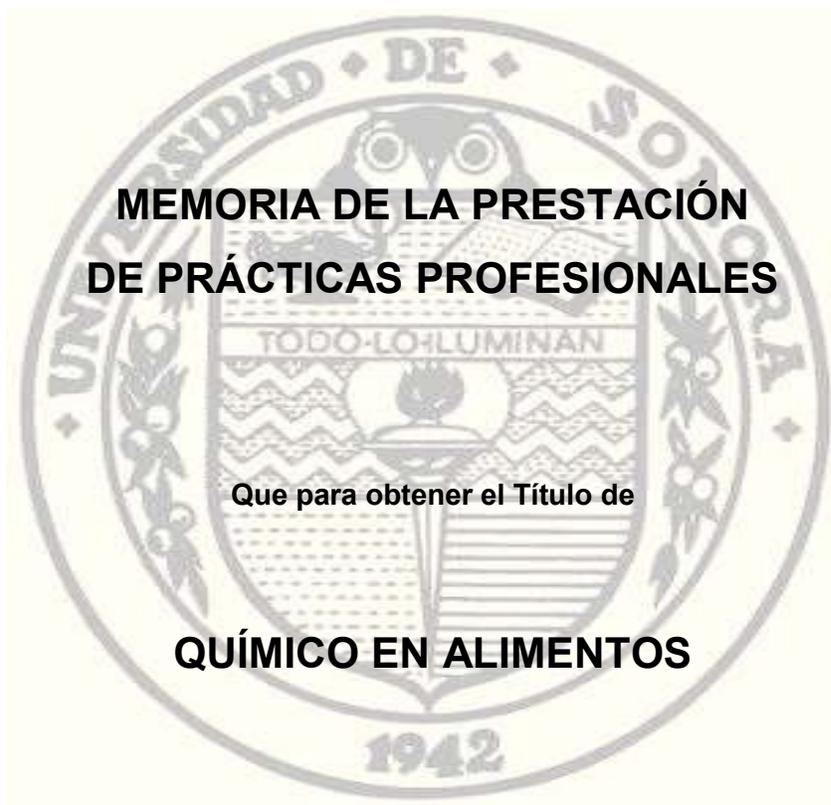


**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO-BIOLÓGICAS**

**Desarrollo y Caracterización Química de Nuevos Productos de  
Confitería y Tipo Botana Adicionados con Carne de Res**



Presentan:

**Samaria Lisdeth Gutiérrez Pacheco**

**Anna Judith Pérez Báez**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## FORMA DE APROBACIÓN

Los miembros del jurado calificador del examen profesional de **Samaria Lisdeth Gutiérrez Pacheco** y **Anna Judith Pérez Báez** hemos revisado detenidamente su trabajo titulado “Desarrollo y Caracterización Química de Nuevos Productos Adicionados con Carne de Res” y encontramos que cumple con los requisitos para la presentación de su examen profesional. Por tal motivo recomendamos se acepte dicho trabajo como requisito parcial para la obtención de título de Químico en Alimentos.

Atentamente:

---

M.C. Martín Valenzuela Meléndres

Director

---

M.C. María Guadalupe Cáñez Carrasco

Secretario

---

Dra. Abril Zoraida Graciano Verdugo

Vocal

---

Q.B. Cesar Benjamín Otero León

Suplente

## DEDICATORIA

### ***A Dios***

Por haberme permitido llegar hasta este momento y haberme guiado por el buen camino.

Por darme las fuerzas para seguir adelante siempre.

### ***A mis padres***

Por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida, por educarme, darme amor y cariño. Por estar conmigo en los momentos más felices y difíciles en mi vida, sentirlos tan cerca aunque estén lejos. Por hacer mínimas las distancias entre nosotros y estar más unidos que nunca.

### ***A mi mamá***

Gracias por ser la mejor madre, por ser mi amiga, por darme su apoyo y su amor, por brindarme toda su confianza. Gracias por todo ese esfuerzo, por todas esas desveladas, por tanto trabajo para poder lograr que yo cumpliera este sueño, esta meta. Gracias por enseñarme a tener ese coraje para luchar y cumplir mis propósitos.

### ***A mi papá***

Gracias por su apoyo, por estar siempre conmigo, por ser mi amigo. Le agradezco tanto toda esa lucha que realiza diariamente para lograr que yo me encuentre aquí después de estos años escribiéndole una dedicatoria. Gracias por darme su amor, su cariño, su comprensión y por preocuparse por mí. Gracias por hacerme feliz estos años.

### ***A mi hermana Melissa***

Gracias por ser mi compañera, mi otra mitad. Por acompañarme todo este tiempo e ir juntas de la mano por la vida. Por las risas, por hacerme carcajear con tus bromas. Gracias por estar conmigo siempre, por defenderme, cuidarme y preocuparte por mí. Por ser mi mejor amiga.

***A mi hermano Juan***

Gracias hermano por acompañarme en esta etapa, por tu apoyo siempre. Gracias por hacerme reír, por ser tan divertido logrando que me olvidara de lo que me entristecía. Gracias por cuidarme siempre.

***A mis familiares***

Porque es una bendición tenerlos. Por su cariño y apoyo.

***A mi sobrina Luna***

Por ser la alegría de la casa, por tus risas que me alegran el día.

***A mis amigas***

Anna, Karen, Rocio y Andrea: Por su amistad, compañía, su apoyo incondicional en cualquier momento. Por su cariño, sus palabras y consejos. Por estar conmigo en las buenas, malas y peores. Las quiero mucho. Porque a pesar de las distancias, las verdaderas amistades perduran y somos un ejemplo de ello.

***A mi banda gangrena***

Gracias por su compañía en estos años, por su amistad, por ser unas excelentes personas, por sus bromas, cariño y compañía.

***A mis amigos de Obregón y Hermosillo***

A todos y cada uno de ustedes que de alguna u otra manera han estado conmigo, apoyándome en esta etapa.

***Samaria Lisdeth Gutiérrez Pacheco***

## DEDICATORIA

A Dios por llenar mi vida de bendiciones y especialmente hoy que me ha permitido cumplir este gran sueño. Por darme fuerza y paciencia para seguir adelante con mis proyectos de vida guiándome con fe por el buen camino.

### ***A mi papa***

Por ser un gran soporte económico en mucho tiempo, por apoyarme en cada una de mis metas y tener siempre confianza en que las cumpliría, por sus consejos, por ser una persona que siempre está ahí tratando de darme lo mejor, por ser un padre ejemplar, al cual estaré eternamente agradecida. Gracias por estar dándome porras siempre, por ser tan trabajador, por estar presente de corazón en cada momento y por enseñarme a amar a la familia. Te amo papa.

### ***A mi mama***

Por ser mi amiga, mi consejera, mi apoyo en cada momento porque es el motor que impulsa mis aspiraciones, por su apoyo incondicional, por brindarme su honestidad, cariño, bondad, inteligencia y tu amor de madre que me abriga en cada momento que lo necesito, por ser la persona que me ilumina en mi camino, por ser el más grande modelo que una mujer puede tener. Por ser la persona que se ríe, burla y llora conmigo, la que camina junto a mi haciendo mi vida más fácil y dándole alegría a ella, haciendo de mí una persona simpática y luchadora que si caigo no duda en tenderme la mano para levantarme. Gracias, sabes que te amo y que eres sumamente importante para mí, te quiero mucha mami.

### ***A mi hermana Rositha***

Por ser una hermana ejemplar que me ha enseñado que en la vida hay que luchar para salir adelante en todo momento que solo queda levantarse y luchar por algo mejor, por regalarme dos sobrinas hermosas a las cuales adoro, por ser mi amiga. Gracias sabes lo mucho que te quiero mensa y que eres importante en mi vida.

### ***A mi hermana Analletzin***

Por ser la persona que me hace reír siempre con sus ocurrencias y sus chistes por ser una niña muy simpática te quiero mucho y espero siempre poder ser esa persona que admiras, y sé que algún día estaré compartiendo tu sueño que deseas desde chica.

### ***A mi prometido***

Por soportarme cuando ando alegre, enfadada, triste, insoportable, por estar ahí conmigo sin importar el humor que tenga, por compartir mis alegrías y mis derrotas, por ayudarme en todo lo que puedas. Te amo mi pedacito. Gracias por darme siempre ánimos de continuar, por tus consejos y por todo el tiempo de compañía sobre todo por permitirme conocerte y compartir una vida contigo. Te amo corazón. Eres una persona muy paciente que posee un enorme y buen corazón.

### ***A mis cuatas Lisdeth y Melissa***

Por ser unas personas inigualables y mis grandes compañeras de trabajo durante todo este camino, por ser unas maravillosas amigas y confidentes en todo momento. Gracias por todos los momentos alegres y tristes, por reír, pelear y llorar juntas. Las aprecio y quiero muchísimo. Ya se terminó una etapa en nuestro camino, pero espero contar con su amistad durante mucho tiempo, ya que hoy empieza una nueva etapa en nuestras vidas. Sobre todo por permitirme estar en sus pleitos de hermanitas gemelas, es divertido.

### ***A mi amiga Rocío***

Por ser una muy buena amiga, que a pesar del poco tiempo de conocernos, te convertiste en una excelente amiga y hermana. Gracias por ser una persona muy alegre, positiva, simpática, divertida, vaga, confiable y honesta. Gracias por todos los momentos divertidos que hemos pasado. Por reírte de todas mis tontadas y sobre todo muchísimas gracias por tus payasadas. Gracias por ser una buena compañera de trabajo. Te quiero muchísimo.

### ***A mis amigos***

Muchísimas gracias por que cada uno cumplió y desempeño una muy buena función durante este camino, soportarme y lidiarme. Gracias por las experiencias laborales, por las anécdotas, por las fiestas y comidas que compartimos juntos. Saúl, Javier, Julio y Octavio Gracias.

***Anna Judith Pérez Báez***

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Sonora, por forjar mi formación profesional a lo largo de estos años de estudio.

Quiero agradecer infinitamente al TIC. Luis Germán Cumplido Barbeitia por su gran apoyo en el transcurso de mis prácticas profesionales, por brindarme sus conocimientos teóricos y prácticos en el área de carnes y productos cárnicos. Por su amistad, por habernos aguantado tanto, por las pláticas, por sus bromas, comentarios sarcásticos y por habernos apoyado en cada una de nuestras metas. Gracias por todo.

A mi querida maestra María Guadalupe Cáñez Carrasco por su apoyo y compañía a lo largo de estos años de estudio, por su amistad y consejos. Por ser una excelente persona y un ejemplo a seguir para todo estudiante. Gracias por su apoyo en cada uno de nuestros proyectos. Siempre al pie del cañón para forjar nuestra formación.

A la Dra. Abril Zoraida Graciano Verdugo por su apoyo en la formación de mis conocimientos especializantes de la carrera de Químico en Alimentos, por su motivación, por su colaboración y consejos en la realización de este proyecto de prácticas profesionales, por su amistad y sus pláticas agradables.

Al M.C. Martin Valenzuela Melendres por su apoyo y consejos en la realización de éste trabajo. Gracias por tener siempre la amabilidad y disposición de ayudarnos en todo momento lo cual valoramos mucho.

Al Q.B. Cesar Benjamín Otero León, por su apoyo en esta etapa. Gracias por ser uno de los maestros más agradables que he conocido. Por sus bromas que en momentos de estrés me robaron muchas sonrisas. Gracias por los conocimientos impartidos, los regaños y consejos.

A cada uno de mis maestros del Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad de Sonora por brindarme cada uno de sus conocimientos para mi formación profesional a lo largo de mi carrera, en especial a:

A la M.C. Rosalina Ramírez Olivas, por sus conocimientos brindados, por su apoyo incondicional en todo momento y por su amistad.

A la M.C. María Virginia Fernández Ramírez, por sus sabios consejos y conocimientos en mi formación profesional. Por ser una gran persona.

Al Dr. Ramón Enrique Robles Zepeda, por su apoyo, consejos, conocimientos y experiencias brindadas a lo largo de este camino, por sus clases divertidas de Bioquímica y por “salvarme” cuando dormitaba por cansancio.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. en especial a la Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal y a la planta Piloto de Carnes por recibirme con los brazos abiertos para realizar este proyecto como prácticas profesionales y brindarme su apoyo. Por hacerme sentir una compañera más del equipo de trabajo.

A los doctores, maestros en ciencias y amigos estudiantes de maestría, a toda mi comunidad cárnica por su cariño y apoyo. Los quiero mucho.

***Samaria Lisdeth Gutiérrez Pacheco***

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Sonora, en especial al Departamento de Ciencias Químico Biológicas por las facilidades que nos brindaron al realizar este proyecto, por prepararnos como personas profesionistas, por darnos una mejor calidad de persona, por apoyarnos en nuestros estudios ofreciéndonos bibliotecas, centros de cómputo, buenas instalaciones y maestros expertos en la materia, así como también darnos la oportunidad de participar en eventos como la muestra estudiantil, feria de la creatividad y congresos donde se nos dio la oportunidad de mostrar nuestras ideas, también por el apoyo económico que se nos ofreció para culminar dichas actividades, haciendo crecer nuestro interés en la investigación y más que nada el seguir actualizándonos y evolucionando como un verdadero profesionista, por esto y mucho más gracias.

A la División de Ciencias Biológicas y de la Salud y al Departamento de Ciencias Químico Biológicas por ofrecernos un excelente programa educativo y estar al pendiente de nuestra formación académica, así como también al apoyo incondicional en cada uno de nuestros proyectos.

Al programa de prácticas profesionales porque con ello hacen crecer nuestras ideas, e intereses, así como también darnos valor y enseñarnos que se puede llegar al éxito. Por todo lo que nos brindó la Universidad de Sonora gracias porque en ellas nos preparamos para ser personas de bien y grandes Profesionistas.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. en especial a la Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal y al Laboratorio de Productos Cárnicos por ser una pieza fundamental en nuestra formación académica, por permitirnos llevar acabo las prácticas profesionales dentro de sus instalaciones y brindarnos apoyo, compañerismo y conocimiento en cada uno de nuestros proyectos gracias por todo.

Un especial agradecimiento a todos mis maestros, investigadores y compañeros estudiantes de la Universidad de Sonora y del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. A todos aquellos que de una manera u otra, contribuyeron a la realización de este proyecto.

A German Cumplido Barbeitia por ser un excelente asesor y por ser una persona muy amable, paciente, simpática y trabajador. Gracias por compartir sus conocimientos y sabiduría que han sido fundamentales en este trabajo. Gracias por apoyarnos en cada momento, por todos los regaños, observaciones y puntos de vista. Pero sobre todo tiene mi infinito agradecimiento por ser una persona excepcional que me brindó su apoyo, consejos y su amistad. No tengo palabras para expresarle mi agradecimiento.

