



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**Botana funcional horneada y sazonada a base de  
mezcla de polvo de jamaica, harinas de avena y papa.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**PRESENTAN:**

**SALGADO FERNÁNDEZ ERIKA  
VERGARA VIZUET CLAUDIA**

**ASESORA:**

**IBQ. LETICIA FIGUEROA VILLARREAL**

**COASESOR:**

**I.Q. DANIEL MAURICIO VICUÑA GÓMEZ**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO**

**2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

**Botana funcional horneada y sazonada a base de mezcla de polvo de jamaica, harinas de avena y papa.**

Que presenta la pasante: **Erika Salgado Fernández**

Con número de cuenta: **415035871** para obtener el Título de la carrera: **Ingeniería en Alimentos**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

**ATENTAMENTE**

**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 04 de Marzo de 2019.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	<u>I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal</u>	
<b>VOCAL</b>	<u>I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez</u>	
<b>SECRETARIO</b>	<u>Dra. Carolina Moreno Ramos</u>	
<b>1er. SUPLENTE</b>	<u>I.A. Miriam Alvarez Velasco</u>	
<b>2do. SUPLENTE</b>	<u>L.A. María del Consuelo Molina Arciniega</u>	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U.N.A.M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN  
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

**Botana funcional horneada y sazónada a base de mezcla de polvo de jamaica, harinas de avena y papa.**

Que presenta la pasante: **Claudia Vergara Vizuet**

Con número de cuenta: **415035022** para obtener el Título de la carrera: **Ingeniería en Alimentos**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

**ATENTAMENTE**

**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 04 de Marzo de 2019.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
<b>VOCAL</b>	I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez	
<b>SECRETARIO</b>	Dra. Carolina Moreno Ramos	
<b>1er. SUPLENTE</b>	I.A. Miriam Alvarez Velasco	
<b>2do. SUPLENTE</b>	L.A. María del Consuelo Molina Arciniega	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/cga\*

## *Agradecimientos de Erika*

Antes que nada, quiero agradecer a Dios por darme el mejor regalo: la vida, mi familia y mis amigos.

A mi madre por su ser mi motor para no darme por vencida, por su paciencia, su apoyo, su esfuerzo y su sacrificio para que yo pudiera estudiar.

A mi padre y hermano que sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar acabo esta tarea.

A mis profesores que participaron en mi formación profesional y personal, especialmente a mi asesora de tesis Leticia Figueroa Villarreal por su apoyo y confianza en este trabajo, y su capacidad para guiar nuestras ideas y agradezco a PAPIME, por impulsar proyectos que conduzcan a la innovación y al mejoramiento del proceso de enseñanza- aprendizaje.

A mis amigos y sobre todo a Claudia Vergara Vizuet por su paciencia, por siempre estar en los momentos difíciles, ayudándome, agradezco su lealtad y compañía todo este tiempo.

Ingeniería en Alimentos Generación 39.  
Erika Salgado Fernández

## *Agradecimientos de Claudia*

**A Dios**, por darme la oportunidad de tener esta familia, amigos y oportunidades de vida.

**A mis padres Lilia Vizuet y Jorge M. Vergara:** No tengo forma de agradecerles todo lo que han hecho y siguen haciendo por mí, ambos me enseñaron a ser perseverante, actuar de acuerdo con mis principios con valores, y conseguir lo que me proponía e incluso ir más allá de lo que puedo. A mi mamá que siempre será una persona admirable y mi papá un ejemplo a seguir. Los quiero mucho.

**A mis hermanos Liliana, Jorge y Fernanda:** Les agradezco el estar al pendiente de mí cada quien a su manera; esa hermandad que tenemos es muy bonita y apreciada, gracias por verme llegar hasta este punto y por el apoyo que nos hemos dado entre los 4, y agregando a **Mila, Soren Karla y Jonathan** que ahora somos una familia más grande, los quiero mucho.

**A Lupita:** Gracias por estar con nosotros como familia y apoyarnos de muchas formas, sé que todos estamos muy agradecidos contigo.

**A mis amigos:** Gracias a ellos por una bonita amistad que se ha forjado desde la preparatoria y la universidad e incluso de algunos trabajos, sé que puedo confiar en ustedes y ustedes en mí; gracias por ayudarme cuando lo necesitaba y cuando era muy difícil seguir estudiando y trabajando al mismo tiempo, sobre todo a Erika que ha estado a mi lado casi toda la carrera. Gracias por las risas compartidas momentos inolvidables, son admirables.

**A familia Vergara y Vizuet:** Cada uno de tíos, tías, primos, primas y abuelita, pusieron un granito de arena en este camino que ha sido complicado pero glorioso.

**A mi asesora Leticia Figueroa**, gracias por su paciencia, guía y apoyo en este trabajo, por hacernos crecer como profesionistas y a la carrera que tanto amo, gracias al **PAPIME** por las oportunidades que brinda a este tipo de proyectos en el laboratorio.

**A la UNAM**, que fue un sueño el poder haber estudiado aquí y más el hecho que soy una egresada de la mejor universidad de México.

A todos los quiero mucho y gracias por estar presente en este momento tan valioso para mí.

