras de cacao respecto a las cuatro líneas interclonales en estudio. Sin embargo, se determinó una excepción para el atributo crujiente, el cual registró un valor para H 9,20; lográndose caracterizar al producto horneado por presentar un color café oscuro, con un olor predominante a avena, de sabor dulce y por ser fragmentable.

- Afectiva (aceptación).- se fundamentó en medir la reacción subjetiva ante el producto horneado indicando por parte de los jueces su agrado o desagrado ante los tratamientos y con ello establecer el más aceptable de acuerdo a sus propiedades sensoriales. Para la tabulación de los datos se aplicó un Análisis de Componentes Principales.

### Aceptabilidad general

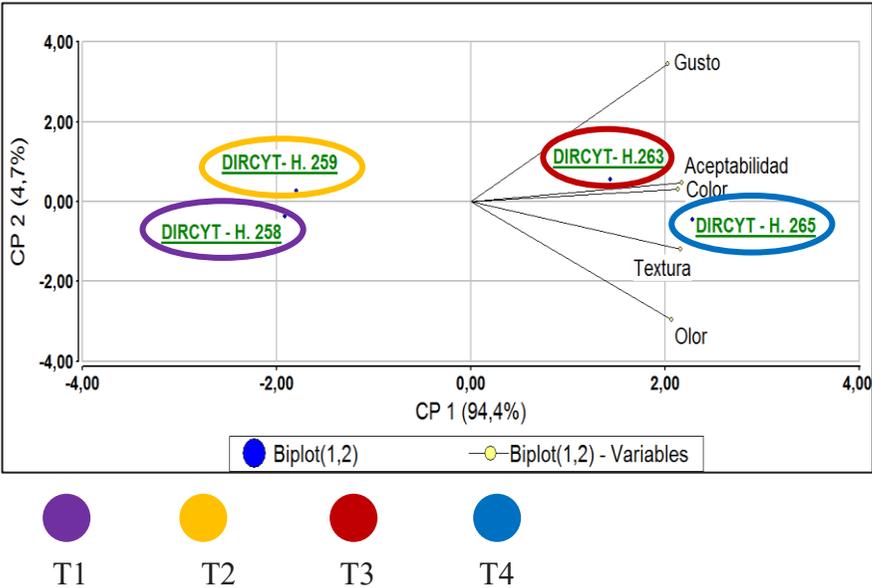


Figura 4. Análisis de Componentes Principales en el análisis organoléptico de las galletas de avena a partir de harina a base de

## *cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao (Theobroma cacao L.), provenientes de la Finca Experimental “La Represa”*

Se efectuó un análisis de componentes principales (ACP) con la finalidad de establecer las diferencias entre las líneas interclonales de cacao utilizadas para la obtención de harina y posterior elaboración de galletas de avena. Los dos componentes principales (CP) fueron capaces de explicar un 99,10% de variabilidad asociada al impacto que presentaron las propiedades sensoriales como son el color, olor, gusto, textura y aceptabilidad del producto final (Figura 4). En el segundo cuadrante (CP2) que corresponde al lado negativo, se puede observar que el T1 (DIRCYT – H. 258) y T2 (DIRCYT – H. 259) presentaron el nivel más bajo de las características evaluadas. En el primer cuadrante (CP1) constituyendo el lado positivo se ubicaron el T3 (DIRCYT – H. 263) que se desatacó por su aceptabilidad y color, mientras que el T4 (DIRCYT – H. 265) sobresalió por su textura. De esta manera se puede acotar que el mejor tratamiento fue el T4 (DIRCYT – H. 265), debido a que presentó buena valoración en lo que respecta a color, textura y aceptabilidad por parte del grupo de evaluación sensorial.

### **Análisis económico de la tecnología aplicada para el aprovechamiento de las cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.)**

Para la adquisición de residuo orgánico en la Finca Experimental “La Represa” no se realizó ningún pago económico, por ello para el desarrollo del análisis correspondiente se tomó como referencia el costo al que se está empezando a cotizar las cáscaras en el Perú que corresponde a S/0,50 el kg (\$ 0,15 el kg). En base al análisis económico de la tecnología aplicada se observó en la Tabla 7 que el costo de obtención de la harina a base de cáscaras de cacao para todos los

tratamientos es \$ 1,09. El valor de la relación beneficio/costo corresponde a \$ 0,20, es decir que por cada dólar invertido en el presente proyecto de investigación se recibe una utilidad del 20,18% con un rendimiento de 0,500 kg del producto en polvo. Mientras que en la Tabla 18, se determinó el costo de la elaboración de galletas de avena a partir de harina a base de cáscaras de cacao, el cual corresponde a \$ 2,36. El valor de la relación beneficio/costo corresponde a \$ 0,12, es decir que por cada dólar invertido se recibe una utilidad del 11,86% con un rendimiento de 200 galletas de 4 g c/u en base seca.

Cabe señalar que el costo de la tecnología aplicada para el aprovechamiento de las cáscaras de cacao es igual para todos los tratamientos, debido a que la única variabilidad en la presente investigación son las líneas interclonales. En la tecnología aplicada para el aprovechamiento del residual agroindustrial se utilizaron suministros de fabricación (gas y energía eléctrica) y equipos que se tuvieron que depreciar, es por ello que los valores presentados en la Tabla 7 y 8 son ínfimos. Además se indica que el precio de la harina con base en cáscaras de cacao es elevado por ser un producto natural y elaborado de manera artesanal, el mismo que en su procesamiento incluye un control de calidad tanto de la materia prima como del producto final, siendo de esta manera un valor bajo de ganancia debido a que la finalidad del presente proyecto es aprovechar el residuo orgánico.

*Tabla 7. Costo de elaboración y rentabilidad (dólares), en la obtención de harina a base de cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao (Theobroma cacao L.), provenientes de la Finca Experimental “La Represa”. FCP – UTEQ. 2017*

Costos Directos	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4

Materia prima		0,49	0,49	0,49	0,49
Materiales directos		0,00 9	0,00 9	0,00 9	0,00 9
Mano de obra directa		0,12	0,12	0,12	0,12
Materiales para el envase		0,03	0,03	0,03	0,03
Total Costos Directos		0,65	0,65	0,65	0,65
Costos Indirectos					
Materiales de seguridad	de	0,000 8	0,000 8	0,000 8	0,000 8
Suministro de fabricación	de	0,07	0,07	0,07	0,07
Análisis de laboratorio		0,37	0,37	0,37	0,37
Total Indirectos	Costos	0,44	0,44	0,44	0,44
Costos Totales		1,09	1,09	1,09	1,09
Rendimiento (kg)		0,50	0,50	0,50	0,50
Costo por kg		2,18	2,18	2,18	2,18
Precio de venta (kg) (U. 20 %)		2,62	2,62	2,62	2,62
Ingresos brutos		1,31	1,31	1,31	1,31
B.N.		0,22	0,22	0,22	0,22
B/C		1,20	1,20	1,20	1,20
Rentabilidad (%)		20,18	20,18	20,18	20,18

T1: DIRCYT – H. 258, T2: DIRCYT – H. 259, T3: DIRCYT – H. 263 y T4: DIRCYT – H. 265

U.: Margen de utilidad

B.N.: Beneficio neto

B/C: Relación beneficio/neto

*Tabla 8. Costo de elaboración y rentabilidad (dólares), en la elaboración de galletas de avena a partir de harina a base de cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao (Theobroma cacao)*

*L.), provenientes de la Finca Experimental "La Represa". FCP – UTEQ. 2017*

Costos Directos	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
Materia prima	2,32	2,32	2,32	2,32
Materiales directos	0,0000 2	0,0000 2	0,0000 2	0,0000 2
Mano de obra directa	0,04	0,04	0,04	0,04
Materiales para el envase	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
<b>Total Costos Directos</b>	<b>2,36</b>	<b>2,36</b>	<b>2,36</b>	<b>2,36</b>
<b>Costos Indirectos</b>				
Materiales de seguridad	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Suministro de fabricación	0,0000 1	0,0000 1	0,0000 1	0,0000 1
<b>Total Costos Indirectos</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0003</b>
<b>Costos Totales</b>	<b>2,36</b>	<b>2,36</b>	<b>2,36</b>	<b>2,36</b>
Rendimiento (unidades 4 g c/u)	200	200	200	200
Costo por unidad	0,01	0,01	0,01	0,01
Costo por paquete de 0,1 kg (25 unidades)	0,25	0,25	0,25	0,25
Precio de venta (paquete) (U. 30 %)	0,33	0,33	0,33	0,33
Ingresos brutos	2,64	2,64	2,64	2,64
B.N.	0,28	0,28	0,28	0,28
B/C	1,12	1,12	1,12	1,12
<b>Rentabilidad (%)</b>	<b>11,86</b>	<b>11,86</b>	<b>11,86</b>	<b>11,86</b>

T1: DIRCYT – H. 258, T2: DIRCYT – H. 259, T3: DIRCYT – H. 263 y T4: DIRCYT – H. 265

U.: Margen de utilidad

B.N.: Beneficio neto

B/C: Relación beneficio/neto

## CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados en el presente proyecto de investigación se establecen las siguientes conclusiones:

- De acuerdo al análisis bromatológico en base húmeda de las cáscaras de cuatro líneas interclonales de cacao, se indica que el T4 (DIRCYT – H. 265) es el que sobresale por su contenido de materia seca (14,30%), cenizas (1,70%), nitrógeno total (1,20%).
- En base al análisis estadístico, se indica que para las variables materia orgánica, nitrógeno total, fibra bruta y energía no se encontraron significancia estadística entre las cuatro líneas interclonales de cacao.
- El T1 (DIRCYT – H. 258) se destaca en comparación con los demás tratamientos por su contenido de humedad (6,73%), materia seca (93,27%), extracto etéreo (2,98%), nitrógeno total (8,14%), fibra (34,59%) y ELNN (36,31%).
- Según la valoración microbiológica desarrollada en la harina a base de cáscaras de cacao, se determinó que a los 30 días de su obtención el contenido microbiano con respecto a coliformes totales ( $3,92 \times 10^1$  ufc/g), aerobios mesófilos ( $8,83 \times 10^4$  ufc/g) y mohos – levaduras ( $1,55 \times 10^2$  ufc/g) cumplen con lo establecido por la NTE INEN 0616: 2006, demostrándose que el producto en polvo (harina) es apta para el consumo humano.
- A nivel sensorial las galletas de avena elaboradas con la inclusión del 25% de harina a base de cáscaras de cacao, se demostró variación en la percepción de la intensidad del atributo crujiente, mientras que en los demás parámetros no se presentó diferencias estadísticas.

- El producto horneado se caracteriza por presentar un color café oscuro, olor predominante a avena, sabor dulce y por ser fragmentable.
- En base al análisis de Componentes Principales, se estableció al T4 (DIRCYT – H. 265) como el mejor tratamiento en estudio por haber obtenido buena valoración en lo respecta al color, textura y aceptabilidad; emitiendo según la escala de calificación hedónica características de intensidad 2 (me gusta).
- El porcentaje de ganancia para la tecnología aplicada para el aprovechamiento de las cáscaras de cacao es bajo, obteniendo un beneficio neto de 0,22 y 0,28 dólares, mientras que la relación beneficio/costo corresponde a 1,20 y 1,12 dólares para la harina y las galletas respectivamente.
- Del análisis económico se concluye que en la obtención de harina se registra una mayor rentabilidad del 20,18%, esto en comparación a la elaboración de galletas de avena que correspondió a 11,86%.

## RECOMENDACIONES

- Promover el aprovechamiento de las cáscaras de cacao como materia prima para la obtención de nuevos productos funcionales, esto en base a las características bromatológicas analizadas en el presente proyecto de investigación.
- Desarrollar un nuevo estudio utilizando diferentes concentraciones de harina a base de cáscaras de cacao, con el objetivo de determinar la variación en el producto final en lo que respecta a la calidad nutricional.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre, C. (2015). Extracción de fibra soluble a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su utilización en la elaboración de queso fundido y yogurt. Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Tierra. Puyo: Universidad Estatal Amazónica. Recuperado el 26 de Diciembre de 2016
- Alvis, A., Vélez, C., & Mendoza, M. R. (2008). Composición de ñames frescos cultivados en Colombia y sometidos a freído por inmersión. 19(1), 3 - 10. Colombia. Recuperado el 25 de Marzo de 2017
- Anecacao (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao - Ecuador). (Septiembre de 2015). Sistema nacional de mejoramiento de la calidad y trazabilidad del cacao. (M. A. J., Ed.) Revista Especializada en Cacao. Sabor Arriba, 8. Recuperado el 27 de Septiembre de 2016
- Apunte, G., & León, G. (2012). Utilización de harina de chocho (*Lupinus Mutabilis*) como ingrediente en la elaboración de pan. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 26 de Marzo de 2017
- Ardila, C., & Carreño, S. (2011). Aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao como adsorbente. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Recuperado el 30 de Septiembre de 2016
- Arrobo, S. (Ed.). (2016). El valor nutritivo de la avena. Recuperado el 10 de Junio de 2017, de Alimentos en Ecuador: Disponible en: <http://www.alimentosecuador.com/2015/10/28/el-valor-nutritivo-de-la-avena/>
- Baena, L., & García, N. (2012). Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarila de semillas tostadas de *Theobroma*

cacao L. de una industria chocolatera colombiana. Universidad Tecnológica de Pereira, Escuela de Química. Facultad de Tecnologías. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado el 21 de Diciembre de 2016

Bravo, A., & Condo, E. (2015). Comparación de la pectina obtenida a partir del aprovechamiento de las cáscaras de banano y cacao por el método de hidrólisis ácida. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Recuperado el 25 de Marzo de 2017

Burgos, G., & Jaramillo, J. (2015). Aprovechamiento de los residuos de cacao y coco para la obtención de carbón activado, en el Cantón Milagro, Provincia del Guayas. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Recuperado el 25 de Marzo de 2017

Cajamarca, A., & Criollo, A. (2012). Proyecto de microempresa, análisis y factibilidad de producir y distribuir galletas artesanales a 3 colegios de Cuenca. Universidad de Cuenca, Carrera de Gastronomía . Cuenca: Universidad de Cuenca. Recuperado el 09 de Junio de 2017

Cárdenas Quintana, H., Gómez Bravo, C., Díaz Novoa, J., & Camarena Mayta, F. (08 de Mayo de 2000). Evaluación de la calidad de la proteína de 4 variedades mejoradas de frijol. Revista Cubana Aliment Nutr, 14(1), 22 - 27. Recuperado el 26 de Marzo de 2017

Carrasco, O. (2015). Obtención de harina baja en gluten a partir de la cascarilla de cacao de las variedades CCN - 51 y Nacional. Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud. Machala: Universidad Técnica de Machala. Recuperado el 27 de Diciembre de 2016

Cedeño, M. (2015). Caracterización físico-química de la harina a partir de semilla de mora (*Rubus glaucus*), y su utilización en la elaboración de alimentos enriquecidos. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado el 25 de Marzo de 2017

- Cuéllar, O., & Guerrero, G. (Septiembre - Diciembre de 2012). Acividad antibacteriana de la cáscara de cacao, *Theobroma cacao* L. *Revista MVZ Córdoba*, 17(3), 3176 - 3183. Recuperado el 28 de Septiembre de 2016
- Galdámez Gutiérrez, K., Gamboa Coronel, M., Márquez Montes, R., Ballinas Gómez, M. N., López Zuñiga, E., & Vela Gutiérrez, G. (2009). Elaboración y evaluación sensorial de galletas enriquecidas con harina de lactosuero. *Revista Ciencias UNICACH*, 3(2), 23 - 28. Recuperado el 02 de Abril de 2017
- Gil Garzón, M. A., Vélez Acosta, L. M., Millán Cardona, L. d., Acosta Hurtado, M. A., Díez Rodríguez, A. C., Cardona Taborda, N., . . . Villa Mejía, G. C. (15 de Mayo de 2011). Desarrollo de un producto de panadería con alto valor nutricional a partir de la harina obtenida del banano verde con cáscara: una nueva opción para el aprovechamiento de residuos de la industria de exportación. 6(1), 96 - 107. *Corporación Universitaria Lasallisa, Caldas - Antioquia*. Recuperado el 25 de Marzo de 2017
- Gutiérrez de la Torre, E., & Pascual, G. (Octubre de 2016). Caracterización de cáscara de mandarina (*Citrus reticulata*) en polvo e inclusión en una formulación panaria. 1, S5 - S8. *Colombia: Agronomía Colombiana Suplemento*. Recuperado el 26 de Marzo de 2017
- Jibaja, L., & Sánchez, J. (Diciembre de 2015). Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de la harina de cáscara de mango (*Mangífera indica*) variedad “Criollo” procedente de la mangífera indica provincia de Sullana en Piura. *Revista Tecnología & Desarrollo*, 13(1), 023 - 026. Recuperado el 26 de Marzo de 2017
- Jiménez Díaz, S. V. (2008). Efecto de la inclusión de harina de cascarilla de cacao en la elaboración de galletas. Bogotá, Colombia. Recuperado el 25 de Noviembre de 2016
- Llano, J., & Betancourt, L. (2009). Extracción de pectinas a partir de los subproductos del beneficio del cacao. *Universidad EAFIT*,

- Logroño, M., Vallejo, L., & Benítez, L. (20 de Agosto de 2015). Análisis bromatológico, sensorial y aceptabilidad de galletas y bebida nutritiva a base de una mezcla de quinua, arveja, zanahoria y tocte. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 23(35), 53 - 64. Recuperado el 09 de Junio de 2017
- Martínez, A., & Torres, M. (Noviembre de 2010). residuos de café, cacao y cladodio de tuna: fuentes promisorias de fibra dietaria. *Revista Tecnológica ESPOL*, 23(2), 63 - 69. Recuperado el 26 de Marzo de 2017
- Martínez, K. (2015). Evaluación de diferentes variedades de oxalis tuberosa (Oca) para la obtención de harina con fines industriales. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado el 20 de Noviembre de 2016
- Mendoza, Á. (2014). Elaboración de harina de papa china (Colocasia esculenta) y banano (Musa x paradisiaca) como suplemento nutricional para la alimentación animal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado el 26 de Marzo de 2017
- Moncayo, R. (2016). Exportación ecuatoriana de cacao 2015. Recuperado el 25 de Noviembre de 2016
- Morales, O., Domínguez, P., & Fonseca, P. (3 de Septiembre - Diciembre de 2014). Composición química de la harina de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L). *Revista Granma Ciencia*, 18(3). Recuperado el 25 de Marzo de 2017
- Pagés, D. (11 de Junio de 2015). Desarrollo de un producto alimenticio elaborado a base de: zanahoria (*Daucus carota*), avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum aestivum*). Universidad de Guayaquil,

Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Recuperado el 12 de Junio de 2017

Palomino, C., Molina, Y., & Pérez, E. (Junio de 2010). Atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de *Colocasia esculenta* (L.) Schott y *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott. *Revista Facultad de Agronomía*, 36(2), 58 - 66. Recuperado el 26 de Marzo de 2017

PRO Ecuador (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones). (2013). Análisis del sector cacao y elaborados. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC\\_AS2013\\_CACAO.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf)

Quintero, K. (2013). Niveles de harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la elaboración de yogurt natural. Finca Experimental La María, Mocache - Ecuador 2013. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniería en Industrias Pecuarias. Facultad de Ciencias Pecuarias. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado el 27 de Diciembre de 2016

Quispe Jacobo, F., Ayala Rojas, M. I., Landeo Pino, E., & Pascual Chagman, G. (2009). Caracterización de aceites, tortas y harinas de frutas de unguirahui (*Jessenia polycarpa*) y aguaje (*Mauritia flexuosa* L.) de la amazonía peruana. *Revista Soc. Quím.*, 75(2), 243 - 253. Recuperado el 26 de Marzo de 2017

Rodríguez, G. d. (2014). Efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa: harina de papa (*Solanum tuberosum* pps) sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces. Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Facultad de Ciencias Agrarias. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado el 02 de Abril de 2017

Ruiz, L. (2010). Obtención de harina de camote para su aplicación como base en la elaboración de productos tipo galletas. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil: Escuela

Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 02 de Abril de 2017

- Salazar, J. (2016). Rendimiento de biomasa y valoración nutrimental de residuos poscosecha de cacao (*Theobroma cacao* L.). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 25 de Marzo de 2017
- Sandoval, E. (2016). Determinación de la actividad antioxidante em polifenoles y digestibilidad gastrointestinal in vitro en proteínas de la cáscara de unguagua (*Oenocarpus bataua*). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 26 de Marzo de 2017
- Villamizar Jaimes, Y. L., Rodríguez Guerrero, J. S., & León Castillo, L. C. (27 de Enero de 2017). Caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51. 65 - 75. Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Villamizar, A., & López, L. (24 de Noviembre de 2016). Cáscara de cacao fuente de polifenoles y fibra: simulación de una planta piloto para su extracción. 22(1), 75 - 83. Cúcuta, Colombia. Recuperado el 25 de Marzo de 2017
- Zamora, J. (2012). Evaluación del proceso de obtención de harina de palmito (*Bactris gasipaes*) y su aplicación en panificación en el Cantón Quevedo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado el 30 de Noviembre de 2016

## **CAPÍTULO V**

# **“MUCÍLAGO DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.), NACIONAL Y TRINITARIO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA HIDRATANTE”**



**PAULINA KATHERINE SANTANA MACÍAS  
JAIME FABIÁN VERA CHANG CHRISTIAN AMABLE  
VALLEJO TORRES VERÓNICA DAYANA PUENTE JIMÉNEZ**

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objeto evaluar la calidad físico-química y sensorial de una bebida hidratante con diferentes niveles de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional y de origen Trinitario. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado dentro de un arreglo bifactorial 2 x 3 (factor A = variedad de mucílago de cacao, factor B = concentraciones de mucílago al 25%, 35% y 45%), con cuatro réplicas, dentro de una formulación base; para la determinación de diferencias entre tratamientos se empleó el test Tukey ( $p < 0,05$ ). La evaluación de los parámetros físico-químicos demostró que el origen del mucílago, empleado en la elaboración de la bebida hidratante, influyó en el contenido nutricional, en particular la variedad Nacional, en la que se observó mayor aportación a las características físico-químicas. Con respecto a las concentraciones de mucílago (factor B), se observó una relación directamente proporcional entre el nivel del factor (%mucílago) y el contenido nutricional; la valoración microbiológica de aerobios totales, mohos y levaduras cumple con los rangos determinados por la norma INEN 2 337, por otro lado se observó presencia de coliformes totales producto de las variaciones de temperatura durante el almacenamiento. En la evaluación sensorial se determinó que las variedades de mucílago y las concentraciones influyen en los atributos de color y gusto, mientras que en sabor, olor y textura no tuvo incidencia, el T6 (Nacional – 45%) obtuvo mayor preferencia (43%) y exhibió una intensidad moderada en sus atributos sensoriales de sabor, gusto, color, olor y textura.

Palabras claves: Mucílago de cacao, bebida hidratante, Nacional, Trinitario, minerales, carbohidratos.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the physical-chemical and sensorial quality of a moisturizing beverage with different levels of mucilage of National Cocoa (*Theobroma cacao* L.) and Trinitario origin. A completely randomized experimental design was used within a 2 x 3 bifactorial array (factor A = cocoa mucilage variety, factor B = 25%, 35% and 45% mucilage concentrations), with four replicates, within one formulation base; Tukey test was used to determine differences between treatments ( $p < 0.05$ ). The evaluation of the physical-chemical parameters showed that the origin of the mucilage, used in the elaboration of the moisturizing beverage, influenced the nutritional content, in particular the National variety, in which a greater contribution to the physical-chemical characteristics was observed. With regard to mucilage concentrations (factor B), a directly proportional relationship between factor level (% mucilage) and nutritional content was observed; The microbiological evaluation of total aerobes, molds and yeasts complies with the ranges determined by the INEN standard 2 337, on the other hand it was observed the presence of total coliforms due to temperature variations during storage. The T6 (National - 45%) obtained higher preference (43%) and the T6 (National - 45%) had a higher preference (43%) for color and taste attributes, while flavor, odor and texture had no influence. And exhibited moderate intensity in its sensory attributes of taste, taste, color, odor and texture.

Key words: Mucilage of cocoa, moisturizing drink, National, Trinitario, minerals, carbohydrates.

## **INTRODUCCIÓN**

El cultivo de cacao presenta una larga tradición en el Ecuador, constituyéndose en una importante entrada de beneficios económicos

para los agricultores (Carrera *et al.*, 2016), según las estadísticas, el Ecuador exportó 260 mil TM entre granos y elaborados de cacao, con una participación de 87% de granos, 12% en semielaborados y un 0,8% en productos terminados (Moncayo, 2016).

Genéticamente el cacao se clasifica en tres grupos: Criollos que monopolizaron el mercado en el siglo XVIII, los Forasteros que comprenden variedades como el Amelonado, Matina o Cylan y el cacao Nacional o Fino o de Aroma de Ecuador; los Trinitarios que son una combinación entre Forasteros y Criollos (Ordóñez, 2013).

A nivel internacional únicamente se reconocen dos clases de cacao en grano, cacao “fino o de aroma” producido por la variedad de cacao Criollo y Trinitario y el cacao “al granel” o “común” producido por el cacao Forastero. En el Ecuador se produce una particularidad, ya que los arboles Nacionales considerados como Forasteros generan cacao fino o de aroma, el cual convierte al país en el poseedor de un cacao único en el mundo, reconocido a nivel mundial con el nombre Nacional, el cual presenta características especiales como una fermentación muy corta y producir un chocolate de excelente sabor y aroma (ICCO, 2013).

Por otra parte, en el proceso de beneficiado del cacao se generan residuales como el mucílago (baba) que presenta un incipiente uso por la industria ecuatoriana debido al desconocimiento de sus propiedades fisicoquímicas y la carencia de innovación tecnológica para su manejo y transformación. A nivel nacional se han realizado estudios referentes a la reutilización del mucílago de cacao como materia prima en la elaboración de alimentos de consumo humano, baste como muestra la investigación para la elaboración de jaleas empleando el mucílago de cacao por (Vallejo *et al.*, 2015), en el cual se obtuvieron resultados satisfactorios.

Las almendras de cacao se encuentran cubiertas de una pulpa llamada mucílago (baba), que contiene de 10 a 15% de azúcar, 1% de pectina y 1,5% de ácido cítrico (Vallejo *et al.*, 2015), misma que es removida e hidrolizada por microorganismos durante el proceso de fermentación. La pulpa o baba de cacao es esencial durante la fermentación, dado que, en esta etapa se desarrollan los precursores del sabor de chocolate (Cadena, 2015).

Con respecto a la producción, por cada 100 kg. de cacao, aproximadamente produce de 4 a 7 litros de mucílago durante las primeras horas (Ortiz & Álvarez, 2015), el exceso de pulpa, presenta características de sabor y olor tropical, lo cual le ha conferido la capacidad de ser utilizada para la elaboración de productos como jalea de cacao, alcohol, vinagre, nata y pulpa procesada (Kalvatchev *et al.*, 1998).

El mucílago de cacao contiene en su composición química carbohidratos, sales minerales y vitamina C, características nutricionales que constituyen los principales componentes para la obtención de una bebida hidratante, cuyas propiedades actuarían con efecto sinérgico para calmar la sed, reposición de líquidos y electrolitos perdidos durante jornadas de trabajo, posibilitando mantener el equilibrio metabólico y suministrar fuentes de energía de fácil absorción (Huter *et al.*, 2006).

Como alternativa a la subutilización del residual del beneficio del cacao, este trabajo se propone obtener una bebida hidratante con base en el mucílago proveniente de dos variedades de cacao, el cual surge como iniciativa de la UTEQ para mejorar los ingresos de los agricultores, ya que a pesar de que el cacao ecuatoriano es reconocido a nivel mundial por sus características sensoriales de calidad para la elaboración de chocolate y otros derivados, no siempre constituye altos ingresos o la

recuperación del capital invertido de los productores. Factores como el mal clima, enfermedades, plagas, restricciones para la exportación y carencia de procesos o tecnología para elaborar productos derivados del cacao, limitan el crecimiento económico de los productores ecuatorianos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en la Finca Experimental “La María”, en el Laboratorio de Bromatología, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme.