A M.C. Guadalupe Cáñez Carrasco por ser una encantadora mujer, que me enseñó a trabajar y luchar por lo que uno quiere. Gracias por compartir sus conocimientos de maestra y asesora. Ha sido un largo camino en el cual siempre me ha encaminado. Gracias por todo el tiempo invertido en mí. Gracias por cada una de las pláticas divertidas. Gracias por cada uno de sus sabios consejos, sabe lo mucho que la aprecio. Muchísimas gracias por su amistad y confianza.

A Dra. Abril Graciano Verdugo por ser una muy simpática, alegre y divertida pero más que nada siempre servicial dispuesta en apoyar en cada uno de nuestros proyectos. Muchas gracias por los conocimientos y consejos brindados. Gracias por su amistad y todas las pláticas divertidas.

A M.C. Martin Valenzuela Melendres gracias por el apoyo incondicional durante este trabajo. Gracias por sus consejos, conocimientos y apoyo. Gracias por ser una persona servicial y siempre paciente a explicar. Gracias por todo.

A Q.B. Cesar Benjamín Otero León muchas gracias por sus payasadas, es una persona muy divertida. Gracias por todo el apoyo brindado en el laboratorio y por darnos ánimos de continuar.

A I.B. Elizabeth Reyes padilla y I.B. Rigoberto Hernández Amezcuita por todo su apoyo emocional y laboral. Gracias por ser una personas amables, simpáticas y divertidas. Gracias por todo el apoyo en el laboratorio. Son unas personas increíbles.

A Rosalina Ramírez Olivas muchas gracias por siempre estar pendiente de nosotras y darnos su apoyo incondicional.

A Ramón Enrique Robles Zepeda por todo el apoyo brindado en este trabajo y a lo largo de mi carrera. Muchas gracias.

***Anna Judith Pérez Báez***

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
FORMA DE APROBACIÓN.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	7
CONTENIDO.....	11
LISTA DE TABLAS.....	16
LISTA DE FIGURAS.....	17
OBJETIVOS.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
RESUMEN.....	19
INTRODUCCIÓN.....	20
ANTECEDENTES.....	22
Carne.....	22
Composición Química y Valor Nutricional de la Carne.....	22
Emulsiones Cárnicas.....	23
Deshidratación.....	24
Deshidratación de carne.....	24
Botanas.....	25
Botanas Nutritivas.....	25
Importancia de las Botanas Nutritivas.....	26
Camote ( <i>Ipomoea batatas L.</i> ).....	26
Composición Química y Valor Nutricional.....	26
Uso del Camote.....	27
Confitería.....	27
Clasificación.....	28
Caramelos duros.....	28
Caramelos blandos.....	28
Frutas o dulces en conserva.....	28
Frutas o dulces confitados.....	29
Jaleas y gelatinas.....	29

Nopal ( <i>Opuntia ficus indica</i> ).....	30
Composición Química y Valor Nutricional.....	30
Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> ).....	31
Composición y Valor Nutricional.....	31
Uso del Tamarindo.....	32
Jamaica ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> ).....	32
Composición Química y Valor Nutricional.....	33
Uso de la Jamaica.....	34
DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO.....	35
MARCO TEÓRICO.....	36
MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
Elaboración de Productos de Confitería.....	37
Materia Prima.....	37
Proceso de Obtención de los Productos de Confitería.....	37
Formulación.....	37
Limpieza y preparación de los ingredientes.....	38
Secado de la carne de res.....	38
Secado de nopal.....	38
Obtención de pulpa de tamarindo.....	38
Elaboración de dulces de tamarindo.....	38
Elaboración de Botana Horneada.....	39
Materia Prima.....	39
Proceso de obtención de la botana.....	39
Formulación.....	39
Limpieza y preparación de ingredientes.....	39
Cocción de camote.....	39
Elaboración de la emulsión.....	40
Embutido.....	40
Rebanado.....	40
Secado.....	41
Empacado.....	41
Análisis de Producto Terminado.....	41
Análisis para Confitería.....	41
Químicos.....	41

Fisicoquímicos.....	41
Microbiológicos.....	41
Sensorial.....	41
Análisis para Botana Horneada.....	42
Químicos.....	42
Fisicoquímicos.....	42
Microbiológicos.....	42
Sensorial.....	42
Métodos.....	42
Determinación de humedad al vacío.....	42
Determinación de humedad.....	43
Determinación de cenizas.....	43
Extracción de grasa por Soxhelt.....	44
Extracción de grasa por Goldfish.....	44
Determinación de proteína por microkjeldahl.....	45
Determinación de carbohidratos.....	46
Determinación de energía bruta.....	46
Potencial de hidrógeno (pH).....	47
Actividad de agua (aw).....	47
Medición de color externo (CIE L* a* b*).....	47
Determinación de textura.....	47
Determinación de acidez titulable.....	48
Determinación de bacterias coliformes.....	48
Determinación de <i>Salmonella</i> .....	49
Cuenta de bacterias aerobias en placa.....	49
Cuenta de mohos y levaduras en alimentos.....	49
Evaluación sensorial.....	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
Productos de Confitería.....	51
Análisis Químico.....	51
Humedad.....	51
Cenizas.....	51
Proteína.....	52
Grasa.....	53

Fibra.....	53
Carbohidratos.....	53
Análisis Físicoquímicos.....	54
Energía bruta.....	54
pH.....	54
Acidez.....	54
Actividad de agua.....	54
Análisis Físicos.....	55
Color.....	55
Análisis Microbiológicos.....	56
Determinación de coliformes totales.....	56
Determinación de <i>Salmonella</i> .....	57
Cuenta de mohos y levaduras en alimentos.....	57
Análisis Sensorial.....	57
Botana Horneada.....	60
Análisis Químicos.....	60
Humedad.....	60
Cenizas.....	60
Proteína.....	60
Grasa.....	61
Carbohidratos.....	62
Fibra.....	62
Análisis Físicoquímicos.....	62
Energía bruta.....	62
Actividad de agua.....	62
Potencial de hidrógeno (pH).....	63
Análisis Físicos.....	63
Color.....	63
Textura.....	64
Análisis Microbiológicos.....	65
Coliformes totales.....	65
Mesófilos aerobios.....	65
Análisis Sensorial.....	65
CONCLUSIONES.....	67

RECOMENDACIONES.....	68
REFLEXIONES PERSONALES.....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS.....	77

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
1	Composición química promedio de cladodios de <i>Opuntia ficus indica</i> .....	30
2	Composición de aminoácidos en pulpa de tamarindo.....	33
3	Formulación de dulces de tamarindo.....	37
4	Formulación de botana horneada.....	40
5	Composición química proximal de dulces de tamarindo y dulce comercial..	52
6	Caracterización fisicoquímica de dulces de tamarindo.....	55
7	Valores promedio de color para dulces de tamarindo.....	56
8	Número más probable de coliformes para dulces de tamarindo.....	56
9	Determinación de <i>Salmonella</i> .....	57
10	Determinación de hongos y levaduras en dulces de tamarindo.....	58
11	Nivel de agrado de sabor en dulces de tamarindo.....	58
12	Nivel de agrado de color en dulces de tamarindo.....	59
13	Composición química proximal de botana horneada.....	61
14	Valores promedio para parámetros fisicoquímicos.....	63
15	Valores promedio para los parámetros de color de botana horneada y de emulsión cárnica.....	64
16	Niveles de agrado para botana horneada.....	66

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Gráfica de aceptación para dulces de tamarindo.....	59

## **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar y caracterizar químicamente nuevos productos de confitería y tipo botana adicionados con carne de res.

### **Objetivos Específicos**

- Desarrollar productos de confitería a base de pulpa de tamarindo y carne de res, en variedades de nopal, flor y residuo de jamaica como fuente de proteína y fibra.
- Desarrollar una botana horneada con una composición similar a la carne seca para obtener un alimento nutritivo con un aporte proteico alto.
- Establecer formulaciones y condiciones de procesamiento de los productos.
- Caracterizar física y químicamente los productos terminados mediante determinaciones de color ( $L^*a^*b^*$ ), textura, pH, acidez titulable (para confitería), actividad de agua y análisis proximal.
- Determinar calidad microbiológica de los productos terminados.
- Evaluar mediante análisis sensorial la aceptación de cada uno de los productos.

## RESUMEN

Una de las principales tendencias de la industria alimentaria, incluyendo bebidas, es el desarrollo de nuevos productos. Hoy en día la demanda de nuevos tipos de alimentos conlleva el aumento de la aparición y consumo de nuevos aditivos e ingredientes alimentarios, dirigidos a brindar nuevas utilidades tecnológicas y efectos saludables. Entre los ingredientes que tienen un papel importante en el mundo de la formulación de alimentos, se encuentran las proteínas cárnicas. El objetivo de este trabajo fue el desarrollo y caracterización química de nuevos productos con carne de res para elevar el contenido de proteína. Se desarrollaron tres productos de confitería de tamarindo y una botana horneada a base de carne de res y camote. Para los productos de confitería se adicionó 10% de carne de res deshidratada en una formulación con tamarindo, azúcar y como variable una fuente de fibra (nopal deshidratado, flor o residuo de jamaica) mientras que para la botana horneada se adicionó un 46% de carne fresca y 20% de camote para la elaboración de una emulsión que posteriormente se procesa y hornea. Se realizaron análisis fisicoquímicos de pH, actividad de agua ( $a_w$ ), acidez titulable (confitería) y contenido energético, análisis físicos como color CIE  $L^*a^*b^*$  y análisis de textura, químicos (proximal) y análisis sensorial con un panel no entrenado donde se evaluó la aceptabilidad de los productos. El contenido de proteína en los productos fue mayor que los encontrados en el comercio. Se obtuvo un contenido entre 11-12% de proteína en dulces de tamarindo y un valor de 42,09% para la botana horneada. Los productos presentaron un contenido de humedad de 42,61%, 38%, 40,95% y 9,53%; grasa 0,52%, 0,77%, 0,63% y 12,23%; fibra 4,03%, 4,9%, 4,9% y 1,2%; cenizas 2,02%, 1,38%, 1,04% y 9,60%; carbohidratos 38,08%, 41,69%, 39,65% y 25,35%; calorías 2,65, 2,60, 2,74 y 5,19 kcal/g para dulces con nopal, flor de jamaica, residuo de jamaica y botana horneada, respectivamente. Los valores de pH en los dulces de tamarindo oscilaron entre 2-4, acidez 0,50-0,80%. La actividad de agua fue mayor de 0,90 para dulces de tamarindo, mientras que para la botana fue de 0,53. El análisis de fracturabilidad para la botana fue de 7,20 N. Los parámetros de color fueron de  $L^*$  21,42; 11,51; 16,92 y 46,90;  $a^*$  11,12; 10,79; 12,73 y 13,57;  $b^*$  16,99; 3,16; 9,54 y 24,46 para dulces con nopal, flor de jamaica, residuo de jamaica y botana horneada, respectivamente. Los productos obtenidos representan una alternativa de consumo más saludable por la incorporación de proteína además de ser semejantes a los productos que son ampliamente consumidos por la población.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, especialmente en los países occidentales, la disponibilidad de alimentos está al alcance de casi toda la población. El extraordinario progreso de la tecnología y la biotecnología alimentaria, de la red de frío y de los transportes ha permitido que durante todo el año se pueda consumir prácticamente cualquier tipo de alimento. Este cambio facilita al consumidor el acceso a alimentos diseñados para hacer más cómoda la preparación y el consumo de los mismos, lo que influye considerablemente en la evolución de nuestros hábitos alimentarios (Tojo *et al.*, 2001).

Diversos estudios nacionales sobre hábitos alimentarios de la población en general coinciden en el consumo excesivo de golosinas, bollería y todo tipo de dulces. La influencia de la publicidad y el fácil acceso a este tipo de alimentos provoca su alta incidencia (<http://www.consumer.es>, 2004). Estos hábitos incluyen una dieta con mayor densidad energética, lo que significa un mayor consumo de grasa y azúcar añadidos en los alimentos, una mayor ingesta de grasas saturadas (principalmente de origen animal) unida a una disminución de la ingesta de carbohidratos complejos y de fibra, y una reducción del consumo de frutas y verduras (Drewnowski *et al.*, 1997). Aunque no es necesario eliminar totalmente la presencia de azúcares, es importante controlar su consumo y evitar problemas de exceso de peso, riesgo de desarrollo de diabetes y reducción de la concentración de nutrientes de la dieta.

Es por ello que la actual tendencia en nutrición, es acentuar la importancia de los hábitos cotidianos donde la elección racional de alimentos se basa no solo en la composición nutricional de los mismos sino también en sus propiedades, algunas de ellas asociadas a la búsqueda de un estilo de vida saludable (Cóccaro, 2010). Esto se ha reflejado en los consumidores que se preocupan más por los ingredientes en la etiqueta que por el precio del producto, si esto implica mejoras para su salud (Torres, 2012).

Esto hace que el mercado se incline cada vez más a elegir productos que ayuden al cuidado de la salud, como los que previenen enfermedades, mejoran el funcionamiento del cuerpo, evitan el envejecimiento y son más naturales (Cóccaro, 2010).

Por lo tanto, una de las principales tendencias de la industria alimentaria, incluyendo bebidas es el desarrollo de nuevos productos o nuevos alimentos, definidos como *“ingredientes o alimentos que no han sido consumidos previamente por la población humana y/o sin historia de comercialización en el país”* (CONAL, 2010).

La mayor demanda de nuevos tipos de alimentos conlleva el aumento de la aparición y consumo de nuevos aditivos e ingredientes alimentarios, dirigidos a aportar nuevas utilidades tecnológicas y efectos saludables. Entre los ingredientes que tienen un papel importante en el mundo de la formulación de alimentos, se encuentran los carbohidratos, los cuales adquieren cada vez más importancia tanto desde el punto de vista de la salud como de las funcionalidades (Cóccaro, 2010). El uso de proteínas de origen animal en la fortificación de productos alimenticios es bastante deseable ya que se consideran de mayor valor nutricional que los cereales y las leguminosas (Karmas y Lauber, 1987). Las fibras que continúan siendo un ingrediente de interés en el desarrollo de nuevos productos, obteniéndose cada vez de más fuentes, y utilizándose no sólo desde el punto de vista tradicional de mejora del tránsito intestinal, sino para reducir los contenidos de grasa en los productos sin cambiar su sabor o textura, la reducción de sodio en los productos procesados que continua siendo uno de los mayores cambios que está afrontando la industria alimentaria (Cóccaro, 2010).

Una de las tendencias de la industria alimentaria es el desarrollo de botanas más saludables, encaminadas a no generar daños a la salud y contribuir a disminuir afectaciones causadas por el alto consumo de las mismas por ser ricas en grasas saturadas y carbohidratos, así como los productos de confitería, de los cuales se busca sean modificados en su composición, principalmente que ofrezcan un menor contenido de azúcar o la eliminación de la misma.