Ingeniería en Alimentos Generación 39.  
Claudia Vergara Vizuet

## Contenido

<b>Resumen</b> .....	<b>1</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>2</b>
<b>Capítulo 1. Antecedentes</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1 Generalidades de la jamaica</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1.1. Definición</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1.2. Producción en México</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1.3. Composición química</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1.3.1. Antocianinas</b> .....	<b>6</b>
<b>1.1.3.2 Las antocianinas como colorantes</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1.4. Propiedades funcionales</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2 Botana</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2.1 Definición</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2.2. Industria botanera</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2.2.1. Materias primas utilizadas en elaboración de botanas</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2.2.1.1. Harina de papa y su composición</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2.2.1.2 Harina de avena y su composición.</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2.3. Diagrama de proceso</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3. Desarrollo de nuevos productos</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3.1. Metodología para el desarrollo de un nuevo producto</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3.2. Alimento funcional</b> .....	<b>18</b>
<b>1.4. Evaluación sensorial</b> .....	<b>21</b>
<b>1.4.1. Definición</b> .....	<b>21</b>
<b>1.4.2. Métodos de evaluación sensorial</b> .....	<b>22</b>
<b>1.4.3. Tipo de panelistas</b> .....	<b>26</b>
<b>1.5. Mercadotecnia</b> .....	<b>27</b>
<b>1.5.1. Definición</b> .....	<b>27</b>
<b>1.5.2. Mercado</b> .....	<b>27</b>
<b>1.5.3. Segmentación de mercados</b> .....	<b>28</b>
<b>1.5.4. Variables de la mercadotecnia</b> .....	<b>30</b>
<b>Capítulo 2. Metodología Experimental</b> .....	<b>31</b>
<b>2.1. Objetivos</b> .....	<b>31</b>

<b>2.2. Cuadro Metodológico.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3. Desarrollo de la metodología experimental .....</b>	<b>34</b>
<b>2.3.1 Actividades preliminares.....</b>	<b>34</b>
<b>2.3.2. Objetivos particulares.....</b>	<b>37</b>
o <b>Objetivo 1. Estudio de mercado.....</b>	<b>37</b>
o <b>Objetivo 2. Desarrollo de prototipos y selección del prototipo. ....</b>	<b>40</b>
o <b>Objetivo 3. Capacidad antioxidante, análisis químico proximal y microbiológico,.....</b>	<b>46</b>
o <b>Objetivo 4. Envase, etiqueta y desarrollo de la mercadotecnia. ....</b>	<b>53</b>
o <b>Objetivo 5. Evaluación sensorial. ....</b>	<b>55</b>
<b>Capítulo 3. Resultados y análisis de resultados. ....</b>	<b>55</b>
<b>3.1 Actividades preliminares .....</b>	<b>56</b>
<b>3.2 Objetivos particulares.....</b>	<b>62</b>
o <b>Objetivo 1 (Estudio de mercado) .....</b>	<b>62</b>
o <b>Objetivo 2. Desarrollo de prototipos y selección del prototipo. ....</b>	<b>68</b>
o <b>Objetivo 3. Capacidad antioxidante, análisis químico y microbiológico.....</b>	<b>69</b>
o <b>Objetivo 4. Envase, etiqueta y desarrollo de la mercadotecnia. ....</b>	<b>77</b>
o <b>Objetivo 5. Evaluación sensorial. ....</b>	<b>82</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>83</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>84</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>85</b>

## Contenido de figuras.

Figura 1. Flor de jamaica ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.).....	4
Figura 2. Estado de Guerrero en la República Mexicana.....	5
Figura 3. Estructura y sustituyentes de las antocianinas.....	6
Figura 4. Clasificación de botanas.....	12
Figura 5. Diagrama de proceso para la elaboración de papas (botanas).....	15
Figura 6. Estructura química de la inulina.....	21
Figura 7. Métodos de evaluación sensorial.....	22
Figura 8. Encuesta dirigida a producto.....	38
Figura 9. Encuesta dirigida a envase.....	39
Figura 10. Diseño de mezclas.....	40
Figura 11. Diagrama de bloques para la elaboración de la botana.....	41
Figura 12. Cuestionario de la evaluación sensorial por ordenamiento.....	45
Figura 13. DPPH (Oxidado Reducido) .....	47
Figura 14. Mecanismo de acción del reactivo Folin-Ciocalteu.....	48
Figura 15. Pilas de valor nutrimental.....	54
Figura 16. Cuestionario de evaluación sensorial de preferencia.....	55
Figura 17. Curva de secado para la flor de jamaica.....	57
Figura 18. Curva de velocidad de secado para la flor de jamaica.....	57
Figura 19. jamaica fresca y jamaica seca.....	58
Figura 20. jamaica seca y polvo de jamaica.....	58
Figura 21. Cálces, polvo de jamaica y botanas (prototipos) .....	61
Figura 22. Edades y sexo de las personas encuestadas.....	62
Figura 23. Frecuencia de consumo de botanas.....	62
Figura 24. Características de sabor.....	63
Figura 25. Nuevas preferencias en botanas.....	63
Figura 26. Consumo de botanas y característica que más impacta.....	64
Figura 27. Consumo de botana de jamaica.....	64
Figura 28. Preferencia de consumo de botanas más saludables en cines.....	64
Figura 29. Compra del producto por su forma.....	65
Figura 30. Beneficios buscados en una botana.....	65
Figura 31. Presentación en gramos de preferencia.....	65
Figura 32. Precio de botanas consumidas.....	66
Figura 33. Precios dispuestos a pagar por una botana saludable.....	66
Figura 34. Lugar de compra de botanas.....	66
Figura 35. Razón de compra en esos lugares.....	66
Figura 36. Medio de publicidad y promociones.....	67
Figura 37. Preferencia a un cierre tipo “Ziploc” y característica que más influye en la compra....	67
Figura 38. Preferencia de una botana más saludable en cines.....	68
Figura 39. Curva patrón de ácido gálico.....	72
Figura 40. Etiqueta frontal.....	78
Figura 41. Etiqueta posterior.....	78