### Diseño Experimental

Esta investigación utilizó un diseño completamente al azar bifactorial de 2x3, con cuatro réplicas, para la comparación de medias de los diferentes tratamientos se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad, Kruskal Wallis y Análisis de Correlación. Cuyos factores se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. *Factores de estudio en la investigación. FCP – UTEQ. 2017*

Código	Factor	Nivel	
A	Variedades de cacao	Variedad Nacional	$\alpha_1$
		Variedad Trinitario	$\alpha_2$
B	Formulaciones	Pulpa de mucílago 25%	$\beta_1$
		Pulpa de mucílago 35%	$\beta_2$
		Pulpa de mucílago 45%	$\beta_3$

En la Tabla 2 se observa las diferentes interacciones obtenidas a partir de los niveles de factores A y B

Tabla 2. *Interacciones de los factores y niveles. FCP – UTEQ. 2017*

Código	Interacción
a <sub>1</sub> x b <sub>1</sub>	Variedad Nacional + Pulpa de mucílago 25%
a <sub>1</sub> x b <sub>2</sub>	Variedad Nacional + Pulpa de mucílago 35%
a <sub>1</sub> x b <sub>3</sub>	Variedad Nacional + Pulpa de mucílago 45%
a <sub>2</sub> x b <sub>1</sub>	Variedad Trinitario + Pulpa de mucílago 25%
a <sub>2</sub> x b <sub>2</sub>	Variedad Trinitario + Pulpa de mucílago 35%
a <sub>2</sub> x b <sub>3</sub>	Variedad Trinitario + Pulpa de mucílago 45%

En la Tabla 3 se muestra el esquema del análisis de la varianza, utilizado para determinar diferencias significativas entre los tratamientos estudiados.

Tabla 3. *Análisis de la varianza para el diseño factorial de dos factores. FCP – UTEQ. 2017*

Fuente de Variación	Grados de Libertad	
Tratamiento	(ab) - 1	5
Factor A	a - 1	1
Factor B	b - 1	2
Interacción A*B	(a - 1) (b - 1)	2
Error	ab (n - 1)	18
Total	(abn) - 1	23

El modelo matemático es:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$y_{ijk}$  = El total de una observación

$\mu$ = Valor de la media general de la población

$\tau_i$ = Efecto “i-esimo” del factor A

$\beta_j$ = Efecto “j-esimo” del factor B

$(\tau\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del factor A por el factor B

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental

## Identificación de unidades experimentales

Para la determinación de las características físico-químicas y de los parámetros sensoriales se emplearon los tratamientos visualizados en la Tabla 4.

Tabla 4. *Esquema del experimento con los tratamientos, repeticiones y unidades experimentales. FCP – UTEQ, 2017*

Tratamiento	Código	Repetición	UE. 475 mL	Subt.
T1	$a_1 \times b_1$	4	1	4
T2	$a_1 \times b_2$	4	1	4
T3	$a_1 \times b_3$	4	1	4
T4	$a_2 \times b_1$	4	1	4
T5	$a_2 \times b_2$	4	1	4
T6	$a_2 \times b_3$	4	1	4

---

TOTAL 24

---

UE. Unidad experimental

## Mediciones experimentales

### Variables físico-químicas

Los análisis de carbohidratos, pH y carbohidratos se realizaron por duplicado para cada muestra en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, utilizando los métodos descritos en la Tabla 5:

Tabla 5. *Métodos de análisis de laboratorio. FCP – UTEQ. 2017*

---

Análisis	Método	Referencia
pH	Potenciómetro	A.O.A.C 981.12/90
Carbohidratos	Diferencia	Calculo
Ceniza	Gravimetría	A.O.A.C. 940.26

---

### Variables sensoriales

La valoración organoléptica se basó en la determinación del efecto de la adición de tres concentraciones de mucílago proveniente de dos variedades de cacao sobre los atributos de sabor, color, olor y textura de una bebida hidratante, haciendo uso de una escala de intervalo de cuatro puntos para la medición de los respectivos atributos (Tabla 6). Así mismo se aplicó la prueba de preferencia para conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra.

### Escala de intervalo de cuatro puntos:

- 1 Ligero
- 2 Poco
- 3 Bastante
- 4 Mucho

Tabla 6. *Atributos sensoriales a evaluar. FCP – UTEQ. 2017*

Gusto	Sabor	Olor	Color	Textura
Dulce	Cacao	Cacao	Beige	Fluida
Ácido		Ácido		

### Procedimiento:

La prueba se realizó empleando 30 panelistas, ante los cuales se presentaron seis muestras de bebida hidratante con aproximadamente 50 ml a una temperatura de 10 °C, en envases plásticos idénticos y codificados con números aleatorios (Anzaldúa, 2005).

El horario para la realización de la prueba fue de 11:00 am a 13:00 pm, considerando un horario entre comidas para que las respuestas de los panelistas no se vean influencias por la falta de apetito o el exceso de ello.

Hay que mencionar, además que se proporcionó materiales como la hoja de respuesta, lapiceros, fundas de basura y agua para la respectiva degustación de la muestra.

### Variables microbiológicas

Los análisis microbiológicos se basaron en la determinación de coliformes totales, aerobios totales y de hongos y levaduras realizado al mejor tratamiento en estudio, establecido a través de los análisis físico-químicos y sensoriales, con el objeto de determinar que el producto resultante es inocuo para el consumo humano, y que los valores obtenidos sean inferiores a los estándares establecido por la norma vigente (ICONTEC, 2001).

Cabe señalar que estos análisis fueron efectuados en el Laboratorio SEIDL LABORATORY CIA LTDA., ubicado en la ciudad de Quito.

### Variables económicas

El estudio económico se realizó todos los tratamiento en estudio, para ello se calcularon los costos de producción que incluye a la materia prima, mano de obra, suministros e insumos que intervinieron en el proceso de elaboración de la bebida hidratante de mucílago de cacao.

Se determinó el ingreso bruto, a través de la multiplicación del precio de venta en el mercado de la bebida hidratante (comercializado por marcas como Gatore, Sporade y Powerade), por el rendimiento final obtenido durante el proceso de elaboración de la bebida.

A su vez se calculó el beneficio neto obtenido, a través de la diferencia entre los ingresos brutos y los costos de producción. Por otra parte, se determinó la rentabilidad que presenta este producto, mediante la división de los beneficios netos para los costos de producción multiplicada por cien. Para el desarrollo del análisis económico se consideró como indicador financiero como la relación beneficio/costo [R (b/c)], el cual se obtuvo conforme a la división del beneficio neto y los costos de producción.

## Fórmulas:

$$Ct = Cv + Cf$$

Donde:

Ct= Costos totales.

Cv= Costos variables.

Cf= Costos fijos.

$$Ib = Pv * Rend.$$

Donde:

Ib= Ingreso bruto.

Pv= Precio de venta.

Rend.= Rendimiento.

$$Bnt = Ib - Ct$$

Donde:

Bnt= Beneficio neto.

Ib= Ingreso neto.

Ct= Costos de producción

$$R (B/C) = Ib/ Ct$$

Donde:

R (B/C)= Relación beneficio costo.

Ib= Ingreso bruto.

Cs= Costos de producción.

$$\text{Rentabilidad \%} = \text{Bnt} / \text{Ct} * 100$$

Donde:

Bnt= Beneficio neto

Ct= Costos de producción.

## Procedimiento experimental

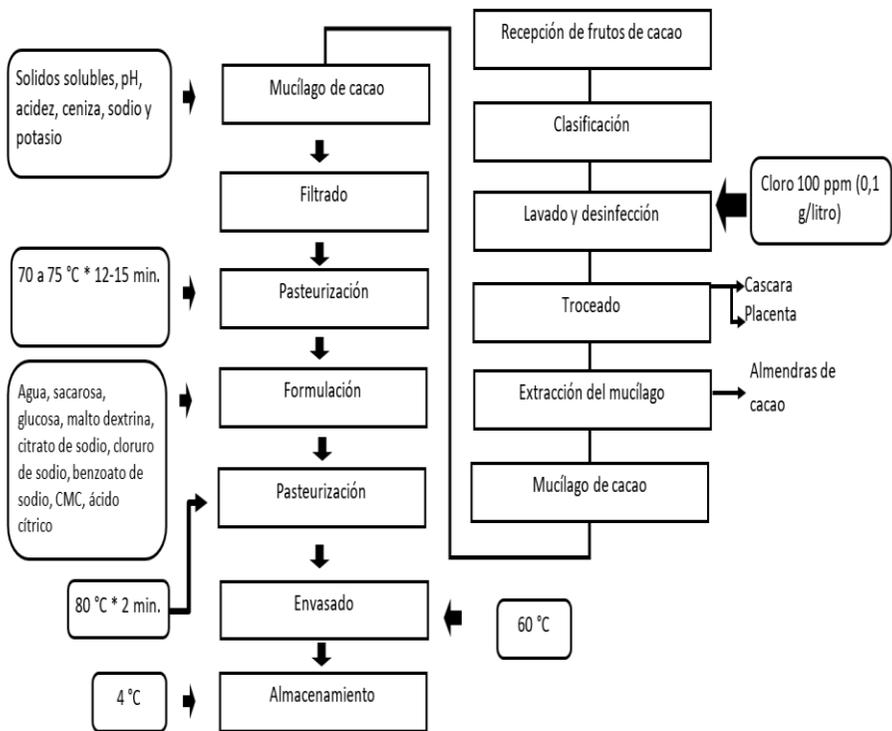


Figura 1. Diagrama del Proceso de Elaboración de bebida hidratante de mucílago de cacao. FCP – UTEQ. 2017

## Proceso de elaboración de la bebida hidratante de mucílago de cacao

En la figura 1, se presenta el diagrama del proceso utilizado en la elaboración de la bebida hidratante, procesos descritos a continuación.

Recepción de los frutos de cacao: La materia prima se obtuvo en la Finca Experimental “La Represa”, la cosecha de las variedades de cacao se realizó horas antes del procesamiento.

Clasificación: se realizó una clasificación de las mazorcas según su estado de madurez y la apariencia física de las mazorcas de cacao, observando que se encuentren libre de enfermedades.

Lavado y desinfección: los frutos de cacao fueron sometidos a un proceso de enjuague con agua clorada en una proporción de 100 ppm.

Troceado: El proceso de corte se realizó a través de la utilización de un cuchillo de acero inoxidable, el corte de la mazorca fue de forma transversal y longitudinal de manera que facilite la extracción de las almendras mucilaginosas.

Extracción del mucílago de cacao: Al ser la presente investigación orientada hacia el aprovechamiento del residual del beneficiado de cacao, no se pueden emplear técnicas que afecten el proceso fermentativo de las almendras de cacao, en ese contexto, se adaptó una metodología, a partir de la cual se obtuvo únicamente el exceso líquido de la pulpa sin remover la cubierta protectora de los granos.

Para el proceso de recolección del mucílago de cacao se utilizó un lienzo de color blanco de 100 cm, en el cual se colocaron las almendras de cacao y se ejerció presión, con el objeto de extraer el líquido mucilaginoso, el cual se recolectó en un recipiente plástico, para la realización de este proceso se

empleó guantes para cuidar la higiene e inocuidad del producto final. Obtenido el mucílago de cacao, se procedió a realizar un análisis proximal a la materia prima para establecer sus parámetros iniciales. El proceso de elaboración de la bebida hidratante se inició inmediatamente luego de la extracción del mucílago, ya que es muy propenso al deterioro por la alta presencia de azúcares.

**Filtración:** La eliminación de las partículas en suspensión que se encuentren en el mucílago fueron eliminadas a través de un filtrado empleando un lienzo de tela.

**Pasteurización:** Una vez obtenido el mucílago de cacao, se llevó a pasteurización rápida en un recipiente de acero inoxidable, a una temperatura de 70 a 75 °C por un periodo de 12 a 15 minutos, para inactivar las enzimas presentes en el mucílago con el objetivo de evitar el pardeamiento enzimático y la eliminación de los microorganismos patógenos.

**Formulación:** La adición de los demás componentes de la bebida como el agua, carbohidratos (glucosa, malto dextrina y sacarosa), sales minerales (cloruro de sodio, citrato de sodio), conservante (benzoato de sodio) y acidulante (ácido cítrico), se agregaron de acuerdo a la proporción establecida en la formulación, el proceso se lo realizó a una temperatura de 65 °C, para facilitar el proceso de disolución de los componentes adicionados.

**Pasteurización:** Se realizó una segunda pasteurización, con el fin de eliminar e inactivar patógenos presentes, a una temperatura de 80 °C por dos minutos.

**Envasado:** Para el envasado de la bebida, se enfrió manualmente mediante remoción constante hasta llegar a 60 °C, de esta manera se evita el desarrollo de microorganismos termófilos esporulados que pudieron resistir el

tratamiento térmico. La bebida hidratante de mucílago de cacao será envasada en frascos de vidrio de 400 mL.

Almacenamiento: Se almacenaron los frascos de vidrio de 400 mL en refrigeración a 4 °C.

## Formulación de la bebida hidratante de mucílago de cacao

El proceso de obtención de la bebida hidratante de mucílago de cacao se realizó en base a tres formulaciones, las cuales se aprecian en la Tabla 7.

Tabla 7. *Formulación para un litro de bebida hidratante de mucílago de cacao. FCP – UTEQ. 2017.*

Materia Prima	Formulación 1		Formulación 2		Formulación 3	
	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.
Mucílago de cacao (mL)	25	250	35	350	45	450
Agua (mL)	75	750	65	650	55	550
Glucosa (g)	1,3	13	1,3	13	1,3	13
Maltodextrina (g)	1,3	13	1,3	13	1,3	13
Sacarosa (g)	2	20	2	20	2	20
Cloruro de sodio (mg)	0,0592	592	0,0592	592	0,0592	592
Citrato de sodio (mg)	0,058	580	0,058	580	0,058	580
Benzoato de sodio (mg)	0,015	150	0,015	150	0,015	150
Ácido cítrico (mg)	0,05	500	0,05	500	0,05	500
CMC (mg)	0,15	1500	0,15	1500	0,15	1500

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis físico-químico del mucílago de cacao

Los análisis físicos-químicos realizados a las dos variedades de mucílago de T. cacao manifestaron diferencias en sus parámetros. El Trinitario presentó un pH de 3,57, acidez de 0,88%, grados brix de 15,7, cenizas de 0,26%, carbohidratos de 12,88%, potasio de 4,69 mg/100 cc, y sodio de 2,40 mg/100 cc. A diferencia del Nacional que registró un pH de 3,79, acidez de 0,77%, grados brix de 16,8, cenizas de 0,35%, carbohidratos de 11,49%, potasio de 5,31 mg/100 cc y sodio de 3,70 mg/100 cc, valores que se pueden observar en la Tabla 8.

Tabla 8. Promedio de los parámetros de Acidez, pH, cenizas, sólidos solubles, carbohidratos, potasio y sodio de mucílago de cacao de origen Nacional y Trinitario. FCP – UTEQ. 2017

Parámetros	Variedad de T. cacao			
	Nacional		Trinitario	
pH	3,79	(H+)	3,57	(H+)
Sólidos Solubles	16,8	°Brix	15,7	°Brix
Acidez	0,77	%	0,88	%
Cenizas	0,35	%	0,26	%
Carbohidratos	11,49	%	12,88	%
Potasio	5,31	mg/100 cc	4,69	mg/100 cc
Sodio	3,70	mg/100 cc	2,40	mg/100 cc

### Análisis físico-químico de la bebida hidratante a base de mucílago de cacao

*Potencial de hidrógeno (pH)*

*Efecto del factor variedad y del factor concentración*

Según el análisis de varianza ambos factores registraron diferencias estadísticas significativas (Tabla 9). El análisis de Tukey (0,05%) estableció que en la variable variedad de mucílago, los tratamientos fueron estadísticamente diferentes, indicando que la variedad de mucílago utilizado influye sobre el pH obtenido, con una media para la variedad Nacional de 4,05 y para la variedad Trinitario de 3,86. Referente a la variable concentración, la prueba de Tukey registró diferencias estadísticamente significativas para el nivel de 25%, con el promedio más alto de 4,04, diferente de los niveles al 35% y 45% (3,93 y 3,92) con los menores promedios.

Tabla 9. *Efectos principales de los factores de variedad y concentraciones en variable pH. FCP – UTEQ. 2017*

pH (H <sup>+</sup> )			
Factor A: Variedad		Factor B: Concentración	
Nacional	4,05 a*	25%	4,02 a
Trinitario	3,86 b	35%	3,93 b
--	--	45%	3,92 b
C. V (%)	0,66		0,66
$\bar{X}$	3,96		3,96

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05)

## Efecto de las interacciones de las variedades por las concentraciones

El análisis de la varianza para determinar el efecto simple de ambos factores registró diferencias estadísticamente significativas, como se visualiza en la Tabla 10, el T1 (Nacional – 25%) y T4 (Trinitario -25%) presentaron valores de pH de 4,12 y 3,93, los cuales según el test Tukey son significativamente diferentes a las medias registradas por los demás tratamientos. Por otra parte, T2 (Nacional - 35%) y T3 (Nacional – 45%) no presentaron diferencias estadísticas, con valores promedios de 4,02 y 4,01 respectivamente, de la misma manera que en T5 (Trinitario – 35%) y T6 (Trinitario - 45%) que comparten una media de 3,83 con un coeficiente de variación de 0,66%.

Los valores de pH observados exhibieron una relación inversamente proporcional con el nivel de concentración, de manera que a mayor presencia de mucílago de cacao, el pH de la bebida disminuye. Resultados que se corroboran con la investigación realizada por (Vivas *et al.*, 2017), en el desarrollo de una bebida refrescante a base de lacto suero con diferentes concentraciones de pulpa de curuba (10%, 15% y 20%), en la cual los valores de pH mostraron un comportamiento similar, marcando niveles de alcalinidad de 5,05(10%), 4,86(15%) y 4,65(20%).

Coincidiendo también con lo expuesto por (Veintimilla & Shinson, 2010), en la obtención de una bebida isotónica a base del líquido de cabuyo negro en la cual se registraron valores de pH que oscilaron entre 3,0 y 5,0.

(Fresno *et al.*, 2011), menciona que una bebida hidratante con pH de 2,89, es una bebida potencialmente erosiva para los dientes, los valores de pH de todos los tratamientos elaborados de mucílago de cacao se encuentran en un rango de 3,83 – 4,12 lo cual demuestra que una bebida

hidratante- deportiva elaborada con mucílago de cacao sea de variedad Nacional o Trinitario no ocasionaría riesgo para la salud bucal de los consumidores, además se encuentra dentro de los intervalos establecidos por la NTE INEN 2 337 para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales, que establece rangos de pH de 2 a 4,5.

Tabla 10. *Efecto de las interacciones de las variedades por las concentraciones en variable pH. FCP - UTEQ. 2017*

pH (H <sup>+</sup> )	
Interacciones A*B: Variedad por Concentración	
T1 - Variedad Nacional al 25% de mucílago	4,12 a*
T2 - Variedad Nacional al 35% de mucílago	4,02 b
T3 - Variedad Nacional al 45% de mucílago	4,01 b
T4 - Variedad Trinitario al 25% de mucílago	3,93 c
T5 - Variedad Trinitario al 35% de mucílago	3,83 d
T6 - Variedad Trinitario al 45% de mucílago	3,83 d
C. V (%)	0,66
$\bar{X}$	3,96

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0,05$ )

## Acidez

### *Efecto del factor variedad y del factor concentración*

El análisis de la varianza presentó diferencias estadísticamente significativas para el factor variedad (Tabla 11), la variedad Nacional obtuvo una acidez media de 0,32, mientras que en la variedad Trinitario se observó una media de 0,36. En la variable concentración el análisis de la varianza observó diferencias estadísticamente significativas en todos los niveles del factor, registrando para los niveles al 25%, 35% y 45% valores de promedios de acidez de 0,25, 0,35 y 0,42% respectivamente.

Tabla 11. *Efectos principales de los factores de variedad y concentraciones en la variable Acidez. FCP – UTEQ. 2017*

Acidez (%)			
Factor A: Variedad		Factor B: Concentración	
Nacional	0,32 a *	25%	0,25 a
Trinitario	0,36 b	35%	0,35 b
--	--	45%	0,42 c
C. V (%)	3,71		3,71
$\bar{X}$	0,34		0,34

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0,05$ )

### Efecto de las interacciones entre las variedades y las concentraciones

En el análisis de la varianza para determinar el efecto simple de ambos factores se observó diferencias estadísticamente significativas, en la Tabla 12 se puede observar que T2 (Nacional – 35%) y T6 (Trinitario - 45%) presentaron valores promedios de acidez (%) correspondientes a 0,32 y 0,44, los cuales según la prueba Tukey son significativamente diferentes a las medias registradas por los demás tratamientos. Por otra parte en T3 (Nacional 45%) y T5 (Nacional – 35%) se observó igualdad, con valores promedios de 0,41 y 0,38 respectivamente, de la misma manera en T1 (Nacional – 25%) y T4 (Trinitario – 25%) no se detectaron diferencias con valores de acidez (%) de 0,24 y 0,27; con un coeficiente de variación de 3,71%.

De los resultados obtenidos se observó una relación directamente proporcional con el nivel de concentración y el porcentaje de acidez, es decir que a mayor contenido de mucílago de cacao en la bebida, la acidez se incrementa (Meza, 2011), argumenta que la acidez de una bebida depende de los valores iniciales registrados y de la concentración de la materia prima base utilizada para su elaboración, perspectiva que justifica que los tratamientos elaborados con la variedad Trinitario registraran mayores valores de acidez, atribuyéndose a que la variedad Nacional obtuvo un valor de acidez de 0,77%, mientras que el Trinitario marcó un valor de 0,83%.

Los resultados obtenidos son corroborados por (Murillo, 2015), quien observó una relación directa entre el porcentaje de acidez con los niveles de agua de coco y suero lácteo, en el desarrollo de una bebida isotónica, de manera semejante a (Ayo, 2015), observó la misma relación en el estudio de una bebida energizante de maracuyá, borjój y panela, mencionando que a mayor concentración de borjój se estimula el aumento de los porcentajes de acidez.

Por otro lado los resultados obtenidos difieren de lo reportado por (Quimbita *et al.*, 2013), en la elaboración de néctar de mucílago de cacao, el cual obtuvo porcentajes de acidez entre 0,32 y 0,3, sin embargo cabe mencionar que se empleó una concentración al 15% mucílago de origen Trinitario.

Tabla 12. *Efecto de las interacciones de las variedades por las concentraciones en la variable acidez. FCP - UTEQ. 2017*

Acidez (%)	
Interacciones A*B: Variedad por Concentración	
T1 - Variedad Nacional al 25% de mucílago	0,24 d*
T2 - Variedad Nacional al 35% de mucílago	0,32 c
T3 - Variedad Nacional al 45% de mucílago	0,41 b

T4 - Variedad Trinitario al 25% de mucílago	0,27 d
T5 - Variedad Trinitario al 35% de mucílago	0,38 b
T6 - Variedad Trinitario al 45% de mucílago	0,44 a
C. V (%)	3,71
$\bar{X}$	0,34

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0,05$ )

## Cenizas

### *Efecto del factor variedad y del factor concentración*

El análisis de la varianza presentó diferencias estadísticamente significativas para el efecto del factor variedad, como se puede observar en la Tabla 13, se registró valores de cenizas de 0,37% para la variedad Nacional y de 0,21% para el Trinitario. En cuanto al factor concentración, el nivel al 25% registró los porcentajes de cenizas más bajos (0,22%) siendo significativamente diferente a los niveles al 35% y 45% que alcanzaron valores de 0,30% y 0,35% respectivamente.

Tabla 13. *Efectos principales de los factores de variedad y concentraciones en la variable cenizas. FCP – UTEQ. 2017*

Cenizas (%)			
Factor A: Variedad		Factor B: Concentración	
Nacional	0,37 a*	25%	0,22 a
Trinitario	0,21 b	35%	0,30 b
--	--	45%	0,35 b
C. V (%)	16,5		16,50

---

 $\bar{X}$ 

0,29

0,29

---

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0,05$ )

## Efecto de las interacciones entre las variedades y las concentraciones

Según el análisis de la varianza el efecto simple de ambos factores registró diferencias estadísticamente significativa, mediante el test Tukey se observó que el T5 (Trinitario – 35%) y T6 (Trinitario – 45%) son iguales con valores promedios de cenizas (%) de 0,24 y 0,25; de la misma manera comparten similitud con T1 (Nacional – 25%) y T4 (Trinitario – 25%). Por otra parte el T2 (Nacional – 35%), con una media de 0,36 presentó semejanzas con T1 y T3. Los tratamientos que contienen mucílago Nacional registraron los valores más elevados de cenizas, hecho que se atribuye al mayor contenido de material inorgánico presente en el mucílago Nacional, cuyo valor inicial fue de 0,35%, por otro lado la variedad Trinitario registró un valor inicial de cenizas de 0,26%.

Los porcentajes de cenizas obtenidos de los tratamientos muestran una tendencia directamente proporcional a la concentración de mucílago presente en la bebida, el contenido de material inorgánico aumenta, tal como lo explica (Vallejo *et al.*, 2015), que la variación de los niveles de cenizas se da por la densidad de las muestras al momento de ser analizadas, en donde el peso empleado para la determinación del material inorgánico es el mismo, sin embargo el volumen cambia, en vista que se incrementa la concentración de mucílago la densidad de la bebida varia.

A mayor inclusión de mucílago en la bebida el contenido de cenizas aumenta, hecho que se atribuye a que el mucílago de cacao contiene cantidades considerables de sustancias minerales en su composición lo

que ocasiona el incremento de cenizas, resultado que es corroborado por (Escobar, 2014), quien a través de un estudio de elaboración de bebidas hidratantes de carácter hipotónico, observó que a concentraciones mayores de suero lácteo, el contenido inorgánico de la bebida se eleva.

Tomando como referencia la investigación efectuada por (Largo & Yugcha, 2016), quienes desarrollaron un néctar natural a partir de mucílago de cacao, en la cual observaron contenidos de cenizas entre 0,77- 0,79, valores muy superiores a los registrados en esta investigación, esto se puede atribuir a que los niveles de concentración de mucílago utilizados en este estudio son inferiores a los empleados en dicha investigación.

Tabla 14. *Efecto de las interacciones de las variedades por las concentraciones en la variable cenizas. FCP - UTEQ. 2017*

Cenizas (%)	
Interacciones A*B: Variedad por Concentración	
T1 - Variedad Nacional al 25% de mucílago	0,29 bc*
T2 - Variedad Nacional al 35% de mucílago	0,36 ab
T3 - Variedad Nacional al 45% de mucílago	0,45 a
T4 - Variedad Trinitario al 25% de mucílago	0,16 d
T5 - Variedad Trinitario al 35% de mucílago	0,24 cd
T6 - Variedad Trinitario al 45% de mucílago	0,25 cd
C. V (%)	16,50
$\bar{X}$	0,29

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05)

## Carbohidratos

*Efecto del factor variedad y del factor concentración*

El análisis de la varianza determinó diferencias significativas para los niveles al 25%, 35% y 45% del factor concentración, registrando valores promedios de 6,42%, 7,84% y 9,19% respectivamente, por otro lado en los niveles del factor variedad se presentó igualdad, demostrando que la variedad de mucílago utilizado en la elaboración no influye sobre el contenido de carbohidratos en la bebida, la variedad Nacional obtuvo una media de 7,77%, mientras que la variedad Trinitario marcó un promedio de 7,86%, datos que pueden observarse en la Tabla 15. La similitud existente en el contenido de carbohidratos se atribuye a que se empleó la misma formulación en todos los tratamientos (4,6 % de carbohidratos adicionados), siendo importante mencionar que los porcentajes de carbohidratos registrados en la materia prima inicial no presentaron grandes diferencias.