Por lo tanto en este trabajo se desarrollaron nuevos productos de confitería y tipo botana semejantes a los convencionales, adicionados con carne de res para elevar su contenido proteico, así como de diferentes fuentes de fibra para aumentar el contenido de la misma.

## **ANTECEDENTES**

### **Carne**

La carne se define como la estructura muscular estriada esquelética, acompañada o no de tejido conectivo, hueso y grasa, además de fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos; proveniente de los animales para abasto, que no ha sido sometida a ningún proceso que modifique de modo irreversible sus características sensoriales y fisicoquímicas; se incluyen las refrigeradas o congeladas (NOM-194-SSA1-2004)

### **Composición y Valor Nutricional de la Carne**

La carne se considera, justificadamente, como un alimento altamente proteico. Contiene de un 15 a 20% de proteínas, diferenciándose las miofibrilares (miosina, actina y troponina), las del sarcoplasma (enzimas de la glicólisis, mioglobina) y el estroma (colágeno, elastina, reticulina y tropomiosina) (Pardo, 1998). Del contenido total de nitrógeno del músculo, aproximadamente el 95% es proteína y el 5% pequeños péptidos, aminoácidos y otros compuestos. La calidad de la proteína es muy alta, los tipos y las proporciones de aminoácidos y otros compuestos son muy similares a los que requiere el crecimiento y el mantenimiento del tejido humano. De los aminoácidos esenciales, la carne aporta cantidades sustanciales de lisina y treonina y cantidades adecuadas de metionina y triptófano. El valor biológico de la proteína de la carne es de 0,75 (Varnam *et al.*, 1995).

La carne es una fuente importante de vitaminas del complejo B, entre ellas: tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B<sub>6</sub> y B<sub>12</sub>. Además es fuente importante de vitamina E. No es fuente importante de ácido fólico pero contiene biotina y ácido pantoténico (Carvajal, 2001). El contenido graso de la carne, que varía del 5 al 40%, depende del tipo y raza del animal, de su alimentación y edad. Las calorías varían según el contenido de grasa. El contenido de agua se encuentra en un 75% aproximadamente (Charley, 1999).

## Emulsiones Cárnicas

Cuando se elabora un producto cárnico de pasta fina, para lo cual se adiciona a un cutter carne, grasa, agua, sales, harinas, especias, entre otros materiales, coexisten cuatro sistemas principales: dispersión, disolución, espuma y emulsión (Restrepo *et al.*, 2001).

Una emulsión se define como un sistema estable de dos líquidos inmiscibles y precisamente, la emulsión cárnica es un sistema de dos líquidos (grasa y agua), estabilizados mediante un agente que provee la carne: la proteína como emulsificante. La mayoría de los autores indican que las proteínas miofibrilares, tienen mayor capacidad de emulsión de grasa que las proteínas sarcoplásmicas (Restrepo *et al.*, 2001). Para formar una emulsión estable, es necesario que las proteínas de la carne (miosina y actina) se encuentren solubilizadas (Herrera *et al.*, 2003). Por lo tanto se requiere dar a la proteína las condiciones físicas y químicas necesarias durante el proceso para asegurar que se encuentre “disponible” para realizar su función (Restrepo *et al.*, 2001). Esto se logra tratando las carnes magras con salmuera diluida para solubilizarlas.

La solubilidad de las proteínas en salmuera depende principalmente del pH de la carne y de la fuerza iónica de la disolución. El pH óptimo se encuentra entre 5,3-6,0 y la fuerza iónica en 0,6, lo cual equivale a una disolución de cloruro de sodio de 0,5 M. Las proteínas de la carne, pueden solubilizarse también por la acción de corte de las cuchillas de una picadora o cutter, y su solubilidad depende del tiempo de operación de la picadora y la temperatura de la carne.

La temperatura de la carne puede oscilar entre 0-7°C; la emulsión final debe de tener una temperatura entre 10-16°C (Herrera *et al.*, 2003), para una mantenerla estable ya que si la temperatura sube muy deprisa, con poco tiempo de picado, es posible que la extracción y la solubilización de la proteína miofibrilar y funcional sean insuficientes para el recubrimiento de las partículas de grasa (SECOFI, 2000).

## **Deshidratación**

La deshidratación es una de las técnicas más antiguamente utilizadas para la conservación de alimentos (Fito, 2001). La deshidratación puede describirse como un método de conservación industrial que se utiliza para reducir el contenido o actividad de agua de los alimentos por contacto con aire caliente, con la finalidad de minimizar su deterioro bioquímico, químico o microbiológico (Ulloa, 2011). El secado al sol de frutas, granos, vegetales, carnes y pescados ha sido ampliamente utilizado desde los albores de la humanidad proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en épocas de carencia. En el mercado pueden encontrarse una amplia variedad de productos deshidratados o formulados a partir de ingredientes deshidratados (Fito, 2001).

**Deshidratación de carne.** La deshidratación con aire de la carne como método de preservación se ha practicado en las sociedades primitivas durante siglos (Price y Schweigert, 1994). Por razones obvias, era más ampliamente utilizado en los países cálidos donde era posible el secado al sol. Todavía se secan al sol grandes cantidades de carne usando técnicas tradicionales que no se han modificado durante muchos años. La mejora de estas técnicas, sin cambiar la tecnología subyacente, se ha visto que actualmente tiene un gran valor potencial en el aumento de los estándares nutricionales. Las modernas técnicas de deshidratación por aire caliente se han aplicado a la carne en climas moderados. Debido a que hay cambios de textura inevitables, en los países industrializados casi toda la carne deshidratada se usa en otros productos, como las sopas enlatadas. Se está desarrollando, sin embargo, una nueva generación de productos cárnicos para aperitivo basados en carne deshidratada (Varnam *et al.*, 1995).

En el secado con aire, el calor se transfiere al alimento mediante una corriente de aire caliente que además de transmitir el calor necesario para la evaporación del agua, es también el agente transportador del vapor de agua que se elimina del alimento (Fito *et al.*, 2001). El proceso de secado con aire en consecuencia está controlado por las propiedades del aire húmedo que rodea la carne, junto con las propiedades del propio producto. El proceso de secado por aire a menudo se considera que está constituido por tres etapas: calentamiento, desecación a velocidad constante y desecación a velocidad decreciente. La principal condición

en la primera etapa del proceso es el movimiento de agua libre con una gran cantidad de aire fresco. A medida que el secado continua, la resistencia a la transferencia se convierte en el factor limitante y para que sea eficaz se requiere de temperatura más alta, más que flujo del aire más rápido. Al final del secado se requiere humedad relativa más baja para obtener el bajo contenido de humedad requerido en la carne. Factores como el endurecimiento superficial y la distorsión de la forma debida a la retracción pueden complicar la situación general y llevan a una reducción en las velocidades de secado (Varnam *et al.*, 1995).

## **Botanas**

Por definición, las botanas son productos alimenticios que se consumen fuera del contexto de una comida principal (Pedroza, 2011). La NOM-187-SSA1/SCFI-2002 define como botanas a los productos de pasta de harinas, de cereales, leguminosas, tubérculos o féculas; así como de granos, frutas, frutos, semillas o leguminosas con o sin cáscara o cutícula, tubérculos; productos nixtamalizados y piel de cerdo, que pueden estar fritos, horneados, explotados, cubiertos, extruidos o tostados; adicionados o no con sal y otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos.

### **Botanas Nutritivas**

Hasta hace relativamente poco tiempo, los consumidores compraban y consumían botanas sin detenerse a pensar en las propiedades nutritivas o en los riesgos para la salud que ellos pudieran tener. El sabor, la conveniencia, los hábitos de consumo dominaban por encima de cualquier otra consideración; sin embargo, con la interrupción de la llamada tendencia “a lo natural” y la creciente concientización por parte del público sobre la relación directa entre una buena alimentación y una buena salud, es un hecho indudable que el consumidor moderno cada día se detiene más a leer las etiquetas y los empaques, buscando las especificaciones sobre salud y los ingredientes del producto (Ruelas, 1996).

## **Importancia de las Botanas Nutritivas**

Un factor importante para el mejoramiento del estado nutricional es mejorar la cantidad y calidad de proteína en productos que son ampliamente consumidos por la población, especialmente aquellos que aportan un alto contenido de energía, ya que así se reduciría la ingesta de las llamadas “calorías vacías” (Warren *et al.*, 1983). Una buena manera de lograrlo es a través de productos nutritivos que no requieran de una desviación del tipo de alimentos que están acostumbrados a consumir y que pueden ser atractivos tanto en aspectos sensoriales como económicos (Almeida, 1988). Una buena alternativa resulta la combinación de carne de res y otros ingredientes como vegetales o frutas para aumentar el contenido de proteína en este tipo de productos y complementar el valor nutritivo con los nutrientes de dichos ingredientes.

### **Camote (*Ipomoea batatas* L.)**

El camote *Ipomoea batatas* (L.) Lam., es un miembro de la familia *Convolvulaceae* que es de importancia económica para el hombre (Chang y Rodríguez, 2002). Es un cultivo de zonas tropicales y subtropicales. Es una de las ocho especies de la sección *Batatas* nativa que abarca desde México hasta el centro de Sudamérica. Presenta raíces engrosadas comestibles por lo que ha sido muy apreciado desde la antigüedad (Linares *et al.*, 2008).

### **Composición Química y Valor Nutricional del Camote**

El valor nutritivo del camote es mayor en comparación con el de la papa, además de ser una fuente valiosa de fibra, antioxidantes y rica en vitaminas y minerales (Linares *et al.*, 2008). Se considera una buena fuente de energía ya que produce más energía comestible por hectárea por día que el trigo, arroz o yuca (Centro Internacional de la Papa, 2005). El tipo “amarillo” “especialmente el de pulpa con un color similar al de la calabaza” tiene un contenido de beta-caroteno mayor que el de la zanahoria; bastan de tres a seis rebanadas de un camote para garantizar la cantidad de vitamina necesaria para el hombre cada día.

Por cada 100 g de tubérculo se tiene una composición de 72,84 g de agua, 1,65 g proteína, 0,30 g grasa, 0,95 g cenizas, 24,28 g carbohidratos, 3 g de fibra, 22 mg de calcio, 0,50 mg de hierro, 28 mg de fosforo, 337 mg de potasio, 22,7 mg de vitamina C y 14,54 IU de vitamina A (FAO, 2006).

El contenido de aminoácidos está relativamente bien balanceado, con un mayor porcentaje de lisina que el arroz o el trigo (Clark y Moyer, 1991).

### **Uso del Camote**

Las raíces del camote, se aprovechan para consumo humano como hortaliza y en sopas. Industrialmente se usa para elaborar dulces, obtener almidón, el cual a su vez es materia prima para la obtención de alcohol; la raíz se emplea en la alimentación de cerdos. El follaje se utiliza en la elaboración de forraje para alimentación de animales.

Existen algunas variedades mejoradas cultivadas para propiciar el consumo en la alimentación teniendo en cuenta sus cualidades alimenticias y medicinales. Los chinos lo consumen para disminuir los problemas de cáncer del aparato digestivo (FAO, 2006).

En Ecuador se come cocido, asado o frito. El camote frito es un producto nuevo, similar a la patata frita, pero superior en vitaminas e hidratos de carbono. El camote también se utiliza fresco, enlatado, deshidratado o congelado, así como en forma de harina, sustituyendo hasta en un 30% la harina de trigo (Jadán, 2011).

### **Confitería**

Los productos de confitería son aquellos preparados cuyo ingrediente fundamental es el azúcar o azúcares comestibles; además, pueden contener frutos secos, regaliz, miel, gelatinas alimenticias, aceites y grasas comestibles, leche y huevos; así como sus derivados, almidones, féculas y harinas alimenticias, especias y alimentos estimulantes, licores, proteínas vegetales, frutas, mermeladas, chocolates y coberturas, principalmente (Gil, 2010).

## **Clasificación de los Productos de Confitería**

Los principales grupos de productos de confitería son caramelos duros, caramelos blandos, frutas en conserva, frutas confitadas, jaleas y gelatinas.

**Caramelos duros.** El caramelo duro es un alimento elaborado principalmente a base de azúcares. A éste se le suelen añadir sabores de frutas, hierbas u otros aromas. Para la fabricación de este tipo de caramelos, se mezcla una disolución de sacarosa con jarabe de almidón y se hierva continuamente o por cargas hasta conseguir el contenido acuoso deseado (Grosch, 1997; Orellana y Roque, 2011). La cocción de estas mezclas se lleva a cabo de 130-150°C a presión ambiente para evaporar esencialmente el agua, y después se termina la cocción en vacío para reducir todavía más el contenido de agua y llevarla a un valor inferior a 3%. Posteriormente, se enfría la masa plástica que se ha obtenido hasta alcanzar una temperatura comprendida entre 125-140°C en el caso de un procedimiento de moldeo en moldes, o en una temperatura comprendida entre 90-115°C en el caso de un proceso de formación sobre rodillos o de extrusión (Serpelloni y Ribadeau-Dumas, 2002).

**Caramelos blandos.** Conocidos como caramelos masticables; su textura blanda se debe básicamente a la baja temperatura a la que se elabora. Uno de los principales ingredientes de los dulces blandos es la leche, que se homogeneiza junto con jarabe de almidón y grasa con una disolución de sacarosa y se hierven como en el caso de los caramelos duros. El contenido de grasa y de agua son más elevados que en los caramelos duros, condicionan la consistencia plástica característica y en parte elástica, que se mejora inyectando aire. La adición de azúcar en polvo durante la inyección de aire conduce, debido a la cristalización parcial de la sacarosa, a una consistencia quebradiza. La masa enfriada se moldea en barras y se corta (Grosch, 1997; Orellana y Roque, 2011).

**Frutas o dulces en conserva.** Una conserva consiste en añadir azúcar a preparados de frutas. De esta manera se evita la oxidación del fruto, ya que se impide su contacto con el oxígeno del aire. Además, una alta concentración de azúcar en el almíbar ayuda a mantener la firmeza del

producto. Este método se utiliza en la preparación de frutas, mermeladas, frutas brillantadas, entre otros, tanto a nivel doméstico como industrial. Una vez preparadas, las frutas se envasan en botellas o latas, se cierran y se someten al tratamiento térmico adecuado a cada tipo de fruta para lograr su conservación. También se recomienda la adición de ácidos ascórbico y cítrico para el mantenimiento del color, y de sales de calcio para mantener la firmeza de la fruta (Grosch, 1997; Orellana y Roque, 2011).

**Frutas o dulces confitados.** Confitar se refiere normalmente a preparados dulces, como atestigua el diccionario de la Real Academia, que lo define como cubrir con un baño de azúcar frutas o semillas o bien cocerlas en almíbar. Las frutas confitadas se obtienen por tratamiento de las frutas o porciones de ellas, crudas o cocidas últimamente también conservadas al vacío, con disoluciones de sacarosa de concentración creciente, a las que se añaden pequeñas cantidades de jarabe de almidón. Estas frutas confitadas así obtenidas se destinan en gran parte a su ulterior transformación en otros productos de confitería más elaborados, tales como las frutas glaseadas y escarchadas (Grosch, 1997; Orellana y Roque, 2011).