Figura 42. Tabla de información nutricional para las botanas de jamaica.....	79
Figura 43. Cartel 1.....	79
Figura 44. Cartel 2.....	80
Figura 45. Resultados de preferencia.....	82

## Contenido de tablas.

Tabla 1. Composición química de la flor de jamaica.....	5
Tabla 2. Composición química de la harina de papa (almidón de papa). .....	13
Tabla 3. Composición química de la harina de avena.....	14
Tabla 4. Criterios para segmentar un mercado .....	29
Tabla 5. Prototipos obtenidos del diseño de mezclas. ....	40
Tabla 6. Formulación para la elaboración de las botanas de jamaica .....	41
Tabla 7. Factores de conversión de gramos a kcal .....	54
Tabla 8. Información nutrimental.....	54
Tabla 9. Recopilación de datos de secado. ....	56
Tabla 10. Resultados de AQP al polvo de jamaica. ....	60
Tabla 11. Resultados L*a*b de cálices y polvo de jamaica .....	61
Tabla 12. Análisis estadístico de la evaluación sensorial .....	69
Tabla 13. Capacidad antioxidante del polvo de jamaica.....	70
Tabla 14. Capacidad antioxidante de la botana de jamaica. ....	71
Tabla 15. Datos para curva patrón de ácido gálico.....	61
Tabla 16. Fenoles totales del polvo de jamaica. ....	73
Tabla 17. Fenoles totales de botana de jamaica. ....	73
Tabla 18. AQP de la botana de jamaica y datos de una botana coemrcial .....	74
Tabla 19. Resultados del análisis microbiológico.....	75
Tabla 20. ΔE de prototipos .....	76
Tabla 21. Coordenadas L*a*b de polvo de jamica y prototipos de jamiaca .....	76
Tabla 22. Precio de elaboración de la botana de jamaica 50 g.....	81

## Resumen

En los últimos años han aumentado las enfermedades crónicas degenerativas como la diabetes, hipertensión, obesidad e incluso depresión, es por eso que ha aumentado el interés por elaborar alimentos que ejerzan efectos benéficos para la salud, es decir alimentos funcionales. El objeto del presente trabajo fue elaborar una botana funcional horneada y sazonada con especias, a base de una mezcla de polvo de jamaica y harinas de avena y papa, para un público con hábitos alimenticios saludable. Se realizó una investigación teórica sobre los diferentes ingredientes de la botana, así como sus beneficios. Se llevó a cabo un estudio de mercado con la finalidad de conocer la viabilidad que tendrá el producto. Se desarrollaron cinco prototipos de botanas variando la concentración las harinas (30, 40 y 60), estos prototipos fueron sometidos a una evaluación sensorial descriptiva, sin embargo no hubo diferencia significativa entre ellos por lo que se seleccionó el de mayor contenido de jamaica. En cuanto al análisis de composición química resultó que el prototipo tenía un contenido de fibra cruda de 2.57%, por lo que se pudo comprobar que es un alimento alto en fibra, mientras que para la determinación de antioxidantes mediante espectrometría se aseguró que es un alimento funcional ya que presenta una reducción DPPH de 39.84% y fenoles totales de 3.04 mg AG/g extracto. También a la botana seleccionada se le aplicó un conteo de mohos y levaduras, coliformes totales y mesófilos aerobios en el cual se reportaron cero unidades formadoras de colonias por gramo en cada respectivo conteo. Posteriormente se efectuó una prueba sensorial afectiva comparando el producto con un comercial, obteniendo una aceptación de del consumidor del 9.37%. Se logró desarrollar un producto inocuo y funcional, siendo así alto en fibra y en antioxidantes comparado con otras botanas comerciales, además comparada con otra botana esta tiene un alto contenido en cuanto a proteína y es baja en cuanto a grasas.

## Introducción

La causa fundamental de una deficiente alimentación es un desequilibrio energético entre calorías consumidas y gastadas. En el mundo, se ha producido un aumento en la ingesta de alimentos hipercalóricos (que son ricos en grasa, sal y azúcares, pero pobres en vitaminas, minerales y otros macronutrientes), y un descenso en la actividad física (como resultado en la naturaleza cada vez más sedentaria de muchas formas de trabajo, de los nuevos modos de desplazamiento y de una creciente urbanización) (OMS, 2006) (Ontiveros Jiménez, 2015).

La ciencia y el desarrollo de los alimentos funcionales es lo que va marcando la pauta en investigación dentro de la industria, que no es más que generar alimentos que disminuyan enfermedades crónicas degenerativas como la diabetes, hipertensión, obesidad e incluso depresión por lo que son una respuesta a una necesidad de salud en general mejorando la calidad de vida de la población.

Un alimento se puede considerar funcional al contener un componente o nutriente con actividad selectiva beneficiosa, lo que le confiere un efecto fisiológico adicional a su valor nutricional (Silveria et al., 2003) (Gidley & Yakubov, 2019). Una materia prima con alta capacidad funcional es la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), ya sea que se utilice la semilla o su flor; la flor es muy utilizada debido a su elevado contenido en fibra, vitaminas E y C, ácidos polifenólicos, flavonoides, antocianinas, que poseen actividad antioxidante, acciones anticancerígenas, cardioprotectivas, diuréticas, disminuyen el colesterol y así como también la hipertensión. El extracto de la flor de jamaica es muy consumido en México para la elaboración de bebidas refrescantes, pero no se ha comercializado algún otro producto a partir de este (Cid & Guerrero, 2012). Otra materia prima considerada con alta capacidad funcional es la inulina, ésta se utiliza como ingrediente en los alimentos, ofreciendo ventajas tecnológicas e importantes beneficios a la salud (Frank, 2006) (Muhammad et al., 2016). La inulina es un carbohidrato de almacenamiento presente en muchas plantas, vegetales, frutas y cereales. La propiedad de la inulina más extensivamente estudiada es su comportamiento prebiótico (Roberfroid, 2005) (Muhammad et al., 2016), definido por su capacidad selectiva de estimular el crecimiento de un grupo

de bacterias en el colon (bifidobacterias y lactobacilos), con la consecuente disminución de otras especies que pueden ser perjudiciales (ejemplos: *E. coli*, y bacterias de la especie *Clostridium spp.*) (Gibson, 1999) (Yu-Ping, et al., 2018).

