

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**TEMA:**

Determinación cuantitativa del contenido energético y de macro nutrientes de dos harinas elaboradas con pulpa y cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*), en Mazatenango, Suchitepéquez.

**ASESORES:**

MSc. Sammy Alexis Ramírez Juárez  
Ing. en Ali. Carlos Alberto Hernández Ordoñez

**LUIS FELIPE OBDULIO BARRIOS PINEDA**

**CARNÉ: 201144129**

**MAZATENANGO, 18 DE JULIO DEL 2017**

**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Suroccidente**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Rector
Dr. Carlos Enrique Camey Rodas	Secretario General

**Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano	Director
----------------------------------	----------

**Representante de Profesores**

MSc. José Norberto Thomas Villatoro	Secretario
-------------------------------------	------------

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma	Vocal
-----------------------------------	-------

**Representante Graduado del CUNSUROC**

Lic. Angel Estuardo López Mejía	Vocal
---------------------------------	-------

**Representantes Estudiantiles**

Lcda. Elisa Raquel Martínez González	Vocal
--------------------------------------	-------

Br. Irrael Esduardo Arriaza Jerez	Vocal
-----------------------------------	-------

## COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

MSc. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Luis Carlos Muñoz López

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

Lic. Mauricio Cajas Loarca

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Marco Antonio del Cid Flores

Coordinador Carrera Ingeniería en Agronomía Tropical

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos

Coordinadora Carrera Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y

Notario

Licda. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Inga. Agra. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume

Área

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

### Carreras Plan Fin de Semana del CUNSUROC

Coordinadora de las carreras de Pedagogía

Lcda. Tania Elvira Marroquín Vásquez

Coordinadora Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la  
Comunicación

MSc. Paola Marisol Rabanales

## **AGRADECIMIENTOS**

### **Dios Todopoderoso**

Por su amor y misericordia, por ser fuente de la Sabiduría y de todos los dones necesarios para poder lograr esta meta.

### **Hijo**

Luis Felipe Barrios Solares, este logro es dedicado especialmente para él, por ser la razón de mi vida.

### **Mi madre**

Delmy Nergidia Pineda Vela, por todos sus sacrificios y apoyo incondicional, por su amor y paciencia, ejemplo de lucha y de perseverancia, este logro es suyo.

### **Esposa**

Klerli Rubby Solares Urizar, por todo su amor y apoyo incondicional, por ser mi fuerza y adoración este logro se lo dedico con todo mi corazón.

### **Abuelos**

German Mardoqueo Pineda, Blanca Vela (QEPD), Obdulio Barrios. (QEPD), por su amor.

### **Padre**

Felipe Obdulio Barrios Palomeque, por su amor.

### **Tíos**

Francisco Liberto Pineda Vela (QEPD), Juan Carlos Pineda Leal (QEPD), Joel Liberto Pineda Leal, José Antonio Pineda Leal, este logro también es de ellos.

### **Familia**

Pineda Leal, Ríos, Rodas Mancio, este logro también es de ellos.

### **Suegros**

Augusto Israel Solares Rosales y Ana Patricia Urizar Pappa, por su apoyo incondicional.

### **Cuñados**

Rubby Klariza Solares Urizar y Augusto Israel Solares Urizar, por todo su cariño, los quiero como hermanos.

### **Mis asesores**

Dr. Sammy Alexis Ramírez Juárez e Ing. Carlos Alberto Hernández Ordoñez, por la valiosa orientación en la realización de mi trabajo de graduación.

**Mis Catedráticos**

Ing. Victor Manuel Nájera Toledo, Inga. Dora Emilia Rodas, Ing. Mynor Enrique Cárcamo, Ing. Aldo de León Fernández, Ing. Carlos Hernández, Dr. Sammy Ramírez, Ing. Liliana Esquit, Ing. Ángel Alfonso Solórzano, Dr. Edgar Del Cid Chacón, Inga. Astrid Argueta y Ph.D. Marco Antonio Del Cid Flores, por todo su apoyo y conocimientos recibidos durante mi carrera profesional.

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por ser mí casa de estudios y de formación profesional

## **ACTO QUE DEDICO A**

### **Dios Todopoderoso**

Por darme la oportunidad de vivir, por estar siempre a mi lado y darme la sabiduría necesaria para lograr esta meta.

### **Mi familia y amigos**

Por todo su amor, por su apoyo y por animarme cada día a luchar en la realización de mis propósitos.

### **Mis Padrinos**

Ph.D. Marco Antonio Del Cid Flores e Ing. Agr. Augusto Israel Solares Rosales, por su apoyo incondicional, durante mis estudios y formación profesional.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
1. Resumen.....	01
2. Abstract.....	03
3. Introducción .....	05
4. Justificación .....	07
5. Planteamiento del problema.....	09
6. Marco Teórico.....	11
6.1 Generalidades del plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> ).....	11
6.2 Características físicas del plátano.....	11
6.2.1 Forma.....	11
6.2.2 Tamaño.....	11
6.2.3 Color.....	11
6.3 Taxonomía del plátano.....	11
6.4 Valor nutritivo del plátano.....	13
6.5 Cultura alimenticia del plátano.....	14
6.6 Producción de plátano en Guatemala.....	15
6.7 Comercio exterior del plátano 2005-2013.....	16
6.8 Área cosechada de plátano en Guatemala.....	17
6.9 Perfil económico de plátano a nivel mundial.....	19
6.10 Harina de plátano verde.....	21
6.10.1 Características de la harina de plátano verde.....	21
6.10.2 Sensibilidad de la harina de plátano.....	21
6.10.3 Proceso tecnológico de harina de plátano.....	22
6.10.4 Control de calidad de harina de plátano.....	23
6.11 Cáscara de plátano verde.....	23
6.11.1 Usos de la cáscara del plátano.....	23
6.11.2 Antecedentes sobre la cáscara de plátano.....	24
6.12 Almidón de plátano verde.....	24
6.13 Análisis químico proximal de los alimentos.....	26

6.13.1 Análisis bromatológico.....	26
6.14 Bebida refrescante.....	26
6.15 Análisis sensorial de los alimentos.....	27
6.15.1 Propiedades sensoriales de los alimentos.....	28
6.15.2 Pruebas escalares de análisis sensorial.....	28
6.15.2.1 Propiedades sensoriales.....	30
6.15.3 Análisis estadístico para pruebas de muestra simple.....	31
7. Objetivos.....	32
8. Hipótesis.....	33
9. Recursos.....	34
9.1 Humanos.....	34
9.2 Institucionales.....	34
9.3 Físicos.....	34
9.4 Económicos.....	34
9.5 Materiales.....	35
9.5.1 Equipo y utensilios para elaboración de harina de plátano... 35	
9.5.2 Insumos para elaboración de harinas.....	35
9.5.3 Equipo para elaboración de bebidas.....	36
9.5.4 Utensilios y materiales para bebidas.....	36
9.5.5 Material y utensilio para la evaluación sensorial de bebida..	36
9.5.6 Material y utensilios para evaluación sensorial.....	36
10. Marco Operativo.....	38
10.1 Proceso de deshidratación de pulpa y cáscara de plátano verde.....	38
10.2 Proceso tecnológico de harina de plátano verde.....	39
10.3 Preparación de formulaciones.....	41
10.4 Metodología para la evaluación sensorial de la bebida.....	42
10.5 Metodología estadística para evaluación sensorial.....	42
10.6 Metodología para estimación de costos de la harina.....	43
10.7 Metodología para calcular el costo de las harinas.....	45
10.8 Rendimiento de las harinas de plátano verde.....	45

11. Resultados.....	47
12. Discusión de resultados.....	62
13. Conclusiones.....	65
14. Recomendaciones.....	67
15. Referencias bibliográficas.....	68
16. Apéndice.....	69
1. Diseño del deshidratador solar.....	69
2. Material utilizado para fabricación del deshidratador solar.....	70
3. Diagrama de flujo para elaboración de harina de plátano verde.....	71
4. Boleta de evaluación sensorial para panelistas de laboratorio.....	72
5. Cálculos de Panel Piloto de evaluación sensorial.....	74
6. Fotografías.....	78
7. Glosario.....	87
8. Resultados de análisis químico proximal realizado a la muestra de harina 100% pulpa de plátano verde.....	92
9. Resultados de análisis químico proximal realizado a la muestra de harina 78% pulpa y 22% cáscara de plátano verde.....	93

## ÍNDICE DE CUADROS

		<b>Pág.</b>
Cuadro 1	Clasificación Botánica del plátano según (Cronquist, 1980).	12
Cuadro 2	Composición nutricional de 100 g de plátano macho verde..	13
Cuadro 3	Composición mineral del epicarpio y la pulpa de plátano verde	14
Cuadro 4	Exportación de plátano en Guatemala.....	17
Cuadro 5	Rechazo del plátano en Finca Imara II.....	17
Cuadro 6	Principales productores mundiales de plátano en 2010.....	19
Cuadro 7	Países exportadores de plátanos frescos o secos.....	20
Cuadro 8	Formulación para la elaboración de harina de pulpa y cáscara de plátano verde.....	41
Cuadro 9	Formulaciones para la elaboración de una bebida refrescante a partir de harina de pulpa y cáscara de plátano verde para presentación en Panel Piloto de Evaluación Sensorial de Alimento.....	42
Cuadro 10	Método de análisis de varianza para un diseño de bloques al azar.	44
Cuadro 11	Deshidratación de la pulpa y cáscara de plátano verde.....	47
Cuadro 12	Harina de pulpa de plátano verde obtenida.....	48
Cuadro 13	Harina de cáscara de plátano verde obtenida.....	48
Cuadro 14	Formulación harina de pulpa de plátano verde para muestra 1 .....	49
Cuadro 15	Formulación harina de pulpa y cáscara de plátano verde para muestra 2.....	49
Cuadro 16	Costos para producción de 1,00 kg harina a nivel de laboratorio.	49
Cuadro 17	Concentración de macro nutrientes de muestras de los cuadros 14,15.....	51
Cuadro 18	Cuadro comparativo del aporte calórico de las dos harinas.....	53
Cuadro 19	Análisis de Varianza para olor.....	59
Cuadro 20	Análisis de Varianza para color.....	59
Cuadro 21	Análisis de Varianza para sabor.....	59
Cuadro 22	Análisis de Varianza para textura.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1	Resultados de los puntajes en la escala hedónica en el Panel Sensorial de olor .....	55
Tabla 2	Resultados de los puntajes en la escala hedónica en el Panel Sensorial de color .....	56
Tabla 3	Resultados de los puntajes en la escala hedónica en el Panel Sensorial de sabor .....	57
Tabla 4	Resultados de los puntajes en la escala hedónica en el Panel Sensorial de textura.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Pág.**

Figura 1	Área cosechada de plátano en Guatemala.....	17
----------	---	----

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Pág.

Gráfica 1.	Contenido de macro nutrientes presentes en las dos harinas elaboradas. (Agua, lípidos, fibra, proteína y cenizas).....	52
Gráfica 2.	Contenido de carbohidratos y materia seca total presentes en los dos harinas elaboradas.....	52
Gráfica 3.	Contenido energético presente en cada una de las harinas elaboradas.....	53
Gráfica 4.	Medias aritméticas obtenidas en el panel sensorial con respecto a olor .....	60
Gráfica 5.	Medias aritméticas obtenidas en el panel sensorial con respecto a color.....	60
Gráfica 6.	Medias aritméticas obtenidas en el panel sensorial con respecto a sabor.....	61
Gráfica 7.	Medias aritméticas obtenidas en el panel sensorial con respecto a textura.....	61

## 1. RESUMEN

El presente documento contiene un estudio delimitado por la línea de investigación de Seguridad Alimentaria y Nutricional, la cual ha tenido bastante auge, debido a la problemática nacional del aumento de desnutrición en que se encuentra Guatemala. Se elaboró esta investigación, tratando de proporcionar a la población de escasos recursos y en general, de un alimento con gran cantidad de macro nutrientes, esenciales para el buen funcionamiento del organismo, así también ayudando a personas con enfermedades como diabetes, obesidad e intolerancia al gluten.

El alimento en estudio en esta investigación es la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, la cual contiene mayor cantidad de macro nutrientes como proteínas y lípidos además de mayor contenido de fibra y cenizas que otra harina elaborada solo con pulpa de plátano verde, evidenciando que la cáscara, si atribuye beneficios nutricionales a la harina de pulpa de plátano verde.

Durante la investigación se visitó la finca productora de plátano Imara II, ubicada en aldea Bolivia, en el municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla, en donde se observó la gran cantidad de desperdicio de plátano verde que se produce en aquel lugar, denominándole producto de rechazo, el cual es aprovechado casi en su mayoría para abono orgánico, en esa debilidad fue encontrada una gran oportunidad; elaborar un alimento para consumo humano utilizando ese producto de rechazo de exportación de plátano verde.

Al elaborar la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, se comparó el contenido de macro nutrientes con otra harina solo con pulpa de plátano verde, que sirvió de referencia, llegando a la conclusión, con base en los resultados obtenidos del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la USAC, que la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, si contiene mayor cantidad en dos de los tres macro nutrientes (lípidos y proteínas) así como también, mayor cantidad en fibra y cenizas además, menor cantidad de calorías, seguidamente se elaboró una bebida refrescante, utilizando la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, para comprobar cuál es la aceptabilidad de la bebida, al ser evaluada con respecto a olor,

color, sabor y textura, en un Panel Piloto de Evaluación Sensorial de Alimentos, realizado por 15 panelistas, llegando a la conclusión de que la bebida evaluada en el panel (harina de pulpa y cáscara de plátano verde), gusta ligeramente a los panelistas de laboratorio, y de que no existe diferencia estadística en cuanto al olor y sabor de la bebida, pero si existe diferencia estadística entre las muestras (cinco formulaciones diferentes), en cuanto al color y textura de la bebida, concluyendo finalmente que la formulación con código 306, con 20% de harina de pupa y cáscara de plátano verde, obtuvo los mejores puntajes en la evaluación sensorial y por lo tanto la más aceptada por los panelistas.

Además a la harina en estudio (pulpa y cáscara de plátano verde) se le determinó su rendimiento, su estudio de costo por unidad de producción de un 1 kg, y también se diseñó y construyó un deshidratador solar de bajo costo para que las familias de escasos recursos puedan tener acceso a construir el propio y producir harina de pulpa y cáscara de plátano verde y de esta manera mejorar la alimentación de la población de Guatemala.

## 2. ABSTRACT

The present document contains a study delimited by the line of research of Food and Nutritional Security, which has had quite a rise, due to the national problematic of the increase of malnutrition in which Guatemala is found. This research was developed, trying to provide the population with scarce resources and in general, a food with a large amount of macronutrients essential for the proper functioning of the body, as well as helping people with diseases such as diabetes, obesity and gluten intolerance .

The food under study in this research is green banana pulp and shell meal, which contains more macronutrients such as proteins and lipids as well as higher fiber and ash content than other flour made only with green banana pulp, evidencing that the shell, if attributes nutritional benefits to the green banana pulp flour.

During the investigation the Imara II banana production farm, located in aldea Bolivia, in the municipality of Tiquisate, department of Escuintla, was visited. Where the great amount of waste of green banana that is produced in that place was observed, denominating him product of rejection, which is used almost for the most part for organic fertilizer, in that weakness was found a great opportunity; To prepare a food for human consumption using that product of rejection of export of green banana.

When making the green banana pulp and pea meal, the macro nutrient content was compared with another flour with only green banana pulp, which served as reference, and concluded, based on the results obtained from the Veterinary Bromatology Laboratory And USAC Zootecnia, that the pulp flour and green banana peel if it contains more macro nutrients (lipids and proteins) as well as fiber and ashes also less calories, then a refreshing drink was made, using the Pulp meal and green banana peel, to verify the acceptability of the beverage, when evaluated with respect to color, color, taste and texture, in a Panel of Sensory Evaluation of Foods by 15 panelists, arriving at the conclusion That the beverage evaluated in the panel (pulp flour and green banana peel), slightly like laboratory panelists, and that no exist difference is statistically significant in terms of the smell and taste of the beverage, but if there is a statistical difference between the samples (five different formulations) in terms of color and texture of the beverage, finally concluding that the formulation with code 306 with 20% flour

obtained the best points in the sensorial evaluation and there fore the most accepted by the panelists.

In addition to the flour under study (pulp and green banana peel) its performance, its cost per unit of production (1 kg) study was determined, and a low-cost solar dehydrator was also designed and built for families of Scarce resources can have access to build their own and produce pulp flour and green banana peel.

### 3. INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa paradisiaca*) es un alimento que proporciona muchos beneficios nutricionales, debido a que contiene una gran variedad de minerales como potasio, magnesio, hierro y zinc, en altas cantidades, y macro nutrientes como carbohidratos, proteínas, lípidos y fibra. En Guatemala el plátano se cultiva en grandes cantidades, en los departamentos de Escuintla, San Marcos, Suchitepéquez e Izabal, es un cultivo rentable. Actualmente Guatemala se encuentra entre los ocho mayores exportadores de esta fruta a nivel mundial (ver Cuadro 7 pág. 20). Es necesario que el plátano cumpla con varios requisitos, como el tamaño del fruto (longitud y grosor), estado de maduración (índice de madurez), manchas en su cáscara, etc. Por esta razón, gran cantidad de plátano no es posible exportarlo, denominándose producto de rechazo. El plátano de rechazo, que se cultiva en las fincas productoras del país, es utilizado como abono orgánico y en piensos para ganado vacuno, lo demás es desperdiciado ya que, el plátano verde no es consumido habitualmente por la población guatemalteca y menos el aprovechamiento de la cáscara para elaborar un alimento nutritivo de consumo humano.

Durante la investigación se elaboraron dos tipos de harina de plátano, una con 78% pulpa y 22% cáscara de plátano verde, y otra harina con 100% pulpa de plátano verde, se determinó el aporte de macro nutrientes de la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, comparando la cantidad de los componentes (carbohidratos, proteína, fibra, lípidos y cenizas) de las dos harinas, tomando en consideración que la harina con 100% pulpa de plátano verde, fue usada como referencia en la comparación cuantitativa de los macro nutrientes antes mencionados y del contenido energético. Se realizó un análisis químico proximal a cada tipo de harina (dos muestras en total). Además se determinó la aceptabilidad de una bebida refrescante, elaborada con la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, ya que esta es la que contiene mayor cantidad de macro nutrientes y la menor cantidad de calorías, se llevó a cabo un panel piloto con 15 panelistas, tomando la decisión de elaborar una bebida, porque se conoce que las personas en su mayoría tienden a consumir las bebidas en mayor cantidad que los alimentos sólidos, debido a la facilidad en su preparación, además de dar un

ejemplo de cómo puede ser consumida la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, evidenciando de esta manera su versatilidad en la producción de diferentes tipos de alimentos como: bebidas refrescantes, galletas, tortillas, tamales, atoles, etc.