**Jaleas y gelatinas.** La jalea por definición es una conserva de fruta cocida con azúcar; también se define como un gel comestible dulce o salado, obtenido mediante la adición de pectina. La proporción de fruta y azúcar varía en función del tipo de jalea, del punto de maduración de la fruta y otros factores.

La gelatina es una mezcla coloide (sustancia semisólida), incolora, translúcida, quebradiza y casi insípida que se obtiene a partir del colágeno procedente del tejido conectivo de despojos animales hervidos con hidróxido de sodio y ácido acético y posteriormente en agua. La gelatina es una proteína compleja, es decir, es un polímero compuesto por aminoácidos. Este tipo de productos de confitería se fabrican calentando una disolución aromatizante de azúcar con polisacáridos (agar, pectinas, goma arábiga, papilla de almidón, amilopectina) y gelatina, se vierte en moldes de los que se extraen después de la solidificación. Son productos típicos las gelatinas de frutas y las barritas de goma (Grosch, 1997; Orellana y Roque, 2011).

## Nopal

El nopal (*Opuntia ficus indica*), es una especie originaria de México. Crece en zonas semiáridas, frías y en el trópico seco. Pertenece a la familia *Cactaceae* y crece desde el centro de México hasta gran parte del territorio de los Estados Unidos de América. Esta especie tiene importancia en la alimentación humana, consumiéndose como verdura. También tiene importancia por sus propiedades medicinales. Su fruto es comestible, y con su pulpa se pueden obtener refrescos, mermeladas, y derivados alcohólicos (Valdez *et al.*, 1995).

### Composición Química y Valor Nutricional del Nopal

La composición química del nopal verdura depende de la especie, localización geográfica, estación, tipo de suelo, edad de la planta y tiempo de cosecha, entre otros factores. Dichas variables son importantes en la identificación y comparación de los nopales y determinan su valor como alimento humano (Rodríguez y Cantwell, 1988; Cantwell, 1999; Martínez, 2003). La composición química del nopal *Opuntia ficus indica* se muestra en la tabla 1 (Rodríguez, 1986).

Tabla 1. Composición química promedio de cladodios de *Opuntia ficus indica*.

Componente	Concentración (%)
Humedad	91.50
Proteína	1.02
Lípidos	0.23
Cenizas	1.22
Fibra cruda	1.10
Carbohidratos totales	4.93

Fuente: Rodríguez, 1986.

Es una planta rica en fibra, vitaminas (A, B, B<sub>2</sub>), proteínas, minerales, tiene 17 aminoácidos que son esenciales y no esenciales. Su consumo se relaciona con beneficios en la salud como la disminución de los niveles de glucosa en la sangre, de colesterol, de triglicéridos. Además, tiene pectina, mucílago y una goma que es aprovechable para el sistema digestivo. También por ser fuente de fibra y de goma natural, ayuda a limpiar el aparato digestivo (Calle *et al.*, 2006).

El nopal puede ser considerado como una buena fuente de vitaminas y minerales, principalmente vitamina C y calcio. El contenido de vitamina C es superior a los valores reportados para lechuga y zanahoria (Pimienta-Barrios, 1993).

### **Tamarindo (*Tamarindus indica*)**

El tamarindo, *Tamarindus indica* L. es un frutal apreciado como planta ornamental y ampliamente explotado como productor de fruta en las regiones tropicales del mundo. Pertenece a la familia de las leguminosas, llamada también fabáceas y es nativo del oriente de África (Orozco-Santos, 2001).

### **Composición Química y Valor Nutricional del Tamarindo**

La pulpa de la fruta, que comprende alrededor de la mitad del peso de la vaina y tiene un sabor agrídulce, contiene azúcares (del 30 al 40% en base a peso), ácidos orgánicos tales como cítrico, acético, tartárico y ascórbico (vitamina C), pectina, vitaminas y minerales.

Típicamente contiene 20,6% de agua, 3,1% de proteína, 0,4% de grasa, 70,8% de carbohidratos, 3,0% de fibra y 2,1% de cenizas (El-Siddig *et al.*, 1999). La pulpa es relativamente pobre en proteínas; sin embargo, es rica en varios aminoácidos (De Caluwé, *et al.*, 2010). En la tabla 2 se muestra la composición de aminoácidos del tamarindo (Glewet *et al.*, 2005).

La pulpa de la fruta es una fuente rica de varios macro y micro elementos incluyendo cantidades relativamente altas de cobre, manganeso y zinc. También es una buena fuente de calcio y fósforo (El-Siddig *et al.*, 1999). El consumo de 100 g de pulpa de fruta de tamarindo por un adulto cubre 10,69% de la ingesta diaria recomendada de calcio, 20,49% de magnesio, 14,21% de fósforo, 12,07% de hierro, 2,61% de manganeso, 1,29% de zinc, 32,22% de cobre y 9,21% de selenio, respectivamente (Almeida *et al.*, 2009). En cuanto al contenido de vitaminas, la pulpa de tamarindo posee un alto contenido de vitamina B (tiamina, riboflavina y niacina), así como una pequeña cantidad de caroteno y vitamina C (ICRAF, 2007).

### **Usos del Tamarindo**

Los productos o subproductos de tamarindo tienen una gran diversidad de usos, tanto en la industria alimenticia como en el hogar. En México se utiliza en la elaboración de aguas frescas, refrescos embotellados, nieves, dulces, jaleas, pulpas, salsas, elaboración de postres y recetas de cocina. Asimismo, la fruta madura tiene un buen sabor, la cual se puede consumir directamente como dulce.

La pulpa de tamarindo azucarada se prepara frecuentemente como confitura, utilizando frutos frescos, maduros y sin deshidratar (Orozco-Santos, 2001).

Tabla 2. Composición de aminoácidos de la pulpa de tamarindo.

Aminoácido	mg/g ps
Proteína cruda	16,00
Ácido aspártico	12,00
Acido glutámico	16,70
Serina	6,88
Glicina	5,15
Histidina	3,37
Arginina	8,74
Treonina	6,05
Alanina	6,20
Prolina	7,61
Tirosina	4,34
Valina	6,97
Metionina	2,48
Isoleucina	5,20
Leucina	8,89
Fenilalanina	4,78
Lisina	8,22
Cisteína	1,35
Triptófano	1,04

Fuente: Glew *et al*, 2005.

ps= peso seco

### **Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*)**

*Hibiscus var. sabdariffa*, también conocida como rosa de jamaica, rosa de Abisinia o flor de jamaica, pertenece a la familia de las Malváceas y es originaria de África tropical, aunque su cultivo se ha extendido por México, América Central y del Sur y sudeste asiático (Sáyago-Ayerdi y Goñi, 2010).

## **Composición Química y Valor Nutricional de la Jamaica**

Los cálices de Jamaica deshidratados y molidos tienen un contenido de proteína cruda de 8,6%, extracto etéreo de 2,9%, fibra cruda de 9,8%, cenizas de 6,8% y ácido ascórbico de 54,8 mg/100 g (Martínez, 2010).

Los cálices contienen diversos compuestos, entre los que se hallan alcaloides, ácido ascórbico, anisaldehído, antocianinas, b-caroteno, b-sitosterol, ácido cítrico, ácido málico, galactosa, mucopolisacáridos, pectina, ácido dihidroxibenzoico, polisacáridos, quercetina, ácido esteárico y cera (Galicia-Flores *et al.*, 2008).

## **Usos de la Jamaica**

A esta planta se le han dado diversos usos, su fibra se utiliza en la elaboración de cordones u otros productos similares sustituyendo al cáñamo o yute; sus hojas se usan en ensaladas (solas o en combinación con otras hortalizas), incluso se emplea como alimento forrajero para ganado o aves; los cálices deshidratados de jamaica se utilizan para la obtención de extractos concentrados cuyo uso más común es la elaboración de bebidas. A nivel industrial los extractos se usan en la elaboración de tintes y saborizantes de alimentos, cosméticos y productos farmacéuticos. Con la flor también se obtienen jaleas, mermeladas y harina para galletas (SAGARPA-ASERCA, 1999).

## DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO

El Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. es una organización pública que contribuye a la generación y difusión del conocimiento científico y tecnológico, a través de proyectos de investigación en alimentos, nutrición y desarrollo. Es una organización que apoya a los sectores público, social y privado mediante la gestión y desarrollo de proyectos, procesos, productos, servicios y asesorías orientadas a la producción, manejo y comercialización de alimentos. Impulsa la innovación y competitividad a través de alianzas Científico-Empresariales estratégicas.

Se encuentra ubicado en Carretera a La Victoria Km 0,6 en Hermosillo, Sonora, México. El proyecto de prácticas profesionales se realizó en la Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal en la planta piloto de carnes la cual se enfoca a la investigación y tecnología de carne y productos cárnicos.

## MARCO TEÓRICO

El importante desarrollo que se ha producido en las últimas décadas en relación con el conocimiento de la estructura molecular de los componentes de los alimentos, ha significado la consecución de notables avances en campos específicos de las ciencias y de la tecnología de los alimentos. En consecuencia, la mejora de la calidad, la estabilidad, la optimización de procesos, y el desarrollo de nuevos productos, han perdido buena parte de su componente empírico y, actualmente, se fundamentan en la aplicación de conceptos teóricos que explican los mecanismos de interacción y funciones de los componentes de los productos alimentarios.

La tecnología de alimentos, como materia curricular de la carrera de Químico en Alimentos es una ciencia multidisciplinaria que aplica los principios de la química, bioquímica, física, la ingeniería de procesos y la gestión industrial, para el procesado y conservación de los alimentos y para el desarrollo de nuevos y mejores productos alimentarios. La tecnología de alimentos se apoya de la química y el análisis de alimentos también materias del mapa curricular. Estas materias influyeron en el desarrollo de los productos ya que se aplican los procesos de conservación de los alimentos, análisis de macro y micronutrientes, fisicoquímicos, físicos y sensoriales. Asimismo, materias como la microbiología de alimentos impactó en forma importante el desarrollo de las prácticas profesionales realizadas ya que uno de los objetivos de la industria alimentaria e investigación es desarrollar productos de calidad e inocuos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Elaboración de Productos de Confitería

#### Materia Prima

El tamarindo, carne de res SuKarne®, nopal y flor de jamaica VerdeValle® se obtuvieron del mercado de la región. El resto de los ingredientes incluyeron, chile piquín Andrade®, azúcar mascabado y azúcar morena Zulka®, los cuales también fueron adquiridos en el comercio local.

#### Proceso de Obtención de los Productos de Confitería

**Formulación.** En la tabla 3 se muestran las formulaciones empleadas para la preparación de los dulces que se utilizaron en este estudio.

Tabla 3. Formulación de dulces de tamarindo

Formulación %	DN	DF	DR
Tamarindo	50	50	50
Carne	10	10	10
Azúcar	30	30	30
Nopal	10	--	--
Flor de jamaica	--	10	--
Residuo de Jamaica	--	--	10

DN<sup>a</sup> Dulce con nopal

DF<sup>b</sup> Dulce con flor de jamaica

DR<sup>c</sup> Dulce con residuo de Jamaica

**Limpieza y preparación de los ingredientes.** Se retiró la cáscara de tamarindo para obtener las vainas a utilizar, las cuales se lavaron con una disolución jabonosa y se enjuagaron con abundante agua. De igual manera se llevó a cabo un lavado del nopal con abundante agua. La carne de res se congeló a -19°C por 24 h. Todos los ingredientes se pesaron de acuerdo a la formulación correspondiente para cada producto.

Se realizó un lavado de equipos con disolución jabonosa y agua potable seguida de una desinfección disolución de iodo al 1,5%.

**Secado de la carne de res.** Se aplicó un tratamiento de secado a la carne de res previamente congelada a -19°C y rebanada a un grosor de 4 mm en una rebanadora Hobart (modelo 2612, USA). El tratamiento consistió en cuatro etapas de secado (70°C/2 h, 80°C/2 h, 90°C/1 h y 30°C/30 min), en un secador marca Enviro-Pak (modelo CHU-150, USA). La carne seca se trituró a un tamaño mínimo de partícula en un molino marca KRUPS (modelo GX4100, México).

**Secado de nopal.** Para llevar a cabo el tratamiento de secado, el nopal fue previamente cocido en agua a 100°C durante 10 min, posteriormente se eliminó el exceso de agua y se colocó sobre papel aluminio en rejillas de acero inoxidable. El tratamiento térmico consistió en cuatro etapas de secado (70°C/2h, 80°C/1h, 90°C/1h y 30°C/ 30 min). Posteriormente se retiró de las rejillas y se llevó a cabo una molienda en un molino marca KRUPS (modelo GX4100, México). El nopal molido obtenido se envasó en una bolsa al vacío para su uso posterior.

**Obtención de pulpa de tamarindo.** Se llevó a cabo la cocción del tamarindo sin cáscara en agua a 100°C en una relación 1:1 durante 15 min. Una vez frío se procedió a separar manualmente las semillas y venas del tamarindo para obtener la pulpa con fracciones fibrosas del tejido, la cual se reservó para la elaboración del dulce.

**Elaboración de dulces de tamarindo.** Para la elaboración de los dulces de tamarindo se aplicó a cabo un tratamiento térmico a 120°C por un tiempo de 10 min en una marmita GROEN (modelo 95191, incorporando la pulpa de tamarindo, carne deshidratada y nopal deshidratado,

flor o residuo de jamaica (según sea el caso) basándose en la formulación del producto deseado. Al transcurso de 10 min se dejó enfriar y posteriormente se adicionó azúcar mascabado para proceder a formar esferas de 3 cm de diámetro recubiertas de una mezcla azúcar-chile 70:30.

## **Elaboración de Botana Horneada**

### **Materia Prima**

Se empleó carne de res recorte 80/20 marca “SuKarne®” y camote (*Ipomoea batatas*) obtenidos del comercio local.

El resto de los ingredientes incluyeron sal, fosfatos, humo líquido y condimento comercial, los cuales también fueron obtenidos del comercio local.

### **Proceso de Obtención de la Botana**

**Formulación.** En la tabla 4 se muestra la formulación empleada para la preparación de la botana horneada que se utilizó en este estudio.

**Limpieza y preparación de ingredientes.** Los camotes se lavaron con disolución jabonosa y agua potable. Posteriormente se cortaron en pedazos regulares. La carne se troceó para su uso posterior. Todos los ingredientes y materia prima se pesaron de acuerdo a la formulación.

**Cocción de camote.** El camote con cáscara se coció en agua a 100°C durante 10 min, acto seguido se retiró para su uso posterior.