Debido al estilo y ritmo de vida de la población, las personas buscan productos que tengan practicidad, facilidad de traslado y que puedan ser ingeridos en cualquier lugar o momento, tal es el caso de las botanas (Cutillé, et al., 2012). Por lo que la industria de alimentos ha estado buscando alternativas en el uso de harinas, desplazando poco a poco el uso de harinas de maíz y trigo, por harinas que proporcionen características organolépticas de interés y cambios importantes en el valor nutricional.

De las harinas que cada vez más se han ido empleando son las de avena y papa, la harina de avena tiene un contenido elevado en fibra dietética soluble, en la que se incluye el beta-glucano, aportando también proteínas, lípidos (ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, consideradas como grasa saludable), vitaminas, minerales y polifenoles, como las avenantraidas (Hou et al., 2015). En cuanto a los micronutrientes, posee un alto contenido de hierro, magnesio, zinc, fósforo, tiamina (Vitamina B1), vitamina B6 y folatos, además de ser fuente de potasio y vitamina E (Sang & YF, 2017). Por otro lado, la harina de papa es fuente de minerales y vitamínica. Así mismo la harina de papa tiene mayor contenido de tiamina, riboflavina y niacina que la harina de trigo, además de ácido ascórbico, el cual no se encuentra en el trigo (Cerón, Hurtado, Osorio, & Buchely, 2011).

Por lo anteriormente mencionado, se planteó la elaboración de una botana horneada a base de una mezcla de harinas (avena y papa) y polvo de jamaica, y sazonada con especias e inulina, que cumpla su propiedad funcional dada por su alto contenido en fibra y presencia de antioxidantes.

## Capítulo 1. Antecedentes

### 1.1 Generalidades de la jamaica

#### 1.1.1. Definición

La jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Figura 1), conocida en otros países como “roselle”, “sorrel” o “karkadé”, es un arbusto anual perteneciente a la familia *Malvaceae*, que se cultiva en regiones tropicales y subtropicales para obtener fibra, pulpa para papel o cálices, hojas y semillas comestibles. Puede alcanzar de 1 a 3 metros de altura. Presenta un tallo robusto y de color rojizo, que tiene hojas trilobadas, de 7 a 10 cm de diámetro, alternas en el tallo. La flor es de color rojo, de 3 a 4 cm de largo, formada por 4 o 5 pétalos. El cáliz y el epicáliz son carnosos y de color rojo intenso, y constituye la parte que se emplea de esta especie.



Figura 1 Flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.)  
Fuente: <https://ornamentalis.com/hibiscus-sabdariffa/>

#### 1.1.2. Producción en México

Su origen se ubica en los países tropicales de Asia, particularmente India y Malasia, de donde se dispersó hacia algunos países africanos con climas tropicales y subtropicales, así como a Centro y Sudamérica. En México fue introducida por los españoles durante la colonización (SAGARPA-ASERCA, 1999). Los principales países productores de jamaica son China, India y Sudán. México ocupa el séptimo lugar de esta lista, siendo el estado de Guerrero el mayor productor (INEGI, 2005) (SAGARPA & CONACYT, 2010).

Los cálices secos se comercializan generalmente para utilizarlos en la elaboración de bebidas refrescantes o en infusiones. A nivel industrial los extractos de sus cálices tienen usos potenciales como colorantes y saborizantes de alimentos,

cosméticos y productos farmacéuticos. Con los cálices también se pueden obtener jaleas, mermeladas y harina para galletas (Galicia, Salinas, Espinoza, & Sánchez, 2008). Recientemente, sus extractos se han comercializado como suplementos naturales debido a sus potenciales beneficios para la salud. La medicina tradicional los recomienda para enfermedades del riñón y vías urinarias, pero también son usados como bactericidas, antimicóticos, hipocolesterolémicos, diuréticos, uricosúricos, laxativos, antihipertensivos, antiinflamatorios, antimutagénicos e inmunomoduladores (Maganha et al., 2010).



Figura 2 Estado de Guerrero en la República Mexicana.  
Fuente: <http://cuentame.inegi.org.mx/mapas/nacional>

### 1.1.3. Composición química

Existen muchas variedades de flor de jamaica; rojas, rojas oscuras e incluso blancas. Por lo que la Tabla 2 presenta en base seca, la composición química de la flor de jamaica tipo roja oscura.

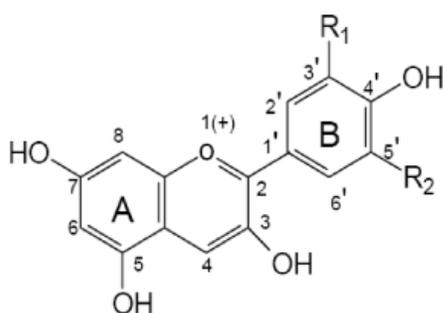
Tabla 1. Composición química de la flor de jamaica.