Tabla 16. *Efectos principales de los factores de variedad y concentraciones en la variable Carbohidratos*

Carbohidratos (%)			
Factor A: Variedad		Factor B: Concentración	
Nacional	7,77 a *	25%	6,42 a
Trinitario	7,86 a	35%	7,84 b
--	--	45%	9,19 c
C. V (%)	2,67		2,67
$\bar{X}$	7,82		7,82

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0,05$ )

## Efectos de las interacciones entre las variedades y las concentraciones

Según el análisis de la varianza para determinar el efecto simple de ambos factores presentaron diferencias significativas. En la Tabla 16, se observó que T2 y T5 son iguales, con una media de 7,77% y 7,90% respectivamente. La mayor valoración de carbohidratos lo obtuvo el T6 (Trinitario – 45%), con una media de 9,55%, mientras el valor más bajo lo emitió T4 con una media de 6,11%.

En la Tabla 16 se muestra una relación directamente proporcional entre la concentración del mucílago y los porcentajes de carbohidratos, coincidiendo con (Arguello, 2016), quien expresa que la inclusión de una mayor concentración en una bebida provoca que el contenido nutricional se eleve, entre ellos los hidratos de carbono.

Según (Olivos *et al.*, 2012), durante la actividad física o la ejecución de deportes de alta intensidad, se genera un déficit en los depósitos de glucógeno muscular, donde es necesario el consumo de bebidas que cumplan con la función de brindar energía, que permita la contracción muscular mediante el aporte de energía al músculo esquelético.

Para ello (Martínez & Urdampilleta, 2012), sugiere el consumo de bebidas hidratantes que contengan una mezcla de carbohidratos (sacarosa, glucosa y maltodextrinas) con una concentración de 8-10%, los tratamientos elaborados a una concentración al 45% cumplen con lo requerido, mientras que en el nivel al 25% coincide con lo establecido por la Norma Técnica Colombiana NTC 3837 para bebidas hidratantes y energéticas para la actividad física, el ejercicio y el deporte, la cual establece un rango de 3 a 6 % p/v para las bebidas hidratantes.

Desde otro punto de vista (Palacios *et al.*, 2008), menciona que las bebidas destinadas a la reposición de líquidos, energía y electrolitos pueden contener hasta un 9% de carbohidratos, por consiguiente los valores de carbohidratos obtenidos en esta investigación se encuentran dentro del rango aceptable para una bebida deportiva.

Tabla 16. *Efecto de las interacciones de las variedades por las concentraciones en la variable carbohidratos. FCP - UTEQ. 2017*

Carbohidratos (%)	
Interacciones A*B: Variedad por Concentración	
T1 - Variedad Nacional al 25% de mucílago	6,72 d*
T2 - Variedad Nacional al 35% de mucílago	7,77 c
T3 - Variedad Nacional al 45% de mucílago	8,83 b
T4 - Variedad Trinitario al 25% de mucílago	6,11 e
T5 - Variedad Trinitario al 35% de mucílago	7,90 c
T6 - Variedad Trinitario al 45% de mucílago	9,55 a
C. V (%)	2,76
$\bar{X}$	7,81

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0,05$ )

## Potasio (K)

### *Efecto del factor variedad y del factor concentración*

Según el análisis de la varianza para determinar el efecto del factor variedad, en la variable de potasio, demostró diferencias significativas (Tabla 17), en la que se registraron valores promedios de 2,91 mg/100 cc en el nivel Nacional para el factor variedad y 2,06 mg/100 cc para el nivel Trinitario. Respecto al factor concentración el análisis de la varianza observó diferencias estadísticamente significativas para los

niveles de 25%, 35% y 45%, registrando valores promedios de 2,07 mg/100 cc, 2,34 mg/100 cc y de 3,06 mg/100 cc respectivamente.

Tabla 177. *Efectos principales de los factores de variedad y concentraciones en la variable Potasio. FCP – UTEQ. 2017*

Potasio (mg/100 cc)			
Factor A: Variedad		Factor B: Concentración	
Nacional	2,91 a *	25%	2,07 c
Trinitario	2,06 b	35%	2,34 b
--	--	45%	3,04 a
C. V (%)	4,56		4,56
$\bar{X}$	2,49		2,48

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0,05$ )

### Efecto de las interacciones de las variedades y las concentraciones

El análisis de la varianza para establecer el efecto simple de ambos factores para la variable de potasio, presentó diferencias estadísticamente significativas.

Según el análisis de Tukey ( $p > 0,05$ ), T2 (Nacional – 35%) y T3 (Nacional – 45%), son estadísticamente diferentes en los cuales se observaron valores promedios de 2,64 mg/100 cc y 3,89 mg/100 cc respectivamente; mientras que T1 (Nacional – 25%), T4 (Trinitario – 25%), T5 (Trinitario – 35%) y T6 (Trinitario – 45%) presentaron

igualdad, con valores promedios de 2,19 mg/100 cc, 1,94 mg/100 cc, 2,04 mg/100 cc y 2,19 mg/100 cc, respectivamente.

En la Tabla 18 se observa que los tratamientos con la variedad Nacional registran los mayores concentraciones de potasio, en comparación con el Trinitario, esto se atribuye a que el mucílago Nacional presenta mayor contenido del mineral potasio, en comparación con el mucílago de origen Trinitario, además se puede observar que el contenido del ion potasio se eleva a medida que se aumenta la proporción de mucílago en la bebida, coincidiendo con lo obtenido por (Escobar, 2014), en su investigación de bebidas hidratantes a base de suero lácteo, que observó que una mayor concentración provoca que el contenido nutricional aumente, incluyendo la parte inorgánica.

Los valores promedios observados en todos los tratamientos difieren con lo expresado por la Norma Técnica Colombiana NTC 3837 para bebidas hidratantes y energéticas para la actividad física, el ejercicio y el deporte, la cual establece que el valor mínimo de potasio en una bebida hidratante es de 9,75 mg/100 cc, sin embargo (Urdampilleta *et al.*, 2013), argumentan que en la ejecución de la actividad física la pérdida del ion potasio no se produce en grandes cantidades, por lo que su reposición inmediata no es tan necesaria, por otro lado la presencia de potasio en una bebida ya sea en poca cantidad o trazas optimiza la retención de agua, porque se aumenta la sed y se genera una reducción en la diuresis producida por el consumo de agua sola por lo tanto permite alcanzar la rehidratación adecuada. Así mismo (Arguello, 2016), explica que el consumo de potasio cumple una función significativa durante la transmisión de impulsos nerviosos y en la contracción muscular.

Los resultados observados en la variable potasio fluctúan en un rango de 1,94 a 3,89 mg/100 cc, valores inferiores a los presentados por las

bebidas hidratantes actualmente comercializadas, la marca GATORADE registra un contenido del ion potasio de 15,8 mg/100 cc, mientras que POWERADE presenta 5,6 mg/100 cc. Por otro lado el contenido del mineral potasio observado en los tratamientos elaborados con la variedad Nacional es superior a los registrados por la marca AQUARIUS que ofrece en su bebida un contenido de potasio de 2,1 mg/100 cc.

Tabla 18. *Efecto de las interacciones de las variedades por las concentraciones en la variable Potasio (K).FCP - UTEQ. 2017*

Potasio (K) (mg/100 cc)	
Interacciones A*B: Variedad por Concentración	
T1 - Variedad Nacional al 25% de mucílago	2,19 c*
T2 - Variedad Nacional al 35% de mucílago	2,64 b
T3 - Variedad Nacional al 45% de mucílago	3,89 a
T4 - Variedad Trinitario al 25% de mucílago	1,94 c
T5 - Variedad Trinitario al 35% de mucílago	2,04 c
T6 - Variedad Trinitario al 45% de mucílago	2,19 c
C. V (%)	4,56
$\bar{X}$	2,48

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05)

Sodio (Na)

### Efecto del factor variedad y del factor concentración

Respecto al variable sodio el análisis de la varianza se observó diferencias significativas para el factor variedad, registrando valores promedios de 43,79 mg/100 cc en el nivel Nacional y 42,43 mg/100 cc para el nivel Trinitario. El análisis de la varianza mostró diferencias para todos los niveles del factor concentración, en el cual se observaron

valores promedios para los niveles de 25%, 35% y 45% de 41,66 mg/100 cc , 43,34 mg/100 cc y 44,33 respectivamente.

Tabla 19. *Efectos principales de los factores de variedad y concentraciones en la variable Sodio. FCP – UTEQ. 2017*

Sodio (mg/100 cc)			
Factor A: Variedad		Factor B: Concentración	
Nacional	43,79 a*	25%	41,66 c
Trinitario (CCN-51)	42,43 b	35%	43,34 b
--	--	45%	44,33 a
C. V (%)	0,81		0,81
$\bar{X}$	43,11		43,11

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0,05$ )

### Efecto de las interacciones de las variedades y las concentraciones

Según el análisis de la varianza para determinar el efecto simple de ambos factores presentó diferencias significativas, en el T4 (Trinitario – 25%) se observó los valores más bajos de sodio con una media de 40,83 mg/100 cc, indicando diferencias al resto de tratamientos.

Se observó igualdad entre los T2 (Nacional – 35%), T3 (Nacional – 45%) y T6 (Trinitario – 45%), registrando valores promedios de 44,20 mg/100 cc, 44,68 mg/100 cc y 43,98 mg/100 cc respectivamente. El T1 (Nacional – 25%) obtuvo una media de 42,50 mg/100 cc, observándose

semejanza con la media expresada por el T5 (Trinitario -35%) de 42,48 mg/100 cc.

Tomando como punto de referencia la investigación realizada por (Murillo, 2015), basada en el desarrollo de una bebida hidratante a base de agua de coco y suero lácteo empleando concentraciones de 70 - 75% de lactosuero, en la que se obtuvieron valores entre 60,8-65,5 mg/100 cc datos superiores a los obtenidos en el presente estudio, en la que se registraran valores para sodio de 40,83 a 44,68 mg/100 cc., los cuales se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 3837 para bebidas hidratantes y energéticas para la actividad física, el ejercicio y el deporte, la cual fija un rango de 23 – 46 mg/100 cc. Lo que determina que el mucílago de cacao es indicado para la elaboración de bebidas hidratantes, aportando el electrolito necesario para la rehidratación antes, durante y después de la realización de una actividad o esfuerzo físico.

Los valores observados en la variable sodio difieren del contenido mineral presentado por las marcas comerciales de bebidas hidratantes, GATORADE registró 51,1 mg/100 cc, mientras que POWERADE presentó un contenido de 52,5 mg/100 cc. Sin embargo los valores de sodio obtenidos en el presente estado son superiores a los ofrecidos por las bebida hidratantes marcas AQUARIUS (23,2 mg/100 cc), SANTIVERI (37,7 mg/100 cc) y UP GRADE (23,9 mg/100 cc).

Según (Urdampilleta & Gómez, 2014), el déficit de sodio en el organismo deriva en la incapacidad de retener agua, lo que provoca la deshidratación, todo deportista o persona que ejerza alguna actividad física que provoque sudoración se encuentra expuesto a padecer pérdidas del electrolito sodio, por ello (Martínez *et al.*, 2008), y (Stachenfeld, 2013), explican que el consumo de bebidas de reposición en cuyo

contenido se encuentre el ion sodio, que cumple la función de regular el contenido de agua en el organismo evitando trastornos metabólicos y funcionales generados por el efecto de la deshidratación.

Tabla 20. *Efecto de las interacciones de las variedades por las concentraciones en la variable Sodio (Na). FCP – UTEQ. 2017*

Sodio (Na) (mg/100 cc)	
Interacciones A*B: Variedad por Concentración	
T1 - Variedad Nacional al 25% de mucílago	42,50 b*
T2 - Variedad Nacional al 35% de mucílago	44,20 a
T3 - Variedad Nacional al 45% de mucílago	44,68 a
T4 - Variedad Trinitario al 25% de mucílago	40,83 c
T5 - Variedad Trinitario al 35% de mucílago	42,48 b
T6 - Variedad Trinitario al 45% de mucílago	43,98 a
C. V (%)	0,81
$\bar{X}$	43,11

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05)

Tabla 21. *Promedios observados en las variables pH, acidez (%), cenizas (%), carbohidratos (%), sodio (mg/100 cc) y potasio (mg/100 cc). FCP - UTEQ. 2017*

Factores	Parámetros físico-químicos					
	pH	Acidez	Cenizas	Carbohidratos	Sodio (Na)	Potasio (K)
Factor A: Variedad						
Nacional	4,0 <sub>5</sub> a*	0,32 b	0,37 a	7,77 a	43,79 a	2,9 <sub>1</sub> a
Trinitario	3,8 <sub>6</sub> b	0,36 a	0,21 b	7,86 a	42,43 b	2,0 <sub>6</sub> b
Factor B: Concentración						
25% de mucílago	4,0 <sub>2</sub> a	0,25 c	0,22 a	6,42 c	41,66 c	2,0 <sub>7</sub> c

35% de mucílago	3,9 3	b	0,35	b	0,3	b	7,84	b	43, 34	b	2,3 4	b
45% de mucílago	3,9 2	b	0,42	a	0,35	b	9,19	a	44, 33	a	3,0 4	a
Interacciones A*B												
T1 (Nacional – 25% de mucílago)	4,1 2	a	0,24	d	0,29	b c	6,72	d	42, 5	b	2,1 9	c
T2 (Nacional – 35% de mucílago)	4,0 2	b	0,32	c	0,36	a b	7,77	c	44, 2	a	2,6 4	b
T3 (Nacional – 45% de mucílago)	4,0 1	b	0,41	b	0,45	a	8,83	b	44, 68	a	3,8 9	a
T4 (Trinitario – 25% de mucílago)	3,9 3	c	0,27	d	0,16	d	6,11	e	40, 83	c	1,9 4	c
T5 (Trinitario – 35% de mucílago)	3,8 3	d	0,38	b	0,24	c d	7,90	c	42, 48	b	2,0 4	c
T6 (Trinitario – 45% de mucílago)	3,8 3	d	0,44	a	0,25	c d	9,55	a	43, 98	a	2,1 9	c
$\bar{X}$	3,9 6		0,34		0,29		7,81		43, 11		2,4 8	
C. V (%)	0,6 6		3,71		16,5		2,67		0,8 1		4,5 6	
E. E.	0,0 1		0,01		0,02		0,10		0,1 8		0,0 6	

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0,05$ )

## Análisis sensorial

Los promedios reportados de las valoraciones organolépticas cuantificadas, sabor a cacao, gusto ácido, gusto dulce, olor a cacao, olor ácido y textura fluida, por tratamientos, según la prueba de Kruskal Wallis se visualizan en la Tabla 22.

Los parámetros sensoriales de la bebida hidratante de mucílago de cacao reportan poca intensidad (según escala), resultados que demuestran que la variedad y la concentración no generan gran influencia en la percepción sensorial de los panelistas.

Tabla 22. Promedios registrados en la prueba de Kruskal Wallis para las variables de sabor/cacao, gusto/ácido, gusto/dulce, color/beige, olor/ácido, olor/cacao y textura/fluidez. FCP – UTEQ. 2017

Tratamientos	Atributo sensorial										
	Sabor/ Cacao	Gusto/ Ácido	Gusto/ Dulce	Color/ Beige	Olor/ Ácido	Olor/C acao	Textura/ Fluidez				
T1 (Nacional – 25% de mucílago)	1,8 3	a*	1,40 a	2,00 a	1,5 7	a	1,5 0	a	1,6 3	a	2,37 a
T2 (Nacional – 35% de mucílago)	1,5 7	a	1,87 b	2,20 a	1,9 7	a	1,7 7	a	1,7 3	a	2,40 a
T3 (Nacional – 45% de mucílago)	1,9 0	a	2,03 b	2,47 a	2,4 3	b	1,6 7	a	1,9 0	a	2,67 a
T4 (Trinitario – 25% de mucílago)	1,8 0	a	1,70 a	1,87 a	1,6 3	a	1,6 7	a	1,5 7	a	2,23 a
T5 (Trinitario – 35% de mucílago)	2,0 0	a	2,10 b	2,33 a	2,2 7	b	1,9 3	a	1,8 7	a	2,47 a
T6 (Trinitario – 45% de mucílago)	2,0 3	a	2,13 b	2,27 a	2,7 7	c	1,8 7	a	1,9 7	a	2,50 a
C. V (%)	8,9 7		15,0 3	10,0 7	22, 32		8,9 7		8,9 9		6,02
$\bar{X}$	1,8 6		1,87	2,19	2,1 1		1,7 4		1,7 8		2,44

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Sabor

Según la prueba de Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ), no se observó diferencias significativas entre las medianas de los tratamientos en la variable sabor a cacao. El T5 alcanzó las puntuaciones más altas (Tabla 22), mientras que la valoración más baja la obtuvo el T2.

De los resultados emitidos por los panelistas en base a la escala anteriormente establecida para evaluar la intensidad del sabor de la bebida, T2 presentó un valor de 1 (ligero), mientras que los demás tratamientos (1, 3, 4, 5 y 6) obtuvieron un valor de 2 (moderado). La similitud en sabor que presentan los tratamientos (omitiendo T2), se

puede atribuir a que el sabor del mucílago de cacao no varía dependiendo de la variedad, además las bajas puntuaciones observadas (ligero - moderado) proviene de la dilución del mucílago en agua, lo que reduce y enmascara el sabor característico del mucílago de cacao.

## Gusto

### *Gusto/Ácido*

Según el análisis estadístico aplicado para determinar el efecto de los tratamientos en la variable gusto/ácido generó diferencias significativas, con un nivel de confianza del 95%. La mayor valoración la emitió el T6 con un promedio de 2,13, mientras que en T1 se observaron valores inferiores con una promedio de 1,40, encontrándose el resto de tratamientos entre ambos valores. A partir de la prueba de Kruskal-Wallis se estableció que el T1 y T4 no presentaron diferencias significativas, sin embargo T1 fue significativamente diferente con un nivel de confianza del 95%.

Las diferencias de acidez encontradas en los tratamientos son generadas por el nivel de concentración presente en la bebida, como se visualiza en la Tabla 22 la tendencia ascendente en el rango promedio de acidez, lo que corresponde que a mayor concentración de mucílago en la bebida la intensidad del gusto ácido se incrementa. Del análisis de las medianas se determinó que el tratamiento 1 marco en la escala de intervalo una intensidad de 1 (ligero), mientras que en los tratamientos restantes se observó una puntuación de 2 (moderado).

### *Gusto/Dulce*

Según la prueba de Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ), no se observó diferencias significativas entre las medianas de los tratamientos en la

variable gusto/dulce. El T3 marco la puntuación más alta, mientras que la valoración más baja se observó en el T4.

En base a la escala anteriormente establecida para evaluar la intensidad, el T3 presentó un valor de 3 (mucho), mientras que los demás tratamientos (1, 2, 4, 5 y 6) obtuvieron un valor de 2 (moderado). En el caso del T3, la intensidad observada se debe a que la concentración de mucílago en el tratamiento es la más alta (45%), además el mucílago Nacional presenta un mayor grado de dulzor, en comparación con la variedad Trinitario.

## Color

Se observó diferencias significativas entre las medianas de los tratamientos, con un nivel de confianza del 95% para la variable color/beige, en la Tabla 22 se observa las diferencias significativas encontradas y el promedio observado en cada tratamiento. El T6 alcanzo la mayor puntuación, registrando una mediana de 3 (mucho), mientras que el T1 marco un valor de 1 (ligero) según la escala de intervalos previamente establecida.

La variación de la intensidad observada en los tratamientos es dependiente del nivel del factor concentración, en la Tabla 22 se exhibe que a medida que aumenta la concentración del mucílago, la coloración en los tratamientos marca un mayor grado de intensidad. Desde otro punto de vista la variedad del mucílago también influye debido a la variedad Trinitario presenta una coloración con mayor intensidad en comparación a la variedad Nacional.

## Olor

*Olor ácido*

Según la prueba de Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ), no se observó diferencias significativas entre las medianas de los tratamientos en la variable olor/ácido. En T1, T2 y T3 se registraron medianas que fluctuaron de 1 a 1,5 que según la escala de intervalo equivaldrían a una intensidad ligera. Por otra parte T4, T5 y T6 marcaron valores de 2 que corresponden a una intensidad moderada.

De los valores emitidos por los panelistas se establece que el olor ácido se encuentra dependiendo de la variedad de mucílago, la intensidad en que se percibe el olor ácido corresponde al nivel de acidez reportado en la valoración inicial de la materia prima en donde la variedad Nacional marco una acidez de 0,77% y la variedad Trinitario de 0,88%

## Olor cacao

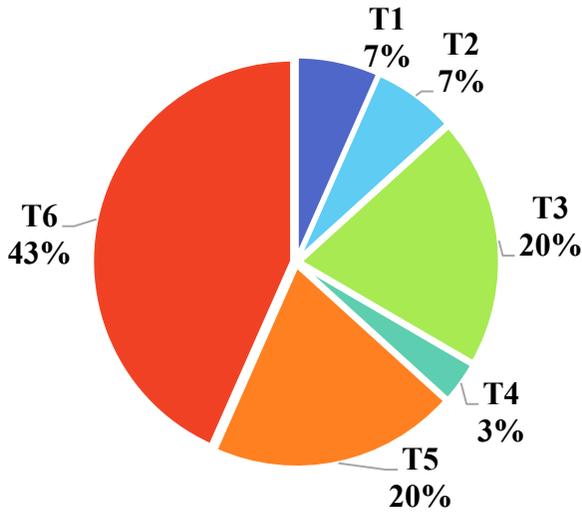
La prueba de Kruskal-Wallis, en la variable olor a cacao no presentó diferencias significativas, T1 y T4 reportaron una mediana de 1 que corresponde a una intensidad ligera, a su vez en T2, T3, T5 y T6 se observó una mediana de 2 que equivale a una intensidad moderada. En la Tabla 22 se visualiza que a una concentración al 25% de mucílago sea de variedad Nacional o Trinitario se percibe ligeramente el olor a cacao, mientras que la intensidad de este atributo aumenta al elevar la concentración del mucílago.

## Textura

Según la prueba de Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ), no se observó diferencias significativas entre las medianas de los tratamientos en la variable textura/fluidez. El T5 marco la puntuación más alta con un promedio de 2,47, mientras que la valoración más baja se observó en T4 (2,23). Los T1, T2, T3, T4 y T6 fluctúan con una media de 2 a 2,5 que según la escala de intervalo para medir la intensidad estaría exhibiendo

una

fluidez



moderada, mientras que el T5 presenta una mediana de 3 lo cual indica que su textura fue bastante fluida.

### Test de preferencia

De los resultados obtenidos al evaluar la preferencia de los catadores, se puede apreciar cual fue el tratamiento que registró un mayor índice de preferencia, de acuerdo a los parámetros evaluados en el sabor, gusto, olor, color y textura, tal como se puede apreciar en la figura 2.

Figura 2. *Diagrama de sectores para el test de preferencia en la bebida hidratante de mucílago de cacao. FCP – UTEQ. 2017*

El T1 (Nacional – 25%) y T2 (Nacional – 35%) obtuvieron un 6,67% de preferencia de parte de los catadores, mientras que T3 (Nacional – 45%) y T5 (Trinitario – 35%) registraron un 20%. Por otra parte el T4 (Trinitario – 25%) registró el menor índice de preferencia con un 3,33%.

En contraste el T6 (Trinitario – 45%) registró un valor de 43,33% de preferencia, por lo que se deduce que fue el tratamiento que más agrado a los catadores

### **Análisis de los componentes (APC)**

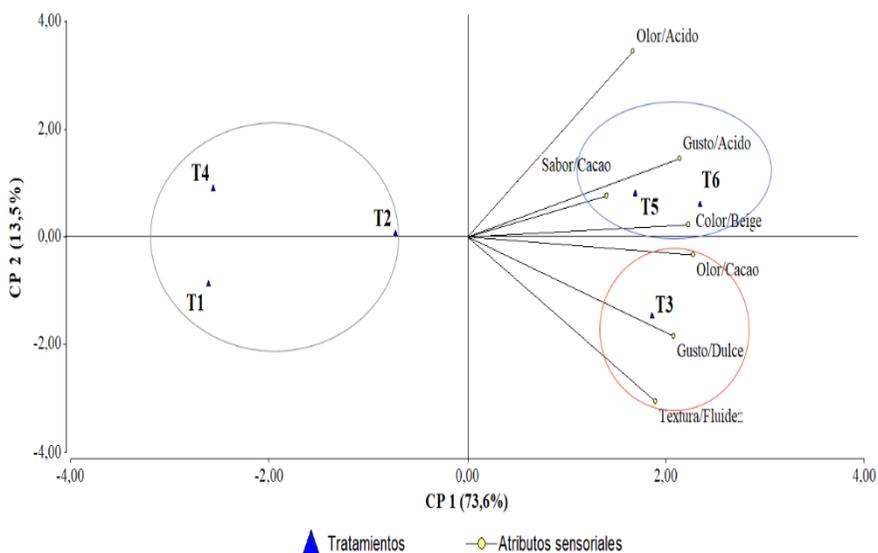


Figura 3. Distribución de los 6 tratamientos estudiados en función de los resultados de la evaluación sensorial obtenida a partir del Análisis de Componentes Principales (APC), centrado en los CP1 y CP2. FCP – UTEQ. 2017

En la figura 3 se visualizan los puntos pertenecientes a los 6 tratamientos de bebida hidratante de mucílago de cacao, explicando el 87% de la variabilidad total de los datos, el primer componente principal (CP 1) expone el 73,5% de la variación, a su vez el segundo componente (CP 2) explica el 13,4% de la variación.

Según la representación del gráfico 9, el tratamiento 5 presentó una intensidad moderada hacia los atributos de gusto ácido y sabor a cacao, mientras que el tratamiento 6 registró la mayor intensidad en el gusto ácido y en la coloración beige, atributos que se localizaron en la zona positiva del componente 2. Por otra parte el tratamiento 3 englobó los

atributos de gusto dulce, olor a cacao y una textura fluida, siendo representado completamente en el componente 1.

Los tratamientos 1 (Nacional – 25%), 2 (Nacional – 35%) y 4 (Trinitario -25%) se localizaron en la zona negativa del plano, lo que indica que no presentaron asociación con ningún atributo sensorial evaluado.

## Análisis de correlación entre variables

A partir del análisis se determinó correlaciones altamente significativas entre las variables de acidez, cenizas, carbohidratos, sodio (físico-químicas), gusto ácido, gusto dulce, color beige y olor ácido (sensoriales).

En la Tabla 23 se presenta el coeficiente de Pearson obtenido para cada variable, en la cual se observa que el índice de acidez muestra una correlación positiva altamente significativa con los carbohidratos, gusto ácido, color beige, olor ácido; indicando que a medida que aumenta la acidez también aumenta la intensidad en la cual se percibe el atributo sensorial.

En la variable cenizas se observó una correlación significativa con sodio y potasio, hecho que se atribuye a que las cenizas son el residuo inorgánico proveniente de la calcinación de la muestra, es decir representa el contenido mineral en forma general.

El porcentaje de carbohidratos en la bebida se encuentra determinado por el nivel de concentración del mucílago de cacao, lo que explica que presente correlaciones significativas con las variables de sodio, color beige, gusto ácido, gusto dulce, olor a cacao y la textura, ya que la percepción de la intensidad o la valoración cuantitativa de estas variables es dependiente de la concentración del mucílago en la bebida.

La variable sodio presentó una correlación significativa con la variable potasio, con un coeficiente de Pearson de 0,73; además estos minerales se encuentran directamente correlacionados con la textura, lo que manifiesta que a mayor cantidad de material inorgánico, la bebida tendrá una textura más densa.

En contraste con lo anterior, en la variable pH muestra una correlación negativa significativa con las variables gusto ácido y olor ácido, indicando que a medida que aumenta el pH, la intensidad en que se percibe estos atributos disminuye

Tabla 23. *Matriz de correlación entre variables físico-químicas y sensoriales. FCP - UTEQ. 2017*

x/y		pH	Ac d.	Cen z.	H. C.	Na.	K.	S. C.	G. Ac d.	G. D.	C. Bg.	O. Ac d.	O. C.	T. Fl.
pH	coe f.	1,0 0												
Acid.	coe f.	- 0,6 5	1,0 0											
Cenz	coe f.	0,4 8	0,3 2	1,0 0										
H. C.	coe f.	- 0,4 3	0,9 4 **	0,4 7	1,0 0									
Na.	coe f.	0,1 0	0,6 5	0,8 5*	0,8 2*	1,0 0								
K.	coe f.	0,3 4	0,4 0	0,9 2 **	0,4 5	0,7 3*	1,0 0							
S. C.	coe f.	- 0,6 1	- 0,5 8	- 0,2 4	0,4 7	0,0 3	0,1 0	1,0 0						
G. Acid.	coe f.	- 0,7 8	0,9 4 **	0,1 8	0,8 0*	0,5 0	0,2 7	0,4 6	1,0 0					



pasteurización incorrectos, lo que deriva en el deterioro en la vida útil del producto, motivo por el cual la norma INEN 2 337 para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales indica <10 como requerimiento, valor obtenido en la presente investigación. La cantidad de mohos y levaduras cuantificada en la bebida fue de <10 UPM/g, cumpliendo con lo establecido por la norma INEN 2 337.