Tabla 4. Formulación de la botana horneada.

Ingrediente	Cantidad (%)
Carne	46,00
Camote	20,00
Hielo	31,50
Sal	0,64
Fosfatos	0,13
Condimento	1,58
Humo líquido	0,16

**Elaboración de la emulsión.** Para la elaboración de la emulsión cárnica se utilizó una cutter (KILIA, bowl cutter 3000 RS, Kiel Germany) por un tiempo de 7,5 min a 7 900 rpm de las navajas y 121 vueltas del tazón, donde se agregaron: carne de res, hielo, fosfatos, sal, condimento y camote. Una vez triturado y homogeneizado se aplicó vacío por 1,2 min.

**Embutido.** Para el proceso de embutido de la emulsión cárnica se utilizó una embutidora Omet (modelo SVF60750995) y fundas de celulosa de 2 pulgadas de diámetro. Posteriormente se congeló a -18°C por 24 h.

**Rebanado.** Se eliminó la funda de los embutidos para proceder al rebanado de 0,3 cm de grosor en una rebanadora Hobart (modelo 2612, USA). Posteriormente las rebanadas fueron colocadas sobre rejillas de acero inoxidable recubiertas con papel aluminio.

**Secado.** Las rejillas se colocaron dentro de un secador marca Enviro-Pak (modelo CHU-150, USA) y se procedió a un tratamiento de cuatro etapas de secado (1 h/70°C, 1 h/80°C, 40 min/90°C y 15 min/30°C).

**Empacado.** La botana se empacó en porciones de 30 g en bolsas laminadas de 15x15 cm en una empacadora Supervac (modelo GK 185, Austria).

### **Análisis del Producto Terminado**

Los análisis se llevaron a cabo por triplicado. La preparación de las muestras se realizó de acuerdo al método a utilizar.

#### **Análisis para Confitería**

**Químicos.** Análisis proximal por técnicas de la AOAC (2000): humedad al vacío, método 925.45; cenizas, método 920.153; grasa, método 14.059; proteína, método 960.52 y carbohidratos por diferencia.

**Físicoquímicos.** Energía bruta (ASTM D3286-73), determinación de pH,  $a_w$  y acidez titulable.

**Físicos.** Color (CIE L\*a\*b\*).

**Microbiológico.** Coliformes totales (NOM-112-SSA1-1994), hongos y levaduras (NOM-111-SSA-1994) y *Salmonella* (NOM-114-SSA1-1994).

**Sensorial.** Se siguió la metodología recomendada por Pedrero y Pangborn, 1989.

## **Análisis para Botana Horneada**

**Químicos.** Análisis proximal por técnicas de la AOAC (2000): humedad, método 950.46; cenizas, método 920.153; grasa, método 920.39; proteína, método 960.52 y carbohidratos por diferencia.

**Fisicoquímicos.** Energía bruta (ASTM D3286-73), determinación de  $a_w$  y pH.

**Físicos.** Color (CIE L\*a\*b\*) y textura.

**Microbiológico.** Coliformes totales (NOM-112-SSA1-1994) y bacterias mesofílicas aerobias (NOM-092-SSA1-1994).

**Sensorial.** Se siguió la metodología recomendada por Pedrero y Pangborn, 1989.

## **Métodos**

**Determinación de humedad al vacío AOAC (2000) método 925.45.** Se pesaron 2 g de muestra en cápsulas de porcelana con fibra de vidrio previamente taradas. Se colocaron en una estufa a vacío durante 4 horas a  $\leq 70^\circ\text{C}$  bajo una presión  $\leq 50$  mmHg. Al cabo del tiempo de secado, se cerró el vacío y se dejó entrar cuidadosamente aire a la cámara de la estufa. Se retiró la cápsula y se dejó enfriar en un desecador. Posteriormente se procedió a pesar la muestra. Se calculó la pérdida de peso como humedad de la muestra con la siguiente fórmula.

$$\text{Humedad} = \frac{W1 - W2}{W1 - W0} \times 100$$

donde:

W1= peso del plato + muestra húmeda

W2= Peso del plato + muestra seca

W0= Peso del plato

**Determinación de humedad AOAC (2000) método 950.46.** Se utilizaron platos de aluminio de 5 cm de diámetro y 2 cm de profundidad, los cuales se pusieron a peso constante colocándolos en la estufa de aire durante 1 h a 103°C.

Se homogeneizó previamente la muestra a analizar. Se pesaron aproximadamente 2 g de muestra, se distribuyó homogéneamente en el fondo del contenedor y se registró el peso. Se colocaron los platos de aluminio en la estufa por 18 h a 100-103°C. Se enfrió la muestra en un desecador y se pesó. Se calculó la pérdida de peso como humedad de la muestra con la siguiente fórmula.

$$\text{Humedad} = \frac{W1 - W2}{W1 - W0} \times 100$$

donde:

W1= peso del plato + muestra húmeda

W2= Peso del plato + muestra seca

W0= Peso del plato

**Determinación de cenizas AOAC (2000) método 920.153.** Los crisoles de porcelana utilizados se dejaron previamente a peso constante. Posteriormente se pesó de 1,5 a 2,0 g de muestra en los crisoles y se colocaron sobre una placa de calentamiento para pre-incinerarse hasta que cesara la liberación de vapores blancos de la muestra.

Se trasladaron los crisoles de nuevo a la mufla y se incineró la muestra a una temperatura de 550°C por 8 h. Posteriormente al bajar la temperatura se colocaron los crisoles

en un desecador por 30 min. Se pesaron los crisoles con ceniza y se calculó el contenido de ceniza en porcentaje por diferencia de peso, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de ceniza (\%)} = 100 \left( \frac{A - B}{C} \right)$$

donde:

A= peso del crisol con muestra

B= peso del crisol con ceniza

C= peso de la muestra

**Extracción de grasa por Soxhlet AOAC (2000) método 14.059.** Se colocaron 2 g de muestra seca en papel filtro el cual se dobló para colocarse dentro del dedal y este dentro del extractor Soxhlet. A un matraz a peso constante se le colocó un refrigerante y se añadieron 80 mL de éter aproximadamente. Se efectuó la extracción durante 16 horas. Posteriormente se suspendió el calentamiento, se quitó el extractor del matraz para evaporar suavemente el éter y se secó a 100°C hasta peso constante.

$$\% \text{ de Extracto Etereo} = \frac{(P_f - P_i) * 100}{M}$$

dónde:

P<sub>f</sub> = Masa en gramos del matraz con grasa.

P<sub>i</sub> = Masa en gramos del matraz sin grasa.

M = Masa en gramos de la muestra.

**Extracción de grasa por Goldfish AOAC (2000) método 920.39.** Los vasos de extracción Goldfish se pusieron a peso constante. En un papel filtro se pesó entre 1,5 a 2 g de la muestra. Con cuidado se enrolló el papel y se colocó dentro de un dedal de celulosa, el cual se insertó en

una pinza de resorte que lo sostiene en el condensador y lo alinea para un mejor flujo del condensado.

Se agregaron 40mLde éter a los vasos de extracción y se ensamblaron en el condensador con un anillo de cierre y empaque. El tiempo de extracción desde que empezó a gotear el dedal fue de 4 horas. Cuando la extracción se completó, el recipiente de la muestra se retiró y se reemplazó con un tubo de recuperación cuando solo quedaban pocos mL del solvente. El vaso de Goldfish se colocó en una estufa de 100 -103°C por una hora, se pasó al desecador por 30 min y se pesó. Se calculó el % de grasa con la siguiente fórmula:

$$\%Grasa = \frac{(Peso\ del\ vaso\ +\ grasa) - (Peso\ del\ vaso)}{Peso\ de\ la\ muestra} \times 100$$

**Determinación de proteína por microkjeldahl AOAC (2000) método 960.52.** Para la digestión de la muestra se pesaron 0,2 g de muestra seca en un matraz microkjeldahl de 100 mL, se le agregaron 1,5 g de mezcla de catalizadores (sulfato de cobre y potasio), 3 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado y se agitó suavemente. Posteriormente se colocó en un digestor a una temperatura media en una campana de extracción hasta digestión completa de la materia orgánica. Se dejó enfriar y para llevar a cabo la destilación se agregaron 10 mL de agua destilada al matraz microkjeldahl para disolver la muestra.

Para el proceso de destilación el contenido del matraz microkjeldahl se vertió en el receptor de muestra del destilador. Se colocó un matraz Erlenmeyer con 20 mL de ácido bórico al 4% con dos gotas de indicador rojo de metilo modificado en la recepción de destilado del equipo. Se agregaron 20 mL de disolución de NaOH al 40% en el receptor de muestra del destilador. Al realizarse la destilación; a partir del vire de la disolución de ácido bórico se contaron 5 min hasta que se colectaron de 20 a 25 mL de destilado. Una vez efectuada la caída de la primera gota y haber cambiado a verde, el ácido bórico se retiró. El destilado se tituló con ácido clorhídrico 0,1N usando indicador de fenolftaleína, hasta que el color viró de verde a morado. Se registraron los mL de HCl gastados y se calculó la concentración de proteína por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{((V4 - V5) \times N2 \times 14.007 \times 100 \times 6.25)}{W2} \times 1000$$

donde:

V4= volumen (mL) HCl 0,1 N requerido para titulación de la muestra

V5= volumen (mL) HCl 0,1 N para titular el blanco

N2= Normalidad de HCl

W2= peso (g) de la muestra

**Determinación de carbohidratos.** El porcentaje de carbohidratos se calculó por diferencia, a partir de la determinación de humedad, ceniza, proteína y grasa.

**Determinación de energía bruta (ASTM D3286-73).** Se pesó 1 g de muestra en un crisol metálico y a la vez se depositó en una bomba con un contenido de 30 atm de oxígeno. La bomba se colocó en un recipiente y se cubrió con 2 litros de agua destilada en un calorímetro Parr (Series 1341, Illinois) adiabático. Luego de haber ajustado la bomba en el calorímetro a la misma temperatura la muestra se incineró con un alambre fusible. El aumento de temperatura se midió bajo condiciones adiabáticas. Se lavó el interior del cilindro de la bomba con agua deionizada y se colectaron los lavados en un vaso de 100 mL. Se titularon los lavados con Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,0725 N usando rojo de metilo como indicador. Se determinó el contenido calórico mediante la siguiente fórmula:

$$Hg = \frac{\Delta T (W) - e1 - e2}{m}$$

Hg = Calor de combustión en cal/ g.

ΔT (T<sub>f</sub>-T<sub>0</sub>)= Cambio de temperatura en °C.

T<sub>0</sub>= Temperatura de equilibrio entre la chaqueta del calorímetro y el recipiente.

T<sub>f</sub>= Temperatura máxima estable del agua del recipiente después de la ignición.

W = Energía equivalente del calorímetro en cal/°C (2465.46 cal/°C)

m = Peso de la muestra en g

e1 = Corrección por calor de formación del ácido nítrico en cal (1 cal/mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,0725 N gastado).

e2 = Corrección por calor de combustión (fusión) del fusible en calorías (corrección de calor de combustión según medida del fusible).

**Potencial de hidrógeno (pH).** Se llevaron a cabo las mediciones con un equipo Hanna Meat pH meter (modelo HI99163, EUA) previamente calibrado a pH de 4 y 7. Se tomaron mediciones a la emulsión cárnica para la elaboración de botana horneada y a los productos de confitería.

**Actividad de agua (Aw).** Se utilizó un equipo Pawkit aqua Lab, el cual se calibró con una disolución salina (NaCl). Se colocó la muestra dentro de platillos de plástico cubriéndolos en su totalidad para realizar su medición.

**Medición de Color Externo (CIE L\*, a\*, b\*).** Se utilizó un espectrofotómetro Konica Minolta (modelo CM-2600d, Osaka, Japón) el cual previamente se calibró. Las mediciones se efectuaron sobre diferentes áreas de superficie de cada una de las muestras.

**Determinación de textura.** Para evaluar la fracturabilidad de la botana se utilizó un texturómetro Texture Analyser (modelo TA·XT2, USA). Se midieron 12 muestras. Para el análisis se utilizó una velocidad de cabezal de 2 mm/s, una distancia de penetración de 3 mm y un aditamento esférico para pruebas de fracturabilidad de 0,63 cm (¼ de pulgada). La botana permaneció sobre una base (cilindro hueco de 5,5 y 6,0 cm de diámetro interno y externo, respectivamente), se fracturó y se registró el valor máximo o pico que representaba la fuerza en newtons.

**Determinación de acidez titulable.** Para la preparación de la muestra se pesaron 15g del producto y se homogeneizó en 60 mL con agua deionizada con un homogeneizador Ultraturrax T25. Posteriormente se midieron 30 mL del homogeneizado y se tituló.

La titulación se realizó con una disolución estándar de NaOH 0,105N y se usó un potenciómetro Hanna Meat pH meter (modelo HI99163, EUA). Se tituló la muestra manteniéndola en agitación. Se realizó una titulación rápida hasta llegar a un pH cercano a 6, posteriormente se adicionó la disolución lentamente hasta llegar a un pH 7 y se finalizó agregando no más de 2 µL. Una vez cercano a pH 8 se adicionó la disolución de titulación gota a gota hasta que se estabilizó. Finalmente, al llegar a un pH de 8,2 se anotó el gasto de NaOH en el transcurso de la titulación. La acidez titulable se reportó como mg de ácido tartárico en 100 g de muestra.

$$\% \text{ de acidez} = \frac{(V_{NaOH})(N_{NaOH})(75^*) (100)}{(1000)(V_{muestra})}$$

\* Equivalentes de ácido tartárico

**Determinación de bacterias coliformes NOM-112-SSA1-1994.** Para la preparación de la muestra se siguió la NOM-110-SSA1-1994. Se realizó una dilución 1:10 en agua peptonada y posteriormente se realizaron diluciones seriadas de  $10^{-2}$  a  $10^{-6}$ .

Para la prueba presuntiva se agitó la muestra y se transfirieron volúmenes de 1 mL a 3 tubos con cámara Durham con 10 mL de caldo lauril sulfato. Se incubaron por 48 h a 37°C, seleccionándose los tubos que contenían formación de gas.

Para la prueba confirmativa se tomó una azada de cada tubo con formación de gas y se inoculó en un número igual de tubos con medio de confirmación, caldo lactosa lauril bilis verde brillante. Se incubó a 37°C por 48 h. Se seleccionaron los tubos que presentaron formación de gas. Se reportó como número más probable (NMP) por g de muestra.

**Determinación de *Salmonella* NOM-114-SSA1-1994.** La preparación de la muestra se basó en el análisis de 25 g de la muestra analítica en una proporción de 1:9 de muestra/caldo. Se pesaron asépticamente 25 g de la muestra en una bolsa estéril, se adicionaron 225 mL de caldo lactosado y se homogeneizó. Se transfirió asépticamente la mezcla homogeneizada a un recipiente estéril de boca ancha con tapón de rosca y se dejó reposar por 60 min a temperatura ambiente cerrando herméticamente el recipiente. Se mezcló bien y se incubó por 24 h.