Componente	(Babalola, 2001)	(Morton, 1987)
<b>Proteína</b>	8.60	17.4
<b>Grasas</b>	2.90	0.59

<b>Fibra</b>	9.80	33.90
<b>Carbohidratos</b>	71.90	38.36
<b>Cenizas</b>	6.80	9.75
<b>Antioxidantes (Antocianinas)*Galicia <i>et al</i> (2008).</b>	3,649.8 y 6,066.7 mg.kg <sup>-1</sup>	-----

### 1.1.3.1. Antocianinas

Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas, pertenecientes a la familia de los flavonoides, compuestos por dos anillos aromáticos A y B unidos por una cadena de 3 C. Variaciones estructurales del anillo B resultan en seis antocianidinas conocidas (Figura 3).



Aglicona	Substitución		$\lambda_{max}$ (nm)
	R1	R2	
Pelargonidina	H	H	494 (naranja)
Cianidina	OH	H	506 (naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 (azul-rojo)
Peonidina	OCH3	H	506 (naranja-rojo)
Petunidina	OCH3	OH	508 (azul-rojo)
Malvidina	OCH3	OCH3	510 (azul-rojo)

Figura 3 Estructura y sustituyentes de las antocianinas. (Durst & Wrolstad, 2001)

En la naturaleza, las antocianinas siempre presentan sustituciones glicosídicas en las posiciones 3 y/o 5 con mono, di o trisacáridos que incrementan su solubilidad. Dentro de los sacáridos glicosilantes se encuentran la glucosa, galactosa, xilosa, ramnosa, arabinosa, rutinosa, soforosa, sambubiosa y gentobiosa. Otra posible variación en la estructura es la acilación de los residuos de azúcares de la molécula con ácidos orgánicos. Los ácidos orgánicos pueden ser alifáticos, tales como: malónico, acético, málico, succínico u oxálico; o aromáticos: p-coumárico, caféico,

ferúlico, sinápico, gálico, o p-hidroxibenzóico (Stintzing, Stintzing, Carle, Frei, & Wrolstad, 2002) (Coronado, Vega, Guitiérrez, Vázquez, & Radilla, 2014).

El color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos hidroxilo y metoxilo de la molécula. Incrementos en la hidroxilación producen desplazamientos hacia tonalidades azules mientras que incrementos en las metoxilaciones producen coloraciones rojas.

#### 1.1.3.2 Las antocianinas como colorantes

Las antocianinas representan el grupo más importante de pigmentos hidrosolubles detectables en la región visible por el ojo humano (Castañeda & Guerrero, 2015). Estos pigmentos son responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul en varias frutas, vegetales y cereales, y se encuentran acumulados en las vacuolas de la célula (Aguilera, Vargas, Mdinaveitia, & Velázquez, 2010 ).

La creciente preocupación por la toxicidad de los colorantes sintéticos usados en alimentos, cosméticos y productos farmacéuticos ha sido investigada por (Hallagan, 1991) y Lauro, 1991 (Lauro, 1991) (Honma, 2015), quienes reportaron que los colorantes rojo No. 2 y No. 40 se han prohibido en Austria, Japón, Noruega y Suecia, pero el rojo No. 40 aún se encuentra en escrutinio en Estados Unidos. Al mismo tiempo, dichos hallazgos se relacionan con modificaciones en la hiperactividad de niños de edad escolar lo cual puede considerarse un mal neuronal agudo (Breakey & Connell, 2002); (McCann et al., 2007) (Pacheco, 2015). Tales antecedentes son indicios suficientes para disminuir la demanda de colorantes artificiales a favor del consumo generalizado de colorantes naturales como las antocianinas (Huck & Wilkes, 1996); (Ersus & Yurdagel, 2007); (Olaya, Castaño, & Garzón, 2008); (Wallace & Guisti, 2008) (Muhamad et al., 2018).

A pesar de las ventajas que las antocianinas ofrecen como posibles sustitutos de los colorantes artificiales, su incorporación a matrices alimenticias o productos farmacéuticos y cosméticos son limitadas debido a su baja estabilidad durante el procesamiento y el almacenamiento (Wrolstad R. , 2000); (Cevallos-Casls & Cisneros-Zeballo, 2004) (Muhamad et al., 2018). Factores como su misma

estructura química, pH, concentración, temperatura, presencia de oxígeno y ácido ascórbico, y actividad de agua de la matriz determinan la estabilidad del pigmento.

#### 1.1.4. Propiedades funcionales

El interés en los pigmentos antociánicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas. Durante el paso del tracto digestivo al torrente sanguíneo de los mamíferos, las antocianinas permanecen intactas (Aguilera, Vargas, Mdinaveitia, & Velázquez, 2010 ) y ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo. Los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante. Estudios con fracciones de antocianinas provenientes del vino han demostrado que estas son efectivas en atrapar especies reactivas del oxígeno, además de inhibir la oxidación de lipoproteínas y la agregación de plaquetas (Aguilera, Vargas, Mdinaveitia, & Velázquez, 2010 ). De igual manera, Wang y Jiao (2000) y Wang y Lin (2000) han demostrado que frutos ricos en antocianinas evidencian una alta actividad antioxidante contra el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y contra radicales peróxido ( $ROO^-$ ), superóxido ( $O_2$ ), hidroxilo ( $^{\cdot}OH$ ) y oxígeno. A las antocianinas también se les atribuye actividad antitumoral y anticancerígena. Hagiwara et al., 2002, demostraron que el suministro de papas púrpuras dulces y repollo morado a ratas de laboratorio, causan supresión de tumores. De igual manera, Koide et al., 1997, reportaron efectos antitumorales al usar extractos de frijoles rojos de soya que contenían cianidina conjugada con glucosa y ramnosa. En cuanto a la actividad anticancerígena, Kamei et al., 1998, reportaron la supresión de células cancerígenas HCT-15 provenientes del colon humano y de células cancerígenas gástricas AGS al suministrar fracciones de antocianinas del vino tinto (Mueller et al., 2017).