El recuento de mohos y levaduras es un indicador de contaminación en las instalaciones donde fue realizado el proceso de elaboración, además de identificar la manipulación durante el periodo de almacenamiento. La valoración microbiológica realizada detecto presencia de coliformes totales, con un valor de <10 UFC/g, valor superior a lo establecido por la norma utilizada como referencia (NTE INEN 2 337), el recuento de coliformes totales es un indicador de calidad de los alimentos, su presencia en la bebida se atribuye al periodo de conservación y a la variación de temperatura a que estuvo expuesto durante el trascurso de los análisis.

Tabla 24. *Valoración microbiológica al tratamiento 6 (Trinitario - 45%). FCP – UTEQ. 2017*

Tratamiento 6 (Trinitario – 45%)	
Aerobios totales	<10 UFC/g
Coliformes totales	<10 UFC/g
Mohos y levaduras	<10 UPM/g

### Análisis económico

Los resultados emitidos del análisis económico realizado (Tabla 25), indican que los costos de producción más altos fueron exhibidos por los

tratamientos 2 (Nacional – 35%) y 3 (Nacional – 45%), emitiendo un costo de producción de \$ 4,23 para T2 y de \$ 4,67 para T3.

El tratamiento 4 (Trinitario – 45%) registró el beneficio neto más alto con un valor de \$2,10, seguido por el tratamiento 5 que exhibió un valor de \$ 1,79.

Se visualiza que los T4 (Trinitario -25%), T5 (Trinitario -35%) presentaron mayor rentabilidad con valores de 61,83% y \$ 48,29 respectivamente. En contraste el T3 (Nacional – 45%) que exhibe la menor rentabilidad con un valor de 17,68%.

Tabla 25. *Análisis económico de la bebida hidratante de mucilago de cacao. FCP – UTEQ. 2017*

Detalle	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>Ingresos</b>						
Medida (ml.)	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Precio x 400 ml	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
<b>Total ingresos</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>
<b>Egresos</b>						
<b>Costos variables</b>						
Materiales directos	2,12	2,57	3,01	1,74	2,05	2,34
Materiales indirectos	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Mano de obra	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>Total de costos variables</b>	<b>3,73</b>	<b>4,18</b>	<b>4,62</b>	<b>3,35</b>	<b>3,66</b>	<b>3,95</b>
<b>Costos fijos</b>						
Depreciación de maquinaria y equipos	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Total de costos fijos</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>
<b>Total Egresos</b>	<b>3,78</b>	<b>4,23</b>	<b>4,67</b>	<b>3,40</b>	<b>3,71</b>	<b>4,00</b>
<b>Beneficio neto</b>	<b>1,72</b>	<b>1,27</b>	<b>0,83</b>	<b>2,10</b>	<b>1,79</b>	<b>1,50</b>
<b>Relación beneficio/costo</b>	<b>1,45</b>	<b>1,30</b>	<b>1,18</b>	<b>1,62</b>	<b>1,48</b>	<b>1,37</b>

---

Rentabilidad (%)	45,39	30,06	17,68	61,82	48,29	37,37
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

---

## CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos se establecen las siguientes conclusiones:
- En la variable pH fue mejor el mucílago de origen Trinitario, con un promedio de 3,86 considerando que un pH ácido favorece la conservación del producto durante el almacenamiento. Mientras que en la concentración de mucílago de cacao todos los promedios registrados cumplen con los rangos establecidos por la norma INEN 2 337.
- Para la variable acidez fue mejor el mucílago Nacional, con un promedio de 0,32%, registrando menor acidez en comparación con el mucílago de origen Trinitario, motivo de que en las bebidas hidratantes valores elevados de acidez generan irritaciones gástricas y no resultan agradables organolépticamente, respecto a las concentraciones se determinó que a medida que se aumenta el porcentaje de inclusión de mucílago en la bebida los valores de acidez se elevan denotando valores desde 0,25% hasta 0,42%.
- En el contenido de cenizas el mucílago Nacional mostró mayor contenido inorgánico con un promedio de 0,37%. Mientras que en las concentraciones se observó aumento en el contenido de cenizas correspondientes a la concentración, registrando valores elevados en el nivel al 45% con un promedio de 0,35%.
- En la variable carbohidratos la variedad de mucílago utilizada no influyó, mientras que en las concentraciones, el nivel al 25% fue el mejor, registrando un promedio óptimo de 6,42% cumpliendo con el reglamento estipulado por la norma NTC 3837.

- Para la variable potasio fue mejor la variedad de mucílago Nacional, con un promedio de 2,91 mg/100 cc, en cuanto a las concentraciones se visualizó que los niveles del factor influyen de manera directa sobre el contenido de potasio en la bebida, siendo el nivel al 45% el que emitió mayores valores de potasio con un promedio de 3,02 mg/100 cc.
- En la variable sodio el mucílago Nacional presentó mayor contenido de este mineral, con un promedio de 43,79 mg/100 cc, respecto a las concentraciones, el nivel al 45% fue el mejor, registrando mayor contenido de sodio con un promedio de 44,33 mg/100 cc, cumpliendo con los rangos establecidos por la norma NTC 3837.
- La valoración sensorial aplicada a la bebida hidratante de mucílago de cacao Nacional y Trinitario empleando tres concentraciones (25%, 35% y 45%) demostró variación en la percepción de la intensidad de los atributos de gusto ácido y color beige, mientras que en los otros parámetros no se presentó diferencias.
- Del test de preferencia se estableció al tratamiento 6 (Trinitario – 45%) como el mejor tratamiento en estudio con 43,4%, emitiendo según la escala de intervalo características de intensidad moderada para los atributos de sabor a cacao, gusto dulce, gusto ácido, olor ácido, olor cacao, textura y mucho color beige.
- La evaluación microbiológica realizada al mejor tratamiento (T6) obtuvo <10 UFC en el recuento de aerobios totales y mohos y levaduras encontrándose dentro de lo establecido por la norma INEN 2 337, por otro lado se detectó presencia de coliformes, indicando que la calidad del producto se deterioró en el lapso del almacenamiento.

- La utilización de una concentración al 25% de mucílago de origen Trinitario obtuvo la mayor rentabilidad en el proceso de elaboración, alcanzando un valor de 61,82%, y una relación beneficio costo de \$1,62, denotando que por cada dólar invertido se gana 0,62 ctvs.

## RECOMENDACIONES

- Para la utilización del mucílago de cacao como materia prima en la elaboración de bebidas es necesario su obtención en fresco, sin fermentación, para ello se recomienda un rango de 1-2 horas desde el momento en que se inicia el proceso de recolección del mucílago, seguido de un rápido proceso de pasteurización con el objetivo de evitar el pardemiento enzimático y la degradación de los azúcares presentes.
- Efectuar estudios derivados de la presente investigación, para evaluar la capacidad de fermentación de las almendras de cacao, al cual se le ha extraído el exceso de pulpa, siguiendo la metodología propuesta.
- Se recomienda la adición de fosfato monopotásico para regular el contenido del mineral potasio en la bebida hidratante, siguiendo lo establecido por la NTC 3837.
- Realizar una caracterización al mucílago de cacao, obtenido en los centros de acopio de cacao en baba, para establecer sus características físico-químicas y sensoriales con el objeto de evaluar su posible aplicación en el desarrollo de productos para el consumo humano.
- Para la elaboración de bebidas u otros productos para el consumo, se sugiere la utilización del mucilago de variedad Nacional ya que presenta un alto contenido nutricional.

## LITERATURA CITADA

- ANECACAO. (2016). Recuperado el 4 de Noviembre de 2016, de <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacao-en-ecuador.html>
- Anzaldúa Morales, A. (2005). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica (Lengua Española ed.). Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Arguello Pérez, N. (2016). Evaluación del contenido de electrolitos y azúcares reductores en seis diferentes bebidas hidratantes. Tesis, Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Quito.
- Ayo Basantes, O. (2015). Obtención de una bebida energizante a partir de pulpa de maracuyá, borojo y panela. Tesis, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Quito.
- Baren Cedeño, C. (2013). Utilización del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.), tipo Nacional y CCN-51 en la obtención de dos jaleas a partir de tres formulaciones. Tesis, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Quevedo.
- Bejarano López, E., & Rodríguez Cortegana, E. (2015). Formulación y caracterización de una bebida rehidratante a partir de zumo de Aguaymanto (*Physalis Peruviana*) elaborado para agroindustria la Morina. Tesis, Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Nuevo Chimbote.
- Bergeron, M., Senchina, D., Burke, L., Stear, S., & Castell, L. (2016). PubliCE Premium. Recuperado el 10 de Enero de 2017, de Revisión BJSM: A-Z de los Suplementos Nutricionales: Suplementos Dietarios, Alimentos para la Nutrición Deportiva y Ayudas Ergogénicas para la Salud y el Rendimiento: Parte 13.: <http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-resistencia/articulos/revisiones-bjsm-a-z-de-los-suplementosnutricionales-suplementos-dietarios-alimentos-para-la-nutricion-deportiva-y-ayudas-ergogenicas-parala-salud-y-el-rendimiento-parte-13-2129>
- Caballero Pérez, J., Avendaño Arrazate, C., González Ávila, N., & López Escobar, S. (2016). Influencia del tipo de cacao en las

características del fermento y secado. *Agroproductividad*, 9(1), 48-54.

- Cadena Fiallos, F. (2015). *Diseño del Proceso para la elaboración de una Bebida Energetica a partir de Excedentes de Cacao*. Tesis , Escuela Superior Politecnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil.
- Calderon Medina, Z. (1950). *Informe Final Sobre El Cultivo Del Cacao*. Tesis para obtener el título de Especialista en Cacao, Instituto Intercambio de Ciencias Agrícolas, Turrialba.
- Carrera Sanchez, K., Herrera Isla, L., Diaz Castellanos, M., & Leiva Mora, M. (Enero-Marzo de 2016). *Microbiota asociada a frutos de cacao con síntomas de moniliasis en la amazonia ecuatoriana*. *Centro Agrícola*, 43(1), 48-54.
- Centro Agronomo Tropical de Investigacion y Enseñanza. (1982). *Informe de la Situacion Actual, Perspectivas Del Cultivo E Industrializacion Del Cacao en Centroamerica (Segunda ed.)*. (B. O. CATIE, Ed.) Turrialba, Costa Rica.
- Chasi Toalombo, Á. (2016). *La deshidratación en el ejercicio físico de los atletas de alto rendimiento de la selección nacional de atletismo de fuerzas armadas del Ecuador*. Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, Ambato.
- Chevez Vera, H. (2015). *Caracterización físico-química y sensorial de treinta materiales de elite de cacao (Theobroma cacao L.)*. Tesis , Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Quevedo.
- Contreras C., C. (1990). *El sector exportador de una economía colonial: la costa del Ecuador entre 1760 y 1820 (Primera ed.)*. Quito, Ecuador: Abya Yala.
- Díaz Portillo, J., Fernández del Barrio, M., & Paredes Salido, F. (1997). *Aspectos básicos de bioquímica clínica (Primera ed.)*. (D. d. Santos, Ed.) Madrid: lustrada.
- Enriquez, G. A. (1985). *Curso sobre el cultivo del cacao (Vol. 22)*. (B. O. CATIE, Ed.) Turrialba, Costa Rica.

- Enriquez, G., & Paredes, A. (1935). El cultivo del Cacao (Segunda ed.). (R. Acosta Jimenez, & R. Meneses Ramirez, Edits.) San Jose, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Escobar Alvarez, F. (2014). Elaboracion de una Bebida Hidratante Hipotonica en base a distintos niveles de lactosuero enriquecido con vitaminas. Tesis, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba.
- Estacion Experimental Portoviejo. (2010). Manejo Tecnico del Cultivo de Cacao en Manabi. Manual, INIAP, Estacion Experimental Portoviejo, Portoviejo.
- Flores Gonzalez, M. (2007). La protección jurídica para el cacao fino y de aroma del Ecuador (Primera ed., Vol. 76 de Serie Magíster). (J. Ortega Jimenez, Ed.) Quito: Abya Yala.
- Franco Cedeño, A. V. (2012). "Estudio de Factibilidad para la implementacion de una planta que procese y transforme el cacao en pasta en Cantón Mocache Provincia de los Ríos". Tesis, Universidad Estatal de Milagro, Unidad Academica de Ciencias Administrativas y Comerciales, Milagro.
- Fresno, M., Angel, P., Cisternas, P., & Muñoz, A. (2011). Acidity and erosive potential of isotonic sports drinks available in Chile. *Revista Dental de Chile*, III(102), 13-16.
- Gennaro, A. (2003). Remington: Farmacia, Volumen 1 (Veinteava ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Gonzalez Velasquez, V., & Salazar Segovia, M. (2013). "Estudio de Factibilidad para la asociatividad y el fortalecimiento de la produccion de cacao Nacional fino de aroma (*Theobroma cacao* L.) en los recintos Río Chico, Soledad, y San Gregorio de la Parroquia Lorenzo de Garaicoa de la Provincia del Guayas". Tesis, Universidad Estatal de Milagro, Unidad Academica de Ciencias Administrativas y Comerciales, Milagro.
- Goya Baquerizo, M. (2013). Obtencion de una bebida alcoholica a partir de mucilago de cacao, mediante fermentacion anaerobia en diferentes tiempos de inoculacion. Tesis, Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Quevedo.
- Hardy , F. (1961). Manual de Cacao (Edicion Español ed.). (F. Hardy, Ed.) Turrialba, Costa Rica: Antonio Lehmann.

- Heitz, U., & Horne, M. (2006). Fluidos, electrolitos y equilibrio ácido-base (Quinta ed.). (E. España, Ed.) Madrid, España: Ilustrada.
- Huter Becker, A., Schewe, H., & Heipertz, W. (2006). Physiotherapie. Physiologie. Trainingslehre (Primera ed.). (C. Halberstadt, Trad.) Badalona, España: Paidotribo Les Guixeres.
- ICONTEC. (2001). Bebidas no Alcoholicas. Bebidas Hidratantes y Energeticas para la actividad fisica, el ejercicio y el deporte. Norma Tecnica Colombiana, Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, Bogota.
- International Cocoa Organization, ICCO. (2013). Recuperado el 2016, de Origins Of Cocoa And Its Spread Around The World: <http://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html>
- Kalvatchev, Z., Garzaro, D., & Guerra Cedezo, F. (Junio de 1998). Theobroma cacao L.: Un nuevo enfoque. Agroalimentaria(6), 23-26.
- Koolman, J., & Röhm, K.-H. (2005). Bioquímica: texto y atlas (Tercera ed.). Bogota: Médica Panamericana.
- Largo Tomala, S. V., & Yugcha Carpio, J. (2016). Elaboracion de Nectar Natural de cacao a partir del Mucilago. Tesis de grado, Escuela Superior Politecnica del Litoral, Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion, Guayaquil.
- Leon , Y. (2012). Caracterizacion Fisico-Quimica y Fungica de granos de cacao (Theobroma cacao L.) su potencial micotoxigenico y su control mediante el uso del aceite esencial de Timol. Tesis, Universidad Central de Venezuela, Teconologia de Alimentos, Caracas.
- Luzuriaga Peña, D. (2012). Extraccion y Aprovechamiento del mucilago de cacao (Theobroma cacao) como materia prima en la elaboracion de vino. Tesis, Universidad Tecnologica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingenieria , Quito.
- Martínez Álvarez, J., Villarino Marín, A., Polanco Allué, I., Iglesias Rosado, C., Gil Gregorio, P., Ramos Cordero, P., . . . Legido Arce, J. (2008). Recomendaciones de bebida e hidratación para la población española. Nutricion clinica y Dietetica hospitalaria, 28(2).

- Martínez Sanz, J., & Urdampilleta, A. (Diciembre de 2012). Necesidades nutricionales y planificación dietética en deportes de fuerza. *Motricidad. European Journal of Human Movement.*, 29, 95-114.
- Martínez Sanz, J., Urdampilleta, A., & Mielgo Ayuso, J. (2013). Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte. *Motricidad. European Journal of Human Movement*(30), 35-52.
- Medina Zhapa, V. V. (2013). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de bebidas hidratantes con sabor a hierbas medicinales, en la ciudad de Loja. Tesis, Universidad Nacional de Loja, Área Jurídica, Social y Administrativa, Loja.
- Melvin H., W. (2002). *Nutrición para la salud, la condición física y el deporte* (Quinta ed.). (Paidotribo, Ed.) Barcelona: Ilustrada.
- Mendoza Villanueva, C. (2013). *El cultivo de cacao. Opción rentable para la selva*. DESCO Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo, Programa Selva Central. Lima: Roble Rojo Grupo de Negocios S.A.C.
- Meyer, F., & Bar-Or, O. (2013). Fluid and Electrolyte Loss during Exercise. *The Paediatric Angle. Revista de Educación Física*, IXX(4), 4-7.
- Meza Freire, V. (2011). Obtención de una bebida isotónica nutritiva carbonatada a partir del extracto del penco de cabuya negra (*Agave americana*, L). Trabajo de Investigación (Graduación), Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ambato.
- Moncayo R., R. (2016). Estadísticas de Exportación. Boletín mensual de ANECACAO, ANECACAO, Departamento de Estadísticas ANECACAO, Guayaquil.
- Murillo Calderón, L. (2015). *Desarrollo de una Bebida Hidratante Elaborada a Base de Agua de Coco y Suero de Leche Siguiendo la Normativa Para Bebidas Isotónicas*. Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil.
- Navia, Orcés, A., & Pazmiño, Piedra, N. (2012). "Mejoramiento de las Características Sensoriales del Cacao CCN51 a través de la Adición de Enzimas durante el Proceso de Fermentación".

Escuela Superior Politecnica del Litoral, Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion, Guayaquil- Ecuador.

- OEA. (1957). Manual del curso de Cacao. Manual, Instituto Interamericano de Ciencias Agricolas, Fitotecnia, Turrialba.
- Olivos, C., Cuevas, A., Álvarez, V., & Jorquera, C. (Abril de 2012). Nutricion para el entremamamiento y la competicion. Revista Medica Clinica Condes, 23(3), 253-261.
- Ordóñez Marchán, Andrea;. (2013). Analisis del Sector Cacao y Elaborados. Instituto de Promocion de Exportaciones e Inversiones, Direccion de Inteligencia Comercial e Inversiones, Quito. Obtenido de [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC\\_AS2013\\_CACAO.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf)
- Ortiz Valbuena, K., & Alvarez Leon, R. (2015). Efecto del vertimiento de subproductos del beneficio de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre algunas propiedades quimicas y biologicas en los suelos de una finca cacaotera, Municipio de Yagura (Huila, Colombia). Boletin Cientifico, Universidad de Caldas, Museo de Historia Natural, Huila .
- Palacios Gil-Antuñano, N., Franco Bonafonte, L., Manonelles Marqueta, P., Manuz González, B., & Villegas García, J. (2008). Consensus on drinks for the sportsman. Composition and guidelines of replacement of liquids document of consensus of the Spanish Federation of Sports Medicine. Archivos Medicina del deporte, XXV(126), 245-258.
- Paredes, A. (1977). Breve reseña de las variedades de cacao y algunos resultados de las investigaciones en Costa Rica. Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza, Cultivos y Suelos Tropicales. Turrialba: Bib. Orton IICA / CATIE.
- Pinargote Bowen, M. (2014). "Comportamiento productivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 ante diferentes formulaciones de fertilizacion". Tesis, Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Quevedo.
- Portillo, A., Portillo, E., Arenas, L., Rodriguez, B., & Chacon, I. (2014). Efecto del año y tiempo de fermentación sobre las características químicas del cacao Porcelana. Rev. Fac. Agron. (LUZ), 699-711.
- Quimbita, F., Rodriguez, P., & Vera, E. (2013). Uso del exudado y placenta del cacao para la obtención de subproductos. Artículo

Científico, Escuela Politécnica Nacional, Ciencia de Alimentos y Biotecnología, Quito.

- Quizphi Nieves, E. X. (2016). Caracterización del mucilago de cacao CCN-51 mediante espectrofotometría UV-Visible y absorción atómica. Tesis previa obtención del Título de Ingeniero Químico, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Cuenca.
- Real Academia Española. (2014). Recuperado el 28 de Noviembre de 2016, de Diccionario de la real academia de lengua española: <http://dle.rae.es/?id=Pz10ufb>
- Redacción Economía. (Marzo de 2016). Ecuador vendió \$ 750 millones en cacao en 2015. El Telegrafo, pág. 4. Obtenido de <http://tinyurl.com/jqbwzzh>
- Romero, C., & Zambrano, A. (Diciembre de 2012). Análisis de azúcares en pulpa de cacao por colorimetría y electroforesis capilar. Revista Científica UDO Agrícola, XII(4).
- Salinas Neira, F., & Tomalá Tomalá, M. (2014). "Comportamiento Agronómico de clones de cacao (*Theobroma cacao*) tipo Nacional en Manglaralto, Cantón Santa Elena". Tesis, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, La Libertad.
- Segovia Ruiz, E. (2010). Bases de la medicina clínica. Nefrología: Hiponatremia e Hipernatremia. Informe, Universidad de Chile, Facultad de Medicina.
- Segura, R. (2011). Recuperado el 3 de Enero de 2017, de Bebidas Hipo, Iso e Hipertónicas ¿Qué son, en qué se diferencian y cuál es su función?: <http://altorendimiento.com/bebidas-deportivas/>
- Soria Aznar, M., Izquierdo Álvarez, S., Guerra Sánchez, M., & Escanero Marcen, J. (2013). MAGNESIO, el electrolito olvidado. (U. d. Zaragoza, Ed.) Zaragoza, España.
- Stachenfeld, N. (2013). Evaluación de la hidratación en el laboratorio y en el campo. Sports Science Exchange, 26(110), 1-5.
- Umaña Calderón, M. (2013). Anteproyecto de una planta de procesamiento para la elaboración de un producto tradicional y un producto funcional obtenido a partir del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) fermentado y no fermentado. Proyecto de

graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Agrícola, San Jose.

- Urdampilleta, A., & Gómez Zorita, S. (Diciembre de 2014). De la deshidratación a la hiperhidratación; bebidas isotónicas y diuréticas y ayudas hiperhidratantes en el deporte. *Nutricion Hospitalaria*, 29(1), 21-25.
- Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J., Julia-Sanchez, S., & Álvarez-Herms, J. (2013). Protocolo de hidratación antes, durante y después de la actividad físico-deportiva. *Motricidad. European Journal of Human Movement*(13), 57-76.
- Vallejo Torres, C., Diaz Ocampo , R., Morales Rodriguez, W., Soria Velazco, R., Vera Chang, J., & Baren Cedeño , C. (10 de 2015). Utilizacion del mucilago de cacao (*Theobroma cacao L.*) tipo Nacional y CCN-51 en la obtencion de dos jaleas a partir de tres formulaciones. *Espamciencia*, 7(1), 51-58.
- Vargas Morales, S. (2014). Efecto de la combinacion de mucilago de cacao CCN-51 con Pulpa de Borojó en las características fisico-químicas y sensoriales de la mermelada conservada en envases de vidrio. Tesis, Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Quevedo.
- Veintimilla Gavilanez, S. (2010). Desarrollo de una bebida isotonica a partir del liquido obtenido del cabuyo negro (*Agave americana*). Tesis , Universidad de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. , Ambato.
- Vivas R., Y. A., Morales F., A. J., & Otálvaro A., Á. M. (2017). Utilization of whey in the development of a refreshing beverage with natural antioxidants. *Alimentos Hoy*, 24(39), 185-199.
- Werner Muller, E. (2008). *Bioquímica. Fundamentos para Medicina y Ciencias de la Vida* (Edicion en Español ed.). (J. J. Centelles Serra, Ed.) Barcelona: Reverte.

**CAPÍTULO VI**  
“CALIDAD FISICO, QUIMICA Y  
MICROBIOLOGICA DE INFUSIÓN (NIBS,  
CASCARILLA Y ALMENDRA) DE CACAO  
(THEOBROMA CACAO L.) NACIONAL EN LA  
ASOCIACIÓN LA CRUZ, CANTÓN MOCACHE”



DANIELA VIVIANA SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ  
WISTON JAVIER MORALES RODRÍGUEZ  
CARLOS ALFREDO AGUIRRE QUIÑONEZ  
ALEXANDRA ELIZABETH BARRERA ÁLVAREZ  
JAIME FABIÁN VERA CHANG

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la Asociación La Cruz, ubicada en el km. 14 de la vía Mocache – Jauneche, Recinto La Cruz, Cantón Mocache. La misma fue realizada en el Laboratorio de Bromatología, situado en la Finca Experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, Recinto San Felipe, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Se encuentra entre las coordenadas geográficas de 01° 06’ de latitud Sur y 79° 29’ de longitud Oeste. A una altura de 120msnm. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad física, química y microbiológica de la infusión de (nibs, cascarilla y almendra) de cacao Nacional. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con 4 repeticiones. Se utilizaron dos variedades de residuos de cacao (secado y tamizado) y 3 concentraciones (2 gramos, 3 gramos y 4 gramos), adquiriendo un total de seis interacciones. Para la comparación entre media se aplicó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Las variables físico-químicas medidas fueron: pH, humedad, grasa, ceniza total y ceniza insoluble; microbiológicas: *E. coli*/coliformes, aerobios totales, mohos y levaduras. Con relación a los análisis organolépticos color, olor y sabor. Se concluye que los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos y microbiológicos cumplen con los parámetros de las normas INEN 0620 de cacao soluble y 2392 de hierbas aromáticas, mientras que los análisis organolépticos según la escala de intervalos de color café, olor y sabor a chocolate presento el T6.

Palabras claves: Cacao Nacional, calidad, infusión, residuos.

## ABSTRACT

This research was just in the Association La Cruz, located at km. 14 of the Mocache – Jauneche way, enclosure La Cruz, Mocache Canton. It was conducted at the Laboratory of Food Science, located at the Experimental Farm Maria, State Technical University of Quevedo, located at Km 7 ½ Quevedo - El Empalme way, enclosure San Felipe, Mocache Canton, Province Los Ríos. It is among the geographical coordinates of 01° 06' south latitude and west longitude 79° 29'. At a height of 120msnm. The aim of this study was to evaluate the physical chemical and microbiological quality of the infusion (nibs, husks and kernels) National cocoa. Completely randomized design (CRD) with 4 replications was used. Two varieties of cocoa waste (drying and screening) and 3 concentrations (2grams, 3 grams and 4 grams) were used, acquiring a total of six interactions. For comparison between average Tukey test ( $p \leq 0.05$ ) it was applied. The physico-chemical measures variables were: pH, moisture, fat, total ash and insoluble ash; microbiological: *E. coli*/coliform, total aerobic, molds and yeasts. With regard to the organoleptic analysis color, smell and taste. It is concluded that the results of the physico-chemical and microbiological analyzes meet the parameters of the rules INEN 0620 cocoa soluble and 2392 aromatic herbs, while the organoleptic analysis according to the interval scale coffee color, smell and taste of chocolate presented the T6.

Keywords: National cocoa, quality, infusion, waste.

## INTRODUCCIÓN

Según La Asociación Nacional de Exportadores de Cacao – Ecuador (2015), el país exportó 260 mil toneladas métricas de cacao, de las cuales 87% equivalente 236 mil toneladas correspondió a exportaciones de granos, 12% equivalente a 23 mil toneladas métricas correspondió a semielaborados y un 0,8% para productos terminados (chocolates, barras, tabletas, coberturas, bombones) con 1,1 mil toneladas (Moncayo, 2016). Volumen que posiciona al país como el mayor productor de cacao fino con más del 70% de la producción mundial, cabe señalar que el cacao producido en Ecuador es reconocido a nivel mundial con la clasificación de "Cacao Fino de Aroma" (Imbaquingo, 2012).