El propósito de la investigación fue encontrar una alternativa alimenticia alta en macro nutrientes y baja en calorías, saludable al ser humano, debido a que en su mayoría la harina contiene almidones resistentes que funcionan como fibra, que ayudan a controlar la glucosa en sangre, esto según estudios citados en esta investigación, utilizando el plátano verde que es rechazado para exportación en la Costa Sur de Guatemala, elaborando una harina de plátano verde, que esté al acceso de toda la población guatemalteca.

Para determinar la aceptabilidad de la bebida refrescante a base de harina de pulpa y cáscara de plátano verde, se desarrolló un Panel Piloto de Evaluación Sensorial con 15 panelistas de laboratorio, en donde se evaluó el olor, color, sabor y textura de cinco formulaciones diferentes de la bebida, y de esta manera se conoció la formulación más aceptada por los panelistas para la bebida elaborada, y por las que obtuvieron los mayores puntajes en cada una de las características evaluadas.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

El plátano es una fruta muy consumida en estado maduro en Guatemala, pero no se consume la pulpa o la cáscara del plátano verde, además actualmente el plátano se consume en productos en donde no se aprovechan los nutrientes naturales que posee el fruto, como cuando es sumergido en aceites a altas temperaturas, cambiando su composición química y nutricional negativamente, formando compuestos tóxicos para el organismo como las acrilamidas que son cancerígenas, por lo cual se demostró cuantitativamente, si una harina elaborada a base de pulpa y cáscara de plátano verde contiene mayor cantidad de macro nutrientes, como carbohidratos, proteínas y lípidos, además de fibra y cenizas, así también de contener menor aporte calórico que otra harina elaborada a base solamente de pulpa de plátano verde, al comparar los resultados de los análisis químico proximales desarrollados a cada harina y con ello se evidenció que el aprovechamiento de la cáscara de plátano verde para elaborar harina, si agrega valor nutricional (macro nutrientes) para el ser humano.

Según (Martínez, 1997) la composición mineral de la cáscara del plátano verde, expresado en kilogramos de plátano en materia seca es de 14 g/kg de Nitrógeno, 14 g/kg de Fósforo, 57 g/kg de Potasio, 70 mg/kg de Zinc. Según el mismo autor la pulpa posee 8 g/kg de Nitrógeno, 0,7 g/kg de Fósforo, 18 g/kg de Potasio y 30 mg/kg de Zinc. Nutrientes que fueron aprovechados para la elaboración de una harina a base de plátano verde y luego una bebida refrescante, utilizando la cáscara del mismo, que coadyuve a mantener o aumentar la cantidad de macro nutrientes de la bebida, frente a la pérdida de los mismos que sufre durante su elaboración.

Además de demostrar que la harina de plátano (78% pulpa y 22% cáscara) verde posee mayor cantidad de macro nutrientes y menor cantidad de calorías que la otra con 100% pulpa de plátano verde, también se determinó la aceptabilidad por parte de panelistas de laboratorio de una bebida refrescante elaborada con la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, siendo esta la de mayor valor nutricional (mayor cantidad de macro nutrientes y menor aporte calórico).

Para conocer cuál harina de plátano es más rica en cuanto a macro nutrientes la harina en estudio (pulpa y cáscara de plátano verde), se elaboraron los dos tipos de harina

(78% pulpa y 22% cáscara y la otra con 100% pulpa) de plátano verde, se le realizó a cada una un análisis químico proximal, comparando cuantitativamente los resultados obtenidos, además se determinó el aporte energético de cada una de las harinas.

## 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El plátano se cultiva en grandes proporciones en el Suroccidente del país, es accesible para la población de escasos recursos de Guatemala, gran parte del plátano cultivado en suelos guatemaltecos es rechazado para exportación y no es aprovechado para elaborar productos de consumo humano.

Según el Banco de Guatemala (2013), el 86,7% de la superficie cosechada de plátano se encuentra en Escuintla con un 43,5%, San Marcos con 24,5%, Suchitepéquez con 12,4% e Izabal con 6,3%. Guatemala aporta el 8% de la exportación mundial de plátano según datos establecidos por la Organización de Agricultura y Alimentación (2011),

Según el MAGA (2013), la producción de plátano en Guatemala fue de 4 millones de quintales, además aproximadamente el 60% de la producción de plátano es dirigido para exportación, siendo los principales destinos: Estados Unidos con un 82%, El Salvador con un 2%, las Islas Vírgenes con 14%, que sirve como reexportación y a otros países con un 2%, el plátano que no cumple con los requisitos mínimos es denominado "de rechazo" que es aproximadamente el 40% de la producción total, del cual alrededor del 20% es utilizado para preparar abono orgánico, que sirve para las mismas plantaciones de las fincas exportadoras, otro 13% es utilizado para alimentación de animales en forma de piensos, el 7% restante de rechazo del plátano, es desaprovechado (sin ningún tipo de uso) por las fincas productoras y exportadoras del suroccidente del país, siendo en el año 2013 de 13,500 toneladas, recurso que puede servir para elaborar productos alimenticios, en donde se aprovechen las bondades nutricionales tanto de la cáscara como de la pulpa del plátano verde, el punto de mayor interés en la investigación fue conocer si la cáscara del plátano verde mejora las propiedades nutritivas en cuanto a macro nutrientes, fibra, cenizas y calorías del harina elaborada con pulpa de plátano verde.

Según Soto (2012), Doctora en Ciencias de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería en Bioquímica, del Centro Regional de Estudios en Alimentos y Salud, de la República de Chile, realizó un estudio en el año 2013, en donde indicó: *"que la cáscara del plátano contiene proteínas, carbohidratos, fibra dietética, vitaminas A y K, y potasio,*

*que favorecen el buen funcionamiento del organismo y que puede servir para elaborar productos para consumo humano”.*

La elaboración de harina con 100% pulpa de plátano verde fue utilizada dentro de la investigación como referencia en la comparación cuantitativa de macro nutrientes y contenido calórico, se elaboró una bebida refrescante con la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, porque fue la que obtuvo mayor valor de macro nutrientes (proteínas y lípidos) y menor contenido calórico y esta a su vez sirvió para determinar la aceptabilidad hacia los panelistas de la misma, mediante un Panel Sensorial Piloto de alimentos.

El punto central de la investigación es el aprovechamiento no solo del plátano de rechazo para exportación, sino también el aprovechamiento de la cáscara del mismo, para la elaboración de una harina rica en macro nutrientes como proteínas, carbohidratos y lípidos, además alta en fibra y cenizas, conociendo que la bebida producida a base de harina de pulpa y cáscara de plátano verde es de mayor valor en macro nutrientes, bajo en calorías, de bajo costo, para que toda la población guatemalteca pueda tener acceso a la misma, lo cual es una fortaleza en este estudio para haber establecido la aceptabilidad de la bebida.

Con base en lo anterior se plantearon las siguientes interrogantes:

¿Existirá diferencia cuantitativa en al menos uno de los siguientes macro nutrientes (carbohidratos, proteínas y lípidos) además de fibra, cenizas y calorías, entre dos harinas elaboradas a partir de plátano verde (una con 78% pulpa y 22% cáscara y la otra con 100% pulpa)?

¿Qué tan aceptada por los panelistas de laboratorio será una bebida refrescante a base de harina de plátano verde?

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1 Generalidades del plátano (*Musa paradisiaca*)

Según el libro Producción de plátano (2013).

- **Nombre común:** plátano Macho.
- **Nombre Científico:** (*Musa paradisiaca* Linneaus),
- **Descripción:** el plátano es un híbrido triploide de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*. Es una baya comestible alargada, de diez a quince centímetros de longitud, algo encorvada y de corteza lisa y amarilla.

### 6.2 Características físicas del plátano

Según el libro Producción de plátano (2013).

#### 6.2.1 Forma

Es de forma lineal o falcada, entre cilíndrica y angulosa según la variedad. El extremo basal se estrecha abruptamente hacia un pedicelo de (1 a 2) cm.

#### 6.2.2 Tamaño

El fruto es una falsa baya epignina de (7 a 30) cm de largo y hasta 5 cm de diámetro, forma un racimo compacto, cada racimo puede tener hasta cien unidades y 50 kg de peso.

#### 6.2.3 Color

La fruta sin madurar es color verde y madura presenta los colores: amarillo verdoso, amarillo, amarillo rojizo o rojo. La pulpa varía de color de blanca a amarilla.

### 6.3 Taxonomía del plátano

Según el libro Producción de plátano (2013), el nombre científico *Musa paradisiaca* ó (*Musa paradisiaca*) y los nombres comunes banano, plátano, cambur, topocho y guineo hacen referencia a un

gran número de plantas herbáceas del género *Musa*, tanto híbridos obtenidos horticulturalmente a partir de las especies silvestres *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* como cultivares genéticamente puros de estas especies.

Clasificado originalmente por Linnaeus como *Musa paradisiaca* en 1,753, la especie tipo del género *Musa*, estudios posteriores han llevado a la conclusión de que la compleja taxonomía del género incluye numerosos híbridos, de variada composición genética, y se ha desarrollado un sistema estrictamente sui géneris de clasificación para dar cuenta de esta variación.

**Cuadro 1. Clasificación Botánica del plátano según (Cronquist, 1980)**

Reino	<i>Plantae</i>
Sub-reino	<i>Embryobiota</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsidea</i>
Sub-clase	<i>Zingiberáceas</i>
Orden	<i>Zingiberáceas</i>
Familia	<i>Musácea</i>
Genero	<i>Musa</i>
Especie	<i>Musa paradisiaca</i>

Fuente: (Cronquist, 1980)

## 6.4 Valor nutritivo del plátano

**Cuadro 2. Composición nutricional de 100 g de plátano macho verde según Lcda. Marcela Licata, zonadiet. com**

Nutriente		Contenido
Agua (g)		75,7
Proteínas (g)		1,1
Lípidos (g)		0,2
Carbohidratos	Total (g)	22,2
	Fibras vegetales (g)	0,6
Calorías (kcal)		85,0
Vitaminas	vitamina A (UI)	190,0
	vitamina B1 (mg)	0,05
	vitamina B2 (mg)	0,06
	vitamina B6 (mg)	0,32
	vitamina C (mg)	10,0
	ácido nicotínico (mg)	0,6
	ácido pantoténico (mg)	0,2
Otros componentes orgánicos	ácido málico (mg)	500,0
	ácido cítrico (mg)	150,0
Sales minerales	ácido oxálico (mg)	6,4
	Sodio (mg)	1,0
	Potasio (mg)	420,0
	Calcio (mg)	8,0
	Magnesio (mg)	31,0
	Hierro (mg)	0,7
	Fósforo (mg)	28,0
	Azufre (mg)	12,0

Fuente: (Licata, zonadiet.com, 2012)

**Cuadro 3. Composición mineral del epicarpio y la pulpa de plátano verde según Martínez (1997).**

Mineral	Cáscara	Pulpa
	Cantidad en materia seca	Cantidad en materia seca
Nitrógeno	14 g/kg	8 g/kg
Fósforo	2 mg/kg	0,7 mg/kg
Potasio	57 mg/kg	18 mg/kg
Magnesio	18 mg/kg	18 mg/kg
Calcio	6 g/kg	6 g/kg
Azufre	1 g/kg	0,4 g/kg
Boro	50 mg/kg	8 mg/kg
Zinc	70 mg/kg	30 mg/kg
Cobre	10 mg/kg	10 mg/kg

Fuente: (Martínez, 1997)

### 6.5 Cultura alimenticia del plátano:

Según Champions (1978), el plátano se consume tradicionalmente de la siguiente manera:

- **Producto fresco**, acompañada de carnes, se consumen hervidos, en postres y helados.
- **Secado de plátano**, tiene mucho interés en el abastecimiento de alimentos, para evitar la pérdida de las frutas durante el almacenamiento y transporte, a menudo los plátanos son procesados antes de ser comercializados.
- **Elaboración de harina**, el almidón de la pulpa del plátano, presenta un contenido de 32% de amilasa, de estructura cristalina tipo B y sus granos presentan un polimorfismo en su forma y tamaño, durante la maduración del plátano el contenido de almidón total y resistente, así como el contenido de carbohidratos disminuyen significativamente.
- **Plátano asado y frito** en África, el frito es un plato común, el 'futu', es plátano maduro hervido molido y a veces se le añade yuca (*Manihot esculenta*) y ñame (*Colocasia esculenta*).

- **Hojuelas de plátano:** secas o fritas.
- **Jugos de fruta,** contienen 100% fruta, el néctar contiene 20% de fruta y las bebidas de fruta contienen 10% fruta.
- **Mermeladas y jaleas.**
- **Alimentación animal,** indica que la cascara de bananos y plátanos es una fuente sustancial de energía y proteínas, pero se necesita aprovechar esos nutrientes presentes en la cascara en alimentación humana.

## 6.6 Producción de plátano en Guatemala

Según MAGA (2013), el plátano es una fruta tropical muy cultivada y una de las cuatro más importantes en términos globales. Puede ser un producto que cultiven pequeños y medianos productores y es un producto que tiene gran demanda en Estados Unidos, donde el plátano de Guatemala es reconocido por su calidad y sabor. En la actualidad es un cultivo de amplia distribución por su adaptación, tanto en los trópicos como sub-trópicos. Sin embargo las mayores plantaciones comerciales se encuentran en los trópicos húmedos. El cultivo del plátano requiere de suelos porosos profundos, con textura media o ligera, los ácidos húmicos y la aplicación excesiva de productos químicos, pueden retardar el crecimiento de las raíces o inducir a un mal desarrollo de las mismas.

Para la siembra de plátano se utiliza material vegetativo que debe de venir de plantas libres de enfermedades y daño de insectos. Este es uno de los detalles importantes de su cultivo. Lo más recomendado es hacer un vivero en bolsa para trasplantar después. En el vivero se realiza la selección de tamaño uniformizando el cultivo.

Para plátano de alta densidad, la siembra en vivero para después trasplantarlo es lo recomendado ya que se uniformiza el tamaño de plantas que se lleva al campo y esto va a evitar la competencia entre plantas, que puede resultar en una merma en racimos, o que sean racimos más pequeños. Esta competencia entre plantas es la desventaja de la siembra de alta densidad de plátano, si se tiene poblaciones no

uniformes. Para evitar esto se necesita de viveros de plantas para uniformizar la siembra.

Los plátanos no crecen de una semilla, sino de un bulbo o un rizoma. El tiempo entre la siembra de una planta de plátano y la cosecha del racimo es de nueve a doce meses. La flor aparece en el sexto y séptimo mes. Los plátanos se cosechan durante todo el año, no tienen una temporada de crecimiento.

### **6.6.1 Aspectos económicos del plátano en Guatemala**

Según MAGA (2013).

- Plátano (*Musa paradisiaca*)
  - Durante el año 2013, la cosecha de plátano fue 4 millones de quintales.
  - Costo de establecimiento de un cultivo: Q 16 868 / Hectárea
  - Costo de mantenimiento: Q 14 938 / Hectárea
  - Empleo directo en campo (jornales/año 2 011): 2 129 919
  - Cantidad de empleos permanentes: 7, 607

### **6.7 Comercio exterior del plátano 2005-2013**

Guatemala se encuentra entre los primeros diez exportadores de plátano a nivel mundial, es por ello que en el siguiente cuadro se demuestra en porcentaje las cantidades que son exportadas a los diferentes destinos.

#### **Cuadro 4. Exportación de plátano en Guatemala**

<b>PAÍS</b>	<b>% DE EXPORTACIÓN</b>
E.E.U.U.	82%
El Salvador	2%
Islas Vírgenes	14%
Otros países	2%
TOTAL	100%

Fuente: (MAGA, 2013)

#### **Cuadro 5. Rechazo del plátano en Finca Imara II**

El siguiente cuadro muestra el porcentaje del plátano cultivado, que se exporta en la Finca productora de plátano Imara II, ubicada en la aldea Bolivia, Santo Domingo, Suchitepéquez con una latitud de 14°10'00''N y una longitud de 91°28'00''W.

<b>PORCENTAJE</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>
60%	Exportación
40%	''Rechazo''
100%	Cultivado

Fuente: (Finca Imara II, 2015)

## 6.8 Área cosechada en Guatemala

Según *deGuate.com* El 86,7% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 4 departamentos: Escuintla (43,5%), San Marcos (24,5%), Suchitepéquez (12,4%) e Izabal (6,3%).



**Figura 1. Área cosechada de plátano en Guatemala**

Fuente: (MAGA, 2013)

## 6.9 Perfil económico del plátano a nivel mundial

**Cuadro 6. Principales productores mundiales de plátano 2010, (en toneladas)**

<b>No.</b>	<b>PAÍS</b>	<b>CANTIDAD EN TONELADAS.</b>
01	Uganda	9 550 000,00
02	Ghana	3 537 730,00
03	Colombia	2 815 050,00
04	Rwanda	2 749 150,00
05	Nigeria	2 733 300,00
06	Camerún	2 604 100,00
07	Perú	2 007 280,00
08	Côted'Ivoire	1 541 570,00
09	República del Congo	1 250 000,00
10	Kenya	791 570,00
11	Myanmar	785 100,00
12	República de Tanzania	660 000,00
13	Sri Lanka	572 420,00
14	Ecuador	547 291,00
15	República Dominicana	491 509,00
16	Cuba	485 800,00
17	Venezuela	477 800,00
18	Guinea	461 700,00
19	Bolivia	338 901,00
20	Malawi	324 900,00
21	Gabón	296 900,00
22	Haití	238 500,00
23	Guatemala	192 607,00

Fuente: (Producción de Plátano, 2013)

**Cuadro 7. Países exportadores de plátanos frescos o secos.**

<b>No.</b>	<b>EXPORTADORES: VALOR EXPORTADO EN MILLONES DE US\$</b>	<b>2 009</b>	<b>2 010</b>	<b>2 011</b>
01	Mundo	8 199 086	8 366 414	9 295 665
02	Ecuador	1 995 950	2 033 794	2 246 350
03	Bélgica	1 389 031	1 279 331	1 329 264
04	Colombia	837 042	748 100	815 318
05	Costa Rica	448 150	702 009	722129
06	Guatemala	441 768	385 396	476 321
07	Filipinas	360 289	319 296	471 152
08	Estados Unidos	376 322	400 040	437 017
09	Alemania	486 435	381 987	380 011
10	República Dominicana	108 947	154 778	351 076
11	Camerún	182 138	171 351	244 361
12	Honduras	180 353	190 776	193 995
13	Francia	198 779	243 851	190 390
14	Países Bajos (Holanda)	147 329	149 908	174 086
15	Côted'Ivoire (Costa de Marfil)	136 234	135 556	133 389
16	Panamá	61 268	66 242	88 140
17	México	77 177	72 440	75 803
18	España	33 891	55 547	70 934

Fuente: (Producción de Plátano, 2013)

## **6.10 Harina de plátano verde**

Según la página de internet infoAgro (2012), la harina de plátano es un producto importante a considerar para ser industrializado, con el fin de utilizarse en la producción de concentrado animal y otros productos que se podrían desarrollar para consumo humano.