Por otro lado, la jamaica al tener un alto porcentaje de contenido de fibra, va a ayudar a que éstas funcionen como prebiótico y facilite la digestión.

## 1.2 Botana

### 1.2.1 Definición

Según la NOM-187-SSA1/SCFI-2002 se le considera botana 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 puedan estar fritos, horneados, explotados, cubiertos, extruidos o tostados; adicionados o no con sal y otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos.

La botana también puede definirse como una colación ligera que debe de cumplir con varias condiciones, tal como se fácil de manipular, estar lista para comerse, ser accesible, ser de tamaño pequeño, ya sea sólido o líquido, consistir en ración individual y lo más importante, debe satisfacer la sensación de hambre por un momento. Por lo general la botana no se considera como verdadero alimento, ya que es cuestionada por su bajo valor nutritivo; sin embargo, ha evolucionado de acuerdo a las exigencias de los consumidores (Navarrete, 2006).

### 1.2.2. Industria botanera.

El mercado de las botanas es un mercado muy redituable, prueba de ello son las grandes compañías líderes que cada día están innovando y lanzando productos que satisfagan todos los paladares (Taddei, 2006) (Contreras, 2015).

La mayoría de los productores de botanas son empresas medianas y pequeñas diseminadas en toda la república, algunos tienen marca comercial, otros maquilan para empresas más grandes y hay cientos de fabricantes caseros, de acuerdo con el costo por temporada de la materia prima. Parte del éxito del sector botanero consiste en las complejas redes de distribución de las compañías líderes, que abarcan las localidades más remotas del país (Arrollo et al.,1999) (Gómez, 2013).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI), las frituras generan un mercado en México con valor de 62 mil 758 millones de pesos y 22 mil 558 toneladas, lo que representa el total de los ingresos y volumen obtenido por más de 3 mil 700 empresas del sector, de las cuales 140 están asociadas a Canacintra,

En México, Sabritas, propiedad de Pepsi, es la principal compañía botanera con 66.1 % de participación de mercado, seguida de Barcel, de Grupo Bimbo, con un 17% de las ventas de botanas en el país, conforme a datos de la consulta Euromonitor International. Sin embargo, no solo se ve reflejado el consumo acorde a las diversas marcas que ofrecen dicho producto sino también se han realizado estadísticas acordes al consumo por el tipo de botanas. Ocho segmentos componen el mercado de botanas saladas: las papas fritas, los chips de tortilla, las nueces y semillas, las palomitas de maíz, los pretzels, los snacks de queso, los snacks de maíz y otros snacks salados (por ejemplo, los elaborados con mezclas):

**Las papas fritas y los chips de tortilla son los dos segmentos más importantes.** Sus participaciones en el mercado de la Ciudad de México son del 29% y 21%, respectivamente. Ambos segmentos lograron una muy buena performance durante el trienio 2007-09. Las ventas de papas fritas aumentaron un 22% y las de chips de tortilla, un 18%, impulsadas en gran medida por el aumento de las comidas consumidas en los hogares (versus las consumidas en restaurantes) y los almuerzos envasados.

- **Las nueces y semillas representan el tercer segmento más grande del mercado** de los snacks salados, con una participación que supera el 15% de las ventas en la ciudad de México. Su deslucido crecimiento en el trienio 2007-09 fue apenas del 5%. Las nueces se ofrecen a altos precios con relación a los demás snacks, y los consumidores conscientes de los costos se vieron forzados a reducir su consumo o a sustituirlas por opciones menos costosas.

- **Las palomitas de maíz, los pretzeles y los snacks de queso** registraron altas tasas de crecimiento durante el trienio 2007-09 (más del 17%, 14% y 20%,

respectivamente). En especial, las ventas de palomitas de maíz se vieron beneficiadas por las veladas hogareñas organizadas para disfrutar de películas o de juegos colectivos como resultado de la recesión. Los snacks de maíz quedaron rezagados, ya que en el citado período crecieron solamente un 9%.

- Durante el trienio bajo análisis, las ventas de otros snacks salados aumentaron un 12.9%. Una de las razones de este fuerte incremento es que muchos de los productos que integran este segmento, incluidos los de marcas líderes como SunChips y Chex Mix, se perciben como más saludables que otros snacks, lo que dio impulso a sus ventas.

### *Clasificación*

Existen muchas formas de clasificar a las botanas, los fabricantes de éstas utilizan tres términos principales para identificarlos:

1) Botanas de primera generación: En esta categoría se sitúan todos los productos naturales utilizados para botana, como nueces, papas fritas y palomitas. En ellas se destacan claramente dos inconvenientes: la materia prima es perecedera, con una vida de anaquel muy corta de 1 a 3 meses donde los empaques “abiertos” ocasionaban también una vida corta en el producto terminado (Ríaz, 2006) (Gómez, 2013).

2) Botanas de segunda generación: La mayoría de las botanas actuales están incluidas en esta categoría. Las botanas de un solo ingrediente como los totopos o Cheetos y las botanas directamente expandidas se sitúan en esta categoría. Se llaman productos directamente expandidos porque no requieren procesamiento adicional después de la extrusión para completar la expansión del producto, y se dice que son los productos más fáciles de hacer con un extrusor (Sevatson & Huber, 2000) (Nascimento, Carvalho, C., Castro, & Ramirez, 2011). Una vez extrudidos, los productos directamente expandidos pueden terminarse al hornearlos o freírlos (Huber, 2001) (Pastor et al., 2011).