Se tomó 1 mL de la mezcla a un tubo con 10 mL de caldo tetrionato, 1 mL a 10 mL de caldo selenito cistina y se incubaron por 24 h. Se estirió del caldo tetrionato y caldo selenito cistina en agar xilosa lisina desoxicolato (XLD) y en agar sulfito de bismuto. Se incubaron por 24 h y se examinaron las placas para identificar colonias típicas de *Salmonella*. Se reportó como presencia o ausencia de *Salmonella* en 25 g de muestra

**Cuenta de bacterias aerobias en placa NOM-092-SSA1-1994.** Para la preparación de la muestra se siguió la NOM-110-SSA1-1994. Se realizó una dilución 1:10 en agua peptonada y posteriormente se realizaron diluciones seriadas de  $10^{-2}$  a  $10^{-6}$ .

Se colocó 1 mL de cada una de las diluciones en el centro de una caja Petri estéril. Posteriormente se agregaron aproximadamente 15 mL de agar nutritivo, se mezclaron mediante seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en sentido contrario y seis de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal hasta que se logró una completa incorporación del inóculo en el medio y se dejaron solidificar. Se incubaron por 48 h a  $37^{\circ}\text{C}$  para analizarse. Se reportó como unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de bacterias aerobias en placa en agar para cuenta estándar, incubadas por 48 h a  $37^{\circ}\text{C}$ .

**Cuenta de mohos y levaduras en alimentos NOM-111-SSA1-1994.** Para la preparación de la muestra se siguió la NOM-110-SSA1-1994, se realizó una dilución 1:10 en agua peptonada y posteriormente se realizaron diluciones seriadas de  $10^{-2}$  a  $10^{-6}$ .

Se colocó por duplicado en cajas petri 1 mL de la muestra de la dilución primaria utilizando para tal propósito una pipeta estéril. Posteriormente se realizó el mismo

procedimiento para las demás diluciones. Se agregaron aproximadamente 15 mL de agar papa dextrosa acidificado, se mezcló cuidadosamente el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en el sentido contrario y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa y se dejó reposar hasta que se solidificó. Se incubó a 25 °C. Se realizó un control de colonias de cada placa después de 2, 3, 4 y 5 días de incubación. Se reportó como unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de mohos o levaduras en agar papa dextrosa acidificado, incubadas a 25°C durante 5 días.

### **Evaluación sensorial (Pedrero y Pangborn, 1989).**

Uno de los factores más importantes en la elaboración de un producto novedoso es la aceptación del consumidor al que va dirigido, se realizó un análisis sensorial con un panel no entrenado de 70 jueces de edades entre 13-50 años en diferentes sectores de Hermosillo, Sonora.

Para el análisis sensorial de los productos se evaluaron color, sabor y textura (botana) y se utilizaron pruebas de nivel de agrado (“Hedonic Test”). El objetivo del análisis fue localizar el nivel de agrado o desagrado que provocan las muestras específicamente. Se utilizó una escala hedónica (no estructurada), sin mayores descriptores que los extremos de la escala. Esta escala contó con un indicador del punto medio, para facilitar al consumidor la localización del punto de indiferencia.

La evaluación finalizó con una prueba de aceptación (“Acceptance test”) que de acuerdo con el criterio personal del juez, decidió si la muestras presentadas eran aceptables o rechazadas para su consumo. En el anexo 1 y 2 se muestran las encuestas aplicadas para las evaluaciones de productos de confitería y botana horneada respectivamente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos para los análisis físico, químico, fisicoquímico, microbiológico y sensorial de cada uno de los productos obtenidos.

### Productos de Confitería

#### Análisis Químico

**Humedad.** Los resultados del contenido de humedad en los dulces de tamarindo se muestran en la tabla 5. Como se puede observar, el contenido de humedad de los productos desarrollados fue mayor que el encontrado en el dulce comercial. Esto se debe a que los dulces comerciales contienen un alto contenido de azúcares y cantidades mínimas de pulpa de tamarindo. En los productos desarrollados el contenido de pulpa es mayor y ésta impacta en forma importante el contenido de humedad. De acuerdo a El-Siddig *et al.* (1999) el contenido de humedad inicial en pulpa de tamarindo es de 20,6%; sin embargo, dicho valor aumenta al realizarse la cocción previa a su obtención.

Hay una diferencia en el contenido de humedad en el dulce con flor de jamaica deshidratada y el dulce con nopal deshidratado, los cuales debieron tener un valor parecido por los ingredientes añadidos y los porcentajes de la formulación (Tabla 3), que la humedad presente en el dulce con residuo de jamaica, la cual debió ser el de mayor porcentaje debido a que se realizó un tratamiento de cocción previo, asemejando el procedimiento empleado tanto en el hogar como en la industria siendo un subproducto que se desecha tras la elaboración de agua de jamaica. El dulce con residuo de jamaica presentó un contenido de humedad de 40,95% (tabla 5).

**Cenizas.** En la tabla 5 se muestran los porcentajes obtenidos de cenizas para cada uno de los tratamientos, observándose un contenido mayor en el dulce con nopal (2,02%) con respecto a

Tabla 5. Composición química proximal de dulces de tamarindo y dulce comercial.

Composición %	DN <sup>a</sup>	DF <sup>b</sup>	DR <sup>c</sup>	DC <sup>d</sup>
Humedad	42,61±0,42	38,00±0,22	40,95±0,24	16,27±0,38
Cenizas	2,02±0,11	1,38±0,05	1,04±0,05	4,90±0,12
Proteína	11,99±0,41	11,47±0,36	11,04±0,23	1,55±0,26
Fibra dietaria*	6,78	6,69	6,69	4,78
Insoluble*	4,03	4,90	4,90	---
Soluble*	2,75	1,79	1,79	---
Grasa	0,52±0,33	0,77±0,28	0,63±0,29	---
Carbohidratos**	38,08	41,69	39,65	72,50

DN<sup>a</sup> Dulce con nopal

DF<sup>b</sup> Dulce con flor de jamaica

DR<sup>c</sup> Dulce con residuo de jamaica

DC<sup>d</sup> Dulce comercial

\* Cálculo teórico

\*\* Cálculo por diferencia

los tratamientos con flor y residuo de jamaica lo cual se puede deber al contenido de minerales del nopal siendo rico en calcio y hierro. El contenido de minerales en el nopal es de 1,22% (Rodríguez, 1986). Asimismo, la pulpa de tamarindo aporta minerales como cobre, manganeso, zinc, calcio y hierro (El-Siddig *et al.*, 1999).

El contenido de cenizas del dulce comercial fue mayor que el de los tratamientos, esto quizá se deba a la posible adulteración que presentan este tipo de dulces con tejocote, rico en minerales como calcio y hierro; el cual es utilizado y se vende como dulce de tamarindo por su bajo costo.

**Proteína.** En la tabla 5 se muestran los porcentajes de proteína obtenidos para cada una de las formulaciones, observándose un aumento significativo respecto al dulce comercial. El contenido de proteína aumentó aproximadamente un 10% por encima del comercial, lo cual indica que la adición de carne deshidratada de res impacta de manera considerable el valor nutricional de los

dulces. Este valor lo aporta en su mayoría el músculo de res, ya que por cada 100 g, de 15 a 20 g es proteína (Pardo, 1998) y al añadirse en forma deshidratada a la formulación, su contenido aumenta.

Uno de los beneficios de la adición de carne de res a productos de confitería es el aumento en el contenido de proteína, ya que estos productos se consideran fuentes de calorías “vacías”, con un contenido elevado de carbohidratos y un valor mínimo o nulo de proteína. Es por ello que la actual tendencia en la elaboración de nuevos productos es la confitería saludable o funcional en el que se buscan dulces más saludables con ingredientes que aporten beneficios a la salud.

**Grasa.** Los valores obtenidos de grasa en cada uno de los productos se muestran en la tabla 5. Como se puede observar se obtuvieron valores mínimos de grasa en cada uno de los dulces. El contenido de grasa presente lo aporta la carne añadida.

**Fibra dietaria.** Los valores de fibra fueron calculados teóricamente en base a estudios reportados previamente y los porcentajes en la formulación (Tabla 3). El contenido de fibra de los dulces con flor y residuo de jamaica se calculó considerando un contenido de fibra soluble e insoluble de 4,87% y 29,04% respectivamente (Sáyago-Ayerdi *et al.*, 2007). Asimismo, para el tamarindo se consideró un contenido de fibra soluble de 2,6% y de fibra insoluble de 4% (National Academy of Sciences, 1979).

**Carbohidratos.** El contenido de carbohidratos de los productos se calculó por diferencia con respecto a al resto de determinaciones de humedad, grasa, proteína, fibra y cenizas (Tabla5). Se observa una disminución en el contenido de carbohidratos de los productos desarrollados con respecto al producto comercial presentándose un contenido 34,42, 30,81 y 32,85% menos en los dulces con carne. Esto se debe a que los productos comerciales tienen como componente principal sacarosa y en menor contenido de pulpa de tamarindo. El contenido de carbohidratos de cada uno de los dulces coincide con el contenido de azúcar añadido y los carbohidratos aportados por los ingredientes.

## **Análisis Físicoquímico**

**Determinación de energía bruta.** El contenido de energía bruta para cada uno de los dulces de tamarindo fue de 2,65, 2,60 y 2,74 kcal/g para los dulces con nopal, flor y residuo de jamaica respectivamente (tabla 6). Como se puede observar no hubo gran diferencia en el contenido de calorías entre los tres dulces. El contenido energético lo aporta en su mayoría la sacarosa añadida en la formulación, ya que aporta según la literatura 4 kcal/g. Asimismo, la adición de carne aporta calorías a los dulces ya que cada gramo de proteína aporta un contenido de 4 kcal (Souccar, 2001). Los valores obtenidos son menores al del dulce comercial que contiene 3,95 Kcal/g el cual es atribuido por la cantidad excesiva de sacarosa en este tipo de productos.

**Potencial de hidrógeno (pH).** En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de pH para los dulces de tamarindo. Los resultados obtenidos son bajos debido a la naturaleza del tamarindo el cual posee valores de pH de 2-4. Los valores de pH fueron más bajos para el dulce con flor de jamaica ya que influye también el pH de la flor de jamaica de 2-3 unidades (Galicia-Flores, 2008). Estos valores se consideran deseables ya que disminuyen la proliferación de microorganismos, por lo tanto aumenta su vida de anaquel del producto.

**Acidez titulable.** En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de acidez titulable de cada uno de los dulces. El dulce con mayor contenido de acidez fue el que contenía flor de jamaica; esto se debe a las características físicoquímicas de la pulpa de tamarindo y de la flor de jamaica. El contenido de acidez en el dulce con flor de jamaica es aportado en su totalidad por el tamarindo que posee cerca del 2,4-3,2% de acidez aportada en mayor medida por el ácido tartárico, siendo el ácido orgánico predominante en el fruto. Asimismo el contenido de acidez también es aportado por la jamaica que contiene ácidos cítrico, ascórbico, málico, esteárico y ácido dihidroxibenzoico (Galicia-Flores *et al.*, 2008).

**Actividad de agua (aw).** En la tabla 6 se muestran los valores obtenidos para actividad de agua en cada uno de los dulces de tamarindo. Como se observa no hay diferencias entre los productos. Los resultados de actividad de agua corresponden a la actividad de agua para la

proliferación de bacterias según la literatura, mas sin embargo, las características fisicoquímicas de los productos como son bajo pH y acidez reducen el crecimiento de estos microorganismos.

Tabla 6. Caracterización fisicoquímica de dulces de tamarindo.

Característica	DN	DF	DR
pH	3,69±0,05	2,74±0,01	2,98±0,01
a <sub>w</sub>	0,93±0,01	0,90±0,01	0,91±0,02
Acidez titulable	0,58±0,01	0,79±0,01	0,66±0,01
Energía bruta*	2,65	2,60	2,75

\* Kcal/g

### Análisis Físico

**Color.** El color es una de las características más importantes consideradas por el consumidor para la elección de un producto. Los dulces de tamarindo comercial, poseen un color café oscuro resultado del color propio que posee el tamarindo. El color obtenido en los productos es característico para cada uno de ellos, ya que varía según la materia prima utilizada.

En la tabla 7 se presentan los resultados obtenidos para este parámetro, reportados según la metodología CIE L\*a\*b\*. El valor L se refiere a la luminosidad del alimento y su medición está dada en una escala de 0 (negro) a 100 (blanco). El valor a\* representa la variación de color entre el rojo y verde, donde valores positivos reflejan el color rojo y valores negativos el verde. El valor b\* representa la variación de color entre el amarillo y azul.

Para el dulce de tamarindo con nopal se muestra un color ligeramente verde opaco relacionado con la presencia de feofitina y pirofiofitina derivados de la clorofila del nopal por efecto del tratamiento térmico y pH ácido presente en el producto final (Badui, 2006). El color característico de los dulces con flor y residuo de jamaica son aportados en mayor medida a las antocianinas presentes en los cálices de jamaica como delfindina-3-glucósido, sambubiósido y cianidina-3- sambubiósido (Sáyago-Ayerdi, 2010). En los valores obtenidos del parámetro a\* se

observa que el dulce con residuo de jamaica tiene una mayor tendencia al rojo que el dulce con flor de jamaica; a pesar de lo anterior, la apariencia del dulce con flor de jamaica se observaba con una tonalidad más roja.

Tabla 7. Valores promedio de color para dulces de tamarindo.

Color	L*	a*	b*
DN	21.42±0.87	11.12±0.51	16.99±0.61
DF	11,51±0,98	10,79±0,54	3,16±0,38
DR	16,92±0,48	12.73±0,79	9,54±0,53

### Análisis Microbiológico

**Determinación de coliformes totales.** En la tabla 8 se muestran los resultados de la determinación de coliformes totales en cada una de las muestras. Como se puede observar no hubo crecimiento de microorganismos coliformes, ya que se obtuvieron resultados negativos tanto en la prueba presuntiva y confirmativa. El nulo crecimiento de microorganismos se puede atribuir al contenido de acidez y pH en cada uno de los productos. En general, la presencia de ácidos en el alimento produce una drástica reducción de la supervivencia de los microorganismos.

Tabla 8. Número más probable de coliformes para los dulces de tamarindo

Muestra	Índice de NMP*
DN	<0,3
DF	<0,3
DR	<0,3

\* Número más probable (NMP) de coliformes por gramo de muestra

**Determinación de *Salmonella*.** En la tabla 9 se muestran los resultados del aislamiento de *Salmonella* en cada uno de los productos. Como se observa hubo ausencia del microorganismo, lo cual se relaciona con las buenas prácticas de higiene en el procesamiento de los productos, calidad microbiológica de los materiales empleados, así como las características fisicoquímicas del producto final como pH y acidez. Los resultados obtenidos cumplen con la NOM-114-SSA1-1994.