Un plátano posee aproximadamente 33,54% en peso de cáscara y un 66,46% en peso de pulpa, en la elaboración de harina de plátano se obtiene un rendimiento ideal de 32,5% con una humedad del 5%

### **6.10.1 Características de la harina de plátano verde**

Según Martínez (1978), la harina obtenida a partir del plátano (*Musa paradisiaca*) verde contiene una cantidad significativa de almidón resistente (20% del total de almidón) y de fibra dietética (15%), componentes con importantes propiedades funcionales, como son: la reducción del índice glicémico e insulinémico del control dietético de la diabetes, la regulación de la colesterinemia, la protección frente al cáncer de colon.

### **6.10.2 Sensibilidad de la harina de plátano**

Según Martínez (1978), durante la elaboración de la harina de plátano se pierde un porcentaje de nutrientes debido a diferentes factores dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes.

- Disminución de la cantidad de agua libre en el plátano (secado).
- Pelado del plátano (pardeamiento enzimático).
- Exposición directa del plátano a luz natural o artificial

La pérdida de nutrientes por procesamiento es una de las causas por las que no se aproveche totalmente todos los micronutrientes de los alimentos, es por ello que se desea aprovechar los nutrientes que puedan obtenerse

mediante el aprovechamiento de la cascara del plátano verde deshidratándola y mezclándola con harina de pulpa de plátano verde.

### 6.10.3 Proceso tecnológico de harina de plátano

1. **Pelado:** el pelado se realiza de forma manual. Se puede considerar que se necesitan de (8 a 10) obreros para preparar cerca de 1 000 kg de materia prima.
2. **Inmersión:** esta inmersión en solución de dióxido de azufre al 1%, o ácido cítrico al 1% por cinco minutos, se hace con el fin de evitar la oxidación del plátano y los posteriores cambios de color no deseados que se podrían dar.
3. **Cubileteado:** los plátanos ya pelados se cortan con cuchillo o con máquinas troceadoras para obtener trozos más pequeños que pueden ser en forma de cubos o rodajas. Este paso es necesario para aligerar el proceso de secado.
4. **Tratamiento térmico:** este tratamiento se hace con el fin de extraer humedad. La deshidratación se lleva a cabo en secadores de bandejas a 75°C, por 50 min, o mediante la exposición directa del sol que se realiza en una duración de 3 días exponiéndolo 4 horas diarias al sol en el horario de 8 am – 12 pm.
5. **Molienda:** se puede utilizar un molino de martillos, por el cual se pasan los trozos de producto seco para ser finamente divididos hasta partículas pequeñas, formándose así la harina. Se puede utilizar un molino portátil de tornillo sin fin utilizado también para triturar café.
6. **Cernido:** la harina que se obtiene tiene diferentes tamaños de partícula y partículas extrañas, por lo que la totalidad del producto se debe hacer pasar por un tamiz para obtener las diferentes fracciones por separado. De esta forma se llega a obtener un producto más fino.

7. **Empaque:** una vez lista la harina se puede empacar en bolsas, preferiblemente de polipropileno o celofán. Las cantidades a colocar en cada empaque y el tipo del mismo, dependen del tipo de cliente, y de las condiciones de almacenamiento.
8. **Almacenamiento:** una vez listas las bolsas, se sellan debidamente para evitar que entre humedad y aire al producto y también que se vaya a contaminar con insectos o materias extrañas.

#### **6.10.4 Control de calidad de la harina de plátano.**

- **Humedad:** la humedad de la harina de plátano debe ser de 4 %.
- **Color:** el color de la harina debe ser de blanco crema a café claro.
- **Tamaño de partícula:** la harina debe estar cernida con una malla que posea agujeros de (0,5 a 1) mm.
- **Rendimiento:** debe estar comprendido entre un (20 a 35) % para que sea factible preparar harina.

#### **6.11 Cáscara de plátano**

Según Martínez (1978), se le denomina epicarpio a toda corteza o piel, procedente de frutas o verduras, llamado coloquialmente como cáscara. Las cáscaras poseen una barrera para evitar la contaminación entre la pulpa del fruto y el ambiente exterior que puede dar lugar a descomposición prematura del mismo. El plátano posee en su epicarpio una alta densidad de macro nutrientes que pueden ser aprovechados para producir un alimento para consumo humano.

##### **6.11.1 Usos de la cáscara del plátano**

Según Martínez (1978), actualmente la cáscara del plátano no es utilizada para consumo humano, su uso se dedica más a afecciones de la piel, para limpieza de piezas dentales o para alimentación animal.

Es necesario dar a conocer a la población guatemalteca sobre las características de la cáscara del plátano, por ejemplo posee una alta densidad de nutrientes que pueden ser consumidos a partir de producir alimentos con la harina.

### **6.11.2 Antecedentes sobre la cáscara del plátano**

Soto (2012), Doctora en Ciencias de La Ingeniería en Bioquímica, del Centro Regional de Estudios en Alimentos y Salud, de la República de Chile, realizó un estudio en el año 2013, en donde indicó que la cáscara del plátano contiene proteínas, lípidos, fibra dietética, vitaminas A y K, y potasio, que servirían para mejorar el funcionamiento del organismo.

Según Martínez (1978), la composición mineral de la cáscara del plátano, es mayor que la de la pulpa, citado en el libro: "*Características Nutricionales de Fuentes Alimenticias y su Utilización*".

Según Martínez (1978), la composición mineral del epicarpio del plátano verde es de 14 g/kg materia seca de Nitrógeno, 14 g/kg materia seca de Fosforo, 57 g/kg materia seca de Potasio, 70 mg/kg materia seca de Zinc. La pulpa posee 8 g/kg materia seca de Nitrógeno, 0,7 g/kg materia seca de Fosforo, 18 g/kg materia seca de Potasio y 30 mg/kg materia seca de Zinc.

### **6.12 Almidón de plátano verde**

Según Pérez. (2011), Doctor de la Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y Tecnología (ID/DICYT), el almidón resistente es un tipo de almidón que no puede ser degradado por las enzimas del sistema digestivo y, por lo tanto, actúa más como una fibra que como un almidón. Los plátanos verdes contienen una gran cantidad de almidón resistente, según un artículo de 2010 publicado en "Pacific Health Dialog", incluir alimentos ricos en almidón resistente en la dieta, como el plátano verde, puede reducir el riesgo de la diabetes ayudando al control de azúcar en la sangre, y de enfermedad cardíaca ayudando a bajar niveles de colesterol de la sangre.

Según la Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y Tecnología (ID/DICYT) a partir del almidón de plátano macho verde, investigadores mexicanos obtuvieron un ingrediente que adicionado a diferentes alimentos puede contribuir a disminuir la obesidad. Se trata de una investigación realizada en el Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (Ceprobi) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en la que a partir del almidón se obtuvo un carbohidrato de digestión lenta y resistente; tras su ingestión, el incremento de glucosa en el organismo es pausado. De acuerdo con el doctor Luis Arturo Bello Pérez, asesor de este trabajo politécnico, desde hace más de una década, los investigadores del Ceprobi estudian y analizan el almidón extraído del plátano (*Musa paradisiaca*) en estado verde, y se dieron cuenta de que tiene una alta resistencia a la digestión. Esto quiere decir que no es hidrolizado por las enzimas digestivas en humanos, por lo que su comportamiento fisiológico es similar a la fibra dietética.

De manera tradicional, los alimentos con alto contenido de almidón eran prohibidos para las personas con diabetes y obesidad, porque cuando el almidón es hidrolizado por las enzimas digestivas produce glucosa, que es transportada a la sangre, y en el caso de las personas con esta patología no la pueden metabolizar.

En el caso de las personas obesas resulta mayor acumulación de energía y por consecuencia en síntesis de grasa. Sin embargo, una vez “modificado” se transforma en almidón de digestión lenta y almidón resistente.

El doctor Bello Pérez de la Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y Tecnología (ID/DICYT) dijo que la ingestión de almidón de digestión lenta produce una liberación gradual y sostenida de glucosa hacia el torrente sanguíneo, por lo que no se incrementa súbitamente, lo que es benéfico para la salud. En el caso del almidón resistente al no digerirse es usado por la flora intestinal del colon, donde se producen compuestos que tiene efectos benéficos para el consumidor, como es la prevención de cáncer de colon.

## **6.13 Análisis químico proximal de los alimentos**

### **6.13.1 Análisis bromatológico**

Según Espinoza Mánfugas (2007), la bromatología estudia los alimentos, su composición química, su acción en el organismo, su valor alimenticio y calórico así como sus propiedades físicas, químicas, toxicológicas y también adulterantes, contaminantes, etc. El análisis de los alimentos es un punto clave en todas las ciencias que estudian los alimentos, puesto que actúa en varios segmentos del control de calidad como el procesamiento y almacenamiento de los alimentos procesados.

Estos procedimientos revelan el valor nutritivo de un producto y como puede ser combinado de la mejor manera con otras materias primas para alcanzar el nivel deseado de los distintos componentes de una dieta. El análisis de alimentos es también importante para garantizar la calidad de productos formulados comercialmente, de esta forma el consumidor puede estar seguro de lo que ingiere, otra función del análisis de alimentos es la de detectar la posible presencia de sustancias indeseables que se encuentren presentes en los alimentos, las cuales pueden ser dañinas para la salud animal o humana, un claro ejemplo son las aflatoxinas producidas por los hongos, residuos de herbicidas o sus coadyuvantes, etc.

## **6.14 Definición de bebida**

Según un artículo encontrado en la página de internet [www.consumoteca.com](http://www.consumoteca.com), realizado por Eva María Méndez en el año 2011, dice que las bebidas pueden ser no alcohólicas o alcohólicas, carbonatadas o no, preparadas con agua de consumo humano, aguas preparadas, agua mineral natural o de manantial, que contengan uno o más de los siguientes ingredientes: anhídrido carbónico, azúcares, zumos, purés, disgregados de frutas y/o vegetales, extractos vegetales, vitaminas y minerales, aromas, aditivos autorizados u otros ingredientes alimenticios.

## 6.15 Análisis sensorial de los alimentos

Según Espinoza Mánfugas (2007), la evaluación sensorial es una disciplina científica mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos. Mediante esta evaluación pueden clasificarse las materias primas y productos terminados, conocer que opina el consumidor sobre un determinado alimento, su aceptación o rechazo, así como su nivel de agrado, criterios estos que se tienen en cuenta en la formulación y desarrollo de los mismos. La evaluación sensorial es una disciplina utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones a aquellas características de los alimentos, se utiliza para mejorar un producto, mantener la misma calidad, elaborar nuevos productos y en la investigación de mercados.

Mientras mayor sea el número de personas de un panel sensorial de entrenamiento, más probabilidad hay de que se nivelen las variaciones individuales.

Los grupos o paneles de catación sensorial pueden agruparse en tres tipos:

- Expertos bien entrenados: dan resultados más confiables, el número mínimo de evaluadores debe ser de cuatro a cinco.
- Paneles de laboratorio: son utilizados para el control de calidad, en la elaboración de productos y en su mejoramiento.
- Grandes paneles de consumidores: se utilizan para determinar la reacción del consumidor a los productos requieren de 50 personas como mínimo para su realización según estudios establecidos.

En cualquier tipo de trabajo analítico debe haber algunas condiciones para que el procedimiento sea estándar y pueda controlarse. Esto es especialmente cierto en la evaluación sensorial. Se han elaborado procedimientos estándar en un esfuerzo para controlar o disminuir el efecto de las condiciones físicas y psicológicas sobre el juicio humano.

En general, se recomienda que las pruebas sean llevadas a cabo en un cuarto especial donde se controlen tantas variables como sea posible. Este cuarto debe

estar separado, al área de preparación de muestras. Debe contar con aire acondicionado y estar libre de olores, ruido y distracciones.

Es fácil que las reacciones de uno de los miembros del grupo de evaluación influyan sobre los otros. Debido a esto, cada uno trabaja independientemente en cubículos separados. Durante la prueba no se permite ninguna conversación o discusión para que los juicios sean imparciales.

### **6.15.1 Propiedades sensoriales**

Según Espinoza Mánfugas (2007).

- 1. Gusto y sabor:** el gusto es la sensación percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, localizado en la lengua y cavidad bucal, se definen cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo.
- 2. Olor y aroma:** olor es la sensación producida al estimar el sentido del olfato; aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato.
- 3. Textura:** es el conjunto de percepciones que permiten evaluar características físicas de un alimento por medio de la piel y músculos sensitivos de la cavidad bucal.
- 4. Audición y ruidos:** el ruido o sonido que se produce al masticar o palpar los alimentos constituye una información para los consumidores que exigen la presencia de esta característica.
- 5. Color y apariencia:** el color es en general el estímulo luminoso al ojo, ya que es lo que más llama la atención en los alimentos.

### **6.15.2 Pruebas escalares de evaluación sensorial**

En estas pruebas el juez responde a las distintas características organolépticas de un producto mediante la evaluación de la intensidad de cada una de estas, según una escala hedónica, que puede traducirse a valores numéricos. La puntuación obtenida se procesa estadísticamente.

### **a) Escala Ordinal o Hedónica**

Estas escalas son de gran utilidad para obtener respuestas rápidas acerca de la diferencia entre varias muestras y también se le conoce como escala hedónica. Para el panel piloto que se llevará a cabo en esta investigación, se utilizará una escala de 7 puntos que va de gusta mucho a disgusta mucho, ver apéndice 16.4 pág. 72 (boleta de evaluación sensorial). Los valores de las escalas ordinales indican la posición relativa que el degustador le asigna a una muestra con respecto a las demás del grupo evaluado.

Las muestras se presentan debidamente codificadas, de manera desordenada, y el catador le asigna un orden numérico a cada una de ellas, obteniendo resultados que se procesan de igual manera que en las pruebas de ordenamiento previamente explicadas.

Se recomienda emplear como máximo cinco muestras para evitar fatigas o adaptación sensorial. La escala que se utilizará en este caso será de siete categorías, este procedimiento se describe de mejor manera en la metodología de la investigación.

Según Espinoza Mánfugas (2007), se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que constituyen los denominados jueces afectivos. Los mismos en la mayoría de los casos se escogen atendiendo a que sean consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, pudiendo tener en cuenta situaciones económicas, demográficas, entre otros aspectos.

Los resultados que de las mismas se obtienen siempre, permitirán conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos por lo que es importante que las personas entiendan la necesidad de emitir respuestas lo más reales posibles.

### **6.15.2.1 Prueba de muestra simple.**

Consiste en suministrar al juez un producto y que este dé respuesta con relación a si le guste o no, es una prueba sencilla y rápida que proporciona una idea general de la aceptación o rechazo del producto. Tiene la limitación que se requiere de gran número de evaluaciones para considerar los resultados como representativo de la respuesta poblacional. Los datos se procesan registrando la cantidad de personas que aceptan la muestra contra el número de rechazos y a través de la tabla de estimación de significancia conocer si la aceptación es significativa o no (tabla de una cola, prueba pareada).

### **6.15.3 Análisis estadístico para pruebas de muestra simple de evaluación sensorial**

Según Espinoza Mánfugas (2007), el análisis de la varianza, (Anova: Analysis of variance) es un método para comparar dos o más medias, que es necesario porque cuando se quiere comparar más de dos medias es incorrecto utilizar repetidamente el contraste basado en la T de Student.

Un estadístico es una medida usada para describir alguna característica de una muestra, tal como una media aritmética, una mediana o una desviación estándar de una muestra.

El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjunto de datos. El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los datos numéricos a comparar. Típicamente, el análisis de varianza se utiliza para asociar una probabilidad a la conclusión de que la media de un grupo de puntuaciones es distinta de la media de otro grupo de puntuaciones.

El análisis de varianza es una prueba que permite medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes variables nominales.

## 7. OBJETIVOS

### General

- 7.1 Determinar cuantitativamente el contenido de macro nutrientes y calorías de dos harinas elaboradas a partir de pulpa y cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*), en Mazatenango, Suchitepéquez.

### Específicos

- 7.1.1 Comparar la composición química proximal de los siguientes componentes nutricionales (carbohidratos, proteínas, lípidos, fibra, cenizas y calorías) de dos harinas, una con 78% pulpa y 22% cáscara de plátano verde y la otra harina 100% pulpa de plátano verde.
- 7.1.2 Determinar la aceptabilidad de una bebida refrescante producida a base de harina de plátano verde, que contenga mayor cantidad de macro nutrientes y menor cantidad de calorías, evaluada por 15 panelistas de laboratorio
- 7.1.3 Determinar la formulación que obtenga el mayor puntaje en la evaluación sensorial para la bebida refrescante, a base de la harina de plátano verde, que contenga mayor cantidad de macro nutrientes y menor cantidad de calorías.
- 7.1.4 Determinar los costos de producción de un kilogramo de harina de plátano verde, que contenga mayor cantidad de macro nutrientes y menor cantidad de calorías.

## 8 HIPÓTESIS

1. La harina desarrollada con 78% pulpa y 22% cáscara de plátano verde, posee mayor cantidad en al menos uno de los macro nutrientes analizados (carbohidratos, grasas y proteínas) además de mayor cantidad en fibra cruda, cenizas y un menor contenido calórico, por lo tanto es más nutritiva, comparada con la otra harina desarrollada con 100% pulpa de plátano verde, en base seca.
2. La bebida refrescante elaborada a base de la harina de plátano verde, con mayor contenido de macro nutrientes y menor contenido de calorías, no tiene aceptabilidad por los panelistas de laboratorio.

## 9. RECURSOS

### 9.1 Humanos

- **Asesor Principal:** MSc. Sammy Alexis Ramírez Juárez
- **Asesor adjunto:** Ing. Carlos Alberto Hernández Ordoñez
- **Panelistas:** 15 personas con conocimientos básicos de Evaluación Sensorial de Alimentos, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos.

### 9.2 Institucionales

- Centro Universitario de Suroccidente CUNSUROC, Mazatenango, Suchitepéquez.
- Planta Piloto Carrera de Ingeniería en Alimentos CUNSUROC-USAC.
- Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

### 9.3 Físicos

- Biblioteca del Centro Universitario de Suroccidente.
- Laboratorio de Evaluación Sensorial de Planta Piloto de Ingeniería en Alimentos.

### 9.4 Económicos

- Los gastos serán cubiertos por el tesista.