Estadísticas que dan cuenta que Ecuador continúa siendo exportador de materia prima (granos), pese a que el cacao Nacional presenta ventajas competitivas por sus características organolépticas (toques florales, frutales, nueces, almendras, especias que lo hace único y especial); sabor y aroma cuyo origen genético se expresa en el grano, después de un correcto tratamiento post-cosecha, además de las condiciones naturales de suelo, clima, temperatura, luminosidad que convergen en las zonas productoras de cacao del país (Moncayo, 2016).

Si bien es cierto que Ecuador se destacó por producir cacao, la agro-exportación demanda de exigentes mercados de calidad, escenario que requiere de los productores ecuatorianos cuidadosos manejos de sus plantaciones y aprovechamiento de los residuales de cosecha para mejorar la productividad del cultivo.

Con respecto a los residuales, la cascarilla de cacao rodea al grano se obtiene a partir del descascarillado de la almendra está representa alrededor de 12% del peso de la almendra, es seca, crujiente y de color marrón. Estudios en otros países indican que la cascarilla de cacao tiene

una importante actividad antioxidante, una de las formas eficientes de aprovechar las propiedades podría ser a través de su uso en la preparación de infusiones (Restrepp, 2005).

Expertos en la fabricación de productos con base en cacao, determinan que el rendimiento de 100 Kg de semillas de cacao seco equivale al 85%, su valor restante (15%) es considerado desechos. De estos desechos, la cascarilla de cacao representa el 12% (Tinoco, 2010).

En el Centro de Acopio La Cruz, se receiptan 3000 quintales/año de cacao en baba de los cuales se deriva 2,7 toneladas métricas de residuales es decir 60 quintales de residuos no aprovechados, ocasionan pérdidas que disminuyen la eficiencia productiva de la cadena agroalimentaria.

La presente investigación dará respuesta tecnológica a la problemática de subutilización de los residuales del proceso de secado de cacao fino de La Asociación de Productores La Cruz en el municipio de Mocache.

# MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Bromatología, situado en la Finca Experimental "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, Recinto San Felipe, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Se encuentra entre las coordenadas geográficas de 01° 06' de latitud Sur y 79° 29' de longitud Oeste. A una altura de 120 msnm.

## Diseño Experimental

Se realizó un diseño completamente al azar (DCA), con 6 tratamientos, 4 repeticiones como unidad experimental se consideró envases de tela 1 kg. Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Nota: se realizaron pruebas experimentales preliminares en el laboratorio de bromatología y se definieron los tratamientos, que más adelante se presentan.

Tabla 1. *Esquema del ANDEVA*

FV		GL
Tratamientos	$t - 1$	5
Error experimental	$t * (r - 1)$	18
Total	$t * r - 1$	23

El modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:  $Y_{ij}$  = Valor de la variable respuesta i efecto de los tratamientos;  $\mu$  = Valor de la media general;  $T_i$  = Efecto de los tratamientos en estudio;  $\varepsilon_{ij}$  = Error experimental o efecto aleatorio.

## Identificación de unidades experimentales

T<sub>1</sub> = Nibs, cascarilla y almendra del secado; 2 gramos

T<sub>2</sub> = Nibs, cascarilla y almendra del secado; 3 gramos

T<sub>3</sub> = Nibs, cascarilla y almendra del secado; 4 gramos

T<sub>4</sub> = Nibs, cascarilla y almendra del tamizado; 2 gramos

T<sub>5</sub> = Nibs, cascarilla y almendra del tamizado; 3 gramos

T<sub>6</sub> = Nibs, cascarilla y almendra del tamizado; 4 gramos

## Mediciones experimentales

Los instrumentos de la investigación aplicarse el presente experimento serán las siguientes:

### Análisis físico – químicos

Se evaluaron los parámetros de humedad (bajo el método de ensayo de la norma NTE INEN 1676), grasa (método de Golfish), cenizas totales (bajo el método de ensayo de la norma NTE INEN 533), cenizas insolubles (bajo el método de ensayo de la norma INEN 532) y pH (bajo la técnica de suspensión al 10%).

### Análisis microbiológico

La valoración comprendió Aerobios totales, Escherichia coli/Coliformes, y Mohos y levaduras.

### Análisis organoléptico

Para la evaluación se utilizó a un grupo de 10 panelistas, se proporcionó a cada uno información sobre la prueba, entregándose 6 muestras con aproximadamente 100 ml con la numeración respectiva. Cada muestra presentaba una codificación, la cual se tomó de una tabla de números aleatorios. Para validar la aceptación de los tratamientos se evaluaron las principales características organolépticas (color, olor, sabor) y se aplicó una prueba no paramétrica Kruskal Wallis.

## Análisis Económico

### *Costo primo*

El costo primo, se calcularon mediante la suma de los costos de materia prima directa (nibs, cascarilla y almendra) y mano de obra directa (operadores).

$$CP = MPD + MOD$$

### *Costo conversión*

El costo de conversión, la suma de mano de obra directa (operadores) y los costos indirectos de fabricación (equipo de protección).

$$CC = MOD + CIF$$

### *Costo de producción*

Los costos de producción, se calcula con la suma de los costos de materia prima directa, mano de obra directa y costo indirecto de fabricación.

$$CP = MPD + MOD + CIF$$

### *Costo total*

Costo total, se obtiene de la suma de los costos de producción (mano de obra directa, materia prima directa y costo indirecto de fabricación) y de costos de distribución.

$$CT = CP + CD$$

### *Precio de venta*

El precio de venta, se lo calculo con el costo total más el porcentaje de utilidad, en este caso será de 20%.

$$PV = CT + \% \text{ DE UTILIDAD}$$

## **Procedimiento experimental**

A continuación, se presenta el diagrama de flujo de la elaboración de la infusión (nibs, cascarilla y almendra), se demuestra en el diagrama de flujo propuesto en la (Figura 1).

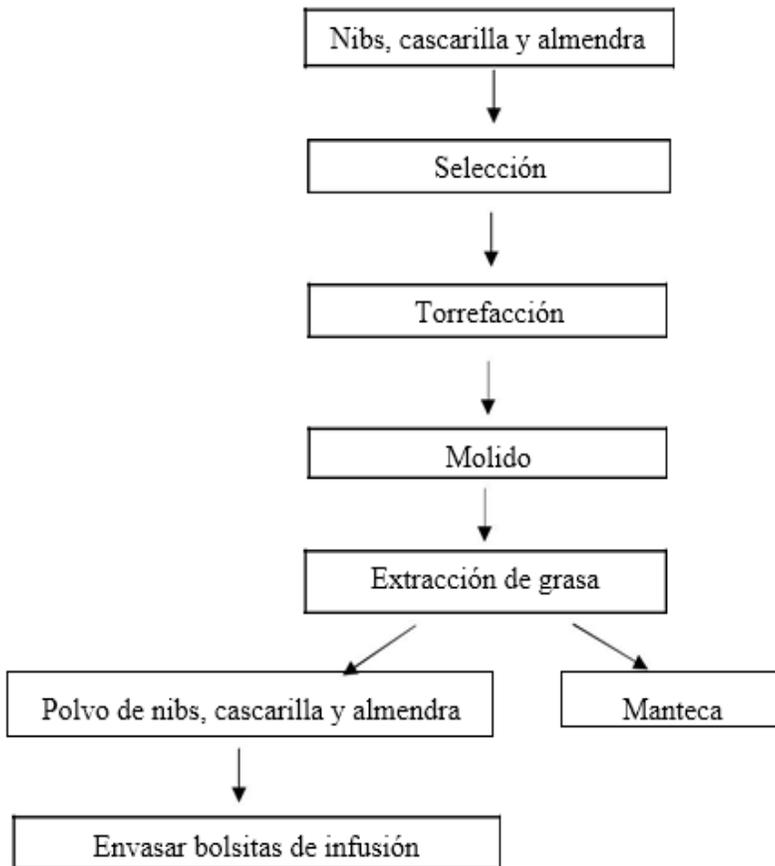


Figura 1. *Diagrama de flujo obtención de infusión de nibs, cascarilla y almendra*

Recepción: las muestras de nibs, cascarilla y almendras, se obtuvieron en la Asociación La Cruz, de dos procesos post cosecha de secado y tamizado.

Torrefacción o tostado: Los granos de cacao fueron colocados en una paila de bronce, a temperatura de 85 – 110 °C, durante 10 minutos hasta que se observó una cubierta crujiente.

Molido: El molido del nibs, cascarilla y almendra, se realizó a través de un molino manual hasta que quede una pasta.

Extracción de grasa: La pasta se la ingresó a un prensador de cacao, quedando así por separado el polvo y la manteca de los residuos (nibs, cascarilla y almendra) de cacao.

Envasado: Se envasó el polvo de nibs, cascarilla y almendra de cacao en bolsitas de infusión.

Almacenamiento: Se almacenó las bolsitas de infusión con el polvo de nibs, cascarilla y almendra a temperatura ambiente, en un lugar seco.

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Análisis Físico Químicos

### Contenido de pH

En la medición de la calidad físico/química de infusión de cacao (Tabla 2), en cuanto a la medición del pH fue significativa ( $P \leq 0,05$ ), el T1 (secado con concentración de 2 g de polvo soluble de cacao) fue superior con (7,33%) siendo significativas con los demás tratamientos (T2-T6) respectivamente. Estos resultados, concuerdan con las NTE INEN 620, que indica que el rango de pH debe estar entre 6,80 y 7,20% de cacao en polvo soluble; al respecto, (Vizcarra, 2013) obtuvo un pH entre 4,22-4,28 en el uso de la cascarilla y exudado de mucilago de la almendra de cacao fino de aroma en la obtención de una bebida alcohólica, mismo que, es inferior a los obtenidos en el presente estudio, sin embargo, de acuerdo al análisis estadístico se puede concluir; que con un nivel de significancia del 5%, el método determino significancia en las infusiones aromáticas preparadas con tratamiento de secado y tamizado (T2-T6), por lo tanto, cualquiera de ellos puede ser reemplazado por otro.

### Contenido de Humedad

En la obtención de la calidad físico/química de infusión de cacao, la variable humedad (Tabla 2) en cuanto a la medición fue significativa ( $P \leq 0,05$ ), muestra valores de 4,17 a 4,53%, encontrándose dentro del rango de NTE INEN 0620 de cacao en polvo soluble (6% máximo), mientras que la NTE INEN 2392 de hierbas aromáticas aprueba un máximo de 12%; valores superiores obtuvieron los investigadores (Vélez *et al.*, 2012) quienes evaluaron las semillas de borojo y su potencial en la elaboración de una infusión, resultando valores de humedad de 5,70 a 7,29%, considerando que la humedad de estos productos pueden

almacenarse por un periodo de 3 meses a temperatura ambiente, en botes de plástico bien sellados o en refrigeración el periodo puede prolongarse un poco más, considerando que la humedad favorece el desarrollo de hongos y otro tipo de microorganismos que afectan la calidad del producto; por otro lado, los parámetros físicos obtenidos en el presente estudio influyen en la selección de un determinado tipo de cacao, tales como el tamaño del grano, el porcentaje de cáscara, contenido de grasa, dureza de la manteca y la humedad (Álvarez *et al.*, 2007), en este sentido, el contenido de humedad obtenido en los tratamientos con secado, fueron menores y con menor concentración de grasa, mientras que los obtenidos con tamizado, fueron superiores al promedio y con mayor porcentaje de grasa, favoreciendo el mejor perfil las muestras tamizadas. A pesar que es posible que la variación del porcentaje de humedad de los productos tamizados sea el resultado de un proceso lento de elaboración, que las materias primas ya hayan absorbido humedad, un empaque deficiente, o incluso la humedad relativa del ambiente, ya que se trata de una zona tropical (Sol *et al.*, 2016).

## Contenido de Grasa

El contenido de materia grasa presento diferencias ( $p \leq 0,05$ ), el mayor contenido lo tuvo el T6 (tamizado 4 g) con 26,22%, mientras que el T1 (secado 2 g) tuvo el menor contenido de grasa; sin embargo, el T3 (secado 4 g), T4, T5 y T6 (tamizado 2, 3 y 4g) respectivamente, sobrepasaron la media (25,90%), así mismo, todos los tratamientos se encuentran dentro del rango permitido de grasa de la NTE INEN 620 que acepta desde 8 a 28% en cacao en polvo soluble; de acuerdo a (Sol *et al.*, 2016) el contenido de materia grasa de 17,56 y 34,57%, puede indicar que son elaborados con almendras de cacao, si es elaborado con polvillos el porcentaje es intermedio de 7,71 a 10,20%.

## Contenido de Ceniza Total

El contenido de ceniza total (Tabla 2) fluctuó entre 5,06 y 4,42%, teniendo diferencia significativa según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), siendo superior T3 (secado 4 g) y el menor el T6 (tamizado 4 g); diversos factores influyen en el contenido de ceniza total, entre ellos el tipo de cacao y a su vez el contenido de minerales en las muestras obtenidas (secado y tamizado), características de suelo rico en minerales, manifestándose las muestras con mayor contenido de cenizas (secado) contengan algún ingrediente en mayor proporción; los resultados promedios de cenizas totales 4,76% están permitidos por la NTE INEN 620 de cacao en polvo soluble que aprueba con un máximo de 10%; contrariamente a lo expuesto por (Sangronis *et al.*, 2014) quienes estudiaron la cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones encontraron contenidos de ceniza total entre 7 y 8%.

### Contenido de Ceniza Insoluble

El contenido de ceniza insoluble (Tabla 2), es necesario para determinar la adulteración del producto seleccionado, por tanto, las muestras obtenidas en los tratamientos de los residuos del tamizado T4, T5, T6 (2, 3 y 4 g) respectivamente fueron superiores, siendo significativas según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), de las muestras obtenidas del proceso de secado T1, T2, T3 (2, 3 y 4 g); los tratamientos tuvieron un promedio de 0,62% de ceniza insoluble, que al ser comparados con los valores de la NTE INEN 0620 de cacao en polvo soluble, está permitido un máximo de 0,20%, mientras la NTE INEN 2392 de hierbas aromáticas, un máximo de 2%, por consiguiente los valores obtenidos está dentro de los límites establecidos e indica que dicha materia prima cumple con las especificaciones necesarias de calidad del producto seco, dejando en claro la no adulteración de la muestra de secado (1,09; 1,23; 0,99%; Tratamientos 1, 2 y 3) y para las muestras tamizadas (0,19; 0,16 y 0,06%; Tratamientos 4, 5 y 6).

Tabla 2. Datos de pH, humedad, ceniza total y ceniza insoluble de los 6 tratamientos para medir la cantidad físico química de infusión (nibs, cascarilla y almendra) de cacao

Tratamiento	Código	pH	Humedad Grasa			Ceniza	
						Total	insoluble
T1	Secado 2 g	7,33 a	4,17 b	25,18 d	4,62 b c	1,09 b	
T2	Secado 3 g	6,96 b	4,15 b	25,77 c	4,80 a b	1,23 a	
T3	Secado 4 g	6,73 b c	4,20 b	25,95 b	5,06 a	0,99 b	
T4	Tamizado 2 g	6,95 b c	4,82 a	26,09 a b	4,83 a b	0,19 c	
T5	Tamizado 3 g	6,69 c	4,52 a b	26,18 a	4,84 a b	0,16 c	
T6	Tamizado 4 g	6,76 b c	4,53 a b	26,22 a	4,42 c	0,06 c	
Promedio		6,90	4,40	25,90	4,76	0,62	
CV (%)		1,72	4,73	0,25	3,18	9,26	

\*Los promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

## Análisis Microbiológico

### *E.Coli* / Coliformes

En el análisis de *E. coli* / Coliformes no tuvo diferencias estadísticas significativas, no se encontró presencia alguna de unidades formadoras de colonias; estos resultados están dentro de los límites permisibles de la NTE INEN 620 de cacao en polvo soluble y la NTE INEN 2392 de hierbas aromáticas, donde dice que la *E.coli* como máximo debe presentar 1ufc/gr y coliforme 10 ufc/g máximo, indicando que el producto es de buena calidad para el consumo humano; estos resultados también concuerdan a lo expresado por (Jerke *et al.*, 2011) en estudio

microbiológico de yerba mate compuesta con el 15% de hierbas, donde se demostró ausencia de *E. coli*.

## Aerobios totales

El estudio de aerobios totales presento diferencia estadística significativa, el T2 (secado 3 g) con  $3,3 \times 10^5$  ufc/g con mayor presencia; mientras que T6 (tamizado 4g) presenta menor presencia con  $4,1 \times 10^4$  ufc/g; entre tratamientos según la prueba Tukey ( $P < 0.05$ ) con un promedio de  $1,2 \times 10^5$  ufc/g y 9,85% el coeficiente de variación. Los resultados registrados en estudio mostraron que los tratamientos tuvieron un promedio de  $1,2 \times 10^5$  ufc/g. Según la NTE INEN 2392 de hierbas aromáticas está permitido un máximo de  $1 \times 10^7$  ufc/g. Estos resultados se ajustan a los observados por (Sangronis *et al.*, 2014) en la calidad microbiológica y ocratoxinas en las muestras 1, 3 y 4, de cascarilla de cacao, con valores  $3,6 \times 10^4$ ,  $2,7 \times 10^4$ ,  $1,1 \times 10^4$ .

## Mohos y levaduras

El análisis de mohos y levaduras (Tabla 3) presento diferencia estadística significativa, el T2 (secado 3 g)  $3,3 \times 10^2$  ufc/g con mayor presencia. Mientras que T4 (tamizado 2 g) presento ausencia de mohos y levaduras. Entre tratamientos según la prueba Tukey ( $P < 0,05$ ). Con un promedio de  $2,2 \times 10^2$  ufc/g y coeficiente de variación de 27,07%. Según la NTE INEN 2392 de hierbas aromáticas está permitido un máximo de  $1 \times 10^4$  ufc/g, mientras tanto la NTE INEN 620 de cacao en polvo soluble 100 ufc/g. Estos resultados son inferiores a los reportados por (Jerke *et al.*, 2009) quienes obtuvieron valores de hasta  $10^4$  en un análisis de la calidad microbiológica de té negro en dos formas comerciales: en hebras y en saquitos, analizados de acuerdo a la norma europea RD 1354/83.

Tabla 3. *Datos de E. coli/coliformes, aerobios totales, mohos y levaduras, de los 6 tratamientos para medir la calidad*

*microbiológica de infusión (nibs, cascarilla y almendra) de cacao*

Tratamiento	Código	<i>E. coli</i> /coliformes	Aerobios		Mohos y levaduras	
		(ufc/g)	totales(ufc/g)		(ufc/g)	
1	Secado 2 g	Ausencia	2,0 x 10 <sup>5</sup>	b	1,7 x 10 <sup>2</sup>	b
2	Secado 3 g	Ausencia	3,3 x 10 <sup>5</sup>	a	3,3 x 10 <sup>2</sup>	a
3	Secado 4 g	Ausencia	5,3 x 10 <sup>4</sup>	c	2,9 x 10 <sup>2</sup>	a b
4	Tamizado 2 g	Ausencia	5,7 x 10 <sup>4</sup>	c	0,00	c
5	Tamizado 3 g	Ausencia	5,2 x 10 <sup>4</sup>	c	2,5 x 10 <sup>2</sup>	a b
6	Tamizado 4 g	Ausencia	4,1 x 10 <sup>4</sup>	c	2,7 x 10 <sup>2</sup>	a b
	Promedio	Ausencia	1,2 x 10 <sup>5</sup>		2,2 x 10 <sup>2</sup>	
	CV (%)	Ausencia	9,85		27,07	

## Análisis organolépticos

Los análisis sensoriales medidos, color, olor a chocolate, a quemado u otro, sabor a chocolate, a quemado u otro, según la escala de intervalo establecida y los promedios obtenidos de cada característica se observa. Las figuras muestran una panorámica de las diferentes respuestas otorgadas por los catadores en todas las características medidas en la infusión de (nibs, cascarilla y almendra) de cacao, evidenciando que el T6 (tamizado 4 g) es el que tiene mayor intensidad de color café (Figura 2), T6 (tamizado 4 g) son los que presentaron mayor olor a chocolate (Figura 3) y quien presento la mayor característica con sabor a chocolate es el T6 (tamizado 4 g) (Figura 4).

Tabla 4. *Datos de color, olor y sabor, de los 6 tratamientos de infusión (nibs, cascarilla y almendra) de cacao*

Tratamiento	Código	Color	O.	O.	S.	S.
			Chocolate	Quemado	Chocolate	Quemado
1	Secado 2g	2,34 a	2,21	0,41	1,83	0,46
2	Secado 3g	2,41 a b	2,00	0,41	1,70	0,47
3	Secado 4g	2,43 a b	1,95	0,51	1,79	0,61
4	Tamizado 2g	2,90 b c	2,50	0,58	1,80	1,03
5	Tamizado 3g	2,81 a b c	2,42	0,67	2,14	0,79
6	Tamizado 4g	3,81 c	2,48	0,70	2,18	0,78
Promedio		2,78	2,26	0,55	2,91	0,69

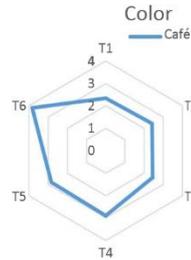


Figura 2. *Parámetros organolépticos de color, de los 6 tratamientos de infusión (nibs, cascarilla y almendra) de cacao*



Figura 3. *Parámetros organolépticos de olor, de los 6 tratamientos de infusión (nibs, cascarilla y almendra) de cacao*



Figura 4. *Parámetros organolépticos de sabor, de los 6 tratamientos de infusión (nibs, cascarilla y almendra) de cacao*

## Costo

Los resultados obtenidos en el análisis económico de la Tabla 5, demuestran que los costos de producción de infusión de cacao más bajo presente en los T1 (secado 2 g) y T4 (tamizado, 2 g), con un costo de \$3,27 y el costo más alto es de \$4,42 correspondiente a el T3 (secado 3 g) y T6 (tamizado 4 g). En la elaboración de la infusión de (nibs, cascarilla y almendra) cacao, se utilizó combustible (gas) y maquinarias que se deben depreciar, pero dado que los valores presentados son ínfimos, por esta razón no se consideran en los costos; por ejemplo: molino, prensa de cacao, cocina, etc. El precio del producto es elevado por ser un producto natural y artesanal, con todos los cuidados manteniendo la asepsia, el porcentaje de ganancia es bajo ya que el objetivo es aprovechar este residuo de cacao (nibs, cascarilla y almendras), de esta manera se optimiza el producto teniendo eficacia y eficiencia.

Tabla 5. *Análisis económico, en la elaboración de infusión (nibs, cascarilla y almendra) de cacao*

Rubros	T1	T2	T3	T4	T5	T6
--------	----	----	----	----	----	----

Egresos

Costos directos

materia prima	0,0022	0,0033	0,0044	0,0022	0,0033	0,0044
material directo	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058
mano de obra	0,036	0,054	0,072	0,036	0,054	0,072

---

Total costo directo	0,096	0,115	0,134	0,096	0,115	0,134
---------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Costos indirectos

Equipo de protección	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

---

Total costo indirecto	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Costo primo	0,038	0,057	0,076	0,038	0,057	0,076
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Costo conversión	0,049	0,067	0,085	0,049	0,067	0,085
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Costo de producción	0,051	0,070	0,089	0,051	0,070	0,089
---------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Costo total	0,051	0,070	0,089	0,051	0,070	0,089
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

---

Precio de venta	3,27	3,60	4,42	3,27	3,85	4,42
-----------------	------	------	------	------	------	------

---

## CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos se plantean las siguientes conclusiones:
- Las formulaciones en estudio, no afectaron en las características físico-químicas de la infusión de nibs, cascarilla y almendra, debido a la concentración de gramos de cacao soluble en cada bolsita y está dentro de los parámetros de las normas INEN 0620 de cacao soluble y 2392 de hierbas aromáticas.
- El mejor tratamiento seleccionado en las evaluaciones organolépticas por los catadores fue el T6 (tamizado 4 g), presentando la infusión de nibs, cascarilla y almendra concentración de 4 gramos, según la escala de intervalo; color café, olor a chocolate y sabor a chocolate.
- Los tratamientos de la infusión de nibs, cascarilla y almendra no presentaron *E. coli*/Coliforme, presentaron aerobios totales y mohos y levaduras dentro de los parámetros permitidos por las normas INEN 0620 y 2392.
- El costo de elaboración para el mejor de los tratamientos es el T6 con un valor de \$4,42 con un valor de \$0,147 por cada bolsita terminada de infusión.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda investigar la infusión de (nibs, cascarilla y almendra) cacao como materia prima para la elaboración de subproducto, mediante un buen manejo desde el momento de cosecha.
- Se recomienda profundizar los análisis físicos, químicos y organolépticos de la infusión de (nibs, cascarilla y almendra) cacao y de esta manera explorar su contribución a la calidad comercial de los subproductos de cacao.

## LITERATURA CITADA

- Abarca D, Martínez R, Muñoz J, Torres MVG. Residuos de Café, Cacao y Cladodio de Tuna: Fuentes Promisorias de Fibra Dietaria. Revista Tecnológica ESPOL. 2010; 23(2).
- Alemania. OCdEe. Estudio de cacao y sus elaborados. ; 2012.
- Álvarez C, Pérez E, Lares M. Características física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. 2007; 57(4): p. 249 – 256.
- Amores F, Quiroz J, Agama J, Pilamunga M, Vasco A. Evaluación multilocal de nuevos clones de cacao Nacional para la Costa ecuatoriana. ; 2002.
- Andalucía A. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica Zaragoza: Acribia S.A.; 2005.
- ANECACAO. Actualidad y perspectivas del sector cacaotero en Ecuador. Santo Domingo - Ecuador: 2014.
- Ávila RGC. La evaluación sensorial de bebidas a base de fruta: Una aproximación difusa. 2011; 15(60): p. 7 - 12.
- Caicedo E, Otavalo S. Determinación de temperatura y tiempo de deshidratación para la elaboración de té de Sunfo, *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze. Tesis de Ingeniería. Ibarra: Universidad Técnica del Norte, Ingeniería Agroindustrial; 2007.
- Cruz M, González N, González J, Durán T, Perera M, Benítez M. Avances y Perspectivas en Biotecnología y Ciencias Agropecuarias Tabasco - México: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2016.
- Dillinger TB PESJMSDGL. Food of the Gods: Cure for the humanity A cultural history of the medicinal and ritual use of chocolate. 2007; 34(3).
- Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. Análisis del sector cacao y elaborados. Quito; 2013.
- E. P, Labarca M, Grazziani L, Cros E, Assemat S, Davrieux F, et al. Formación del aroma del cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.) en función del tratamiento post cosecha en Venezuela. 2009; 9(2): 458-468.

- Enríquez G. Cacao orgánico guía para productores ecuatorianos Quito, Ecuador: INIAP; 2004.
- Escobar R, Arestegui M, Moreno A, Sánchez L. Catálogo de maquinaria para procesamiento de cacao. 2013..
- Escobar R. Comportamiento de seis clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Guasaganda, provincia de Cotopaxi, Ecuador. 2008; 7(1): p. 9-12.
- García E. Infusiones y tisanas para sentirse bien España: Libsa S.A.; 2000.
- Hardy F. Manual de Cacao Turrialba: Antonio Lehmann; 1961.
- Héctor Tinoco DO. Análisis del proceso de deshidratación del Cacao para la disminución del tiempo de secado. Revista EIA. 2010;(13).
- Imbaquingo N. Diseño y construcción de una máquina para remover la cascarilla de granos de cacao. Tesis de Ingeniería. Quito, Ingeniería Mecánica; 2012.
- INEN. Hierbas aromáticas. Quito D.M.: 2012.
- Jerke G, Bargardi S, Medvedeff M, Gonzales E. Calidad microbiológica de té negro en dos formas comerciales: en hebras y en saquitos. 2009;(12): p. 52-57.
- Jerke G, Horianski M, Bargardi S, Martínez M. Análisis microbiológico en yerba mate compuesta. 2011;(15).
- Jiménez J. Practicas del beneficio del cacao y su calidad organoléptica. In.; 2003.
- Mejías CLCMR. Egipto: producción, consumo y seguridad alimentaria. España: 2011.
- Moncayo R. Exportaciones de cacao del Ecuador. Guayaquil, Ecuador: 2016.
- Moreno L SJ. Beneficio del cacao Honduras: IICA; 1989.
- Navarro MGM. Residuos orgánicos y agricultura España: Espagrafic; 1995.
- Nogales J. Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. 2006; 56(1).