Tabla 9. Resultados de la determinación de *Salmonella*

Muestra	<i>Salmonella</i> *
DN	Ausencia
DF	Ausencia
DR	Ausencia

\* Resultados expresados en 25 g de muestra

**Determinación hongos y levaduras.** Microorganismos como mohos y levaduras son los que tienden a tener más posibilidad de proliferación en alimentos con características semejantes a los dulces, ya que crecen en concentraciones elevadas de azúcar, pH bajo y alimentos con alta acidez. En la tabla 10 se muestran los resultados obtenidos en la determinación de hongos y levaduras. Como se muestra hubo escaso crecimiento de estos microorganismos debido a que los productos recibieron un tratamiento térmico para su elaboración, por lo que inhibe su crecimiento.

**Análisis sensorial.** En la tabla 11 se muestran los resultados respecto al nivel de agrado de sabor. Los valores son favorables hacia los tres productos debido a que están por encima de los valores de indiferencia, el dulce con nopal difiere un poco con respecto a los demás productos posiblemente a que el sabor natural del nopal no es agradable para cierta población.

Tabla 10. Determinación de hongos y levaduras en dulces de tamarindo.

Muestra	Hongos*	Levaduras**
DN	<10	<10
DF	<100	<100
DR	<100	<100

\*Expresado como unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de mohos en agar papa dextrosa acidificado, incubadas a 25°C durante 5 días.

\*\*Expresado como unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de levaduras en agar papa dextrosa acidificado, incubadas a 25°C durante 5 días.

De igual manera se observan los resultados de color en la tabla 12, en donde predominó el nivel de agrado en el dulce con flor de Jamaica y el valor menor para el dulce con nopal resultado de una coloración verde opaca que no fue atractiva en comparación de los demás productos.

Tabla 11. Nivel de agrado de sabor en dulces de tamarindo

Muestra	Gusta*	Indiferente*	Disgusta*
DN	70	19	11
DF	87	12	1
DR	78	17	5

\* Expresados en porcentaje

Tabla 12. Nivel de agrado de color en dulces de tamarindo

Muestra	Gusta*	Indiferente*	Disgusta*
DN	72	4	24
DF	93	7	0
DR	89	9	2

\* Expresados en porcentaje

Uno de los factores más importantes de los nuevos productos es la aceptabilidad del consumidor hacia estos, En la gráfica de aceptación (figura 1) podemos observar que de igual manera respecto al sabor y color predomina la aceptación del dulce con flor de Jamaica. Podemos encontrar niveles de aceptación en rangos favorables para los tres productos, por lo tanto resultan atractivos para los consumidores.

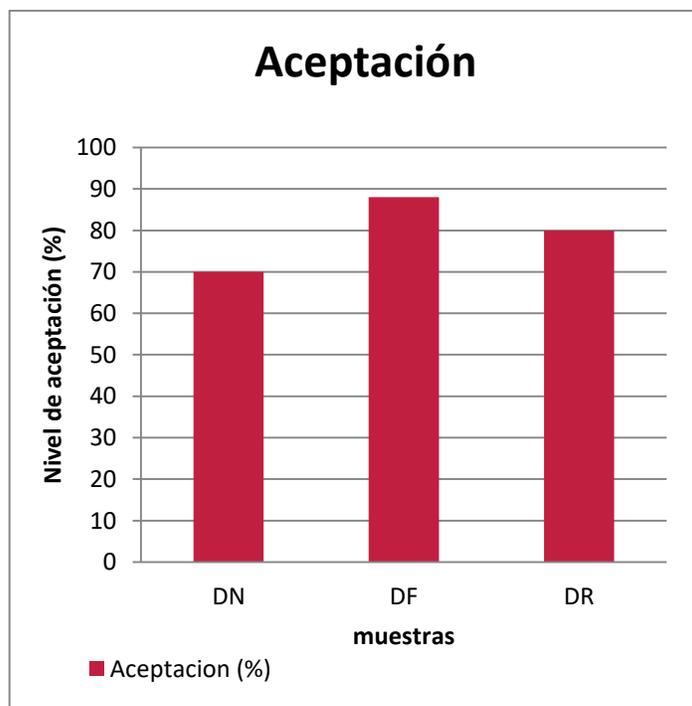


Figura 1. Gráfica de aceptación para dulces de tamarindo

## Botana Horneada

### Análisis Químico

**Humedad.** La carne de res en Sonora es una de las materias primas más producidas, por lo tanto, en la elaboración de este tipo de productos con procedimientos como el deshidratado, le da un valor agregado. En la tabla 13 se muestra el contenido de humedad para la botana horneada. El valor obtenido es de 9,53% el cual es un poco elevado en comparación con la humedad presente en un producto tipo botana frita a base de cazón y trigo cristalino desarrollado por Escobosa y Nieto (1992) con un valor de 2,2% de humedad, sin embargo, sigue siendo bajo contenido de humedad, brindándole beneficios al producto como una posible larga vida de anaquel.

**Cenizas.** Se puede observar en la tabla 13 el contenido de cenizas obtenido (9,60%), el cual es un valor elevado para este tipo de botanas. El contenido de minerales se debe principalmente a los micronutrientes presentes en el camote como sodio, fósforo, calcio, hierro, magnesio, cobre, zinc, cloro y principalmente potasio, teniendo un valor de 385 mg (Linares *et al.*, 2008).

El contenido mineral también lo aporta en mayor parte la carne de res que contiene 1,90 mg de hierro, 8,10 mg de calcio, 264 mg de potasio, 6 mg de yodo, 18 mg de magnesio, 61 mg de sodio y 139 mg de fósforo (www.alimentos.org.es, 2013).

**Proteína.** Los porcentajes obtenidos para la botana horneada presentaron una gran diferencia con respecto a la botana comercial (Tabla 13). El valor obtenido de 42,09% para la botana con carne y camote se debe al contenido proteico de la carne de 15-20% (Pardo, 1998). Este valor se incrementa debido al tratamiento térmico de horneado. Los valores obtenidos representan una alternativa de consumo más saludable en comparación con las botanas comerciales que presentan un contenido proteico de 4% (Tabla 13).

Tabla 13. Composición química proximal de la botana horneada.

Composición %	BH	BC
Humedad	9,53 ± 0,28	--
Cenizas	9,60 ± 0,01	--
Proteína	42,09 ± 0,04	4
Grasa	12,23 ± 0,87	32
Fibra dietaria*	1,2	4
Carbohidratos	25,35	52

BH: Botana horneada

BC: Botana comercial

\* Cálculo teórico

\*\* Cálculo por diferencia

En el producto terminado, el contenido elevado de proteína es un atributo importante, esto se debe a las buenas características nutrimentales de la materia prima utilizada, ya que la proteína cárnica se considera la proteína de mejor calidad debido a los tipos y las proporciones de aminoácidos que son muy similares a los que requiere el crecimiento y el mantenimiento del tejido humano (Varnam, 1995). El producto representa una vía de incorporación indirecta de la carne en la dieta del consumidor, ya que cierta población no consume carne con frecuencia.

**Grasa.** Como se muestra en la tabla 13, se obtuvo un porcentaje de grasa de un 12,23% aportado principalmente por la carne añadida ya que el contenido de grasa en músculo de res oscila entre 5 y 40% dependiendo la raza, edad y alimentación del animal (Charley, 1999). Comparando con el contenido de grasa de la botana comercial que presenta un contenido de 32%, el producto obtenido representa una alternativa para el consumo de botanas más nutritivas que las convencionales para personas con problemas de salud como sobrepeso y obesidad, en especial para el sector infantil siendo el principal consumidor de este tipo de productos.

**Carbohidratos.** Se muestra en la tabla 13 el resultado obtenido de 25,35% de carbohidratos principalmente por la adición de camote en la formulación. El contenido de carbohidratos representa la mitad del contenido encontrado en la botana comercial (52%). Este contenido elevado de carbohidratos lo aportan las harinas con las que están elaboradas las botanas comerciales.

**Fibra cruda.** El contenido de fibra se presenta en la tabla 13. Se calculó teóricamente mediante resultados publicados por la FAO (2006) que reportan un contenido de fibra cruda de 3 g de fibra en 100 g de camote.

### **Análisis Fisicoquímicos**

**Energía bruta.** La energía bruta (EB) se define como “la energía liberada en forma de calor cuando un alimento se oxida completamente, quemando totalmente una muestra en una bomba calorimétrica” (Bonde, 1989). El resultado de este análisis fue de 5,19 Kcal/g para la botana horneada (Tabla 14), en comparación con una comercial que es de 5,11 Kcal/g (Tabla 14). El valor obtenido es parecido y se justifica el contenido de calorías por el contenido energético aportado por las proteínas, sin embargo cabe mencionar que el valor nutricional de nuestro producto es mejor por el contenido proteico.

**Actividad de agua ( $a_w$ ).** En la tabla 14 se muestran los valores obtenidos de  $a_w$  en la botana horneada. Como se puede observar, los valores son bajos, reduciendo la probabilidad de crecimiento de microorganismos. En estos valores de  $a_w$  pueden crecer microorganismos como mohos y levaduras, los cuales se desarrollan en alimentos con poca disponibilidad de agua. A valores mayores de 0,90 hay riesgo de crecimiento de microorganismos como bacterias. Por lo tanto, el producto puede tener una vida de anaquel más extendida que los alimentos con actividad de agua, mayores a 0,90 o con mayor contenido de humedad que son más perecederos y sufren más reacciones de deterioración.

Tabla 14. Valores promedio para parámetros fisicoquímicos.

Característica	BH
$a_w$	0,47±0,01
Energía bruta*	5,19±0,00

BH= Botana Horneada

\* Valor en kcal/g

**Potencial de hidrógeno (pH).** El pH es un factor de calidad para la elaboración de emulsiones. Se requieren valores de pH elevados para la extracción de proteínas (5,5-6,0). Por lo tanto se determinó el pH de la emulsión obteniendo un valor de  $5,63 \pm 0,03$ , el cual se encuentra dentro de los valores, logrando una emulsión estable. Los valores de pH cercanos a la neutralidad favorecen crecimiento de microorganismos; sin embargo, la emulsión es deshidratada por lo cual disminuye el agua disponible para el crecimiento de dichos microorganismos.

### Análisis Físicos

**Color.** El color es una de las características más importantes de un producto ya que el consumidor se guía por este parámetro a la hora de realizar su compra. Se determinó color tanto en la emulsión como el producto final para evaluar los cambios durante el procesado y el tratamiento térmico. El color de la emulsión cambió a un color ligeramente oscuro durante el procesado quizás por la oxidación de la mioglobina de la carne. El color marrón en el producto final pudo ser resultado de reacciones de Maillard que se llevaron a cabo por la naturaleza del producto, siendo reacciones que producen compuestos coloridos como melanoidinas. En la tabla 15 se muestran los valores promedio de color para emulsión y botana horneada.

Tabla 15. Valores promedio para los parámetros de color de botana horneada y de emulsión cárnica.

Color	L*	a*	b*
E	43,83±0,40	11,43±0,87	22,42±0,99
BH	46,90±1,61	13,57±1,67	24,46±1,57

E= Emulsión

BH= Botana horneada

En la tabla 15 se observan los resultados obtenidos para el parámetro a\*. Todos los números obtenidos fueron positivos, esto quiere decir que el color predominante fue el rojo. El valor de a\* fue mayor en la emulsión que en la botana debido a las reacciones ya mencionadas.

En la tabla 15 se observan resultados positivos para el parámetro b\*. Dicho valor fue mayor en la botana horneada porque se obtiene una coloración amarilla, que puede ser por el contenido del camote en la formulación (20%), ya que los carotenoides contenidos en este tubérculo son responsables de las coloraciones amarillas y naranjas.

## Textura

La textura es un atributo que se evalúa en la deformación del alimento y es la interacción física y química de un producto en la boca, y un aspecto de la reología de los alimentos. La fracturabilidad es la fuerza a la cual el material se fractura y es una característica importante para los productos crujientes como son las botanas.

En la evaluación de la fracturabilidad de la botana, el valor obtenido fue  $7,20 \text{ N} \pm 1,20$ , lo cual significa que es una botana crujiente. Estudios realizados por Ayi (2008), muestran valores de fracturabilidad de  $8,3 \pm 1,5$  en botanas tipo tortilla a base de fruto de pejibaye. Comparando dichos valores se establece que la botana cuenta con características de fracturabilidad similares. Los alimentos que presentan fracturabilidad, tienden a tener una baja cohesividad y un cierto grado de dureza.

## **Análisis Microbiológicos**

**Coliformes totales.** Se obtuvo un resultado de 0,4 número más probable (NMP) de coliformes por gramo de muestra de botana horneada. Este valor demuestra buenas prácticas de higiene y calidad microbiológica en los materiales. Adicionalmente los valores de  $a_w$  no permiten el desarrollo de bacterias coliformes por la baja disponibilidad de agua ya que las bacterias crecen a valores mayores de 0,90.

**Mesófilos aerobios.** Se obtuvo como resultado de unidades formadoras de colonias,  $<10$  UFC/g, de bacterias aerobias en placa en agar para cuenta estándar (agar nutritivo).

Esta determinación ayuda a estimar la microflora total sin especificar el tipo de microorganismos. Así como también se puede conocerla calidad sanitaria del alimento, las condiciones de manipulación, así como las condiciones higiénicas y de la materia prima. Debido a que es un valor bajo de bacterias se pueden considerar el proceso, manipulación y materias de buena calidad. Sin embargo, un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas.

## **Análisis sensorial.**

En la tabla 16 se muestran los resultados obtenidos para los parámetros de textura, sabor y color en la botana horneada. Se puede observar un valor de textura de 92% lo que significa que la fracturabilidad es agradable para el consumidor siendo un atributo importante para este tipo de productos debido a que el consumidor busca que los productos como botanas sean crujientes.

Los valores de sabor y color se encuentran por encima del nivel de indiferencia con 84 y 90% respectivamente (tabla 16). Respecto al nivel de aceptación total del producto se obtuvo un 82%. Estos valores satisfacen los gustos de quienes lo consumen.

Tabla 16. Niveles de agrado para botana horneada

Muestra	Gusta (%)	Indiferente (%)	Disgusta (%)
Textura	92	8	0
Sabor	84	9	7
Color	90	10	0

## CONCLUSIONES

Se obtuvieron cuatro productos con las características químicas, físicas, nutricionales y de calidad que se esperaban. La adición de carne de res en los nuevos productos consiguió contenido proteico elevado para este tipo de alimentos considerados “chatarra”. Se mostró una diferencia significativa en los valores comparados con productos comerciales semejantes.