## **9.5 Materiales a utilizar en la investigación**

### **9.5.1 Insumos a utilizar para la elaboración de los dos tipos de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*)**

- 4 kg de plátano verde
- Agua potable para limpieza y escaldado del plátano
- Jugo de limón (solución al 10% para inhibir enzimas de oxidación)

### **9.5.2 Equipo y utensilios para la elaboración de las harinas a base de plátano verde (*Musa paradisiaca*)**

- Horno deshidratador solar
  - Madera
  - Nylon de color negro
  - Clavos de acero
  - Malla de 1 cm<sup>2</sup> de abertura
- Molino de tornillo sin-fin
- Termómetro de inmersión
- Cilindro de gas propano de 25 libras
- Cuchillos de acero inoxidable
- Mesa de acero inoxidable
- Olla de acero inoxidable
- Balanza analítica
- Estufa de hornillas a gas propano
- Paletas de madera
- Empaque para presentación de harina (bolsa Ziploc de 1 libra)
- Selladora de bolsas con resistencia térmica.

**9.5.3 Insumos a utilizar para la elaboración de la bebida refrescante a base de harina de plátano verde.**

- Harina de 78% pulpa y 22% cáscara de plátano verde
- Agua purificada
- Azúcar blanca de caña

**9.5.4 Equipo para la elaboración de la bebida refrescante a base de harina de plátano verde.**

- Estufa
- Licuadora
- Marmita
- Refractómetro
- Balanza semi-analítica
- Cristalería

**9.5.5 Utensilios y materiales para elaboración de la bebida.**

- Cuchillos
- Tablas de cortar
- Paletas
- Embudo
- Bata
- Botas
- Guantes
- Mascarilla
- Redecilla
- Mesa de acero inoxidable

**9.5.6 Material y utensilios para evaluación sensorial.**

- 15 Bebidas elaboradas con harina de plátano verde
- Agua purificada
- 15 Vasos desechables

- 30 Servilletas
- 15 Bolsas plásticas para descarte
- 15 Boletas de registro
- 15 Galletas de soda
- 1 bolsa para basura
- 15 lapiceros negros
- Cubículos de evaluación sensorial

## 10. MARCO OPERATIVO

### 10.1 Descripción general del proceso de elaboración de los dos tipos de harina (una con 78% pulpa y 22% cáscara de plátano verde y otra con 100% pulpa de plátano verde).

El tratamiento térmico de la pulpa y la cáscara de plátano verde, se realizó en un deshidratador solar sin inducción de aire (ver apéndice 16.1 pág. 69), construido como modelo estándar para efectuar la deshidratación en la investigación, el equipo funciona de la siguiente manera: por la parte de abajo ingresa el aire a temperatura ambiente, aproximadamente de (25 a 28)°C, mientras el aire recorre el captador de rayos solares, este aumenta su temperatura aproximadamente de (45 a 50) °C, a medida que se calienta el aire, su densidad cambia, haciéndose más liviano, elevándose y traspasando las bandejas del deshidratador, al hacer contacto el aire caliente con las rodajas de plátano verde y la cáscara, la humedad es arrastrada, secando el material, la cantidad de agua contenida en el material a deshidratar se determinó a partir de pesar el material diariamente durante los cuatro días de secado, identificando la humedad del aire con un higrómetro digital a la cual se procedió a realizar la molienda a las rodajas de pulpa y tiras de cáscara de plátano verde, para mantener un ambiente cerrado dentro del deshidratador se forró con plástico transparente y en el ingreso y egreso del aire se utilizó una malla metálica delgada para evitar el ingreso de insectos que perjudiquen el alimento, la cantidad de material que se deshidrató en total fueron 4 kg, divididos en tres lotes de 1 kg cada uno de pulpa y un lote de 1 kg de cáscara, para deshidratar un lote cada vez, esto debido a la capacidad limitada del deshidratador.

Como se mencionó anteriormente el proceso de deshidratación se realizó 4 veces, 3 lotes de un kilogramo de plátano verde cada uno, y un lote de 1 kg de cáscara de plátano verde, un lote cada vez, si se coloca mayor cantidad de material en el deshidratador, la transferencia de humedad se dificultará.

La humedad del plátano verde es de aproximadamente 75% y la humedad a la que se molió la pulpa y la cáscara es de 5%, por cada kilogramo de plátano verde, resultaron 225 gramos de harina de pulpa y 95 gramos de harina de cáscara, luego se elaboraron dos muestras de 250 gramos cada una, debidamente identificadas y selladas en una bolsa Ziploc, la muestra No. 1 fue de harina 100% pulpa de plátano verde, considerando que esta harina fue elaborada como referencia para comparar los resultados de la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, y la muestra No. 2 fue de harina 78% pulpa y 22% cáscara de plátano verde, luego, estas muestras fueron enviadas al laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la ciudad de Guatemala, en donde se les realizó un análisis químico proximal a cada muestra y luego se compararon los resultados obtenidos de cada una en un cuadro (ver Cuadro 17, pág. 51) y se determinó qué tipo de harina contiene mayor cantidad de macro nutrientes y menor aporte energético, por último se elaboró una bebida refrescante a partir de la harina de pulpa y cáscara de plátano verde ya que contenía la mayor cantidad de macro nutrientes y menor cantidad de calorías, esta bebida sirvió como ejemplo de cómo puede ser usada esta harina de plátano verde para el consumo humano.

## **10.2 Proceso tecnológico de harina de plátano verde**

- 1. Lavado y desinfección del plátano verde:** se procedió a lavar el plátano verde manualmente utilizando agua y solución clorada a 3 ppm (partes por millón) en peso, se extrajo cualquier material extraño que pudo estar adherido a la cáscara, luego se sumergieron los plátanos en la solución de cloro por 5 minutos para desinfectar la cáscara.
- 2. Pelado del plátano verde:** el pelado se realizó de forma manual, dividiendo primero el plátano en tres secciones y luego retirando la cáscara evitando rasgarla.

- 3. Inmersión de la pulpa y cáscara de plátano verde:** se sumergieron las secciones del plátano verde con la cáscara en una solución al 10% de jugo de limón por 5 minutos, para evitar la oxidación del plátano (pardeamiento enzimático) que provocan cambios indeseables en el color de la pulpa.
- 4. Escaldado:** se sumergieron en agua a ebullición las secciones de pulpa y cáscara de plátano verde por 3 minutos, para desactivar enzimas de oxidación.
- 5. Rebanado:** las secciones del plátano ya pelados se rebanaron manualmente con cuchillo con un espesor aproximadamente de 4 mm, este paso es indispensable para aligerar el proceso de deshidratación, luego se volvieron a sumergir las rodajas de plátano y las tiras de cáscara en la solución de jugo de limón hasta pasar al proceso de deshidratación.
- 6. Tratamiento térmico:** este tratamiento se realizó con el fin de extraer humedad, la deshidratación se llevó a cabo tal como se indica en la página 38, numeral 10.8, descripción de la operación de deshidratación.
- 7. Molienda:** se utilizó un molino portátil de tornillo sin fin, por el cual se pasaron las rebanadas de pulpa y las tiras de cáscara de plátano verde, para ser finamente divididos hasta partículas pequeñas, formándose así la harina.
- 8. Cernido:** la harina tuvo diferentes tamaños de partículas además de material extraño, por lo que la harina se pasó por un tamiz para uniformizar el tamaño de las partículas. Se utilizó un tamiz con una malla de (0,5 a 1,0) mm.
- 9. Empaque y envío de muestras al laboratorio:** una vez lista la harina, se empacaron 250 gramos de cada harina en bolsas tipo Ziploc selladas al vacío e identificadas para ser enviadas al Laboratorio de Bromatología de

la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para análisis químico proximal, se empacaron dos muestras de 250 gramos cada una, una de harina de 100% pulpa de plátano verde y la otra de 78% pulpa y 22% cáscara de plátano verde, las muestras fueron enviadas por transporte privado y los resultados fueron recibidos vía correo electrónico.

### 10.3 Preparación de las formulaciones

**Cuadro 8. Formulación para la elaboración de harina de pulpa y cáscara de plátano verde.**

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje en peso</b>
Pulpa de plátano verde deshidratada.	78,00 %
Cáscara de plátano verde deshidratada.	22,00 %
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: elaboración propia, 2017

**Nota:** no se adicionaron saborizantes, ni conservantes, por dos razones, la primera para facilitar la elaboración de la harina a personas con escasos recursos, y la otra para evitar que tales aditivos influyan en los resultados de laboratorio, ya que se desea conocer contenidos reales de macro nutrientes y aporte energético.

#### 10.4 Descripción del proceso para elaboración de bebida refrescante a base de la harina 78,00% pulpa y 22,00% cáscara de plátano verde con una formulación estándar.

Para preparar 1 litro de bebida se necesita:

Mezclar 1 litro de agua purificada a 80 grados Celsius, con 30 gramos de azúcar y 100 gramos de harina de plátano verde, envasarlos en recipientes plásticos de 225 ml y taparlos para formar el vacío correspondiente y refrigerar a 4 grados Celsius.

#### Cuadro 9. Formulaciones para la elaboración de una bebida refrescante a partir de harina de pulpa y cáscara de plátano verde para presentación en Panel Piloto de Evaluación Sensorial de Alimentos.

COMPONENTE	CÓDIGO 306	CÓDIGO 157	CÓDIGO 239	CÓDIGO 517	CÓDIGO 689
Agua pura	75,00%	80,00%	85,00%	90,00%	70,00%
Harina de pulpa y cáscara de plátano verde (78:22)	20,00%	15,00%	10,00%	5,00%	25,00%
Azúcar blanca de caña	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: elaboración propia, 2017

#### 10.5 Metodología utilizada para evaluación sensorial

- Se llevó a cabo el Panel Piloto de evaluación sensorial en el laboratorio de Planta Piloto de la carrera de Ingeniería en Alimentos a 15 panelistas en la fecha 22-03-2017
- Se utilizaron los cubículos del laboratorio de Evaluación Sensorial de la carrera de Ingeniería en Alimentos.
- Se prepararon cinco muestras de una bebida de harina de plátano verde a diferentes proporciones, identificadas con un código diferente cada una, (ver cuadro 9, página 42).

- Se colocaron 50 ml de cada muestra en vasos plásticos transparentes con el respectivo código para cada formulación, se colocó un vaso con agua purificada, un vaso con bolsa plástica para descarte, servilleta, boleta de registro con una escala ordinal de siete categorías que va de gusta mucho a disgusta mucho y cuatro características (olor, color, sabor y textura) (ver apéndice 16.4 pág. 72) y también se le proporcionó lapicero negro a cada panelista que participó en la prueba.
- En total se obtuvieron 375 datos divididos en cuatro tablas (color, olor, sabor y textura) del panel de evaluación sensorial, se trabajaron estadísticamente por el método de ANOVA, para determinar estadísticamente cuál es la formulación más aceptada por los 15 panelistas de laboratorio.
- Se escogió la formulación que poseía mayor aceptabilidad en al menos tres características evaluadas (olor, color, sabor y textura) En total se obtuvieron 375 datos del panel de evaluación sensorial.
- Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, se tabularon de acuerdo a características y panelistas. (Ver apéndice 16.5 pág. 74-77).

### **10.6 Metodología estadística para evaluación sensorial de Panel Piloto de alimentos.**

El diseño fue seleccionado con base a los objetivos del estudio, los procedimientos y las condiciones de prueba, los recursos disponibles y el tipo de prueba estadística utilizado que fue el método ANOVA.

Se le dio un valor numérico a cada categoría a evaluar (olor, sabor, color y textura), se elaboraron cuatro tablas de valores que indican en las columnas, el número de evaluador y cada uno de los códigos de las muestras, y se llenó cada tabla con los datos numéricos con base en la escala de graduación dada en la boleta de registro (ver resultados tabla 1 a 4, pág. 55 a 58). En total fueron cuatro tablas diferentes y a cada una se le realizó un análisis de varianza descrito a continuación. El diseño estadístico utilizado fue el de bloques al azar con un arreglo aleatorio, se determinó el tamaño de la

muestra, la desviación estándar de variabilidad, se asumió un 95% de confiabilidad y un error experimental de 10%. Al final del estudio se realizó una prueba de Fisher para verificar si existe diferencia significativa entre tratamientos.

Tamaño de la muestra:  $n = z^2 pq / e^2$

Dónde: N = tamaño de la muestra (15 a 50 panelistas de laboratorio)

**Cuadro 10. Método de análisis de varianza para diseño de bloques al azar.**

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	CM	Fc	Ft
Tratamiento	$\frac{\Sigma(\Sigma \text{trat})^2}{\text{No. bloques}} - Fc$	No. Trat - 1	Sc trat / Gltrat.	CM trat/ CM error	Tabla
Bloque	$\frac{\Sigma(\Sigma \text{bloques})^2}{\text{No. trat}} - Fc$	No. Bloq - 1	Sc blo/Glbloq.	CM blo/ CM error	Tabla
Error	Sc Total - Sc Trat	gL total - gL trat - gL blo	Sc error / Gl error		
Total	$\Sigma (\text{datos})^2 - Fc$				

Fuente: del Cid, M. 2008

$$FC = \left( \frac{\Sigma \text{total}^2}{n} \right)$$

**Dónde:**

- gL = grados de libertad
- N = bloques o tratamientos
- SC = sumatoria de cuadrados
- CM = Cuadrado medio de error
- Ft = factor tabulado de la curva de la prueba de Fischer al 95% de confiabilidad
- Fc = factor calculado de la prueba de Fischer.
- CV = causas de variación

### **10.7 Metodología para la estimación de los costos de las harinas a producir a nivel de laboratorio.**

Se usó como base las formulaciones de las muestras analizadas, para estimar el costo de producción a nivel de laboratorio, de la siguiente manera:

- El costo de los ingredientes (plátano verde, y material de empaque) se tomó en cuenta el precio de cada uno.
- La cantidad de gas propano, se estimó por la diferencia de peso del cilindro antes y después del proceso.
- La mano de obra se obtuvo de acuerdo al salario mínimo para las actividades no agrícolas determinada a partir del 1 de enero del presente año.
- La cantidad de agua se estimó de acuerdo a los litros aproximados que se utilizaron para lavar los recipientes, realizar la limpieza del área de trabajo y de lavar y desinfectar la materia prima.
- El consumo de energía eléctrica del proceso de elaboración de las harinas, se calculó tomando lecturas antes y después del proceso en el contador de energía correspondiente para determinar los kw/h consumidos.
- Los insumos de limpieza se tomaron con base al precio unitario del mercado y las cantidades respectivas.
- Luego se procedió a sumar las cantidades totales de cada renglón, para obtener los costos de producción de las harinas elaboradas.

### **10.8 Rendimiento de las harinas de plátano verde**

Se procedió a medir el peso del total de los plátanos verdes utilizados con y sin cáscara dependiendo del tipo de harina, y luego se pesaron las harinas obtenidas, para obtener el rendimiento se dividió el peso obtenido de la harina dentro del peso de los plátanos verdes crudos.

- Harina de pulpa y cáscara de plátano verde:

$$\frac{\text{peso del harina obtenida}}{\text{peso de plátanos verdes con cáscara}} \times 100 \% = \text{rendimiento del harina.}$$

- Harina de pulpa de plátano verde:

$$\frac{\text{peso del harina obtenida}}{\text{peso de plátanos verdes sin cáscara}} \times 100 \% = \text{rendimiento del harina.}$$

## 11. RESULTADOS

### 11.1 Registro del proceso de deshidratación de plátano verde.

Se deshidrataron 3 lotes de pulpa de plátano verde (1 kg cada lote) y un lote de cáscara de plátano verde (1 kg). La deshidratación se llevó a cabo en el municipio de Santo Tomás La Unión, Suchitepéquez, que cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 900 metros. Las condiciones de deshidratación no fueron constantes para los cuatro lotes de materia prima, debido a que el deshidratador es de tipo solar, por lo tanto cuando las condiciones climáticas cambiaban, aumentando la humedad relativa y disminuyendo la temperatura, no era factible seguir deshidratando. Se debió guardar el material y exponerlo al sol al día siguiente. Las temperaturas y humedades relativas fueron obtenidas de la aplicación para Sistema Operativo Android AccuWeather, se ingresó la localidad en donde se realizó la deshidratación, y la aplicación devolvió los datos de temperatura y humedad relativa en tiempo real.

**Cuadro 11. Deshidratación de la pulpa y cáscara de plátano verde**

<b>LOTE</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>FECHA INICIAL</b>	<b>FECHA FINAL</b>	<b>PESO INICIAL</b>	<b>PESO FINAL</b>	<b>HUMEDAD PERDIDA</b>
1	Pulpa de plátano verde	01/03/2017	04/03/2017	1,000 kg	0,239 kg	0,761 kg
2	Pulpa de plátano verde	05/03/2017	07/03/2017	1,000 kg	0,269 kg	0,731 kg
3	Pulpa de plátano verde	08/03/2017	09/03/2017	1,000 kg	0,253 kg	0,747 kg
4	Cáscara de plátano verde	10/03/2017	13/03/2017	1,000 kg	0,091 kg	0,909 kg

Fuente: elaboración propia, 2017

## 11.2 Peso de las harinas obtenidas

**Cuadro 12. Harina de pulpa de plátano verde obtenida**

<b>LOTE 1</b>	<b>LOTE 2</b>	<b>LOTE 3</b>	<b>TOTAL</b>
0,265 kg	0,244 kg	0,253 kg	0,762 kg
		Harina con granulometría mayor a la deseada	0,120 kg
		Harina con granulometría adecuada (0,50– 1,00) mm.	<b>0,642 kg</b>

Fuente: elaboración propia, 2017

**Nota:** en el Cuadro 12, pág. 48, se puede observar que fue necesario quitar de la harina la parte de granulometría mayor al deseado (0,120 kg), la cual no cumplía con las características de calidad de (0,50 a 1,00) mm de granulometría, de lo contrario la preparación de la bebida se dificultaría, por eso los 0,120 kg no se utilizaron para elaborar la bebida, y en el costo de fabricación de la harina no se tomó en cuenta este residuo. De los 0,642 kg de harina de pulpa de plátano se utilizaron 0,250 kg para enviar a laboratorio, el resto se utilizó para producir la harina de cáscara y pulpa de plátano verde.

**Cuadro 13. Harina de cáscara de plátano verde obtenida**

<b>LOTE 4</b>	<b>TOTAL</b>
0,091 kg	0,091 kg
Harina con granulometría mayor a 1,00 mm.	0,036 kg
Harina con granulometría adecuada (0,5 mm).	<b>0,055 kg</b>

Fuente: elaboración propia, 2017

**Nota:** en el cuadro anterior se puede observar que en esta harina también existió un residuo de harina con granulometría mayor a la requerida (0,5 a 1,0) mm. y debió ser retirado.