- Pereira IDLCE. Historias, Saberes y Sabores en torno al cacao (Theobroma cacao L.) en la subregión de Barlovent, Estado Miranda. 2009; 10(2): p. 97 - 120.
- Pérez R. La calidad del cacao Quito: CAMAREN; 2009.
- Plúa J, Cornejo F. Diseño de una línea procesadora de pasta de cacao artesanal (Theobroma cacao.). 2008.
- PROECUADOR. Análisis del sector cacao y elaborados. Guayaquil: 2013.
- Radi C. Estudio sobre los mercados de valor para el cacao Nacional de origen y con certificaciones; 2005.
- Ramírez S, Duran D, Cordón S, Hernández A. Tamizado. 2013.
- Restrepp ABJ. Disponibilidad térmica solar y su aplicación en el secado de granos. 2005; 1(27).
- Sangronis E, Soto M, Valero Y, Buscema I. Husk of Venezuelan cocoa as raw material of infusions. 2014; 64(2).
- Sol A, Naranjo J, Córdova V, Ávalos de la Cruz D, Zaldívar J. Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (Theobroma cacao L.) en la Chontalpa, Tabasco, México. 2016;(14): p. 2817-2830.
- Vélez L, Hincapie G, Restrepo C, Adarve S, Páez S, Palacio J. Semillas de borojo (Borojoa Patinoi Cuatrec) y su potencial aprovechamiento en la elaboración de una infusión. 2012; 19(1): p. S252-S254.
- Vera J. Beneficio de las almendras. In 125-128. Manual del cultivo de cacao. Segunda ed. Mocache: INIAP; 1993.
- Vizcarra C. Uso de la cascarilla y exudado de mucílago de la almendra de cacao fino de aroma para la elaboración de vino. Quito; 2013.

# **CAPÍTULO VII**

## **“CASCARILLA DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) DE LÍNEAS HÍBRIDAS PARA LA ELABORACIÓN DE REHILETES DE CHOCOLATE”**



SHIRLEY ESTEFANÍA ORDOÑEZ CHOEZ  
JAIME FABIÁN VERA CHANG  
JORGE GUSTAVO QUINTANA ZAMORA  
ORLY FERNANDO CEVALLOS FALQUÉZ  
CHRISTIAN AMABLE VALLEJO TORRES  
SOLANYI MARLEY TIGSELEMA ZAMBRANO

## RESUMEN

Se evaluaron ocho tratamientos de un producto llamado rehiletes de chocolate, elaborado a base de polvo de cascarilla de cacao de líneas híbridas de la Finca Experimental “La Represa” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con ocho tratamientos y tres repeticiones con el test de Tukey al 5% de probabilidad, con los siguientes tratamientos: T1 (DIRCYT – H 256), T2 (DIRCYT – H 258), T3(DIRCYT – H 262), T4 (DIRCYT – H 266), T5 (DIRCYT – H 267), T6 (DIRCYT – H 269), T7(DIRCYT – H 270), T8 (MATERIAL C). Se analizó las propiedades físico-químicas (Humedad, Ceniza, Materia Orgánica, Materia Seca, Proteína, Fibra, Grasa), Las propiedades sensoriales (olor, color, sabor, textura) y los análisis microbiológicos (Mohos y Levaduras. Se determinó que la sustitución de la cascarilla de cacao económicamente en ninguno de los tratamientos, pues a cada uno de ellos se le añadió ingredientes con fórmulas iguales.

Palabras claves: subproducto, cascarilla, aceptabilidad, rehiletes.

## ABSTRACT

Eight treatments of a product called pinwheels chocolate, made from cocoa husk powder of hybrid lines of the Experimental Farm “La Represa” State Technical University of Quevedo were evaluated. The design was completely random (DCA) with eight treatments and three repetitions with Tukey's test at 5% probability, with the following treatments: T1 (DIRCYT - H 256), T2 (DIRCYT - H 258), T3 (DIRCYT - H 262), T4 (DIRCYT - H 266), T5 (DIRCYT - H 267), T6 (DIRCYT - H 269), T7 (DIRCYT - H 270), T8 (MATERIAL C). The physico-chemical properties (Humidity, Ash, Organic Matter, Dry matter, protein, fiber, fat), the (smell, color, taste, texture) sensory properties and microbiological analysis (molds and yeasts were analyzed. It was determined that the replacing the cocoa husk economically in any of the treatments, because each of them was added the same ingredients with formulas.

Keywords: product, scale, acceptability, pinwheel.

## INTRODUCCIÓN

Ecuador tiene la característica de producir cacao fino y de aroma con una oferta de 60 a 70 mil toneladas al año. Hace algún tiempo este producto representó el 80% de producción en todo el mundo (Sánchez, 2007). El 60% de producción de cacao fino y de aroma le corresponde a Ecuador lo cual es envidiado por otros países productores de cacao. Esto se debe a la presencia de cacao llamado “Nacional” originario del Forastero Amazónico (Baena & García, 2012).

Según los datos realizados en el año 2010 por el Consejo Internacional del Cacao (ICCO) la producción de cacao en grano a nivel mundial son de 3.613 toneladas, en el Ecuador se calcula que son 160.000 toneladas métricas por año. Según fabricantes de productos a base de cacao, determinan que el rendimiento de 100 kg de semilla es alrededor de 85%, y el valor restante es considerado como un subproducto agroindustrial. Solo la cascarilla de cacao corresponde un 12-15% del grano fermentado y seco, lo cual indica que el País genero un promedio de 19.200 toneladas por año de cascarilla de cacao considerado como desecho agroindustrial (Gavilánez, 2015).

La actividad exportable en el Ecuador es la agroindustria, ya que esto genera riquezas, lo cual ubica una muy buena posición al País en el mercado internacional. Hay ciertos factores que son favorables, como asociaciones, industrias artesanales, o personas que elaboran productos de forma individual, todo este trabajo ha logrado que se genere consumidores tanto de aquí en el País, como en el extranjero (Párraga, 2013).

La función principal de una dieta diaria es aportar los nutrientes requeridos por el organismo para cubrir las necesidades nutricionales y poder realizar las funciones diarias es por eso que se utilizara un residuo

como lo es la cascarilla rico en fibra para una mejor alimentación. Se conoce que en Ecuador gran parte de la población carece de una dieta completa, que contenga todos los nutrientes necesarios: proteínas, vitaminas y minerales provocando enfermedades secundarias a la desnutrición.

En los últimos años se han desarrollado significativos avances sobre el uso de la fibra dietaria en su función a los requerimientos nutricionales preservar la salud. La no digestibilidad en el intestino delgado es un factor clave, por tanto los últimos estudios realizados se ha identificado los efectos fisiológicos por el consumo de fibra que son: mejora de la función del intestino grueso, reduce la colesterolemia y atenúa los niveles de glicemia e insulina. Sin embargo a pesar de la información que se obtiene sobre el consumo de fibra, en los adultos normalmente deberían de consumir 35 gr de fibra y los niños 9 gr, pero en la actualidad las ingestas promedio son consideradas muy bajos en cuanto a lo que se recomienda en su alimentación diaria para obtener una buena salud.

La fibra dietética presente en los alimentos no es el único componente, pues también lo conforma una mezcla de sustancias químicas. Los que contribuyen a la fibra dietética son los materiales estructurales como las paredes celulares de los vegetales y los no estructurales o usados como aditivos en los alimentos.

La población en general ha incrementado la demanda de alimentos ricos en fibra. Evidenciándose una mayor preferencia por alimentos con propiedades nutricionales que contribuyan a una dieta saludable. El enfoque hacia un crecimiento ascendente de la demanda de alimentos y productos agrícolas con valor agregado representa una iniciativa favorable para el desarrollo sostenible de las agroindustrias en el ámbito económico, seguridad alimentaria y estrategia para disminuir la pobreza.

La Dirección de Investigación Científica y Tecnológica y por su intermedio la Facultad de Ciencias Pecuarias de la UTEQ, desde el 2010 desarrollo un programa de mejoramiento genético, estableciendo 20 líneas híbridas de cacao genotipo (Nacional x Trinitario), los cuales se evaluó su comportamiento agronómico, fisiológico, productivo, sanitario y su calidad física y sensorial, en base a estos resultados se seleccionaron los mejores materiales con mayor porcentaje de cascarilla para ser usados como subproducto agroalimentario, sin embargo no se ha realizado ninguna investigación sobre el procesado de la cascarilla del cacao rico en fibra para elaborar un alimento con valor agregado como son los elaborados (rehiletes) los cuales son un tipo de galleta horneada y seca, está hecha a base de harina, mantequilla, huevos y sustituyendo al polvo del grado de cacao con el polvo de la cascarilla, lo cual aporta con proteína energía y fibra indispensable para la alimentación humana, ya que actualmente existe un bajo consumo de fibra debido a los alimentos refinados, productos industrializados y los alimentos de origen animal.

Con todos estos antecedentes esta investigación permitirá generar una tecnología accesible al pequeño y mediano emprendedor agroindustrial que contribuya al cambio de matriz productiva de la zona de Mocache y zonas aledañas. Así adultos y niños obtendrán un alimento de alto valor nutricional para su dieta diaria evitando enfermedades por el bajo consumo de fibra.

# MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la Finca Experimental “La Represa”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) ubicada en el km 7.5; recinto Fayta de la vía Quevedo – San Carlos, provincia de Los Ríos. Su ubicación geográfica es de 1° 03’ 18” de latitud Sur y de 79° 25’ 24 “de longitud Oeste a una altura de 90 msnm.

## Diseño Experimental

Se empleó un Diseño Completamente al Azar con ocho tratamientos (cascarillas) y tres repeticiones, cada unidad experimental estará constituida por 15 gramos de cascarilla. Para determinar diferencias entre medios de tratamientos se aplicara la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Para las variables sensoriales se aplicará según el caso estadístico no paramétrico (Análisis de correlación), lo cual se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. *Esquema del Análisis de la Varianza*

Fuente de Variación		GL
Tratamiento	(t-1)	7
Error experimental	t (r-1)	16
Total	t.r.-1	23

El modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:  $Y_{ij}$  =Total de las observaciones en estudio,  $\mu$  =Efecto de la media general,  $T_i$  =Efecto de los tratamientos en estudio y  $\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio o error experimental.

Identificación de unidades experimentales

Mediciones experimentales

La evaluación de la materia prima:

Tabla 2. *Descripción de los tratamientos en estudio*

CÓDIGO DIRCYT – H	MATERIAL HIBRIDO	PORCENTAJE DE TESTA
T1 – 256	LR 18 X L 46 H 75	18,37
T2 – 258	LR 16 X EET 103	18,68
T3 – 262	LR 17 X L 49 H 98	16,46
T4 – 266	LR 14 X L 12 H 30	18,94
T5 – 267	LR 14 X L 15 H 31	18,11
T6 – 269	LR 18 X L 26 H 64	15,40
T7 – 270	LR 16 X L 46 H 75	18,74
MATERIAL C	JHVH – 10	18,13

Se obtuvo el producto final anteriormente se evaluaron los principales parámetros bromatológicos de aquellos tratamientos con mayor porcentaje de cascarilla, las variables a medir fueron:

---

Parámetro - Valor

---

---

Humedad	(%) 1
Proteína	(%) 13
Fibra	(%) 25
Energía	(Kcal/Kg) 1409

---

### Variables bromatológicas

Fibra bruta mediante procedimientos normalizados según las normas de calidad INEN E-INEN 1980 - 12; NTE-INEN 522. Cenizas o materia inorgánica según norma de calidad INEN E-INEN 1980-12; NTE-INEN 520. Extracto etéreo o grasa bruta mediante un sol-vente orgánico según las normas de calidad INEN E-INEN 1980-12; NTE-INEN 523. Nitrógeno total o proteína bruta mediante el método Kjeldahl y es el resultado por un factor para expresarlo como proteína según las normas de calidad INEN E-INEN 1980-12; NTE-INEN 519.

### Variables microbiológicas

El contenido de mohos y levaduras se determinan mediante la presencia o ausencia de estos microorganismos en las muestras de alimentos según la norma de calidad INEN E-INEN 1529-10; NTE-INEN 98.

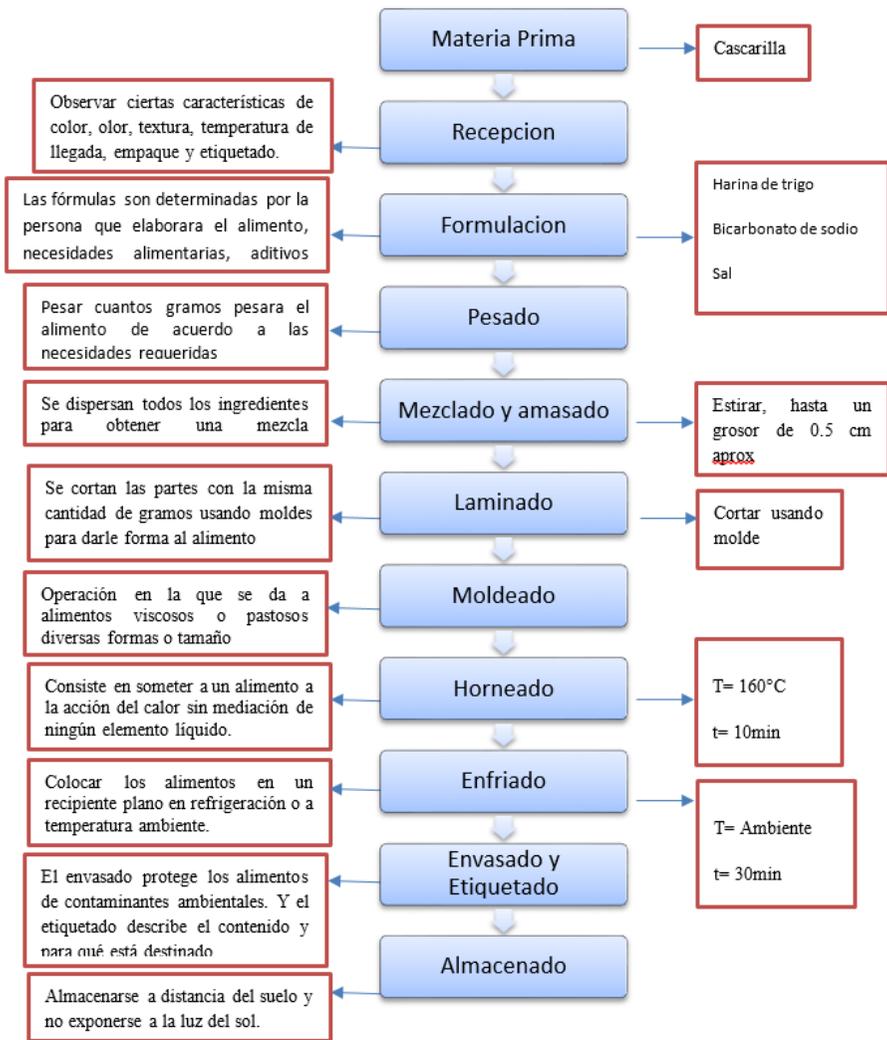


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de rehiletes de chocolate

## Descripción del proceso para la elaboración de rehiletes de chocolate

La fórmula para la elaboración de esta galleta se tomó de una receta casera y la norma de calidad INEN E-INEN 2005-05; NTE-INEN 2085, pues solamente se iba a sustituir el polvo del cacao por el polvo de la cascarilla para la elaboración de los rehiletes de chocolate, siguiendo las siguientes etapas: (1) se mezclaron los ingredientes (Tabla 3); 2 se

empleó una batidora en la mezcla hasta obtener una masa homogénea; (3) la masa obtenida fue cortada en dos porciones cada una de 420 gramos;(4) la primera porción se la dividió en ocho partes las cuales eran de 50 gramos cada una;(5) la segunda porción también se la dividió en ocho partes, pero cada una de ellas contenían 15 gramos de cascarilla de cacao y todas ellas e las deja reposar en la nevera por 2 horas;(6) se coloca la masa blanca en medio de dos papeles de hornear y con un rodillo se la amasa , lo mismo se hace con la masa que contiene el polvo de la cascarilla hasta dejar un grosor de aproximadamente 6mm;(7) Se coloca la masa blanca sobre la que contiene el polvo de la cascarillo y se enrollan poco a poco, cada rollo contiene un peso de 100 gramos cada uno, se lo envuelve en papel para hornear y se lo deja en la nevera por 2 horas;(8) de cada rollo se cortan ocho rehiletos los cuales se hornean por 18 minutos a 160 °C.

Tabla 3. *Ingredientes a utilizar para la elaboración de rehiletos de chocolate*

INGREDIENTES	CANTIDAD
Cascarilla de cacao	120 g
Harina de trigo	390 g
Azúcar	120 g
Mantequilla	240 g
Huevos	2
Esencia de vainilla	2 ml

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Variables bromatológicas

### *Porcentaje de Humedad*

En la variable humedad se puede observar que en el análisis de varianza se encontró diferencias estadísticas significativas entre medias, observando que el T6 (DIRCYT-H 269) fue estadísticamente diferente de los demás tratamientos en estudio, obteniendo un promedio de 6,54 % y un coeficiente de variación de 11,98%.

Se registró el valor de la humedad con 9,31%, dicha variable se encontró diferencias estadísticas significativas, se observó que el valor de la humedad decrece. Esto es debido al proceso de cocción del rehilete. Según (Bazan *et al.*, 2015) galletas de buena aceptación a base de harina de arroz demuestra que el contenido de humedad de las galletas son todos por debajo del 10% lo que disminuye la posibilidad de la eliminación de microorganismos lo que significa que reduce el aumento de vida útil. Este criterio concuerda con (Auquiñivin & Castro, 2015), en elaboración de galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos menciona que mientras más pasta de oca contenga mayor es el porcentaje de humedad.

### **Porcentaje de Ceniza**

En la (Tabla 4), se observa que no hay diferencias significativas entre las muestras de rehiletes estudiados para esta variable. Se aprecia que el promedio general fue de 2,58 con un coeficiente de variación de 13,86%. Los mayores valores se registraron en los tratamientos 2 y 3 (DIRCYT – H 258 Y DIRCYT – H 262) con 2,77 y 2,58% respectivamente.

Para la ceniza los resultados familiares lo menciona INDECOPI (1992), citado por (Pesantes, 2014) mediante los resultados de la

sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de tuna purpura en galletas dulces, quien menciona que el contenido de ceniza varía dependiendo a la formulación y al porcentaje de la harina que se esté sustituyendo, en este caso la utilización de harina de cascarilla de cacao no discrepa tanto con lo antes expuesto. Así mismo los resultados coincidieron con (Auquiñivin & Castro, 2015), indican que el porcentaje de ceniza varía respectivamente a causa del contenido mayor del porcentaje de harina de trigo y harina de pajuro en la elaboración de galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos.

### Porcentaje Materia Seca

El análisis de varianza (Tabla 4), para la variable materia seca se puede observar que existieron diferencias significativas entre tratamientos, el T6 (DIRCYT – 269), obtuvo el porcentaje más alto con 90,69%, respecto a los demás tratamientos, pudiendo expresar una media general de 93,45% y un coeficiente de variación de 0,84%.

Estos resultados coinciden con (Morillo *et al.*, 2013) quienes mediante una valoración de dietas para alevines de colossoma utilizando fuentes proteicas como harina de lombriz, soya y caraotas; muestran las mismas derivaciones en la pérdida de líquidos. Así mismo (Cerón *et al.*, 2014) quienes al elaborar galletas a base de harina de papa de la variedad parda pastusa mencionan que mientras más niveles de sustitución de harina aumenta el nivel de materia seca.

### Porcentaje Materia Orgánica

En esta variable se observa que no existieron diferencias estadísticamente significativas en las muestras de rehiletos estudiados para esta variable. El menor de los promedios fue para el T3(DIRCYT – H 262) con 94,43% mientras que el mayor promedio lo obtuvo el Testigo

JHVH con 97.,02 respectivamente. Se aprecia que el promedio general fue de 95,55% con un coeficiente de variación de 1,44%.

Estos resultados concuerdan con (Contreras *et al.*, 2015), quien indica que el resultado de este estudio puede variabilidad mínima, esto debido a las variaciones en el periodo vegetativo del cultivo y a las condiciones meteorológicas donde se realizaron los trabajos.

## Porcentaje Proteína

En el análisis de varianza (Tabla 4) para la proteína no se presentó diferencias estadísticas entre tratamientos, representando con un coeficiente de variación 12,34% y una media de 1,87%.

Los porcentajes de proteína determinado en este estudio se encuentran bajo el rango a lo señalado por (Li *et al.*, 2008) citado por (Gaytán, 2015) considera que las proteína de cualquier otra harina enriquecida son considerada fuente adecuada para la dieta, su biodisponibilidad es alta y es bajo el nivel de factores anti nutricionales. Así mismo (Delgado *et al.*, 2013) indica que las galletas enriquecidas con harina de barrilete negro, complementa la valoración proteica en los cereales de dicho alimento y aumenta su valor biológico.

Tabla 8. *Valores registrados para las variables fisicoquímicas: humedad. Ceniza. Materia seca. Materia orgánica y proteína registrados en rehiletos de chocolate. FCP-UTEQ. 2016*

TRATAMIENTOS	HUMEDAD (%)	CENIZA (%)	MATERIA SECA (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	PROTEÍNA (%)
T1DIRCYT - H 256	6,48 b	2,67 a	93,52 a	95,21 a	2,76 a
T2DIRCYT - H 258	5,61 b	2,77 a	94,39 a	94,83 a	1,47 a
T3DIRCYT - H 262	5,49 b	2,85 a	94,51 a	94,43 a	1,42 a
T4DIRCYT - H 266	6,54 b	2,48 a	93,46 a	95,76 a	1,40 a
T5DIRCYT - H 267	6,69 b	2,54 a	93,31 a	95,80 a	2,63 a

T6DIRCYT - H 269	9,31 a	2,66 a	90,69 b	95,35 a	2,71 a
T7DIRCYT - H 270	5,56 b	2,47 a	94,44 a	96,01 a	1,27 a
T8 MATERIAL C	6,65 b	2,21 a	93,35 a	97,02 a	1,33 a
PROMEDIO	6,54	2,58	93,45	95,55	1,87
V, MAXIMO	9,31	2,85	94,51	97,02	2,76
V, MINIMIO	5,49	2,21	93,31	94,83	1,33
C,V (%)	11,98	13,86	0,84	1,44	12,34
Letras diferentes indican significancia estadística según el test de Tukey (P<0,05)					

## Porcentaje de grasa

La figura 2, muestra las concentraciones de grasa presente en los rehiletes de chocolate, los valores mayores entre las muestras lo obtuvieron DIRCYT - H 267 (5,3) y el DIRCYT – H 266 (5,0).

Para el análisis de grasa, estos valores coinciden con lo expresado por (Cerón *et al.*, 2014) quienes, al elaborar galletas a base de harina de papa de la variedad parda pastusa, quien indica que en las galletas elaboradas a medida que se aumenta el porcentaje de sustitución el porcentaje de grasa tiende a bajar. Por otra parte, los resultados de materia seca coinciden con el mismo ya que es todo al contrario pues mientras más sustitución de harina más porcentaje de materia seca existe. (Carrión, 2015) quien elaboro y evaluó una galleta funcional a base de harina de haba enriquecida con extracto hidrofílico de camote menciona que la adición de estos dos componentes incrementa el valor nutricional y funcional frente a otras galletas.

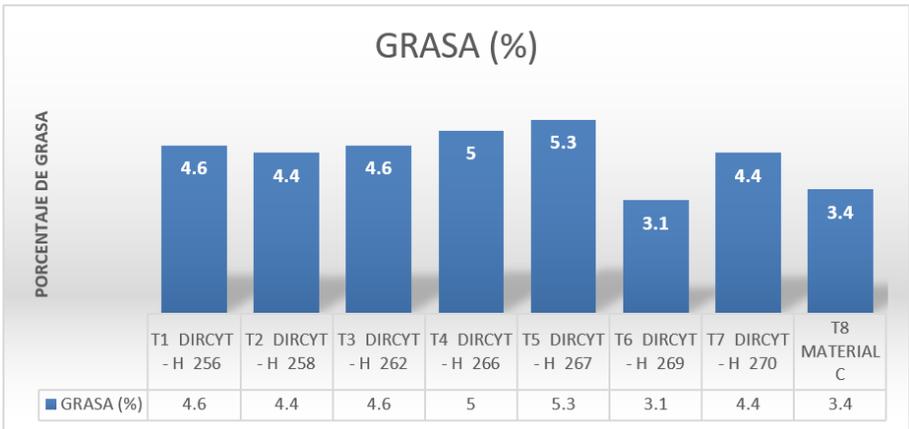


Figura 3. Resultados de los análisis de grasa realizados en los rehiletes a base de polvo de cascarilla de cacao

### Porcentaje de fibra

Los valores de relación más elevada registrada para el porcentaje de fibra lo presentaron el DIRCYT – H 270 y el material Testigo (27,30 y 7,20). El valor más bajo lo obtuvo el DIRCYT – H 269(23,60) seguido de los demás tratamientos. Los resultados en el análisis de fibra coinciden con los obtenidos por (Mieres *et al.*, 2011), en sus análisis del desarrollo de una galleta a partir del orujo de uva, indica que puede ser utilizada como fuente de fibra para el consumo humano debido a que su ingestión está asociada con una variedad de efectos fisiológicos. (Cedeño, 2015) indica que los resultados obtenidos en la caracterización de la harina a partir de la semilla de mora para utilizarla en la elaboración de alimentos se encuentran dentro de los parámetros obtenidos en esta investigación.

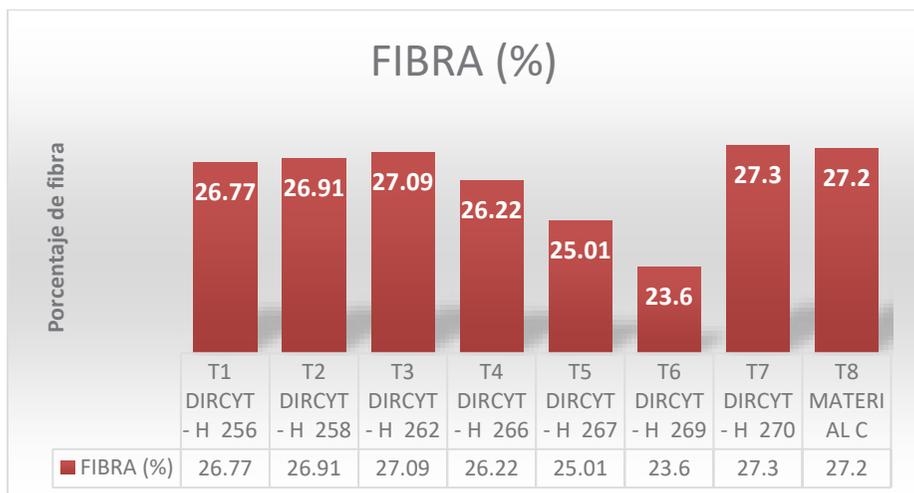


Figura 4. Resultados de los análisis de fibra realizados en los rehetes a base de polvo de cascarilla de cacao

### Variables microbiológicas

Los resultados expresados en la Tabla 5 donde se evaluó el contenido de mohos y levaduras presentes en las galletas, presenta anomalías solo en los tratamientos T5 (DIRCYT – H 267) y T6 (DIRCYT – H 269) habiendo en el resto cero contaminación lo cual esto hace viable para la elaboración de las galletas y su posterior consumo.