3) Botanas de tercera generación: En esta categoría se incluyen las botanas y pellets de múltiples ingredientes, así como las botanas que no se hayan extruido.

También llamadas productos indirectamente expandidos, productos intermedios o semiproductos, aunque el producto obtenido no se encuentra listo para ser consumido. La presentación final viene comúnmente después de un freído en aceite caliente o expansión con aire caliente. Debido a su alta estabilidad, al almacenamiento y alta densidad aparente, las botanas de tercera generación no expandidas presentan un interesante mercado potencial (Ríaz, 2006) (Rodríguez, 2017). Generalmente contienen al menos 60% de almidón para alcanzar la expansión máxima durante el proceso de post-extrusión (Sevatson & Huber, 2000) (Gómez, 2013). Una variante más reciente de este proceso es la expansión por radiación infrarroja o calentado con microondas (Huber, 2001) (Limón, Aguilar, Zazuela, & Matínez, 2016).



Figura 4 Clasificación de botanas. Fuente: <https://tsia.udlap.mx>

#### 1.2.2.1. Materias primas utilizadas en elaboración de botanas

##### 1.2.2.1.1. Harina de papa y su composición

La papa (*Solanum tuberosum*) es una de las principales fuentes de alimentación a nivel mundial después del trigo, maíz y arroz (FAO, 2012). La harina de papa es un ingrediente utilizado en la industria de alimentaria como agente de textura y volumen. También es utilizado debido a sus propiedades tales como su baja temperatura de gelatinización y su baja tendencia a la retrogradación (Hoover, 2010). Entre las aplicaciones más comunes se encuentra: botanas, productos cárnicos, panificación, salsas y condimentos, confitería, helados, mezclas en polvo e industria textil.

El constituyente mayoritario en la harina de papa es el almidón, siendo así su principal fuente de almacenamiento de energía y su contenido varía según los cultivares y estado del crecimiento de la planta, y se encuentra en 66 a 80% en base

seca (Liu, Tarn, Lynch, & Skjodt, 2007) (Vargas, Martínez, & Velezmoro, 2016), vea la tabla 2 (Avula, M., Tharanathan, & Rateke, 2006). El almidón de diferentes fuentes botánicas varía en su composición, morfología, estructura molecular tanto como su arreglo y contenido de amilosa y amilopectina (Hoover, 2010; Liu et al., 2007), de igual manera las variaciones en las propiedades de los geles de almidón podrían ser causadas por diferentes factores, tales como el tamaño del gránulo de almidón (Zaidul et al., 2007) (Martínez et al., 2015), contenido de fósforo y de amilosa (Kaur et al., 2007a) (Espinoza, 2012), el complejo amilosa-lípido y la estructura de la amilopectina (Liu et al., 2007) (Vargas, Martínez, & Velezmoro, 2016).

En la Tabla 2 se presenta la composición química de la harina de papa (almidón de papa).

*Tabla 2. Composición química de la harina de papa (almidón de papa).*

Composición	g/100g
Proteína	9.2
Carbohidratos	76.3
Lípidos	0.3
Fibra	11.1
Cenizas	3.1

Fuente: (Zaidul et al., 2007).

#### 1.2.2.1.2 Harina de avena y su composición.

La avena ha sido consumida como alimento desde la antigüedad, su nombre es Avena Sativa y pertenece a la familia Poaceae. Es un cereal mayormente cultivado en Europa y Norteamérica. Su cultivo necesita un clima húmedo y seco.

La avena presenta 65% de ácidos grasos saturados, 35% de ácido linoleico, un aminoácido muy importante como es la lisina también contiene vitaminas como B1, B2, B3, B4 y B6, además de minerales como el Mg, He y Zinc (López, Divo, Pizzorno, Vilella, & Stella, 2006) (Alarcón et al., 2013). Su composición química se puede apreciar en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición química de la harina de avena.

Composición	%
Lípidos	8.0 ± 0.20
Proteínas	6.40 ± 0.20
Cenizas	1.20 ± 0.02
Fibra	4.03 ± 0.08
Humedad	3.50 ± 0.10
Almidón total	67.20 ± 1.50

Fuente: (Flores et al., 2014).

Además, este cereal tiene un elevado contenido en fibra dietética soluble, en la que se incluye el beta-glucano (Singh, De, & Belkheir, 2013). El beta-glucano es un tipo de fibra soluble que se encuentra de forma natural en la avena y cebada, aunque también se pueden encontrar en algas y setas (Volman et al., 2010).

Es un polímero lineal de unidades de glucosa mediante enlaces glucosídicos  $\beta$ -(1→3) y  $\beta$ -(1→4) (Mayoral et al., 2016), que se localizan principalmente en las paredes celulares del endospermo del grano de avena. Como otros tipos de fibra soluble, en el organismo, el beta-glucano forma geles viscosos en el tracto gastrointestinal e interfiriendo con la actividad de diferentes enzimas pancreáticas, lo que relentiza los procesos de digestión y absorción de nutrientes (Gil, 2017) e incrementa la excreción de ácidos biliares.

La avena también contiene antioxidantes naturales como los tocofenoles y avenantramidas (rullán, 2002 (Xi-Zhong, Jian-Mei, Xia-ping, Chao, & Quing, 2014)).