### 11.3 Formulaciones de las harinas desarrolladas en la investigación para enviar a laboratorio.

**Cuadro 14. Formulación harina de pulpa de plátano verde para muestra 1**

INGREDIENTE	PORCENTAJE	PESO
Harina de pulpa de plátano verde	100,00%	0,250 kg
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,250 kg</b>

Fuente: elaboración propia, 2017

**Cuadro 15. Formulación harina de pulpa y cáscara de plátano verde muestra 2**

INGREDIENTE	PORCENTAJE	PESO
Harina de pulpa de plátano verde	78%	0,195 kg
Harina de cáscara de plátano verde	22%	0,055 kg
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,250 kg</b>

Fuente: elaboración propia, 2017

**Cuadro 16. Costos para la producción de 1,000 kg harina a nivel de laboratorio.**

INSUMO	UTILIZACION	COSTO
Materia prima (plátano verde)	4.00 kg	Q 10,00
Empaque	8 bolsas tipo Ziploc	Q 5,00
Gas propano	0,4 kg	Q 2,50
Agua potable	5,0 kg	Q 2,50
Zumo de limón	0,100 kg	Q 1,50
Energía eléctrica	1.5 kw/h	Q 2,00
Mano de obra	0.15 horas	Q 0.70
Insumos de limpieza	Cloro y jabón para trastos	Q 1,50
	<b>TOTAL</b>	<b>Q 25,70</b>
Costo del deshidratador (inversión inicial)		Q. 75,00
<b>Costo de harina por kg producido</b>		<b>Q. 36,87</b>

Fuente: elaboración propia, 2017

Costos para la producción de **1 kg de harina: Q 36,87**, sin tomar en cuenta el costo de la fabricación del deshidratador.

#### **11.4 Rendimiento de las harinas procesadas**

Rendimiento de la harina de pulpa de plátano verde.

- $\frac{0,762 \text{ kg harina de pulpa}}{3,00 \text{ kg de pulpa}} \times 100\% = 25,4 \%$
- Los 0,762 kg de harina se obtuvo a partir de sumar el peso de pulpa de los tres lotes que se deshidrataron.

Rendimiento de la harina de cáscara de plátano verde.

- $\frac{0,091 \text{ kg harina de cáscara}}{1,00 \text{ kg de cáscara}} \times 100\% = 9,1 \%$

Rendimiento de la harina de pulpa y cáscara de plátano verde.

- $\frac{0,853 \text{ kg harina de pulpa y cáscara}}{4,00 \text{ kg de plátano (pulpa y cáscara)}} \times 100\% = 21,33 \%$
- Los 0,853 kg de harina de pulpa y cáscara de plátano verde se obtuvo a partir de sumar los pesos de pulpa y cáscara deshidratada total en el proceso.

#### **11.5 Resultado del análisis químico proximal realizado a las muestras. (Humedad, proteína, carbohidratos, lípidos, fibra y cenizas)**

Peso de las muestras elaboradas

##### **Muestra 1 (Pulpa de plátano verde)**

- 0,250 kg de harina de pulpa de plátano verde

##### **Muestra 2 (Cáscara y pulpa de plátano verde)**

- 0,250 kg de harina de pulpa y cáscara de plátano verde.
  - 0,195 kg de harina de pulpa de plátano verde. (78%)
  - 0,055 kg de harina de cáscara de plátano verde. (22%)

**Cuadro 17. Concentración macronutrientes de muestras de los cuadros 14 y 15.**

COMPONENTE	MUESTRA 1 (harina pulpa)	MUESTRA 2 (harina pulpa y cáscara)	DIFERENCIA ENTRE MUESTRAS	% DE AUMENTO O DISMINUCIÓN DE COMPONENTES EN HARINA DE PULPA Y CÁSCARA
Agua	6,10 %	5,90%	- 0,2%	Disminución de 3,28%
Materia seca total	93,90%	94,10%	0,2%	Aumento de 0,21%
Extracto Etéreo (lípidos)*	1,07%	1,62%	0,55%	Aumento de 51,40%
Fibra cruda*	1,73%	3,17%	1,44%	Aumento de 83,24%
Proteína cruda*	6,30 %	7,16%	0,86%	Aumento de 13,65%
Extracto libre de nitrógeno (carbohidratos)*	87,56%	82,36%	-5,20%	Disminución de 5,94%
Cenizas*	3,34%	5,69%	2,35%	Aumento de 70,36%
TOTAL	100,00%	100,00%		

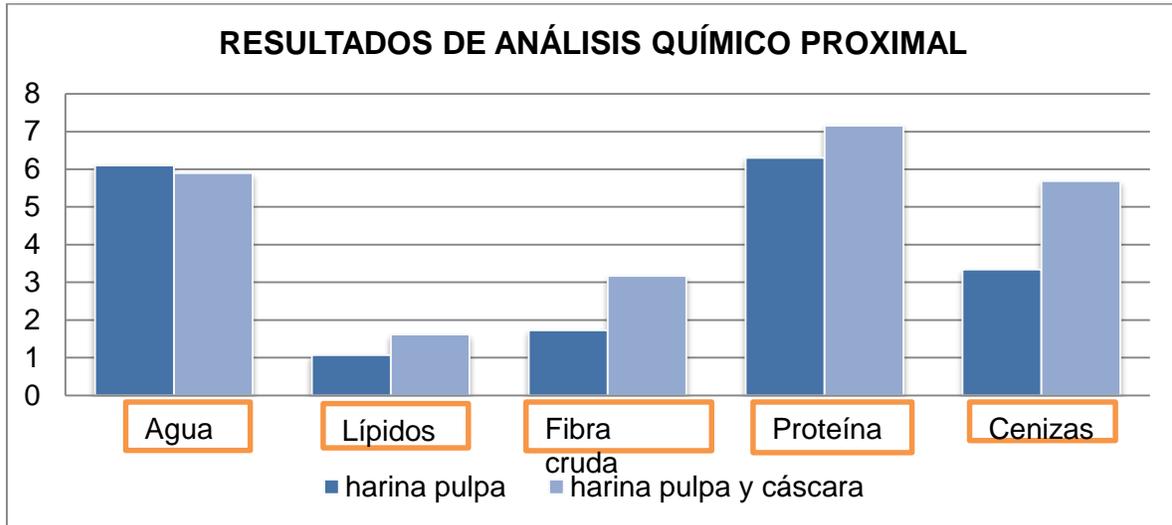
Fuente: laboratorio de Bromatología, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017

\* En base seca

**Nota:** Los cálculos de la columna de % de aumento de los componentes analizados en el cuadro 17 son los siguientes, ejemplo, en el contenido de agua es:  $(0.20 \times 100,00\%) / 6.10 = 3.28\%$ , de la misma forma se realizó para los demás componentes.

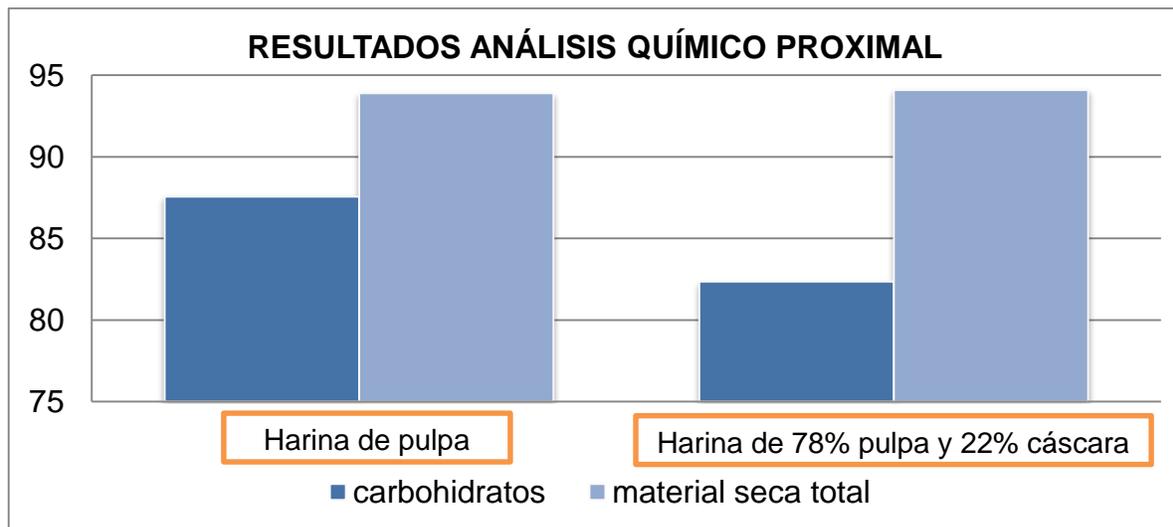
En Apéndice 16.8 y 16.9 páginas 92 y 93, se pueden observar los resultados originales de los análisis químico proximal, desarrollados a las muestras de harina de plátano verde, desarrollados en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Gráfica 1.** Contenido de macro nutrientes presentes en las dos harinas elaboradas. (agua, lípidos, fibra, proteína y cenizas).



Fuente: elaboración propia, 2017

**Gráfica 2.** Contenido de carbohidratos y materia seca total presentes en las dos harinas elaboradas.



Fuente: elaboración propia, 2017

## 11.6 Comparación del contenido calórico de las harinas elaboradas.

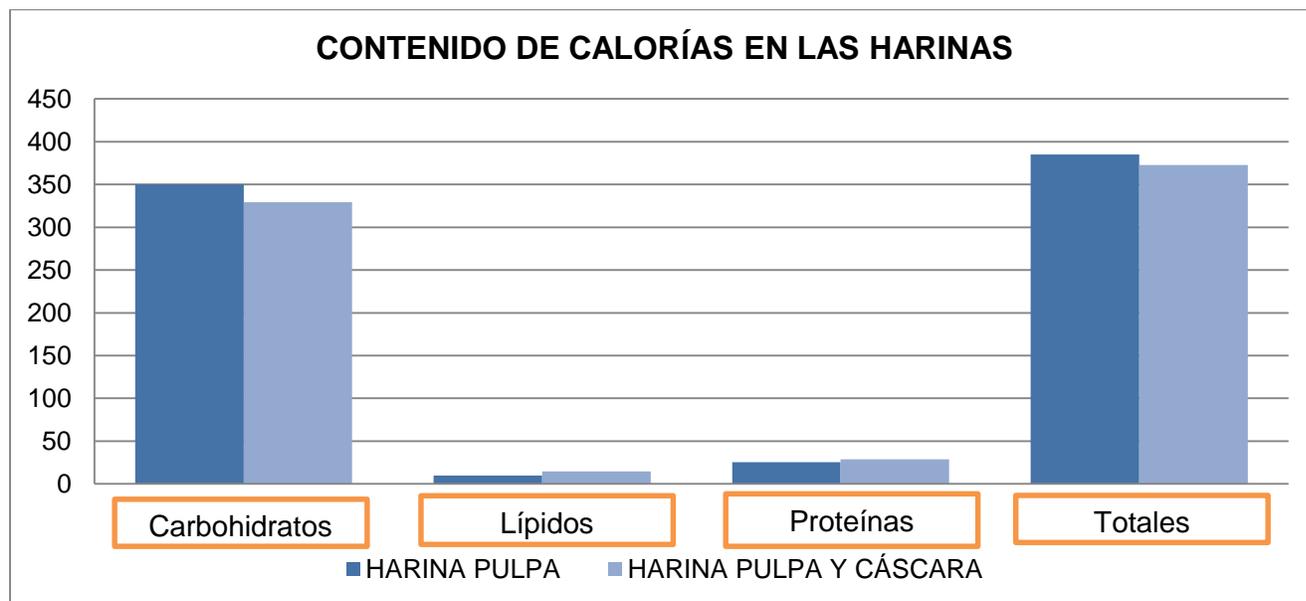
**Cuadro 18. Cuadro comparativo del aporte calórico de las dos harinas desarrolladas.**

HARINA DE PULPA Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE			HARINA DE PULPA DE PLÁTANO VERDE		
Nutriente	g/100 g materia	Energía en kcal.	Nutriente	g/100 g materia	Energía en kcal.
Carbohidratos	82,4 g	329,44 kcal	Carbohidratos	87,56 g	350,24 kcal
Lípidos	1,63 g	14,58 kcal	Lípidos	1,07 g	9,63 kcal
Proteínas	7,16 g	28,64 kcal	Proteínas	6,30 g	25,20 kcal
	<b>TOTAL</b>	<b>372,66 kcal</b>		<b>TOTAL</b>	<b>385,07 kcal</b>

**Una disminución del 3,22% en el contenido calórico**

Fuente: elaboración propia, 2017

**Gráfica 3. Contenido energético presente en cada una de las harinas elaboradas**



Fuente: elaboración propia, 2017

**Nota:** el aporte calórico de las harinas proviene de los carbohidratos (4 cal/gr), proteínas (4 cal/gr) y lípidos (9 cal/gr).

## **11.7 Resultados del Panel Piloto de Evaluación Sensorial realizado a la bebida refrescante**

A continuación se presentan 4 tablas con los resultados obtenidos a nivel de panelistas de laboratorio, con respecto a olor, color, sabor y textura, evaluadas en la bebida refrescante elaborada con harina de pulpa y cáscara de plátano verde.

### **11.7.1 Resultados de los puntajes de la escala hedónica de 7 puntos del Panel Piloto de Evaluación Sensorial**

**Nota:** los datos se obtuvieron de los resultados de la boleta de evaluación sensorial de la bebida (ver apéndice 16.4 pág. 72), convirtiendo la escala de cualidades en una escala numérica (escala hedónica), en donde 1 = disgusta mucho y 7 = gusta mucho.

**Tabla 1. Resultados de puntajes Panel Piloto de Evaluación Sensorial con respecto a olor**

<b>Panelista</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>	<b>Muestra 5</b>
	<b>306</b>	<b>157</b>	<b>239</b>	<b>517</b>	<b>689</b>
<b>1</b>	5	6	6	5	6
<b>2</b>	6	6	5	5	3
<b>3</b>	6	6	6	7	5
<b>4</b>	5	6	5	5	6
<b>5</b>	6	6	5	3	2
<b>6</b>	5	6	5	4	6
<b>7</b>	6	5	6	6	6
<b>8</b>	6	6	6	6	6
<b>9</b>	3	4	5	6	6
<b>10</b>	3	4	4	4	4
<b>11</b>	5	6	4	2	1
<b>12</b>	6	5	5	5	3
<b>13</b>	7	3	2	2	3
<b>14</b>	4	4	5	5	6
<b>15</b>	4	2	2	3	3

Fuente: elaboración propia, 2017

**Tabla 2. Resultados de los puntajes en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial con respecto a color**

<b>Panelista</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>	<b>Muestra 5</b>
	<b>306</b>	<b>157</b>	<b>239</b>	<b>517</b>	<b>689</b>
<b>1</b>	7	7	5	4	3
<b>2</b>	5	5	6	7	2
<b>3</b>	6	6	7	7	4
<b>4</b>	6	7	3	3	1
<b>5</b>	7	6	6	4	5
<b>6</b>	6	4	3	3	6
<b>7</b>	3	4	5	6	3
<b>8</b>	5	5	6	6	4
<b>9</b>	6	4	6	7	5
<b>10</b>	4	4	4	5	3
<b>11</b>	6	5	4	3	2
<b>12</b>	5	5	4	7	3
<b>13</b>	7	5	4	3	2
<b>14</b>	3	3	4	6	1
<b>15</b>	2	5	7	6	2

Fuente: elaboración propia, 2017

**Tabla 3. Resultados de los puntajes en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial con respecto a sabor**

<b>Panelista</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>	<b>Muestra 5</b>
	<b>306</b>	<b>157</b>	<b>239</b>	<b>517</b>	<b>689</b>
<b>1</b>	6	6	4	3	2
<b>2</b>	6	7	6	5	7
<b>3</b>	6	5	7	7	5
<b>4</b>	5	4	3	5	5
<b>5</b>	5	5	5	4	7
<b>6</b>	5	6	6	4	5
<b>7</b>	3	5	5	7	2
<b>8</b>	3	4	4	5	6
<b>9</b>	4	4	5	7	6
<b>10</b>	4	4	4	4	4
<b>11</b>	6	7	5	4	1
<b>12</b>	5	5	6	7	1
<b>13</b>	3	2	2	5	6
<b>14</b>	4	5	5	6	1
<b>15</b>	6	1	6	4	2

Fuente: elaboración propia, 2017

**Tabla 4. Resultados de los puntajes en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial con respecto a textura**

<b>Panelistas</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>	<b>Muestra 5</b>
	<b>306</b>	<b>157</b>	<b>239</b>	<b>517</b>	<b>689</b>
<b>1</b>	6	6	5	4	2
<b>2</b>	6	6	5	5	7
<b>3</b>	7	6	7	7	3
<b>4</b>	5	5	5	5	6
<b>5</b>	6	5	6	6	2
<b>6</b>	6	4	5	4	7
<b>7</b>	1	3	5	5	2
<b>8</b>	4	4	5	5	6
<b>9</b>	5	5	6	7	5
<b>10</b>	3	4	4	4	2
<b>11</b>	6	7	5	2	1
<b>12</b>	7	6	5	6	1
<b>13</b>	4	3	2	1	7
<b>14</b>	6	6	6	7	1
<b>15</b>	5	7	6	6	1

Fuente: elaboración propia, 2017

## 11.7.2 Resultados de análisis varianza de Panel Piloto de Evaluación Sensorial

Los cálculos realizados están en apéndice 16.5, págs. 74 a 77.