Cabe notar que los resultados microbiológicos cumplen con los requisitos dispuestos en la Norma INEN 1529-10, lo que se expone un procedimiento realizado con inocuidad ya que se podría decir que en la mayoría de las placas no se detectó desarrollo de mohos y levaduras, lo cual indica que existió una excelente elaboración y almacenamiento del producto final. (Carrión, 2015) coincide con los valores obtenidos en este estudio ya que demuestra que la elaboración y evaluación nutricional de galletas funcionales a base de harina de haba se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 5. Resultados de los análisis de mohos y levaduras realizados en los rehetes a base de polvo de cascarilla de cacao

Pruebas microbiológicas	Unidad	Muestra	Resultado	N° de unidades	Valor de referencia	Método de ensayo
Mohos	ufc/g	T5 DIRCYT - H 267	$1.0 \times 10^{-2}$	33	100-200	NTE INEN 1 529-10
Levaduras	ufc/g	T6 DIRCYT - H 269	$1.0 \times 10^{-2}$	33	100-200	NTE INEN 1 529-10

Matriz de Correlación de Pearson para variables físicas, químicas y organolépticas

En la Tabla 6 se presentan los coeficientes de correlación entre las variables entre las variables de calidad física química de cascarilla de ocho líneas híbridas provenientes de la Finca Experimental “La Represa” durante el periodo Enero- Junio del 2016. Se encontró asociación altamente significativa con tendencia negativa entre las variables color amarillo y color marrón con  $r^2 = -0.67$ , proteína y color amarillo  $r^2 = -0.64$ , materia orgánica y textura firme  $r^2 = -0.87$ , materia orgánica y aroma moderado a chocolate  $r^2 = -0.88$ , fibra y humedad  $r^2 = -0.88$ , materia orgánica y ceniza  $r^2 = -0.99$ , fibra y proteína  $r^2 = -0.71$  según el análisis de correlación de Pearson. Se encontró una asociación altamente significativa entre el aroma intenso a chocolate y el color marrón  $r^2 = 0.64$ , proteína y color marrón  $r^2 = 0.66$ , materia seca y color amarillo  $r^2 = 0.64$ , aroma moderado a chocolate y textura firme  $r^2 = 0.95$ , ceniza y

textura firme  $r^2=0,84$ , ceniza y aroma moderado a chocolate  $r^2= 0,87$ , fibra y materia seca  $r^2=0,88$  Lo cual indica una tendencia positiva esta entre un 64% es decir ambas variables están directamente proporcional.

Tabla 6. *Matriz de correlación de Pearson para las variables físicas químicas y sensoriales de rehiletes a partir de cascarilla de cacao de líneas híbridas. FCP-UTEQ. 2016*

	C. MAR RR ON	C. AM ARIL LO	T. BL AN DA	T. FI R M E	S. MOD A CHO C	A. MOD A CHO C	HU ME DAD (%)	CE NIZ A (%)	MAT . SEC A (%)	PRO TEI NA (%)	GR AS A (%)	FI BR A (%)
C. MAR RON	1.00											
C. AMA RIL LO	0.67 **	1.00										
T. BLA NDA	0.40	- 0.16	1.0 0									
T. FIR ME	0.39	0.37	0.3 6	1.0 0								
S. MOD A CHO C	0.45	0.05	0.5 3*	0.6 3*	1.00							
S. INT A CHO C	- 0.11	- 0.04	0.0 4	0.0 3	-0.28							
A. MOD A CHO C	0.37	0.39	0.3 2	0.9 5* *	0.43	1.00						

A. INT A CHO C	0.64 **	0.57 *	- 8	0.1 4	0.27	0.01						
HUM EDA D (%)	0.18	0.64	- 0.1 2	- 0.4 7	- 0.51*	-0.40	1.00					
CENI ZA (%)	0.25	0.34	0.3 9	0.8 4*	0.22	0.87*	-0.11	1.0 0				
MAT · SEC A (%)	- 0.18	0.64 **	0.1 2	0.4 7	0.51*	0.40	-10	0.1 1	1.00			
MAT · ORG (%)	- 0.24	- 0.35	- 0.3 7	0.8 7*	-0.27	0.88*	0.15	0.9 9**	-0.15			
PRO TEIN A (%)	0.66 **	0.64 **	0.0 4	- 0.0 2	-0.34	0.15	0.63 *	0.2 4	- 0.63 *	1.00		
GRA SA (%)	0.10	0.30	- 0.3 0	0.4 2	0.08	0.40	- 0.59 *	0.2 3	0.59 *	-0.02	1.0 0	
FIBR A (%)	- 0.09	0.39	0.3 2	0.3 2	0.68	0.20	0.88 **	- 0.1 2	0.88 **	0.71 **	0.2 4	1.0 0

<0.36= NO SIGNIFICATIVO (NS)      0.381-0.486=SIGNIFICATIVO (\*) >0.487-  
1.00=ALTAMENTE SIGNIFICATIVO (\*\*)

Legenda:

C. MARRÓN Color marrón      S. MOD A CHOC      Sabor moderado a chocolate  
MAT. SECA (%)      Porcentaje de materia seca  
C. AMARILLO Color amarillo      A. MOD A CHOC      Aroma moderado a chocolate  
PROTEÍNA (%)      Porcentaje de proteína  
T. BLANDA Textura blanda      HUMEDAD (%)      Porcentaje de humedad  
GRASA (%)      Porcentaje de grasa  
T. FIRME Textura firme      CENIZA (%)      Porcentaje de ceniza  
FIBRA (%)      Porcentaje de fibra

## Análisis sensorial

Se efectuó un análisis de componentes principales para poder determinar las características sensoriales que se estudió a las diferentes muestras de rehiletes elaboradas a base de polvo de cascarilla de híbridos de cacao. Para determinar este proceso fueron capaces de explicar un 65,7% de la varianza total asociada al impacto que tiene las características de los rehiletes sobre el análisis sensorial.

Respecto a la figura 4 (lado negativo de CP1 y positivo de CP2) agrupó los materiales T4 (DIRCYT – H 266), T5 (DIRCYT – H 267), T6 (DIRCYT – H 269), T7 (DIRCYT – H 270) y T8 (MATERIAL C) los cuales se rechazan pues están lejos de obtener las características de sabor intenso a chocolate y color amarillo, los mismos que se estudiaron en el análisis sensorial. Resultados coinciden con (Toaquiza, 2012) en la elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de amaranto y panela indica que el color es una cualidad que atrae y la variación puede influir en el momento de hornear el alimento así mismo nos muestra que el sabor es la impresión que causa un alimento en el órgano del gusto.

En el CP1 lado derecho inferior positivo se pudo observar que simplemente el material T1 (DIRCYT – H 256) se asemeja o se pudo acercar más a las características de color marrón y aroma intenso a chocolate, siendo este el más aceptable y agradable en el análisis sensorial por las características que este obtiene. (Delgado *et al.*, 2013) demuestra en la elaboración de galletas enriquecidas con harina de barrilete negro tienen una mayor intensidad en el color por su aspecto visual como brillante y el olor intenso a la harina.

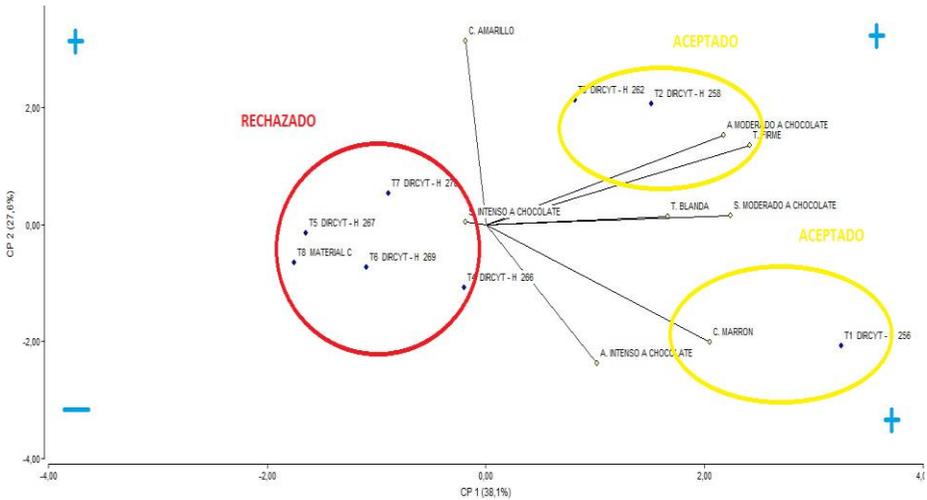


Figura 5. Análisis sensorial en cascarilla de híbridos de cacao CP (64,7) %

Mientras que el CP2 lado positivo se pudieron agrupar los materiales T2 (DIRCYT – H 258) y T3 (DIRCYT – H 262) dirigiéndose a las características de aroma moderado a chocolate y textura firme, siendo este también los más aceptados al igual que el material T1(DIRCYT – H 256) por ser los materiales con excelente perfil sensorial. (Monzón *et al.*, 2014) demuestra que la galleta dulce con ajonjolí tostado y molido se caracteriza como un producto crujiente, pero suave, de fácil masticación y un aroma que caracteriza e identifica el producto resultados que coinciden con los análisis sensoriales de textura y aroma de los rehiltes de chocolate.

Finalmente, en el CP2 lado izquierdo positivo solo se presentó el material T7 (DIRCYT – H 270) siendo este rechazado, pues no presento ningún perfil sensorial aceptable, ya que sus características estuvieron muy bajas.

## Análisis Económico

En el análisis económico que se observan en la Tabla 7, no hay diferencia entre los tratamientos con respecto a costo, puesto que al elaborar el alimento (rehiletes) no se utilizaron niveles para cada muestra, los ocho tratamientos llevaron formulación igual por lo tanto no existe variabilidad económica entre tratamientos.

Tabla 9. *Costo de elaboración y rentabilidad (dólares), en la elaboración de rehilete de Chocolate base de polvo de cascarilla de cacao FCP. UTEQ .2016*

TRATAMIENTOS								
RUBROS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Ingresos								
Rehiletes de chocolate	10	10	10	10	10	10	10	10
Costo prod/moldes para galletas	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
TOTAL INGRESOS USD	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Costos Generales								
Cascarilla	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Harina de trigo	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Azúcar	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Huevos	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Fundas herméticas	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mantequilla	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Esencia de vainilla	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Análisis de Laboratorio	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16
Varios (10%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
COSTOS TOTALES	5,79	5,79	5,79	5,79	5,79	5,79	5,79	5,79
BN	4,21	4,21	4,21	4,21	4,21	4,21	4,21	4,21
B/C	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
RENTABILIDAD %	72,71	72,71	72,71	72,71	72,71	72,71	72,71	72,71

BN= Beneficio Neto								
B/C= Beneficio/Costo								

## CONCLUSIONES

- En el estudio sobre el porcentaje de Humedad se pudo observar que existió diferencia significativa pues de los ocho tratamientos solo el T6 (DIRCYT – H 269) obtuvo un valor alto con 9,31% diferente estadísticamente de los demás tratamientos.
- Así mismo para el análisis de Proteína pues los tratamientos T1(DIRCYT – H 256), T5 (DIRCYT – H 267) y el T6 (DIRCYT – H 269) con 2,76; 2,63 y 2,71% obtuvieron resultados más altos que el resto de tratamientos, pues en la mayoría se puede encontrar resultados similares, sin mucha diferencia.
- Para el análisis de grasa el tratamiento con menor valor lo obtuvo el T6 (DIRCYT – H 269) con 3,1% seguido por el T8 (material C) con 3,4%, mientras que el resto de tratamientos estudiados presentaron valores parejos.
- En el análisis de fibra para el tratamiento T6 (DIRCYT – H 269) se presentó con un valor menor al resto, con 23,6% al contrario de los demás tratamientos los cuales presentaron resultados casi iguales.
- Para el resto de variables estudiadas como lo son Ceniza, Materia seca, Materia orgánica no existió variabilidad en los resultados pues sus valores estuvieron casi iguales, con diferencia mínima los cuales son aceptables.
- En los tratamientos T5 (DIRCYT – H 267) y T6 (DIRCYT – H 269) presento dichas anomalías por contaminación mínima de mohos y levaduras, pues son rechazados para el consumo alimenticio, en esto puede influir la característica de la cascarilla de estos tratamientos por su estado de almacenamiento.

- Con respecto a los tratamientos T4 (DIRCYT – H 266), T5 (DIRCYT – H 267), T6 (DIRCYT – H 269), T7 (DIRCYT – H 270) y el T8 (Material C) no obtuvieron características aceptables los cuales fueron rechazados, pues no cumplen con los parámetros que se requieren, al contrario de los tratamientos T1 (DIRCYT – H 256), T2(DIRCYT – H 258) y T3 (DIRCYT – H 262) obtuvieron características de aroma intenso a chocolate, aroma moderado, color marrón y textura firme, motivo por el cual estos tratamientos no fueron rechazados, sino más bien aceptados durante el estudio sensorial.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda los tratamientos estudiados T1 (DIRCYT – H 256), T2 (DIRCYT – H 258) y T3 (DIRCYT – H 262) pues fueron los que presentaron excelentes características físico-químicas y organolépticas.
- Cabe señalar que, aunque tres tratamientos T1 (DIRCYT – H 256), T2 (DIRCYT – H 258) y T3 (DIRCYT – H 262) presentaron excelentes características y solo un tratamiento T6 (DIRCYT – H 269) no fue aceptable.
- Usar otros residuos como mazorca de cacao para elaborar otros productos ya que puede convertirse en un insumo productivo y muy rentable ya que la cascara contiene pectina, esto es un espesante natural muy usado en la industria alimentaria.

## LITERATURA CITADA

- Almonacid, G. (2016). Evaluacion de la variacion del contenido de polifenoles en almendras vegetales, en funcion del metodo de conservacion empleado. Universidad Nacional del Cuyo, Mendoza. Recuperado el 15 de Marzo de 2016, de <http://bdigital.uncu.edu.ar/7350>
- Auquiñivin, E., & Castro, E. (2015). Elaboración de galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos. *Industrial Data*, 18(1), 84-90. Recuperado el 10 de Junio de 2016, de <file:///E:/Documents/Downloads/discucion%20de%20humedad%20y%20ceniza.pdf>
- Ayeni, L. (2010). Efecto de la asociacion de la ceniza de mazorca del cacao y NPK fertilizante en propiedades del suelo, absorcion de nutrientes y rendiemento del maiz (zea mays). *Revista de ciencias americanas*, 79-84. Recuperado el 19 de Noviembre de 2015
- Baena, L., & Garcia, N. (2012). Obtencion y caracterizacion de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de (*Theobroma cacao* L.) de una Industria chocolatera colombiana. Pereira.
- Bazan, G., Gabrielli, R., Acosta, D., & Rojas, J. (2015). Galleta de buena aceptacion a base de harina de arroz (oriza sativa) y harina de papa (*solanum tuberosum*) var. parda pastosa. *Revista Cientifica de la Universidad Nacional de Trujillo*, 5(1), 78-79. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/agroind.science.2015.01.07>
- Carrión, K. (2015). Elaboración y evaluación nutricional de galletas funcionales a base de harina de haba (*vicia faba* l.) Enriquecidas con extracto hidrofílico de camote (*Ipomoea batatas* L.). Escuela Superior Politecnica del Chimborazo, Riobamba. Recuperado el 5 de Julio de 2016, de <file:///E:/Documents/Downloads/discucion%20para%20grasa.pdf>
- Cázares, L. (1991). *Técnicas actuales de investigación documental*. México: Trillas.
- Cedeño, M. (2015). Caracterización físico-químico de la harina a partir de semilla de mora (*rubus glaucus*), y su utilización en la

elaboración de alimentos enriquecidos. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Quevedo. Recuperado el 2 de Julio de 2016, de file:///E:/Documents/Downloads/discusion%20fibra.pdf

Ceron, A., Bucheli, M., & Osorio, O. (2014). Cerón C, Andrés Felipe; Bucheli J, Mauricio Alexander; Osorio Mora, Oswaldo. Redalyc, 63(2), 1-12. Recuperado el 8 de Julio de 2016, de file:///E:/Documents/Downloads/169930904002%20grasa%20y%20materia%20seca.p

Delgado, F., Emmanuel, R., Jesus, R., & Roberto, M. (2013). Elaboración de galletas enriquecidas con barrilete negro (*euthynnus lineatus*): caracterización química, instrumental y sensorial. Redalyc, 29(3), 287-300. Recuperado el 5 de Julio de 2016, de file:///E:/Documents/Downloads/discusion%20de%20proteina.pdf

Pesantes, A., (2014). Efecto de la sustitucion de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de pulpa de tuna purpura (*opuntia ficusindica*) sobre las características físico químicas y sensoriales de galletas dulces. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo. Recuperado el 10 de Junio de 2016, de [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/855/1/PESANTES\\_ALEXANDER\\_TRITICUM\\_AESTIVUM\\_OPUNTIA%20FICUS%20INDICA.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/855/1/PESANTES_ALEXANDER_TRITICUM_AESTIVUM_OPUNTIA%20FICUS%20INDICA.pdf)

Espin, C. (2013). Caracterizacion física química y sensorial de trece clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional establecidos en la finca "La Represa" para la obtencion de pasta. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Quevedo. Recuperado el 22 de Febrero de 2016, de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/243/1/T-UTEQ-0001.pdf>

Gavilanes, J. (2015). Evaluacion de la absorcion y disorcion en la testa de cacao (*Theobroma cacao* L.) adicionada con miel de caña para la obtencion de un producto alimentario. Quevedo. Recuperado el 10 de Noviembre de 2015, de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/297/1/T-UTEQ-0034.pdf>

Gaytan, R. (2015). elaboracion de galleta con alto contenido proteico a base de harina de garbanzo (*cicer arietinum* L.). Universidad

Autonoma agraria Antonio Narro, Buenavista. Recuperado el 5 de Julio de 2016, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6614/63298%20GAYTAN%20RODRIGUEZ%2c%20ROSA%20ELVA%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Giraldo, S., & Velasco, C. (14 de Julio de 2014). Consumo de fibra dietetica en lactantes menores de dos años y estreñimiento funcional. *scielo*, 62(1), 35-40. Recuperado el 7 de Mayo de 2016, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v62s1/v62s1a05.pdf>

Gray, J. (2006). Fibra Dietetica. Fundacion Sueca de Nutricion, 7-8.

Hernandez, A., Garcia, D., & Calle, J. (Septiembre de 2014). Desarrollo de una galleta dulce con ajonjolí tostado y molido. *Scielo*, 255. Recuperado el 5 de Junio de 2016, de [scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852014000300003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852014000300003)

Llopart, E., Perez, M., Borda, D., & Lopez, L. (2014). Evaluacion de la cantidad nutricional de galletas dulces de bajo valor glucidico del mercado de la ciudad del Rosario, Argentina. *Revista Española de Nutricion Humana y Dietetica*, 18(4), 205-211. doi:10.14306/renhyd

Lopez, P. (2013). Elaboracion de Compost a partir de la cascarilla de cacao. 2-3. Riobamba, Ecuador.

Meisner, N., Muñoz, K., Restovich, R., Zapata, M., Camoletto, S., Torrent, M., & Molinas, J. (Junio de 2011). Fibra alimentaria: consumo en estudiantes universitarios y asociacion con sindrome de intestino irritable. *Redalyc*, 14(26), 91-100. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87717621007>

Mieres, A., Andrade, A., Garcia, L., & Londoño, P. (24 de Noviembre de 2010). Desarrollo de una galleta a partir del orujo de uva variedad criolla negra . *Dialnet*, 11(2), 191-205. Recuperado el 5 de Julio de 2016, de <file:///E:/Documents/Downloads/Dialnet-DesarrolloDeUnaGalletaAPartirDelOrujoDeUvaVariedad-3758390%20FIBRA.pdf>

Mora, I., Roman, S., & Spencer, K. (2013). Proyecto de promocion de la seguridad alimentaria y nutricional en las ferias del agricultor.

Actividades, Costa Rica. Recuperado el 2 de Junio de 2016, de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/13766/019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Morillo, M., Visbal, T., Altuve, D., Ovalles, F., & Medina, A. (Mayo de 2013). Valoración de dietas para alevines de *Colossoma macropomum* utilizando como fuentes proteicas harinas: de lombriz (*Eisenia foetida*), soya (*Glycine max*) y caraotas (*Phaseolus vulgaris*). *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2), 147-154. Recuperado el 11 de Junio de 2016, de <file:///E:/Documents/Downloads/discusion%20materia%20seca.pdf>
- Nelly, T. (2012). Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de amaranto iniap-alegría (*amaranthus caudatus*) y panela. Universidad técnica de ambato, Ambato. Recuperado el 5 de junio de 2016, de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3118>
- Padilla, F., Rincon, A., & Bou-Rached, L. (2008). Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(3), 84-102. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de <http://crawl.prod.proquest.com.s3.amazonaws.com/fpcache/e0d1b331986f7fe6288807013fb2b73a.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJF7V7KNV2KKY2NUQ&Expires=1468221786&Signature=VIw%2FyDWmIiIQ7qrGM%2FcXmzg7mPU%3D>
- Párraga, C. (2015). Calidad física y organoléptica de las almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.) mediante métodos de fermentación y estaciones climáticas, Fortaleza del Valle. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/38/1/P%C3%A1rraga%20Vera%20Carlos%20Lu%C3%ADs.pdf>
- Párraga, D. (31 de Noviembre de 2013). Caracterización físico química y sensorial de 12 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para la obtención de pasta de chocolate en el Cantón Quevedo, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21-34. Recuperado el 8 de Noviembre de 2015, de <http://www.uteq.edu.ec/revistacyt/articulo.php?idr=15&idc=95>

- Ruiz, V. (2014). Identificación de sabores alimentarios ancestrales y sus aportes nutricionales para los problemas de mal nutrición infantil en la comunidad de Maconta debajo de Portoviejo Manabi. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Recuperado el 28 de Septiembre de 2015, de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7919/DISERTACI%C3%93N%20VICTORIZ%20RUIZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sanchez, V. (2007). Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.) para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. Quevedo. Recuperado el 2 de Octubre de 2015, de [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion\\_organoleptica\\_cacao%20\\_Theobroma%20cacao%20L.\\_seleccion\\_arboles\\_%20perfiles\\_sabor\\_interes\\_comercial.pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao%20_Theobroma%20cacao%20L._seleccion_arboles_%20perfiles_sabor_interes_comercial.pdf)
- Torres, M. (2012). Influencia de las características y procesamiento del grano de cacao en la composición físico química y propiedades sensoriales del chocolate negro. Universitat Rovira I Virgili, Reus. Recuperado el 15 de febrero de 2016, de [http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/80743/Tesi\\_%20MTM\\_2012.pdf?sequence=1](http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/80743/Tesi_%20MTM_2012.pdf?sequence=1)
- Zucushañay, M. (2015). Efecto antimicrobiano de extractos acuosos de cascara y semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre cepa de *extractococcus mutans*. Estudio in vitro. Universidad Central del Ecuador, Quito. Recuperado el 5 de Abril de 2016, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4818/1/T-UCE-0015-165.pdf>
- Zuriday, S. (2007). Extracción de la manteca a partir de las semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) utilizando dióxido de carbono en condiciones super críticas como solvente. Caracas. Recuperado el 2 de marzo de 2016, de [http://www.ruta.org/CDOC-Deployment/documentos/EXTRACCI%C3%93N\\_DE\\_MANTECA\\_A\\_PARTIR\\_DE\\_LAS\\_SEMILLAS....pdf](http://www.ruta.org/CDOC-Deployment/documentos/EXTRACCI%C3%93N_DE_MANTECA_A_PARTIR_DE_LAS_SEMILLAS....pdf)

# **CAPÍTULO VIII**

## **BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS PRESENTES EN EL MUCÍLAGO DE DOS VARIEDADES DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.), COMO CULTIVO LÁCTICO INICIADOR**



**CHRISTIAN AMABLE VALLEJO TORRES  
JAIME FABIÁN VERA CHANG  
JORGE GUSTAVO QUINTANA ZAMORA  
DIANA CAROLINA VERDEZOTO QUINATO  
LISSETH ESTEFANÍA CAJAS ANCHUNDIA  
THALÍA YANINA MENDOZA GARCÍA**

## RESUMEN

La producción y distribución de las bacterias ácido lácticas (BAL), se generan gracias a la elaboración de alimentos fermentados utilizándolos por su habilidad de acidificación y preservación, por ello este trabajo se dio con el fin de caracterizar a las bacterias ácido lácticas (*Lactococcus spp*), presentes en el mucílago de cacao (Nacional EET-103 y Trinitario CCN-51) para usar como precursores de conservación natural, en productos alimenticios mínimamente procesados y frescos. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo bi-factorial AxB, con 16 tratamientos y 4 repeticiones. Para la determinación de la diferencia de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. En base al análisis estadístico se determinó que las bacterias *Lactococcus spp* aisladas del mucílago de cacao Nacional (EET-103) y Trinitario (CCN-51) no presentaron susceptibilidad ante los antibióticos como oxitetraciclina, penicilina y enrofloxacina, solo la BAL extraída del cacao Trinitario presentaron cierta susceptibilidad al antibiótico enrofloxacina. El género de bacteria *Lactococcus spp* aislada en las dos variedades, mostraron sensibilidad al producto de limpieza y desinfección llamado FULLTREX, igualmente presentaron resistencia a los otros dos productos de limpieza y desinfección llamados Yodo Total-12 y EASY-OFF. Las bacterias *Lactococcus spp* extraídas del cacao Nacional (EET-103), presentaron mayor capacidad de acidificación frente a los antibióticos en comparación a las bacterias extraídas del cacao Trinitario. Mientras que las bacterias extraídas de ambas variedades de cacao se comportaron igual en la capacidad de acidificación de la leche frente a diversos productos de limpieza y desinfección.

Palabras claves: Susceptibilidad, resistencia, inóculo, mucílago, acidificación, fermentación.

## ABSTRACT

The production and distribution of lactic acid bacteria (LAB) are generated thanks to the elaboration of food used for their acidification and conservation ability, so this work was done for the lactic acid bacteria characterization (*Lactococcus spp*), which are found in the mucilage of cacao (National EET-103 and Trinitario CCN-51) for the innovating and having preservation precursors in food products that are minimally processed and fresh. A completely random design was applied with an AxB bi-factorial arrangement is applied with 16 treatments and 4 replicates. In order to determine the difference in treatments was used the test of Tukey at 5% probability. Based on the statistical analysis, it was determined that lactic acid bacteria (*Lactococcus spp*) isolated from cacao mucilage of National (EET-103) and Trinitario (CCN-51) showed no susceptibility to antibiotics such as oxytetracycline, penicillin and enrofloxacin, only LAB extracted from the Trinitario cacao presented some susceptibility to the antibiotic enrofloxacin. The genus of *Lactococcus spp* bacteria isolated from the two varieties showed sensitivity to the cleaning and disinfection product called FULLTREX as presented resistance to the other two cleaning and disinfection products called Total Iodinel-12 and EASY-OFF. *Lactococcus spp* bacteria extracted from National Cocoa (EET-103) showed a higher acidification capacity than other antibiotics compared to *Lactococcus spp* bacteria extracted from Trinitarian cacao, while the bacteria extracted from both varieties of cocoa behaved the same in the capacity of milk acidification in presence of various cleaning and disinfection products, maintaining a certain level of acidification over time.

Key words: Susceptibility, resistance, inoculum, mucilage, acidification, fermentation.

## INTRODUCCIÓN

Los procesos agrícolas e industriales del *T. cacao* generan una serie de subproductos que tienen poca o ninguna utilización que a nivel de finca estos son desechados uno de estos es el mucilago de cacao habitualmente se desaprovecha más de 70 litros por tonelada de este material mucilaginoso (Vallejo *et al.*, 2016).

Las bacterias ácido lácticas se componen por un grupo de bacterias Gram positivas, habitualmente inmóviles, no esporuladas, con forma de cocos o bacilos. Son microorganismos fermentadores de carbohidratos con producción de ácido acético como producto principal (Holzapfel, 1997). Capaces de crecer a temperaturas inferiores a 5 °C y otras a temperaturas tan altas como 45 °C (García, 2007).

Actualmente las bacterias ácido lácticas (BAL), son conocidas por su principal participación en la elaboración de quesos, ya que estas además de brindar beneficios a la salud del consumidor, ofrecen características de sabor acidulado, asimismo, las bacterias lácticas son empleadas por las industrias alimenticias en la elaboración del yogurt, vino, encurtir carnes, embutidos y pescados (Córdoba y Malo, 2008).