La adición de nopal deshidratado, flor de jamaica y residuo de jamaica aportó un contenido de fibra mayor que el producto comercial.

La adición de camote en la formulación de la botana horneada, no mostró diferencias en el contenido de fibra; sin embargo, se considera una buena fuente de minerales y beta-caroteno.

Los productos desarrollados presentan características fisicoquímicas que inhiben el crecimiento de microorganismos como bacterias; en los dulces de tamarindo por el valor de pH ácido, así como en la botana horneada por la baja actividad de agua que presenta de 0,43 no pueden crecer bacterias, hongos y levaduras, por lo tanto, pueden tener larga vida de anaquel; además de que en los procesos de elaboración y manipulación de los productos se cumple con normas de higiene y de calidad.

Los productos representan una alternativa de consumo más saludable por la incorporación de proteína, además de ser semejantes a los productos que son ampliamente consumidos por la población.

En este estudio los conocimientos teóricos y prácticos impartidos en las materias de Tecnología, Química y Análisis de Alimentos se aplicaron en la realización de las prácticas profesionales.

## RECOMENDACIONES

- Utilizar otros tubérculos o vegetales en la formulación de botanas.
- Utilizar diferentes tipos de cereales como aporte de fibra en la botana horneada para tener un buen balance de aminoácidos y elevar la calidad nutricional.
- Realizar estudios sobre las etapas del proceso de horneado de las botanas, con el fin de conocer los cambios fisicoquímicos que ocurren y obtener mejores propiedades organolépticas como de textura.
- Sustituir la sacarosa por alcoholes polihídricos para reducir el contenido energético, o bien, eliminación de la misma en dulces de tamarindo.
- Utilizar otras fuentes de fibra o aumentar el porcentaje de las mismas en las formulaciones de los productos de confitería.
- Cuantificar antioxidantes en los productos.
- Realizar la determinación de vida de anaquel y la determinación de fibra dietaria experimental.

## REFLEXIONES PERSONALES

La realización de las prácticas profesionales fue muy importante debido a que pude aplicar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas en el plan de estudios de la carrera de Químico en Alimentos. Lo que me permite desenvolverme en el mundo laboral y de investigación, contribuyendo en aspectos prácticos como la realización de este proyecto.

El realizar mis prácticas profesionales en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo me dejó buena experiencia y preparación, así como el desarrollo de competencias sobre el área de investigación, además de ser una experiencia de aprendizaje tanto de conocimientos teóricos, prácticos, y de valores como la responsabilidad y el trabajo en equipo.

Esta experiencia me ayudó a concluir mi eje profesional para poderme desenvolver a futuro en el área de investigación o bien, en la industria alimentaria para ejercer mi carrera profesional.

Me deja un buen sabor de boca el hecho de que pude conocer personas especializadas en el área, que comparten sus conocimientos con los alumnos, ofrecen su apoyo y más que nada nos reciben con los brazos abiertos.

***Samaria Lisdeth Gutiérrez Pacheco***

## REFLEXIONES PERSONALES

Las prácticas profesionales han sido un instrumento único en lo que yo espero en mi futuro laboral. Ha sido la ocasión perfecta para tratar de coordinar toda la teoría que he estado recibiendo en los últimos años dentro de mi eje profesional, junto a mis sueños como futura profesionalista.

Las prácticas profesionales contribuyeron a culminar la Licenciatura Químico en Alimentos, donde es un reto salir del aula hacia la vida laboral donde se me prestó la oportunidad de conocer un nuevo equipo, compañeros y amigos dentro del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, quienes me brindaron sus conocimientos, apoyo, experiencia y amistad.

Una vez terminadas mis prácticas profesionales y este trabajo me doy cuenta que durante el camino me enriquecí en cuanto a conocimientos, habilidades y destrezas dentro del área de trabajo, así como también, de valores y sobretodo confianza en mí misma.

“Nadie educa a nadie, nadie se educa a sí mismo;

Los hombres se educan entre sí, mediatizados por el mundo”

Paulo Freire

***Anna Judith Pérez Báez***

## BIBLIOGRAFÍA

- Almeida-Rodríguez, N. G. 1988. Elaboración, Evaluación, Empacado y Estudio de Vida de Anaquel de Botanas con Proteínas de Alta Calidad. Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, Sonora.
- Almeida, M.M.B., de Sousa, P.H.M., Fonseca, M.L., Magalhães, C.E.C., Lopes, M.dF.G., de Lemos, T.L.G. 2009. Evaluation of macro and micro-mineral content in tropical fruits cultivated in the northeast of Brazil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 29: 581-586.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. 14th ed. of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- ASTM method D3286-73. Standard test method for gross calorific value of solid fuel by the isothermal-jacket bomb calorimeter.
- Badui, S. 2006. Química de los Alimentos. 4ª ed. Ed. Pearson. México.
- Bonde, A. 1989. Nutrición animal. Trad. Rafael Sanz Arias. Zaragoza. Ed. Acribia. pp. 546.
- Calle, M. S.; Gómez, J. E. 2006. Familia Cactácea. Cactáceas *Opuntia- ficus-indica*. Chumbera, nopal (en línea). En: Immaculée, M. 2006. Evaluación del Crecimiento del Nopal (*Opuntia Ficus-Indica*) a tres Fertilizantes Orgánicos. Tesis de Licenciatura. Universidad Earth. Guácimo, Costa Rica.
- Carvajal, G. 2001. Valor Nutricional de la Carne de: Res, Cerdo y Pollo. Corporación Ganadera Nacional. Costa Rica. [Documento PDF] Recuperado: <http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/Corfoga2001.pdf>. Junio 08 de 2013.
- Centro Internacional de la Papa. 2005. Informe Anual 2005. [Documento PDF] Recuperado: <http://cipotato.org/publications/pdf/003772.pdf>. Mayo 28 de 2013.
- Chang, M. y Rodríguez, A. 2002. Inducción Fotoperiódica para Lograr Floración en Cinco Genotipos de Camote *Ipomoea Batatas* (L.) Lam. *Ecología Aplicada*, 1(1). Perú, Lima.
- Charley, H. 1999. Tecnología de los Alimentos. 1ª edición. Ed. Limusa, México, D.F.

- Chaturvedi, A. 1985. Firewood farming on degraded lands in the Gangetic plain. U.P. Forest Bull. 50. Lucknow, India: Uttar Pradesh Forest Department. pp. 52.
- Clark, C. Moyer, J. Compendio de Enfermedades de la Batata. 1991. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- Cóccaro, G. 2010. Desarrollo de Nuevos Productos. Alimentos Funcionales y Novel Food. [Documento PDF] Recuperado: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/procal/estudios/02/DesarrolloNuevosProductos.pdf>. Mayo 25, 2013.
- Confederación de Consumidores y Usuarios (CECU). 2005. [Documento PDF] Recuperado: <http://www.cec.europa.eu/campanas/alimentacion/informehabitos.pdf>. Junio 07 de 2013.
- De Caluwé, E., Halamová, K., Van Damme, P. 2010. *Tamarindusindica L.* – A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Afrika focus*, 23, Nr. 1, pp. 53-83
- Drewnowski A, Popkin BM. The nutrition transition: new trends in the global diet. *Nutrition Reviews*, 1997, 55:31-43
- El-Siddig, K., Ebert, G., Lüdders, P. (1999). Tamarind (*Tamarindusindica L.*): a Review on a Multipurpose Tree with Promising Future in the Sudan. *Journal of Applied Botany – AngewandteBotanik*, 73, 202-205.
- FAO. 2006. CAMOTE (*Ipomoea batatas*). [Documento WWW] Recuperado: [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/CAMOTE.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/CAMOTE.HTM). Junio 10 de 2013.
- Fito, P., Andrés, A., Barat, J., Albors, A. 2001. Introducción al Secado de Alimentos por Aire Caliente. Ed. Universidad Politécnica de Valencia.
- Galicia-Flores, L., Salinas-Moreno, Y., Espinoza-García, B., Sanchez-Feria, C. 2008. Caracterización Físicoquímica y Actividad Antioxidante de Extractos de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa L.*) Nacional e Importada. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(2): 121-129.
- Gil, A. 2010. Tratado de Nutrición. 2a Edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España.

- Glew, R.S., VanderJagt, D.J., Chuang, L.T., Huang, Y.S., Millson, M., Glew, R.H. 2005. Nutrient content of four edible wild plants from West Africa. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60, 187-193.
- Grosh, W., Belitz, H. 1997. *Química de los Alimentos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- En: Orellana, A., Roque, F. 2011. *Estudio de la Composición Nutricional de Dulces Típicos*. Tesis de Licenciatura. Universidad Dr. José Matías Delgado. Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola. Antiguo Cuscatlán, El Salvador.
- Herrera, C., Bolaños, N., Lutz, G. 2003. *Química de Alimentos*. Ed. Universidad de Costa Rica. Pp. 33-34.
- ICRAF – World Agroforestry Center. ICRAF Agroforestry Tree Database: *Tamarindus indica* L., URL <http://www.worldagroforestrycentre.org> (visited on 31.01.2007).
- Jadán, F. 2011. *Obtención del Bioalcohol a Partir del Extracto del Camote*. [Documento PDF] Recuperado: <http://dspace.senescyt.gob.ec/bitstream/28000/324/1/T-SENESCYT-0094.pdf>. Junio 10 de 2013.
- Karmas, E. y Lauber, E. 1987. Novel Products from Underutilized Fish Using Combined Processing Technology. *Journal of Food Sciences*. Vol. 52: 7-9.
- Linares, E., R. Bye, D. Rosa-Ramírez, y R. Pereda-Miranda. 2008. El camote. *CONABIO. Biodiversitas* 81:11-15
- Los nuevos alimentos. [www.alimentatec.com](http://www.alimentatec.com). Portal de Tecnologías y Mercados del Sector alimentario. Mayo 2006. Última revisión: Julio 2007.
- Martínez, C. 2010. *Etiología e Incidencia de Hongos Asociados al Manchado de Cálices de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) en Guerrero, México*. Tesis de Maestría en Ciencias. Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- Martínez, M. 2003. *Cambios en el Contenido de Ácido Ascórbico, Compuestos Fenólicos y Potencial de Oscurecimiento Durante el Desarrollo de Nopal Verdura (Opuntia ficus indica)*. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ciencias Químico Biológicas. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora.
- Moliní, M.D. 2007. Repercusiones de la Comida Rápida en la Sociedad. *Trastornos de la Conducta Alimentaria*. 635-659.

- National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington, DC: National Academy of Sciences. 332 p.
- NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.
- NOM-194-SSA1-2004, Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos.
- Orozco-Santos, M. 2001. El Cultivo de Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) en el Trópico Seco de México. SAGARPA, INIFAP. Tecomán, Colima. Folleto Técnico No. 1. Tecomán, Colima, México. 12 p.
- Pardo, J. 1998. LA INDUSTRIA CÁRNICA. El sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos. 1a ed. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. España.
- Pedrero, F. y Pangborn, R. 1989. Evaluación Sensorial de los Alimentos, Métodos Analíticos. 1ª ed. Ed. Alhambra Mexicana. México, D.F.
- Pedroza, R. 2011. ¿Hay relación entre la botana y la obesidad infantil? [Documento PDF] Recuperado:  
<http://www.botanas.org.mx/botana/2011/presentaciones/RPedroza%20Conferencia%20Encuentro%20Botanas%202011.pdf>. Mayo 26 de 2013.
- Pimienta-Barrios, E. 1993. Vegetable Cactus (*Opuntia*). En: J.T. Williams. Pulses and Vegetables. Chapman & Hall, London, Inglaterra. Pp. 177-191.
- Price, J., Schweigert, B. 1994. Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos. 2ª ed. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. Pp. 353.
- Propiedades del nopal. 2006. [Documento WWW]. Consultado 16 jun. 2006. Disponible en <http://www.lalinaza.com/propiedades-del-nopal.htm>
- Prosky, P. Asp, N. G., Schwelzer, T.F., DeVries, J.W. and Furda, I. 1988. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods, food products: Interlaboratory study. J. Assoc. of Anal. Chem. 71: 1017-1023.

- Restrepo, D., Arango, C., Amézquita, A., Restrepo, R. 2001. Industria de Carnes. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. [Documento PDF] Recuperado: <http://es.scribd.com/doc/69514949/CARNES>. Junio 3 de 2013.
- Rodríguez-Félix 1986. Cambios Químicos y Fisiológicos Durante el Desarrollo de Cladodios (Nopalitos) de Tres Especies de Opuntia. Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, Sonora, México, pp . 39-44, 53.
- Rodriguez-Felix, A. and Cantwell, M. 1988. Development Changes in Composition and Quality of Prickly Pear Cactus Cladodes (Nopalitos). *Plant Foods Human Nutr.* 38: 83-93.
- Ruelas, O. 1996. Elaboración y Caracterización Físico, Química y Nutricional de Frituras Tipo Botana de Cereales Suplementadas con Carpa (*Cyprinus carpio*). Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Sáyago-Ayerdi, S., Goñi, I. 2010. *Hibiscus sabdariffa L*: Fuente de fibra antioxidante. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* 60, 79-84.
- Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. 2000. Guías Empresariales. Embutidos. Ed. Limusa. México, D.F.
- Serpelloni, M., Ribadeau-Dumas, G. 2002. Caramelo duro y procedimiento para la fabricación del mismo. Madrid, España. Patente 2 177 618.
- Souccar, T. 2001. La Revolución de las Proteínas. 365 Tratamientos Naturales para Prescindir de los Medicamentos. 2ª ed. Ed. Paidotribo.
- Torres, E. 2012. Nuevos, Innovadores y con Futuro. [Documento PDF] Recuperado: <http://www.industriaalimenticia.com/articles/print/83125-nuevos--innovadores-y-con-futuro>. Mayo 23 de 2013. Pp. 136
- Ulloa, J. 2011. Programa Académico del Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuarias. [Documento PDF] Recuperado: [http://www.uan.edu.mx/d/a/sip/posgrados/docagrotadicional/program\\_estudio/ciencias\\_a\\_gricolas/deshidra\\_alimentos.pdf](http://www.uan.edu.mx/d/a/sip/posgrados/docagrotadicional/program_estudio/ciencias_a_gricolas/deshidra_alimentos.pdf). Mayo 27 de 2013.
- Valdez Flores, C. A.; Luna Esquivel, M. J. de; Ramírez Moreno, P. P. 1995. Mercado mundial del nopalito. (En línea). Universidad Autónoma Chapingo, MX. Consultado 17 Jun. 2006. Disponible en <http://www.infoaserca.gob.mx/proafex/NOPAL.pdf>

Varnam, A., Sutherland, J. 1995. Carne y Productos Cárnicos. 1ª ed. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.

Warren, A. B., Kant, D. L., Michnowsky, J. 1983. Protein Fortification of Cookies, Crackers and Snack Bars: Uses and Needs. Cereal Foods World. 28.