**Cuadro 19. Análisis de Varianza para olor**

CV	SC	GL	CM	Fc	Ft	Conclusión	
Trat	5.68	4	1.42	1.076	2.132	No hay diferencia	Muestras
Bloque	68.08	14	4.86	3.863	1.761	Si hay diferencia	Jueces
Error	73.92	56	1.32				
Total	147.7	74					

Fuente: elaboración propia, 2017

**Cuadro 20. Análisis de Varianza para color**

CV	SC	GL	CM	Fc	Ft	Conclusión	
Trat	48.67	4	12.2	6.348	2.132	Si hay diferencia	Muestras
Bloque	38.67	14	2.76	1.441	1.76	No hay diferencia	Jueces
Error	107.3	56	1.92				
Total	194.7	74					

Fuente: elaboración propia, 2017

**Cuadro 21. Análisis de Varianza para sabor**

CV	SC	GL	CM	Fc	Ft	Conclusión	
Trat	10.6	4	2.65	1.08	2.132	No hay diferencia	Muestras
Bloque	39.9	14	2.85	1.16	1.761	No hay diferencia	Jueces
Error	138	56	2.46				
Total	188	74					

Fuente: elaboración propia, 2017

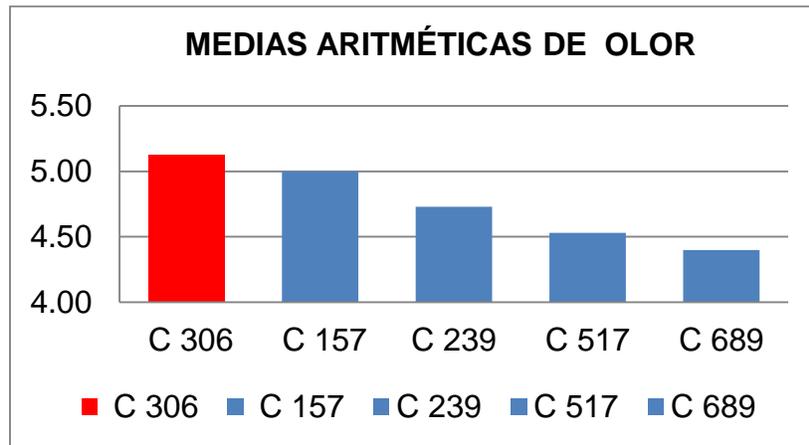
**Cuadro 22. Análisis de Varianza para textura**

CV	SC	GL	CM	Fc	Ft	Conclusión	
Trat	29.3	4	7.32	2.677	2.132	Si hay diferencia	Muestras
Bloque	52.7	14	3.768	1.378	1.761	No hay diferencia	Jueces
Error	153	56	2.734				
Total	235	74					

Fuente: elaboración propia, 2017

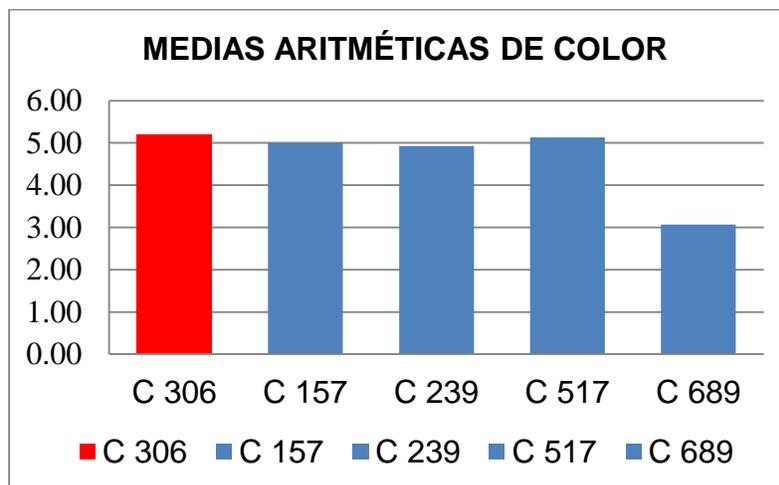
### 11.7.3 Resultados de la determinación de la formulación que obtuvo los mayores puntajes.

**Gráfica 4.** Medias aritméticas obtenidas en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial con respecto a olor



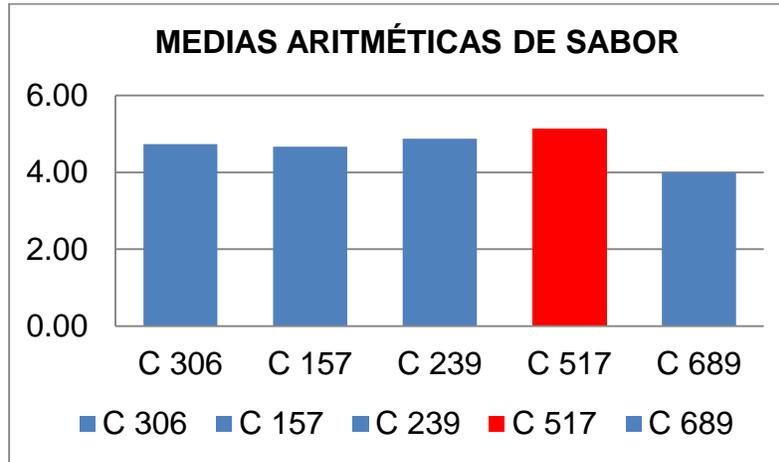
Fuente: elaboración propia, 2017

**Gráfica 5.** Medias aritméticas obtenidas en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial con respecto a color



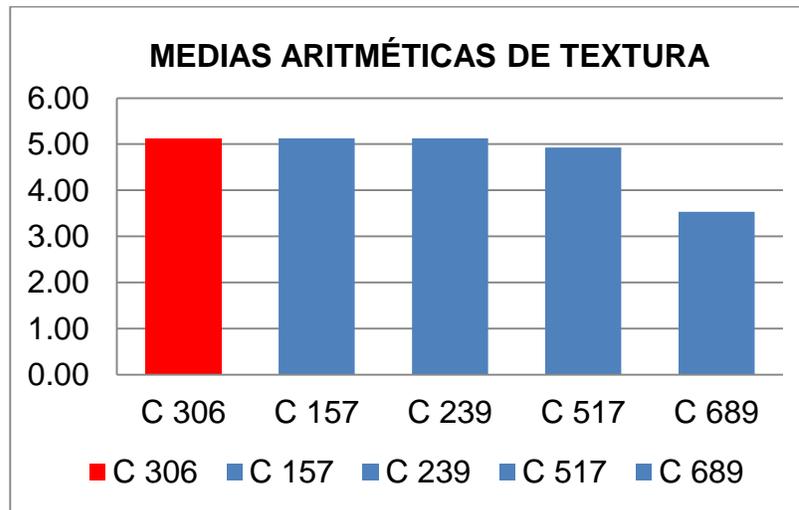
Fuente: elaboración propia, 2017

**Gráfica 6.** Medias aritméticas obtenidas en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial con respecto a sabor



Fuente: elaboración propia, 2017

**Gráfica 7.** Medias aritméticas obtenidas en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial con respecto a textura



Fuente: elaboración propia, 2017

Se observa que de las cuatro características evaluadas (olor, color, sabor y textura) en 3 de ellas (olor, color y textura) la formulación 306 con 20% de harina de pulpa y cáscara de plátano verde, obtuvo las mayores medias aritméticas, por consiguiente en este panel sensorial es la mejor formulación para preparar la bebida según los 15 panelistas.

## 12. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La deshidratación se realizó en las horas comprendidas entre las 6:30 am a 3:00 pm, aproximadamente nueve horas en promedio diarias, a partir de las 4:00 pm la temperatura disminuía, por lo que la presión de vapor en el líquido de la pulpa y cáscara desciende, por lo cual no hubo gradiente de humedad para continuar la deshidratación.

El rendimiento de las harinas fue el siguiente: 25,4% para la harina de pulpa de plátano verde, siendo aceptable debido a la cantidad de almidón que posee la pulpa y a que tiene un porcentaje de humedad menor que la cáscara de plátano. La harina de cáscara de plátano verde obtuvo un rendimiento de 9,1% debido a que tiene un alto contenido de humedad en comparación con la pulpa de plátano y posee una cantidad menor de almidón, contiene fibra, cenizas, proteínas y lípidos, la harina de pulpa y cáscara de plátano verde obtuvo un rendimiento de 21,33%, este rendimiento depende de la diferencia de rendimiento entre la pulpa seca y la cáscara seca. El rendimiento disminuyó con respecto a la harina de pulpa de plátano verde debido a la adición de la harina de cáscara de plátano verde.

Las formulaciones de las harinas producidas para realizar el análisis proximal fueron establecidas tomando en cuenta el rendimiento de la harina de cáscara de plátano verde, el cual fue muy bajo (9,1%), no siendo económicamente rentable añadir una mayor cantidad de la misma a la formulación.

El análisis químico proximal de las harinas (muestra 1: harina de pulpa de plátano verde y muestra 2: harina de pulpa y cáscara de plátano verde) determinó el porcentaje de los macronutrientes presentes en las harinas analizando: agua, extracto etéreo (lípidos), fibra cruda, proteína cruda, extracto libre de nitrógeno (carbohidratos) y cenizas, todos en base seca.

En los resultados obtenidos se puede observar (Cuadro 17, pág. 51), que existió un incremento en los porcentajes de la harina de cáscara y pulpa de plátano verde, con respecto a la harina de pulpa de plátano verde, en la materia seca total con un 0,21%, en el extracto etéreo con un 51,4% , en la fibra cruda con un 83,23%, en la proteína

cruda con un 13,65% y en las cenizas con un 70,36%, este aumento en los componentes citados anteriormente demuestra que la harina elaborada con cáscara y pulpa de plátano verde, si aporta mayor cantidad de macro nutrientes, mejorando las propiedades nutritivas, con respecto a la harina de pulpa de plátano verde, se observa que la harina de pulpa y cáscara de plátano verde posee valores más altos de fibra y cenizas, lo que significa que existe presencia de almidones resistentes, además del aumento de cenizas, que se traduce en un aporte extra de minerales.

Se observó una disminución de los valores en los componentes en el contenido de agua y carbohidratos, debido a que la cáscara no posee almidones, entonces el aporte de éste disminuyó en la harina de cáscara y pulpa de plátano verde, con relación a la harina de pulpa de plátano verde, lo cual incide directamente en la cantidad de calorías presentes.

En el Cuadro 18 Pág. 53, se observa el contenido energético por cada tipo de harina analizada, se tomó como referencia de que los carbohidratos aportan 4 kcal/kg, la proteína aporta 4 kcal/kg y los lípidos 9 kcal/kg, se observa en el cálculo realizado que entre la harina de pulpa y cáscara de plátano verde y la harina de pulpa de plátano verde existe una diferencia de 12,41 kcal/kg, lo que significa que en la harina de pulpa y cáscara de plátano verde se redujo en un 3,22% de kcal. Es de beneficio para la salud la reducción de calorías y el aumento de fibra para personas con sobrepeso y quienes quieran mantener un peso ideal.

Según los resultados del Panel Piloto de Evaluación Sensorial, y como se describe en la metodología, fue necesario realizar un análisis de varianza por el método Fisher, para establecer si existía diferencia estadística entre las muestras de la bebida refrescante a base harina de pulpa y cáscara de plátano verde, esto se observa en los cuadros 19 al 22 pág. 59. Para tal efecto se utilizó una distribución de tratamiento en bloques al azar. Las características sensoriales de color y textura muestran una diferencia estadística significativa entre tratamientos, esto significa que la formulación afectó esta característica, además tiene mayor puntaje la harina con el código 306, correspondiente a un 20% de harina de pulpa y cáscara de plátano verde. En cuanto a textura los puntajes más altos corresponden a las muestras 306, 157 y 239 las que

tienen 20%, 15% y 10% de harina respectivamente, y tiene menor puntaje la formulación de la bebida con 25% de harina. Probablemente a mayor concentración de harina de pulpa y cáscara de plátano verde, se incremente la concentración de harina de cáscara de plátano verde y afecta más notablemente las características sensoriales, esto se deduce porque en todas las características, la bebida con el 25% de harina mostró puntajes más bajos en la escala hedónica dada por los jueces. En general las muestras llegan a obtener el criterio de gusta ligeramente. En las características sensoriales de olor y sabor no se establece diferencia estadística significativa debido a que las muestras presentaban el mismo olor y sabor.

Según las gráficas 4, 5, 6 y 7 en las páginas 60 y 61, los resultados obtenidos durante la evaluación sensorial de las bebidas, se determinó que la formulación que obtuvo los mayores puntajes es la del código 306, debido a que en 3 de las 4 características (olor, color y textura) obtuvo la mejor media aritmética, siendo esta la mejor formulación para la bebida refrescante a base de harina de pulpa y cáscara de plátano verde.

El análisis de costos para producir un lote de 1 kg fue de Q 36.87, sin tomar en cuenta el costo del deshidratador, ya que puede seguir deshidratando mayor cantidad de plátano. Siendo un costo aceptable para la cantidad de macro nutrientes que aporta la harina producida con cáscara y pulpa de plátano verde.

### 13. CONCLUSIONES

1. Se acepta la primera hipótesis, porque la harina de pulpa y cáscara de plátano verde posee mayor contenido en al menos un macro nutriente (proteínas y lípidos), además de un aumento significativo en los valores de fibra y cenizas y menor cantidad de calorías, comparada con la harina de pulpa de plátano verde.
2. Se rechaza la segunda hipótesis, porque la bebida de harina de pulpa y cáscara de plátano verde, "gustó ligeramente" a los panelistas de laboratorio (presenta aceptabilidad), en las cinco muestras evaluadas con respecto a olor, color, sabor y textura, debido a que en las cuatro categorías sensoriales de las cinco muestras evaluadas el promedio de las medias aritméticas es de aproximadamente cinco puntos en la escala hedónica de siete puntos.
3. Las diferencias en los valores obtenidos entre los nutrientes analizados de las dos harinas producidas muestran que las diferencias más altas a favor de la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, fueron en fibra cruda de 1,44% y cenizas de 2,35%, correspondiente a un incremento de 83,23% y 70,20% respectivamente.
4. Se observó una disminución de 5,20% en el valor de carbohidratos de la harina de pulpa y cáscara de plátano verde con relación a la harina de pulpa de plátano verde, correspondiente a una disminución del 5,94%, debido a que la cáscara no posee grandes cantidades de almidón con respecto a la pulpa.
5. La cáscara de plátano verde aumentó el valor de proteínas, lípidos, fibra y cenizas, en la producción de la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, por consiguiente se puede utilizar para producir alimentos para consumo humano como galletas o bebidas refrescantes como la que se elaboró para esta investigación.

6. El valor del contenido calórico de la harina de pulpa y cáscara de plátano verde se redujo en un 3,22% con respecto a la harina de pulpa de plátano verde.
7. La formulación que obtuvo los mayores puntajes para la bebida refrescante a base de harina de pulpa y cáscara de plátano verde, según los resultados obtenidos en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial es la del código 306, con un porcentaje de harina de pulpa y cáscara de plátano verde de 20%.
8. El costo de producción de harina de pulpa y cáscara de plátano verde fue de Q 36,87 por kilogramo de harina, con una inversión de Q 75,00 del deshidratador solar.

## 14. RECOMENDACIONES

1. Realizar un análisis de minerales a la harina de pulpa y cáscara de plátano verde, para determinar cualitativa y cuantitativamente su composición.
2. Determinar la aceptabilidad hacia los consumidores de la bebida a base de harina de pulpa y cáscara de plátano verde.
3. Tomar conciencia que la cáscara de plátano verde es útil para preparar alimentos para consumo humano porque en ocasiones las cáscaras de frutas y verduras suelen tener nutrientes que no están presentes en las pulpas.
4. Utilizar la cáscara de plátano verde para preparar alimentos como bebidas o galletas que contribuyan al aprovechamiento del recurso que actualmente no se está utilizando.
5. Comercializar productos elaborados a partir de cáscara de plátano verde siendo una alternativa rentable para las industrias que se dediquen a la producción de alimentos nutritivos en forma de harinas o bebidas.
6. Realizar un estudio que evidencie la prevención del cáncer de colon con la ingesta de productos alimenticios elaborados con harina de pulpa y cáscara de plátano verde.
7. Estudiar otras fuentes de alimentos en las cuales se esté desaprovechando alguna parte del mismo y que puede servir para mejorar la ingesta alimenticia.
8. Realizar un análisis de costo/beneficio, para reducir los mismos, en la elaboración de harina de pulpa y cáscara de plátano verde.

## 15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akinyanju, J., Oyedeji, B. (1993). *Plátano*. (2 ed.). México, D.F.: Edit. McGraw.
2. Álvarez, J. (2007) *Exportación del plátano*. recuperado 13/04/2015 de: [www.banco de guatemala.com](http://www.banco de guatemala.com).
3. Cáceres, G. (2001). *Producción orgánica de plátano*. Asociación Naturaland. (2 ed.) Recuperado 15/04/2015 de: <http://www.naturaland.de>.
4. Champion, J. (1978). *El Plátano*. (2 ed.). Barcelona, España.: Edit. Blume.
5. Dasuki, M. (1992). *Productos procesados a base de banano y plátano en Indonesia*. *Indonesian Agriculture Research and Development Journal*. 14 (3-4): (Extracto Musarama).
6. Figueroa, M. (2006). *Jugos, néctares y refrescos*. Recuperado 14 abril de: 2015 de <http://www.alimentosysalud.cl/novedades 02.php> 20k.
7. INE (Instituto Nacional de Estadística) (2003) *Exportación de plátano en Guatemala: IV Censo Nacional Agropecuario*. Recuperado 14/04/2015 de [www.censonacionalag.com.html](http://www.censonacionalag.com.html).
8. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación) (2013) *Economía del Plátano*. Recuperado 15/04/2014 de [www.maga.gob.gt.html](http://www.maga.gob.gt.html).
9. Martínez, A. (1997). *Características Nutricionales de Fuentes Alimenticias y su Utilización*. Villavicencio-meta. Boletín Técnico No. 38.
10. Plátano: *Producción de plátano*. (2013) recuperado 14/04/2015 de [www.icta.gob.gt/produccion\\_de\\_platano.html](http://www.icta.gob.gt/produccion_de_platano.html).
11. Plátano: *Taxonomía de plátano* (sf). Recuperado 14/04/2015 de: [www.es.wikipedia.org/platano](http://www.es.wikipedia.org/platano).