Dentro de la clasificación de los quesos, se encuentran el queso crema de textura suave coagulada, no granulada y cremosa, de sabor ácido debido a la presencia de bacterias ácido lácticas Gram positivas como las del género *Lactococcus* y *Leuconostoc*, las cuales producen ácido láctico, además brindan un olor característico al producto. Este derivado lácteo es muy popular en América del Norte, usualmente utilizado para untar en panecillos, aderezo para ensaladas, también es empleado como un ingrediente para la elaboración de postres y tartas (Phadungath, 2004).

En Ecuador la cantidad de empresas dedicadas a la elaboración de queso crema, es mínima, comparada a las que se ofrecen queso fresco, ya que en el país ocho de cada diez ecuatorianos dicen que prefieren comprar queso fresco, le sigue en preferencia el mozzarella, queso crema, maduro, semi maduro; sin embargo, la marca más reconocida de queso crema en el país es la industria Láctea Toni S.A. (Gallardo, 2012; Orozco, 2015).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Rumiología y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la misma que está ubicada en el Km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, entrada al cantón Mocache, Provincia de Los Ríos.

La fruta se recolectó en la Finca Experimental “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), provincia de Los Ríos, Quevedo - Ecuador. La recolección de la fruta madura se la realizó en la mañana, 24 horas antes del procesamiento, de forma manual con tijeras de podar marca Felco 3, se lavaron en el laboratorio las frutas con agua clorada (100 ppm cloro) y se enjuagaron con agua potable. Se trocearon los frutos realizando 2 cortes longitudinales y 2 transversales y se separó manualmente la cáscara de las almendras. Para la extracción del exudado se utilizó un lienzo que sirvió para filtrar el mucilago mediante presión.

El mucílago fermentado en tres tiempos diferentes se tomaron 10 ml y se realizaron diluciones seriadas desde  $10^{-1}$  hasta  $10^{-6}$ , se sembró por duplicado en cajas de petri conteniendo medios selectivos para bacterias ácido láctico: agar MRS de Man, Rogosa y Sharpe .Las placas se incubaran en condiciones de microaerofilia durante 48 horas a 37 °C, las colonias seleccionadas fueron purificadas tres veces para obtener un cultivo puro de las colonias, estas serán reproducidas en el mismo medio de cultivo y conservadas en refrigeración para ensayos posteriores.

Las cepas purificadas se las identificó de acuerdo a los criterios de su morfología mediante tinción de Gram. Las pruebas de identificación fueron hechas principalmente para bacterias ácido lácticas (*Lactococcus spp*) de las cuales solo se caracterizó estos microorganismos porque son

los que más se utilizan como fuente de cepas iniciadoras en la industria alimentaria.

Los discos fueron realizados con papel filtro se esterilizaron dentro del autoclave y luego se secaron dentro de la cabina de seguridad previamente con luz UV, Una vez secos, se colocaron en orden en cajas petri esterilizadas en la cual se les vertió el antibiótico, producto de limpieza y desinfección respectivo (sin antibiótico 0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , antibiótico oxitetraciclina 30  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , antibiótico penicilina 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , antibiótico enrofloxacin 5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , sin producto de limpieza y desinfección 0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , producto de limpieza y desinfección Yodo Total-12 100  $\text{mg}/\text{L}$ , producto de limpieza y desinfección FULLTREX 100  $\text{mg}/\text{L}$  y producto de limpieza y desinfección EASY-OFF 50  $\text{mg}/\text{L}$ ).

Cada cepa en estudio se suspendió 20 UFC en agua de peptona estéril en tubos de ensayos ajustándose a una concentración de 0.5 McFarland. Con una micropipeta se tomó 500 cc del inóculo del tubo de ensayo y se sembró en la caja petri esparciéndolo con un asa de cayado para siembra. Se inoculó la superficie del agar, rotando la caja petri 60 ° cada vez para asegurar una completa distribución del inóculo, de esta forma se obtienen zonas de inhibición uniformemente circulares.

Los discos con la carga de antibióticos y productos de limpieza fueron aplicados dentro de la fase de inoculación. Donde se utilizó tres discos por caja petri en posición triangular. Se tomaron con pinzas estériles y una vez ubicados sobre el medio de cultivo se ejerció una ligera presión con la finalidad de evitar que se muevan o se desprendan. Las cajas inoculadas y con los discos ya aplicados se incubaron invertidas a 37 °C por el término de 48 horas. Después de dicho tiempo cada caja petri fue examinada visualmente, donde se midió el diámetro de las zonas de inhibición, incluyendo el disco.

Para esta medición se tomó 150 mL de leche descremada UHT “Mi Ranchito”, donde se diluyó 20 UFC de BAL (*Lactococcus spp*) en 1 mL de agua destilada estéril, esta disolución se le agregó a la leche y por último se adicionó los antibióticos, productos de limpieza y desinfección respectivamente, se incubaron 37 °C y se midió el descenso del pH durante 0 y 8 horas.

Para elaborar los cultivos iniciadores a ser empleados en la fabricación de queso crema se tomaron 20 cepas del género *Lactococcus spp* y con la ayuda de un agitador bórteX se disolvieron en tubos de ensayo con 5 mL de leche, luego se agregó en la leche con la que se elaboró el queso crema.

Se tomaron 2000 mL de leche entera, pasteurizada y con una temperatura ambiente por cada tratamiento divididos por las repeticiones en 500 mL, se agregó la solución de 5 mL, mezclando lentamente en tarrinas estériles, se taparon y se colocaron en baño maría a diferentes temperaturas de 35, 40 y 45 °C y otras se dejaron al ambiente aproximadamente a 30 °C, todas por 24 horas. Una vez realizada la incubación con bacterias a diferentes temperaturas, se realizó el desuerado para obtener el queso crema, tomando los pesos en una balanza gramera, antes y después de la pérdida del suero, después se agregó 1,5 % de sal refinada sobre el peso del queso crema que resultó del proceso, finalmente se procedió a almacenar a una temperatura de 8 °C para la elaboración de los diferentes análisis.

Al producto final se le realizó una valoración bromatológica como pH, grasa, humedad, cenizas y proteína, esto de acuerdo a los métodos de ensayos establecidos en la norma INEN 1528. Para la determinación de la carga bacteriana en el producto terminado, se utilizó agar MacConky, que permitió conocer si existía la presencia de las bacterias

*E. Coli* y *Salmonella*, bajo los métodos de ensayos estipulados en la norma NTE INEN 1 529 – 7.

Se evaluaron las principales características organolépticas: sabor, olor y textura a través de la prueba afectiva, los resultados obtenidos se tabularon en un programa estadístico de software libre.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el medio MRS se identificó el género *Lactococcus spp* del mucilago del cacao tipo Nacional EET-103 en los diferentes tiempos de fermentación como se lo representa en la Figura 1.

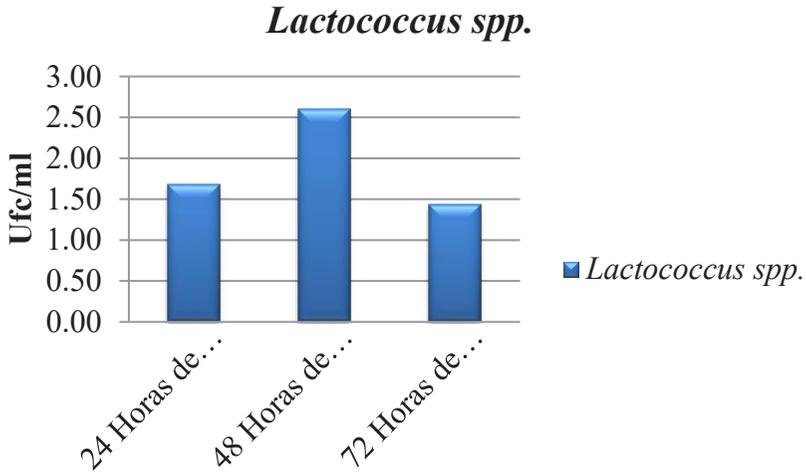


Figura 6. Aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas presentes en el mucilago de cacao (*Theobroma cacao L*) tipo Nacional EET-103.

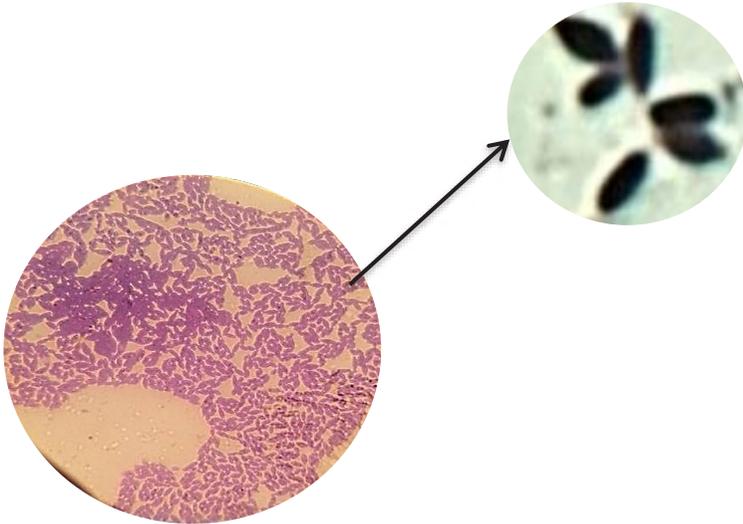


Figura 2. Observación microscópica de *Lactococcus spp.* en el medio de cultivo MRS (Man, Rogosa y Sharpe)

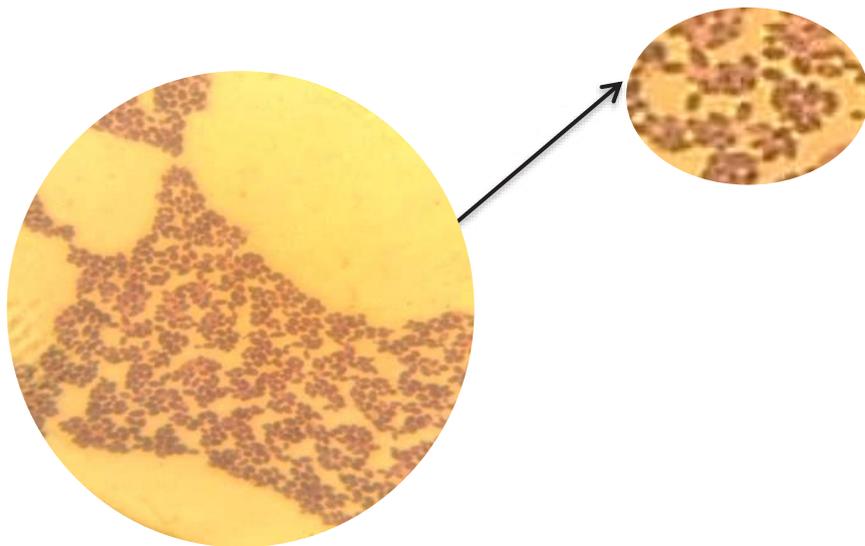


Figura 7. Observación microscópica de *Enterococcus spp* aislada en el medio de cultivo *Bilis Esculina*.

Estos resultados concuerdan con lo expresado por Rodarte (2011), durante la segunda fase de fermentación del cacao (48 horas) donde favorece al desarrollo de las bacterias lácticas, este desarrollo se da por la fermentación de los carbohidratos residuales y posterior consumo de ácido cítrico.

En la comparación de medias por Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 1.), en la variable antibiograma, existió diferencia estadística entre los tratamientos, siendo así para el T<sub>11</sub> (BAL extraída del cacao Nacional con producto de limpieza y desinfección FULLTREX) y T<sub>15</sub> (BAL extraída del cacao Trinitario con producto de limpieza y desinfección FULLTREX) la mayor inhibición de antibióticos, dando como resultado que los *Lactococcus spp* presentaron sensibilidad a dicho producto. Por otro lado en el T<sub>8</sub> (BAL extraída del CCN-51 con antibiótico enrofloxacina) se observó poca inhibición, dando como resultado que los

*Lactococcus spp* presentaron poca resistencia y para el resto de tratamientos no presentó inhibición.

En comparación a un estudio realizado por Alvarado *et al.* (2007), quien expone que ciertas bacterias son susceptibles o sensibles a ciertos productos que posean elementos de amonio cuaternarios, sustancias alcalinas entre otros. Siendo esto similar a los resultados encontrados en la presente investigación.

De acuerdo Tabla I, en la variable pH, se puede observar que existió diferencia entre los tratamientos, donde la mayor capacidad de acidificación se observó en los T<sub>1</sub> (0,87), T<sub>9</sub> (0,84) y T<sub>13</sub> (0,79), siendo que estos eran considerados como tipo testigo ya que no cuentan con ningún agente antimicrobiano. Por otro lado, los T<sub>6</sub> (0,15) y T<sub>8</sub> (0,15) presentaron menor capacidad de acidificación debido a la inhibición de los antibióticos hacia las BAL y los demás tratamientos presentaron valores intermedios. Hubo una leve inhibición acidificando levemente la leche. Las BAL extraídas del mucílago de cacao Nacional presentan mayor capacidad de acidificación en comparación a las bacterias extraídas del mucílago de cacao Trinitario, con una media de pH 0,43 y un coeficiente de variación de 8,02% en los resultados generales.

Comparando con los datos reportados por Olivera (2011), los valores de pH difieren entre 1,03 y 0,30 en lapsos de tiempo de 0 a 6 horas para las bacterias del genero *Lactococcus*, con lo que concuerda en cierto modo con la investigación.

Tabla I. Antibiograma o análisis de susceptibilidad y capacidad acidificadora de la leche.FCP-UTEQ.2018.

Factor A: BAL ( <i>Lactococcus spp</i> ) extraídas de variedades de mucílago	Antibiograma	$\Delta$ pH
1. Cacao Nacional (EET-103)	1,25 b	0,47 b
2. Cacao Trinitario (CCN – 51)	1,34 a	0,40 a
Promedio	1,29	0,43
Factor B: Antibióticos, productos de limpieza y desinfección		
1. Sin Antibiótico	1,00 c	0,78 d
2. Antibiótico Oxitetraciclina	1,00 c	0,20 a
3. Antibiótico Penicilina	1,00 c	0,32 b
4. Antibiótico Enrofloxacina	1,38 b	0,16 a
5. Sin producto de limpieza y desinfección	1,00 c	0,81 d
8. Producto de limpieza y desinfección Yodo Total-12	1,00 c	0,42 c
9. Producto de limpieza y desinfección FULLTREX	3,00 a	0,39 c

10. Producto de limpieza y desinfección EASY-OFF	1,00 c	0,42 c
Promedio	1,29	0,43
Interacción A*B		
T <sub>1</sub> BAL del Nacional sin antibiótico	1,00 c	0,87 f
T <sub>2</sub> BAL del Nacional + antibiótico Oxitetraciclina	1,00 c	0,25 b
T <sub>3</sub> BAL del Nacional + antibiótico Penicilina	1,00 c	0,39 c
T <sub>4</sub> BAL del Nacional + antibiótico Enrofloxacina	1,00 c	0,17 ab
T <sub>5</sub> BAL del Trinitario sin antibiótico	1,00 c	0,69 e
T <sub>6</sub> BAL del Trinitario + antibiótico Oxitetraciclina	1,00 c	0,15 a
T <sub>7</sub> BAL del Trinitario + antibiótico Penicilina	1,00 c	0,25 b
T <sub>8</sub> BAL del Trinitario + antibiótico Enrofloxacina	1,75 b	0,15 a

T <sub>9</sub> BAL del Nacional sin producto de limpieza y desinfección	1,00 c	0,84 f
T <sub>10</sub> BAL del Nacional + producto de L y D Yodo Total-12	1,00 c	0,42 cd
T <sub>11</sub> BAL del Nacional + producto de L y D FULLTREX	3,00 a	0,37 c
T <sub>12</sub> BAL del Nacional + producto de L y D EASY-OFF	1,00 c	0,48 d
T <sub>13</sub> BAL del Trinitario sin producto de limpieza y desinfección	1,00 c	0,79 f
T <sub>14</sub> BAL del Trinitario + producto de L y D Yodo Total-12	1,00 c	0,42 cd
T <sub>15</sub> BAL del Trinitario + producto de L y D FULLTREX	3,00 a	0,42 cd
T <sub>16</sub> BAL del Trinitario + producto de L y D EASY-OFF	1,00 c	0,36 c
Promedio	1,29	0,43
C.V. (%)	9,64	8,02

Se identificó diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) en las variables humedad, proteínas y pH del queso crema (Tabla 2.), mientras que en la determinación de grasas y cenizas no existió

diferencia estadística. El queso crema fue elaborado a diferentes temperaturas (30, 35, 40 y 45 °C) con la adición de las BAL (*Lactococcus spp.*), provenientes del mucílago de cacao fino de aroma.

Tabla 2. Promedios de los análisis bromatológicos realizados a los quesos crema

Parámetros fisicoquímicos	Tratamientos				Probabilidad
	T <sub>1</sub> (QCF30°C BALMC)	T <sub>2</sub> (QCF35°C BALMC)	T <sub>3</sub> (QCF40°C BALMC)	T <sub>4</sub> * (QCF45°C BALMC)	
Humedad %	81,72 <sup>a</sup>	74,98 <sup>b</sup>	71,80 <sup>c</sup>	No determinado	<,0001
Cenizas %	2,29 <sup>a</sup>	2,31 <sup>a</sup>	2,37 <sup>a</sup>	No determinado	0,1124
Proteínas %	8,53 <sup>a</sup>	8,84 <sup>b</sup>	10,92 <sup>c</sup>	No determinado	<,0001
Grasa %	6,60 <sup>a</sup>	6,75 <sup>a</sup>	6,65 <sup>a</sup>	No determinado	0,6353

pH	4,89 <sup>a</sup>	4,71 <sup>b</sup>	4,53 <sup>c</sup>	No determinad o	<,0001
----	-------------------	-------------------	-------------------	-----------------------	--------

\*: No hubo fermentación por parte de las bacterias ácido lácticas *Lactococcus spp.*

Las diferencias se deben a la temperatura tal como lo indica Bain (2014), quien considera a la temperatura de fermentación como un factor importante en el rendimiento del queso, e indica que, a mayor temperatura, aumentan las pérdidas de humedad, disminuyendo el peso del queso, debido a la evaporación.

Al comparar con la norma mexicana (NMX-F-094) se demuestra que los valores obtenidos de ceniza se encuertaran dentro de los rangos permitidos con el min. de 0,5 %. Muñoz (2002), en el estudio de los alimentos y sus nutrientes, obtuvo un porcentaje menor de 1,17 % de cenizas.

La proteína tuvo una media de 9.44% mientras que Romero *et al.* (2009), en la evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema, determinaron un valor superior de 33,81 % al igual que Reyes (2014), en su investigación de la evaluación de los factores que afectan en el rendimiento del queso crema, obtuvo 19,89 %. Muñoz (2002), determinó un valor inferior de 7,55 % en su estudio de los alimentos y sus nutrientes de queso crema.

Según Valencia *et al.* (2008), en la estimación de la vida útil fisicoquímica, sensorial e instrumental de queso crema bajo en calorías, obtuvieron valores superiores al 15 % de grasa, al igual que Parra y Fonseca (2012), en la caracterización fisicoquímica, proximal y sensorial de un queso tipo crema saborizado, con un contenido del 11,65 %.

La diferencia presentada en los valores de pH, se debe al efecto de la temperatura en la fermentación al que fueron sometida la leche, es decir que entre mayor fue el calor (40 °C), hubo mayor producción de ácido láctico, al convertir la lactosa, considerando un mejor desarrollo de las bacterias en estudio, lo que se inclina con el estudio realizado por Ahmed *et al.* (2006), identificaron que las bacterias *Lactococcus spp.* crecen rápidamente a una temperatura de 37 °C, generando mayor cantidad de ácido láctico, por lo tanto, un pH inferior.

### Análisis microbiológico de los quesos crema

En la Tabla III, se muestran los resultados del conteo microbiológico realizados a los quesos crema, los parámetros fueron las diferentes bacterias Gram negativas presentes en cada tratamiento.

Tabla 3. Resultados del conteo microbiológico realizado a los quesos crema.

Parámetro (UFC/G)	Tratamientos			
	T <sub>1</sub> QCF30° CBALMC	T <sub>2</sub> QCF35° CBALMC	T <sub>3</sub> QCF40° CBALMC	T <sub>4</sub> *QCF45° CBALMC
<i>E. coli</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	No determinado
<i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	No determinado

\*T<sub>4</sub>: No hubo fermentación por parte de las bacterias ácido lácticas *Lactococcus spp.*

En la Tabla III se presenta incidencia o no de la bacteria *Escherichia coli* y *salmonella* en el queso crema denotando ausencia en todos los tratamientos. Al realizar una comparación con la NTE INEN 1528, se demuestra que los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permitidos, que corresponden a <10 para índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad y 10 para índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad. Según Romero *et al.* (2009), en la evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema, determinaron la presencia de la *E. coli* en todos sus tratamientos, al igual que Ramos *et al.* (2009), en el aislamiento, identificación y caracterización de bacterias ácido lácticas para la elaboración de queso crema tropical.

Análisis organolépticos de los quesos crema (Tabla 4.) no existió diferencia significativa entre los parámetros analizados en cada uno de los tratamientos.

TABLA 4. Promedios de los análisis organolépticos realizados a los quesos crema.

Parámetro organoléptico	Tratamientos				Probabilidad
	T <sub>1</sub> QCF30°C BALMC	T <sub>2</sub> QCF35°C BALMC	T <sub>3</sub> QCF40°C BALMC	T <sub>4</sub> * QCF45°C BALMC	
Acidez	3,00 <sup>a</sup>	3,26 <sup>ab</sup>	4,00 <sup>b</sup>	No determinado	0,0160
Sabor	3,60 <sup>a</sup>	4,20 <sup>a</sup>	4,73 <sup>b</sup>	No determinado	0,0002

Olor	3,20 <sup>a</sup>	3,80 <sup>ab</sup>	4,33 <sup>b</sup>	No determina do	0,0003
Textura	3,20 <sup>a</sup>	3,46 <sup>ab</sup>	3,93 <sup>b</sup>	No determina do	0,0314

Ramos *et al.* (2005), indica que en la elaboración de quesos crema con probiótico (*L.casei*), bajo en grasa, adicionado con inulina y saborizado, obtuvieron una acidez equilibrada, típica del queso crema; mientras que Parra y Fonseca (2012), mencionan que en la caracterización fisicoquímica, proximal y sensorial de un queso tipo crema saborizado, obtuvieron un 66,6 % de aceptación en el sabor, 66,1% de aceptación en el olor, 22,2% de aceptación en la textura dentro de la escala (me gusta mucho).

## CONCLUSIONES

- Para el desarrollo o crecimiento de las bacterias ácido lácticas su tiempo óptimo de reproducción es a las 48 horas, Existe presencia de *Lactococcus spp* y *Enterococcus spp* a las 48 horas de incubación en el mucilago de cacao tipo nacional (EET-103) y a las 72 horas de fermentación en mucilago de cacao de origen Trinitario (CCN-51).
- Las bacterias ácido lácticas (*Lactococcus spp*) aisladas del mucilago de cacao tipo Nacional (EET-103) y Trinitario (CCN-51) no presentaron susceptibilidad ante los antibióticos como Oxitetraciclina, Penicilina y Enrofloxacina, solo las BAL extraídas del cacao Trinitario presentaron cierta susceptibilidad al antibiótico enrofloxacina.
- El género de bacteria *Lactococcus spp* aislada tanto del mucílago de cacao tipo Nacional (EET-103) y de origen Trinitario (CCN-51), mostraron sensibilidad al producto de limpieza y desinfección llamado FULLTREX, así mismo cada género de *Lactococcus spp* de las dos variedades de cacao presentó resistencia a los otros dos productos de limpieza y desinfección llamados Yodo Total-12 y EASY-OFF.
- Las bacterias *Lactococcus spp* extraídas del mucílago de cacao Nacional (EET-103), presentaron mayor capacidad de acidificación frente a los antibióticos en comparación a las bacterias *Lactococcus spp* extraídas del mucilago del cacao Trinitario. Mientras que las bacterias extraídas del mucílago de ambas variedades de cacao se comportaron igual en la capacidad de acidificación de la leche frente a diversos productos de limpieza y desinfección, manteniendo cierto nivel de acidificación a través del tiempo.

- La fermentación de quesos crema las bacterias ácido lácticas *Lactococcus spp.*, mostro un crecimiento favorable entre 30°C y 40°C, cabe destacar que a 40°C de fermentación presentó mejores características bromatológicas y sensoriales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alvarado, C., Chacón, Z., Otoniel, J., Guerrero, B., & López, G. (Junio de 2007). Aislamiento, identificación y caracterización de bacterias ácido lácticas de un queso venezolano ahumado andino artesanal. FCV, XVII(3), 301-308.

Córdoba, L. H., & Malo, A. L. (2008). Productos lácteos fermentados como vehículo para microorganismos probióticos. Temas selectos de Ingeniería en Alimentos, 2, 50 - 57.

Francia Elena Valencia García, L. d. (2008). Estimación de la vida útil fisicoquímica, sensorial e instrumental de queso crema bajo en calorías. 5(1).

Gallardo, Y. T. (2012). Desarrollo Del Proceso De Elaboracion Del Queso Crema Para Impulsar La Industrialización De La Leche En La Parroquia El Chaupi-Machachi. QUITO.

García, J. (2007). Identificación de Bacterias Ácido Lácticas mediante perfiles de fermentación y ribotipificación. Tesis de grado, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Pachuca de Soto.

Guerrero, G. (2011). Revista Lideres. Recuperado el 17 de NOVIEMBRE de 2016, de <http://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuatoriano-historia-empezo-siglo.html>

Holzapfel, S. (29 de Abril de 1997). Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. International Journal of Food Microbiology, 36(1), 1-29.

INGRID BAIN . (2014). Etapas del proceso de elaboración de quesos. (1).

Muñoz, M. (2002). Los alimentos y sus nutrientes. Tablas de valor nutritivo de alimentos. México.

Olivera, J. (2011). Caracterización Tecnológica de Cepas de bacterias ácido lácticas aisladas de la leche . Universidad de la Republica , Unidad de Tecnología de Alimentos , Salto-Uruguay .

Orozco, M. (2015). Un tercio de la producción láctea se dedica al queso.

Parra, E., & Fonseca, R. (2012). Características fisicoquímica, proximal y sensorial de un queso tipo crema. 19(1).

Phadungath, C. (2004). Cream cheese products: A review. 27(1).

Ramos Izquierdo, B. G. (2009). Aislamiento, identificación y caracterización de bacterias ácido lácticas para la elaboración de queso crema tropical. 25(2).

Ramos L, G. Y. (2005). Elaboración de Queso Crema Probiótico (L. casei), Bajo en Grasa, Adicionado con Inulina y Saborizado. México.

Reyes, H. M. (2014). Evaluación de factores que afectan el rendimiento del queso Crema y Zamorella en la Planta de Lácteos de la EAP. San Antonio de Oriente.

Rodarte, M. d. (2011). Microorganismos y Chocolate. Artículo, UNAM, Revista Digital Universitaria.

Romero Castillo, L. R. (2009). Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicano de la región de tonalá, chiapas. 8(1).

Toqeer Ahmed, R. K. (2006). Influencia de la temperatura en el patrón de crecimiento de *Lactococcus lactis*, *Streptococcus cremoris* y *Lactobacillus acidophilus* aislada a partir de Camel Milk. *Science Alert*.

Vallejo, C., Díaz, R., Morales, W., Soria, R., Vera, J., & Baren, C. (2016). Utilizacion del mucilago de cacao ,tipo nacional y trinitario, en la obtencion de jalea. *Espam Ciencia*, 7(1).

Todos los países que gozan de condiciones ecológicas favorables, pueden, ahora con la tecnología moderna, ahora más que nunca, pensar en la posibilidad de desarrollar su producción de cacao, que además de constituir una fuente importante de divisas, contribuye en gran manera a la mejora del nivel de vida de una población rural que a menudo es la principal si no la única fuente de ingresos.

ISBN: 978-9942-626-18-9