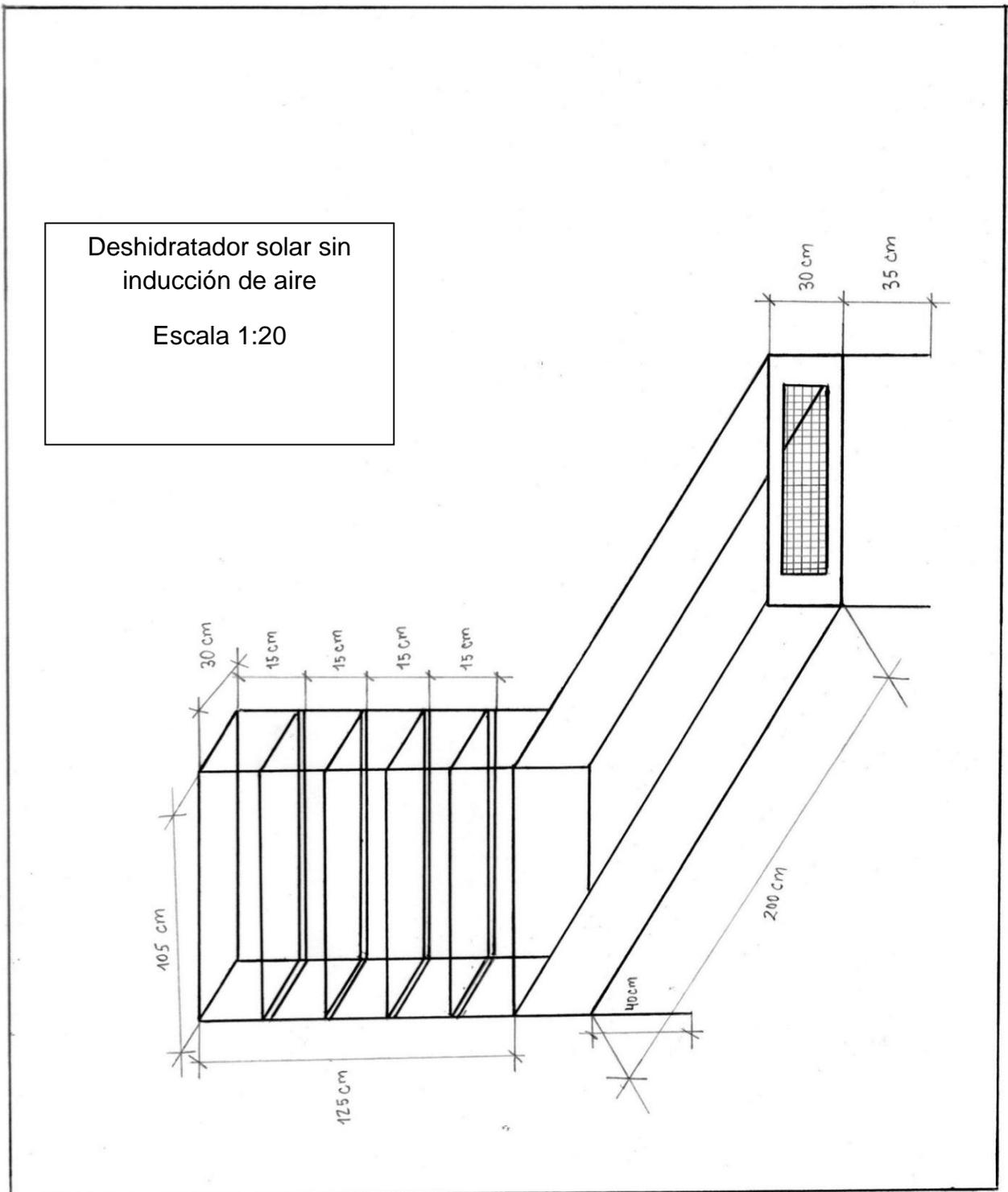
(f) \_\_\_\_\_

Vo. Bo. Lcda. Ana Teresa de González

Bibliotecaria CUNSUROC

## 16. Apéndice

### 16.1 Diseño de deshidratador solar utilizado para la investigación



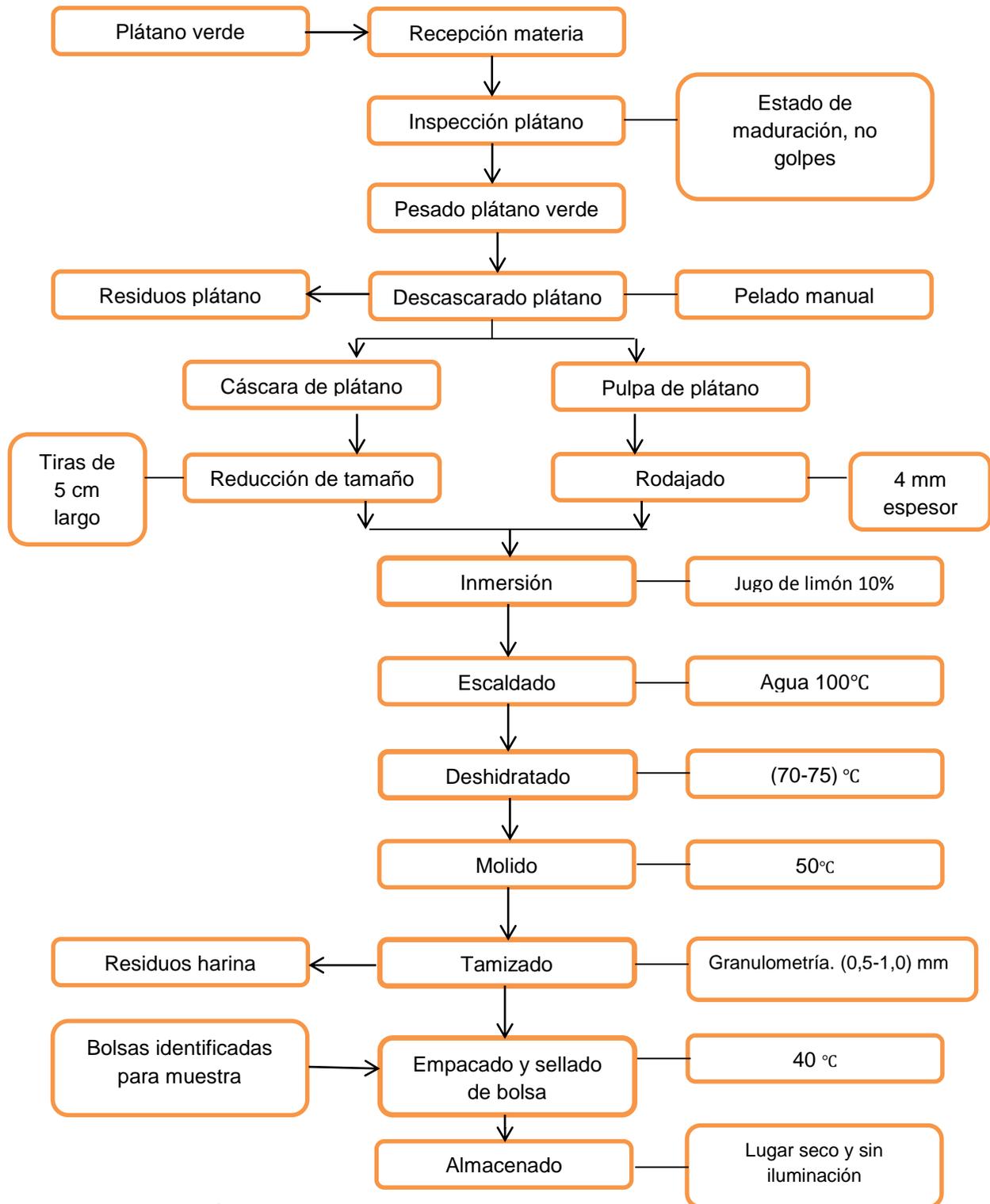
Fuente: elaboración propia, 2017

## 16.2 Materiales utilizados para la fabricación del deshidratador solar

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
Reglas de madera de 2,5 cm de espesor con las medidas establecidas en el diseño (pág. 69 numeral 16.1)	40	Q 30,00
Clavos de acero de 1,5 ''	0,454 kg	Q5,00
Nylon transparente	6 pies	Q15,00
Nylon de color negro	4 pies	Q10,00
Malla metálica de 1 $cm^2$ (abertura)	3 pies	Q15,00
	<b>TOTAL</b>	<b>Q 75,00</b>

Fuente: elaboración propia, 2017

### 16.3 Diagrama de flujo preparación de harina de pulpa y cáscara de plátano verde



Fuente: elaboración propia, 2017

## 16.4 Boleta de Evaluación Sensorial para Panel Piloto de bebida refrescante

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Suroccidente  
Ingeniería en Alimentos

### BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA PANELISTAS DE LABORATORIO BEBIDA REFRESCANTE ELABORADA A BASE DE HARINA DE PULPA Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_ **HORA:** \_\_\_\_\_

**Indicaciones:** a continuación se le presentan cinco muestras de una bebida a base de harina de pulpa y cáscara de plátano verde, sírvase degustarlas y evaluarlas con respecto a color, olor, sabor y textura, marque con una X en cada código y en cada categoría a evaluar.

<b>OLOR</b>	<b>CÓDIGO 306</b>	<b>CÓDIGO 157</b>	<b>CÓDIGO 239</b>	<b>CÓDIGO 517</b>	<b>CÓDIGO 689</b>
Gusta mucho					
Gusta moderadamente					
Gusta ligeramente					
No gusta ni disgusta					
Disgusta ligeramente					
Disgusta moderadamente					
Disgusta mucho					

<b>COLOR</b>	<b>CÓDIGO 306</b>	<b>CÓDIGO 157</b>	<b>CÓDIGO 239</b>	<b>CÓDIGO 517</b>	<b>CÓDIGO 689</b>
Gusta mucho					
Gusta moderadamente					
Gusta ligeramente					
No gusta ni disgusta					
Disgusta ligeramente					
Disgusta moderadamente					
Disgusta mucho					

<b>SABOR</b>	<b>CÓDIGO 306</b>	<b>CÓDIGO 157</b>	<b>CÓDIGO 239</b>	<b>CÓDIGO 517</b>	<b>CÓDIGO 689</b>
Gusta mucho					
Gusta moderadamente					
Gusta ligeramente					
No gusta ni disgusta					
Disgusta ligeramente					
Disgusta moderadamente					
Disgusta mucho					

<b>TEXTURA</b>	<b>CÓDIGO 306</b>	<b>CÓDIGO 157</b>	<b>CÓDIGO 239</b>	<b>CÓDIGO 517</b>	<b>CÓDIGO 689</b>
Gusta mucho					
Gusta moderadamente					
Gusta ligeramente					
No gusta ni disgusta					
Disgusta ligeramente					
Disgusta moderadamente					
Disgusta mucho					

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia, 2017

## 16.5 Cálculos estadísticos para Panel Piloto de Evaluación Sensorial de la bebida refrescante

### 16.5.1 Cálculos para característica de olor

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE OLOR													
N	X1	X2	X3	X4	X5		$\Sigma$ BLOQUES	$\Sigma$ BLOQUES <sup>2</sup>	X1 <sup>2</sup>	X2 <sup>2</sup>	X3 <sup>2</sup>	X4 <sup>2</sup>	X5 <sup>2</sup>
	<b>306</b>	<b>157</b>	<b>239</b>	<b>517</b>	<b>689</b>								
1	5	6	6	5	6		28	784	25	36	36	25	36
2	6	6	5	5	3		25	625	36	36	25	25	9
3	6	6	6	7	5		30	900	36	36	36	49	25
4	5	6	5	5	6		27	729	25	36	25	25	36
5	6	6	5	3	2		22	484	36	36	25	9	4
6	5	6	5	4	6		26	676	25	36	25	16	36
7	6	5	6	6	6		29	841	36	25	36	36	36
8	6	6	6	6	6		30	900	36	36	36	36	36
9	3	4	5	6	6		24	576	9	16	25	36	36
10	3	4	4	4	4		19	361	9	16	16	16	16
11	5	6	4	2	1		18	324	25	36	16	4	1
12	6	6	5	5	3		24	576	36	25	25	25	9
13	7	3	2	2	3		17	289	49	9	4	4	9
14	4	4	5	5	6		24	576	16	16	25	25	36
15	4	2	2	3	3		14	196	16	4	4	9	9
$\Sigma$	<b>77</b>	<b>75</b>	<b>71</b>	<b>68</b>	<b>66</b>	<b>105</b>	<b>357</b>	<b>8837</b>	<b>415</b>	<b>399</b>	<b>359</b>	<b>340</b>	<b>334</b>
$\Sigma^2$	<b>5929</b>	<b>5625</b>	<b>5041</b>	<b>4624</b>	<b>4356</b>	<b>25575</b>	<b>127449</b>		<b>1847</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>5.13</b>	<b>5.00</b>	<b>4.73</b>	<b>4.53</b>	<b>4.40</b>		<b>1699.32</b>						
<b>PROM</b>	<b>4.76 <math>\approx</math> 5.00 = gusta ligeramente</b>												

Fuente: elaboración propia, 2017

### Nomenclatura de los cálculos

$\Sigma$  = Sumatoria

$\Sigma^2$  = Sumatoria al cuadrado

**Media** = Sumatoria de objetos / cantidad total de objetos

### 16.5.2 Cálculos para característica de color

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE COLOR													
N	X1	X2	X3	X4	X5		$\Sigma$ BLOQUES	$\Sigma$ BLOQUES <sup>2</sup>	X1 <sup>2</sup>	X2 <sup>2</sup>	X3 <sup>2</sup>	X4 <sup>2</sup>	X5 <sup>2</sup>
	<b>306</b>	<b>157</b>	<b>239</b>	<b>517</b>	<b>689</b>								
1	7	7	5	4	3		26	676	49	49	25	16	9
2	5	5	6	7	2		25	625	25	25	36	49	4
3	6	6	7	7	4		30	900	36	36	49	49	16
4	6	7	3	3	1		20	400	36	49	9	9	1
5	7	6	6	4	5		28	784	49	36	36	16	25
6	6	4	3	3	6		22	484	36	16	9	9	36
7	3	4	5	6	3		21	441	9	16	25	36	9
8	6	5	6	6	4		26	676	25	25	36	36	16
9	6	4	6	7	5		28	784	36	16	36	49	25
10	4	4	4	5	3		20	400	16	16	16	25	9
11	6	5	4	3	2		20	400	36	25	16	9	4
12	5	5	4	7	3		24	576	25	25	16	49	9
13	7	5	4	3	2		21	441	49	25	16	9	4
14	3	3	4	6	1		17	289	9	9	16	36	1
15	2	5	7	6	2		22	484	4	25	49	36	4
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>78</b>	<b>75</b>	<b>74</b>	<b>77</b>	<b>46</b>		<b>350</b>	<b>8360</b>	<b>440</b>	<b>393</b>	<b>390</b>	<b>433</b>	<b>172</b>
<b><math>\Sigma^2</math></b>	<b>6048</b>	<b>5625</b>	<b>5476</b>	<b>5929</b>	<b>2116</b>		<b>122500</b>		<b>1828</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>5.20</b>	<b>5.00</b>	<b>4.93</b>	<b>5.13</b>	<b>3.07</b>	<b>25230</b>	<b>1633.33</b>						
<b>PROM</b>	<b>4.67 <math>\approx</math> 5.00 = gusta ligeramente</b>												

Fuente: elaboración propia, 2017

#### Nomenclatura de los cálculos

$\Sigma$  = Sumatoria

$\Sigma^2$  = Sumatoria al cuadrado

**Media** = Sumatoria de objetos / cantidad total de objetos

### 16.5.3 Cálculos para característica de sabor

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE SABOR													
N	X1	X2	X3	X4	X5		$\Sigma$ BLOQUES	$\Sigma$ BLOQUES <sup>2</sup>	X1 <sup>2</sup>	X2 <sup>2</sup>	X3 <sup>2</sup>	X4 <sup>2</sup>	X5 <sup>2</sup>
	<b>306</b>	<b>157</b>	<b>239</b>	<b>517</b>	<b>689</b>								
1	6	6	4	3	2		21	441	36	36	16	9	4
2	6	7	6	5	7		31	961	36	49	36	25	49
3	6	5	7	7	5		30	900	36	25	49	49	25
4	5	4	3	5	5		22	484	25	16	9	25	25
5	5	5	5	4	7		26	676	25	25	25	16	49
6	5	6	6	4	5		26	676	25	36	36	16	25
7	3	5	5	7	2		22	484	9	25	35	49	4
8	3	4	4	5	6		22	484	9	16	16	25	36
9	4	4	5	7	6		26	676	16	16	25	49	36
10	4	4	4	4	4		20	400	16	16	16	16	16
11	6	7	5	4	1		23	529	36	49	25	16	1
12	5	5	6	7	1		24	576	25	25	36	49	1
13	3	2	2	5	6		18	324	9	4	4	25	36
14	4	5	5	6	1		21	441	16	25	25	36	1
15	6	1	6	4	2		19	361	36	1	36	16	4
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>71</b>	<b>70</b>	<b>73</b>	<b>77</b>	<b>60</b>		<b>351</b>	<b>8413</b>	<b>355</b>	<b>364</b>	<b>379</b>	<b>421</b>	<b>312</b>
<b><math>\Sigma^2</math></b>	<b>5041</b>	<b>4900</b>	<b>5329</b>	<b>5929</b>	<b>3600</b>	<b>24799</b>	<b>123201</b>		<b>1831</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>4.73</b>	<b>4.67</b>	<b>4.87</b>	<b>5.13</b>	<b>4</b>								
<b>PROM</b>	<b>4.68 <math>\approx</math> 5.00 = gusta ligeramente</b>						<b>1642.68</b>						

Fuente: elaboración propia, 2017

#### Nomenclatura de los cálculos

$\Sigma$  = Sumatoria

$\Sigma^2$  = Sumatoria al cuadrado

**Media** = Sumatoria de objetos / cantidad total de objetos

### 16.5.4 Cálculos para característica de textura

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE TEXTURA													
N	X1	X2	X3	X4	X5		$\Sigma$ BLOQUES	$\Sigma$ BLOQUES <sup>2</sup>	X1 <sup>2</sup>	X2 <sup>2</sup>	X3 <sup>2</sup>	X4 <sup>2</sup>	X5 <sup>2</sup>
	<b>306</b>	<b>157</b>	<b>239</b>	<b>517</b>	<b>689</b>								
1	6	6	5	4	2		23	529	36	36	25	16	4
2	6	6	5	5	7		29	841	36	36	25	25	49
3	7	6	7	7	3		30	900	49	36	49	49	9
4	5	5	5	5	6		26	676	25	25	25	25	36
5	6	5	6	6	2		25	625	36	25	36	36	4
6	6	4	5	4	7		26	676	36	16	25	16	49
7	1	3	5	5	2		16	256	1	9	25	25	4
8	4	4	5	5	6		24	576	16	16	25	25	36
9	5	5	6	7	5		28	784	25	25	36	49	25
10	3	4	4	4	2		17	289	9	16	16	16	4
11	6	7	5	2	1		21	441	36	49	25	4	1
12	7	6	5	6	1		25	625	49	36	25	36	1
13	4	3	2	1	7		17	289	16	9	4	1	49
14	6	6	6	7	1		26	676	36	36	36	49	1
15	5	7	6	6	1		25	625	25	49	36	36	1
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>74</b>	<b>53</b>		<b>358</b>	<b>8808</b>	<b>431</b>	<b>419</b>	<b>413</b>	<b>408</b>	<b>273</b>
<b><math>\Sigma^2</math></b>	<b>5929</b>	<b>5929</b>	<b>5929</b>	<b>5476</b>	<b>2809</b>	<b>26072</b>	<b>128164</b>		<b>1944</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>5.13</b>	<b>5.13</b>	<b>5.13</b>	<b>4.93</b>	<b>3.53</b>		<b>1708.85</b>						
<b>PROM</b>	<b>4.77 <math>\approx</math> 5.00 = gusta ligeramente</b>												

Fuente: elaboración propia, 2017

#### Nomenclatura de los cálculos

$\Sigma$  = Sumatoria

$\Sigma^2$  = Sumatoria al cuadrado

Media = Sumatoria de objetos / cantidad total de objetos

## 16.6 FOTOGRAFÍAS

1. Plátanos verdes extraídos del rechazo de exportación en Finca Imara II, Tiquisate, Escuintla



Fuente: elaboración propia, 2017

2. Plátanos utilizados para la preparación de las harinas



Fuente: elaboración propia, 2017

**3. Lavado de los plátanos con solución de cloro al 0,05%**



Fuente: elaboración propia, 2017

**4. Plátanos sumergidos en solución con jugo de limón al 20%**



Fuente: Elaboración propia, 2017

**5. Plátanos siendo deshidratados en el deshidratador solar**



Fuente: elaboración propia, 2017

**6. Se puede observar cómo se deshidratan dos lotes de pulpa y un lote de cáscara de plátano verde en la parte superior, en el deshidratador solar.**



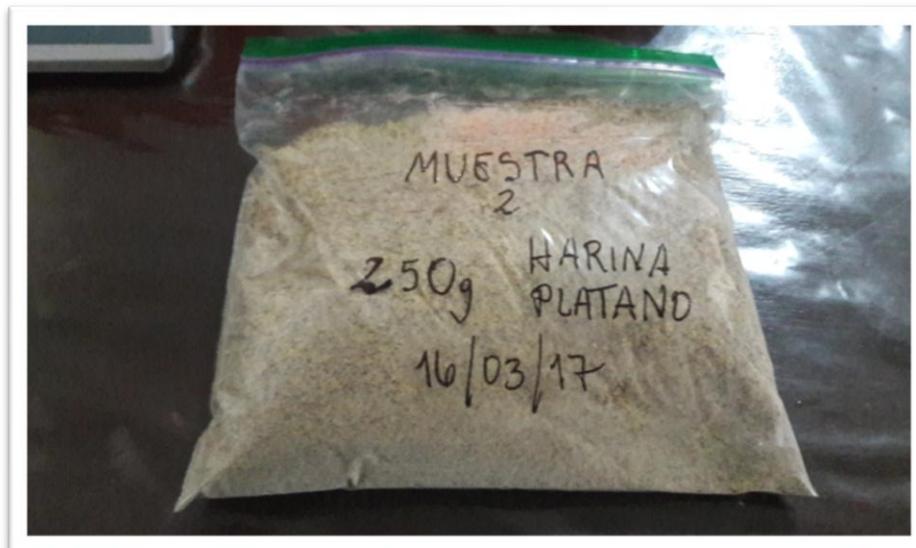
Fuente: elaboración propia, 2017

7. Proceso de obtención de las harinas, momento después de la molienda se pueden notar el color de la harina de cáscara de plátano verde que es café oscuro.



Fuente: elaboración propia, 2017

8. Muestra de la harina de pulpa y cáscara de plátano verde empacada en una bolsa Ziploc, enviada al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para la realización del análisis químico proximal.



Fuente: elaboración propia, 2017

**9. Primera fase de construcción, estructura de madera.**



Fuente: elaboración propia, 2017

**10. Segunda fase de construcción, elaboración de bandejas.**



Fuente: elaboración propia, 2017

**11. Tercera fase de construcción, forrado con nylon negro en la base y nylon transparente en la parte superior.**



Fuente: elaboración propia, 2017

**12. Deshidratador en funcionamiento.**



Fuente: elaboración propia, 2017

**13. Bebidas refrescantes elaboradas a partir de harina de pulpa y cáscara de plátano verde, utilizando las cinco formulaciones correspondientes**



Fuente: elaboración propia, 2017

**14. Fotografías de Panel Piloto de Evaluación Sensorial a bebida refrescante a base de harina de pulpa y cáscara de plátano verde**



Fuente: elaboración propia, 2017

## 15. Desarrollo del Panel Piloto de Evaluación Sensorial



Fuente: elaboración propia, 2017

## 16. Compañeros estudiantes con cierre de Pensum de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, evaluando las formulaciones de la bebida refrescante a base de harina de pulpa y cáscara de plátano verde



Fuente: elaboración propia, 2017

## 17. Desarrollo de la prueba de Piloto de Evaluación Sensorial



Fuente: elaboración propia, 2017

## 16.7 Glosario

### 1. Acrilamida

Es blanca, inodora y cristalina, soluble en agua, etanol, éter y cloroformo. Se forma en alimentos durante su cocción o procesado a altas temperaturas (especialmente en los productos que contienen almidón), también es un componente del humo del tabaco. Se polimeriza fácilmente, y la poliacrilamida tiene muchas aplicaciones en la industria química, por ejemplo como floculante para clarificar el agua de bebida, en polimerización "*in situ*" en presas y túneles, como aglutinante en la industria del papel, en cosmética, síntesis de genes en laboratorio, extracción de metales, industria textil y obtención de colorantes.

La acrilamida está clasificada como probablemente cancerígena para el ser humano, con base en estudios realizados con animales, que demuestran que hay pruebas de que puede causar cáncer a los humanos, pero actualmente no son concluyentes (Martínez, 1997).

### 2. Almidón

El almidón es el principal polisacárido de reserva de la mayoría de los vegetales, y la fuente de calorías más importante consumida por el ser humano.

Es un constituyente imprescindible en los alimentos en los que está presente, desde el punto de vista nutricional. Gran parte de las propiedades de la harina y de los productos de panadería y repostería pueden explicarse conociendo las características del almidón (Pérez, 2011).

### 3. Baya

Es el tipo más común de fruto carnoso simple, en el cual la pared entera del ovario madura, generalmente, en un pericarpio carnoso y comestible. En la definición más estricta del término el ovario es súpero en estas flores.

Tienen uno o más carpelos dentro de una cubierta fina y los interiores muy carnosos, las semillas dispersas en la pulpa (Pérez, 2011).

#### **4. Bromatología**

Es la ciencia que estudia los alimentos en cuanto a su producción, manipulación, conservación, elaboración y distribución, así como su relación con la sanidad. Esta ciencia permite conocer la composición cualitativa y cuantitativa de los alimentos, el significado higiénico y toxicológico de las alteraciones y contaminaciones, cómo y por qué ocurren y cómo evitarlas, cuál es la tecnología más apropiada para tratarlos y cómo aplicarla, cómo utilizar la legislación, seguridad alimenticia, protección de los alimentos y del consumidor, qué métodos analíticos aplicar para determinar su composición y determinar su calidad (Pérez, 2011).

#### **5. Carotenoides**

Compuesto químico de la familia de los terpenos llamado  $\beta$ -caroteno (léase beta-caroteno). Éste es el carotenoide más abundante en la naturaleza y el más importante para la dieta humana, por lo que da nombre a todo un grupo de compuestos bioquímicos. Su estructura fue determinada en el año de 1930 por Paul Karrer, trabajo que le valió el Premio Nobel de Química. Éste describió por primera vez en la historia la estructura de una vitamina o pro-vitamina. (Pérez, 2011).

#### **6. Culinario**

Es una forma creativa de preparar los alimentos y depende mucho de la cultura, en términos de conocimientos respecto a los alimentos, su forma de prepararlos, así como de los rituales sociales establecidos alrededor de la comida. No hay que confundirlo con gastronomía, que englobaría a esta en un campo más general dedicado a todo lo relacionado con la cocina. (Pérez, 2011).

## **7. Desnutrición**

La desnutrición es una enfermedad causada por una dieta inapropiada, hipocalórica e hipo proteico. También puede ser causada por mala absorción de nutrientes como en la celiaquía. Tiene influencia en los factores sociales, psiquiátricos o simplemente patológicos. Ocurre principalmente entre individuos de bajos recursos y principalmente en niños de países subdesarrollados. (Pérez, 2011).

## **8. Deshidratación**

Es la alteración de agua y sales minerales en el plasma de un cuerpo. Puede producirse por estar en una situación de mucho calor (sobre todo si hay mucha humedad), ejercicio intenso, falta de bebida o una combinación de estos factores. También ocurre en aquellas enfermedades donde está alterado el balance hidroelectrolítico. Básicamente, esto se da por falta de ingestión o por exceso de eliminación de agua (Pérez, 2011).

## **9. Epicarpio**

A veces denominado exocarpio o exocarpo de exo, "exterior") es la parte del pericarpio que suele proteger al resto del fruto del exterior. El epicarpio forma la epidermis protectora del fruto que, a menudo, contiene glándulas con esencias y pigmentos. En muchas frutas se llama comúnmente piel (Pérez, 2011).

## **10. Harina:**

Es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón (Pérez, 2011).

## **11. Inmersión**

El sustrato es metido dentro de la solución del material de recubrimiento a una velocidad constante (preferiblemente sin sacudidas) (Pérez, 2011).

## **12. Insulina**

Es una hormona polipeptídica formada por 51 aminoácidos, producida y secretada por las células beta de los islotes de Langerhans del páncreas. La insulina interviene en el aprovechamiento metabólico de los nutrientes, sobre todo con el anabolismo de los glúcidos. La síntesis de la insulina pasa por una serie de etapas. Primero la preproinsulina es creada por un ribosoma en el retículo endoplasmático rugoso (RER), que pasa a ser (cuando pierde su secuencia señal) proinsulina. Esta es importada al aparato de Golgi, donde se modifica, eliminando una parte y uniendo los dos fragmentos restantes mediante puentes disulfuro (Pérez, 2011).

## **13. Maduración**

La maduración de los frutos puede ser definida como la secuencia de cambios morfológicos, fisiológicos y bioquímicos que conducen a la formación de un fruto apto para el consumo humano (Pérez, 2011).

## **14. Nutrición**

Es principalmente el aprovechamiento de los nutrientes, manteniendo el equilibrio homeostático del organismo a nivel molecular y macro sistémico. La nutrición es el proceso biológico en el que los organismos asimilan los alimentos y los líquidos necesarios para el funcionamiento, el crecimiento y el mantenimiento de sus funciones vitales. La nutrición también es el estudio de la relación que existe entre los alimentos y la salud, especialmente en la determinación de una dieta (Pérez, 2011).

## **15. Pedicelo**

Es la ramita o rabillo que sostiene una inflorescencia o un fruto tras su fecundación (Pérez, 2011).

## **16. Pulpa**

Es un tejido celular vegetal cuyo objeto es mejorar la dispersión de las semillas. La pulpa de los diferentes tipos de frutas y verduras juega un papel importante en la nutrición. Las frutas y verduras contienen fibra en forma de celulosa, pectina, lignina y hemicelulosa, mismas que son esenciales para la salud. Combinadas, este tipo de fibras de lenta absorción ayudan a incrementar la absorción de los nutrientes, bajar el colesterol, reducir el riesgo de enfermedades del corazón, ayuda a eliminar toxinas y células cancerígenas (Pérez, 2011).

**16.8 Resultados de análisis químico proximal realizado a la muestra de  
harina 100% pulpa de plátano verde.**



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Escuela de Zootecnia  
Unidad de Alimentación Animal

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín  
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas



**BROMATOLOGÍA**  
ANÁLISIS DE ALIMENTOS PARA ANIMALES

Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Universitaria zona 12  
Ciudad de Guatemala  
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676  
E-mail: bromatolo2000@yahoo.es  
**No. 365**

**FORMULARIO BROMATO 7  
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS**

Solicitado por: **LUIS FELIPE OBDULIO BARRIOS PINEDA.**  
Fecha de recibida la muestra: **09-07-2015.**

Dirección: **MAZATENANGO, SUCITEPEQUEZ.**  
Fecha de realización: **DEL 13 AL 17 -07-2015.**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H.	AGL %	Meq./kg.
897	HARINA PULPA PLÁTANO VERDE	SECA	6.10	93.90	1.07	1.73	6.30	3.34	87.56	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	1.00	1.63	5.92	3.14	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
----	-----	SECA	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																

**OBSERVACIONES:**

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

**TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 1**

*[Signature]*  
T. L. José A. Morales S.  
Laboratorista



*[Signature]*  
Lic. Miguel Ángel Rodenas  
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2015/365  
17/07/15

**16.9. Resultados de análisis químico proximal realizado a la muestra de harina 78% pulpa y 22% cáscara de plátano verde.**



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Escuela de Zootecnia  
Unidad de Alimentación Animal

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín  
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas



**BROMATOLOGÍA**  
Laboratorio de Alimentos para Animales

Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12  
Ciudad de Guatemala  
Teléfono: 24188307 ext. 1676  
E-mail: bromato2000@yahoo.es

**FORMULARIO BROMATO 7  
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS**

Solicitado por: **LUIS FELIPE OBDULIO BARRIOS PINEDA.**  
Fecha de recibida la muestra: **09-07-2015.**

Dirección: **MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ.**  
Fecha de realización: **DEL 13 AL 17 -07-2015.**  
No. **366**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H.	AGL %	Meq./kg.
898	HARINA PULPA y CASCARA PLÁTANO VERDE	SECA	5.90	94.10	1.62	3.17	7.16	5.69	82.36	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	1.53	2.98	6.74	5.35	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
----	-----	SECA	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																

**OBSERVACIONES:**

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

**TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 1**

*(Signature)*  
T. L. José A. Barrios S.  
Laboratorista



*(Signature)*  
Lic. Miguel Ángel Rodenas  
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2015/366  
17/07/15

Mazatenango, Suchitepéquez, 22 de Mayo de 2017

**Comisión de Trabajo de Graduación**  
**Ingeniería en Alimentos**  
**CUNSUROC-USAC**  
**Presente**

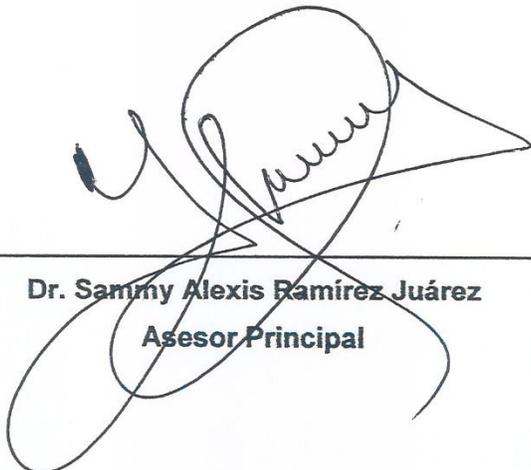
Les saludo deseándoles éxitos al frente de sus actividades cotidianas.

Por este medio hago constar que he revisado el trabajo de graduación, correspondiente al : Seminario II titulado “ **DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DEL CONTENIDO ENERGÉTICO Y DE MACRO NUTRIENTES DE DOS HARINAS ELABORADAS CON PULPA Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE (MUSA PARADISIACA), EN MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**”. Elaborado por el estudiante Luis Felipe Obdulio Barrios Pineda, quien se identifica con Carne: 201144129.

Por lo cual manifiesto estar de acuerdo con el contenido del mismo y lo apruebo para que continúe con el proceso requerido.

Sin otro particular, me despido de ustedes.

**Atentamente:**

  
(f)  
**Dr. Sammy Alexis Ramírez Juárez**  
**Asesor Principal**

Mazatenango, Suchitepéquez, 22 de Mayo de 2017

**Comisión de Trabajo de Graduación**  
**Ingeniería en Alimentos**  
**CUNSUROC-USAC**  
**Presente**

Les saludo deseándoles éxitos al frente de sus actividades cotidianas.

Por este medio hago constar que hemos revisado el trabajo de graduación, correspondiente al : Seminario II titulado " **DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DEL CONTENIDO ENERGÉTICO Y DE MACRO NUTRIENTES DE DOS HARINAS ELABORADAS CON PULPA Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE (MUSA PARADISIACA), EN MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**". Elaborado por el estudiante Luis Felipe Obdulio Barrios Pineda, quien se identifica con Carne: 201144129.

Por lo cual manifestamos estar de acuerdo con el contenido del mismo y lo aprobamos para que continúe con el proceso requerido.

Sin otro particular, me despido de ustedes.

**Atentamente:**

(f)   
\_\_\_\_\_  
**Inga. Silvia Marisol Guzmán**  
**Terna Evaluadora**

(f)   
\_\_\_\_\_  
**Inga. Dora Emilia Rodas**  
**Terna Evaluadora**

(f)   
\_\_\_\_\_  
**Ing. Marvin Manolo Sánchez López**  
**Terna Evaluadora**

**Mazatenango, Suchitepéquez, 22 de Mayo de 2017**

**Ph.D. Marco Antonio Del Cid Flores**  
**Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos**  
**CUNSUROC-USAC**  
**Presente**

Es para mí un gusto saludarlo, deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente es para informarle que la Comisión de Trabajo de Graduación ha recibido el informe de los asesores nombrados para examinar en Seminario II, al estudiante Luis Felipe Obdulio Barrios Pineda, con número de Carné: 201144129, con el tema de trabajo de graduación titulado: **“ DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DEL CONTENIDO ENERGÉTICO Y DE MACRO NUTRIENTES DE DOS HARINAS ELABORADAS CON PULPA Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE (MUSA PARADISIACA), EN MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ”**.

Luego de haber sido constatado que fueron hechas todas las correcciones que los asesores emitieron, hacemos entrega de dicho informe.

Atentamente:



**Ing. Marvin Manolo Sánchez López**  
**Secretario de la Comisión de Trabajo de Graduación**

Mazatenango, Suchitepéquez, 25 de Mayo de 2017

Director

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Centro Universitario del Suroccidente

Presente

Respetable Director:

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, he tenido a bien revisar el informe final del Trabajo de Graduación titulado: **“ DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DEL CONTENIDO ENERGÉTICO Y DE MACRO NUTRIENTES DE DOS HARINAS ELABORADAS CON PULPA Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE (MUSA PARADISIACA), EN MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ”**. El cual ha sido presentado por el T.U. Luis Felipe Obdulio Barrios Pineda, identificado con el número de carné 201144129.

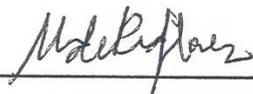
Dicho informe llena los requisitos para optar al título de Ingeniero en Alimentos, en el grado académico de Licenciado, por lo que solicito la autorización del IMPRÍMASE.

Sin otro particular, me es grato despedirme de usted.

Atentamente:

“ÍD Y ENSEÑAD A TODOS”

(f)



Ph.D. Marco Antonio Del Cid Flores

Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos





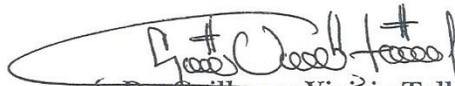
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE  
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ  
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

### CUNSUROC/USAC-I-04-2017

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, veinticinco de mayo de dos mil diecisiete-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DEL CONTENIDO ENERGÉTICO Y DE MACRO NUTRIENTES DE DOS HARINAS ELABORADAS CON PULPA Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE (*Musa paradisiaca*), EN MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ" del estudiante: Luis Felipe Obdulio Barrios Pineda, carné 201144129 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Dr. Guillermo Vinicio Tello Carr  
Director - CUNSUROC



/gris