Se usa para elaborar bebidas, alimentos para infantes, galletas, pan, botanas y harinas. Además, es la base en la elaboración de algunos productos cosméticos (García, 2007; Bryngelsson, 2002) (Aránzazu & Ortega, 2016).

### 1.2.3. Diagrama de proceso

El diagrama de proceso para la fabricación de papas a base de harinas, se apreciar en la Figura 5.

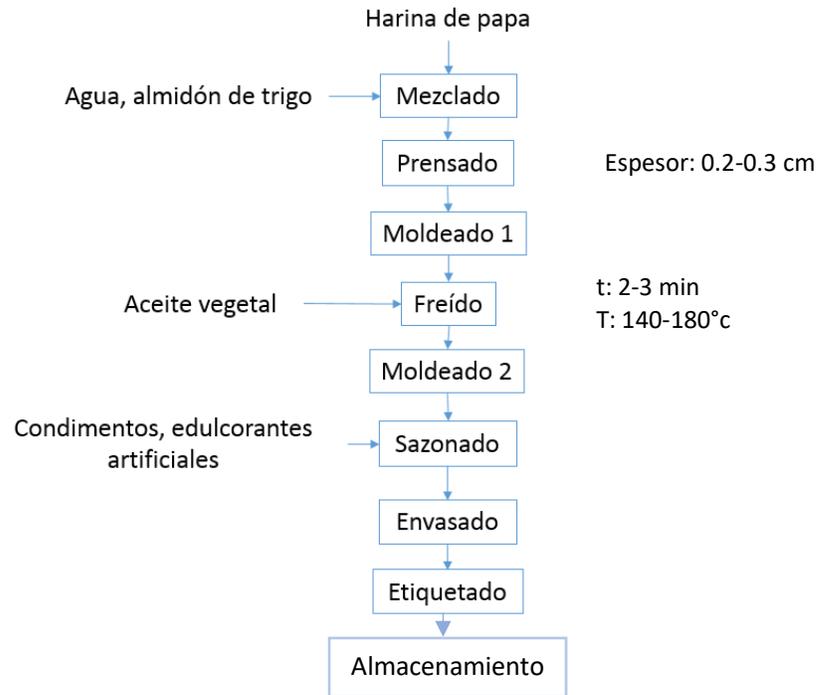


Figura 5 Diagrama de proceso para la elaboración de papas (botanas). (Encino, 2016)

El proceso comienza con la recepción y almacenamiento de la materia prima.

- Mezclado. Este tiene la finalidad de homogenizar los materiales
- Prensado. Utilizando presión se enrolla la mezcla formando una lámina de papa aproximadamente entre 0.2 y 0.3 cm de espesor.
- Moldeado. Su objetivo es dar forma a la botana en el tamaño que se desee, utilizando perfiladores.
- Freído. Fritura. La fritura es una operación que modificará las características organolépticas del alimento, consiguiendo también un efecto conservador por la destrucción de los microorganismos y enzimas presentes en el mismo y por la reducción de la actividad de agua en toda la masa de las láminas de patata.
- El tiempo de fritura oscilará entre 2 y 3 minutos, y la temperatura de fritura entre 140 y 180°C. La proporción entre el aceite y el peso de las láminas crudas será de 6 a 1.

- Sazonado. El sistema de sazonado consiste en una cinta sinfín que transporta el alimento bajo una tolva cuyo fondo está constituido por una malla que contiene los condimentos. Al final de la cinta sinfín el producto cae al interior de un tambor de acero inoxidable que rueda en posición ligeramente inclinada. Los salientes que el tambor posee en su cara interna agitan suavemente el alimento y distribuyen la sal homogéneamente por toda su superficie
- Envasado. El envasado se realizará una vez que el producto procesado esté frío. La presentación del envase depende del fabricante.

### 1.3. Desarrollo de nuevos productos

La innovación de producto es difícil, costosa y arriesgada. Para amortiguar los riesgos que esta conlleva la literatura apunta a la necesidad de un proceso formalizado y sistematizado. Es decir, se considera necesario ejecutar una serie de etapas claramente diferenciadas para lograr el producto deseado. En este sentido, el proceso de desarrollo de nuevos productos analiza las actividades y decisiones que se llevan a cabo desde que se genera la idea de un nuevo producto hasta que el producto es comercializado. Se define este proceso como la transformación de una oportunidad de mercado en un producto disponible para su venta en el mercado (Krishnan & Ulrich, 2001) (Schnarch., 2014).

En el desarrollo de nuevos productos se han determinado tres dimensiones necesarias para tener éxito en el mercado: (a) el desempeño financiero determina el éxito económico global del producto, (b) la ventana de oportunidad muestra el grado en que el nuevo producto abre nuevas oportunidades en términos de una nueva categoría de productos y una nueva área de negocios y (c) el impacto en el mercado describe la huella que deja el producto en los mercados domésticos e internacionales (Cooper, 2001).

### 1.3.1. Metodología para el desarrollo de un nuevo producto

Según Langerak et al (2007), las tres etapas del desarrollo de nuevos productos son:

#### **Etapas de Predesarrollo**

Planificación estratégica. Comprende la valoración preliminar de las necesidades de recursos, oportunidades de mercado y decisiones estratégicas.

Generación de ideas. Consiste en la generación y elaboración de posibles soluciones a las oportunidades estratégicas detectadas.

Filtrado de ideas. Es la evaluación de las soluciones potenciales desarrolladas

Análisis del negocio. Exhaustiva de las necesidades de recursos, oportunidades de mercado, riesgos y decisiones estratégicas.

#### **Etapas de desarrollo**

Desarrollo del concepto. Comprende la ejecución y técnica de marketing requeridas para convertir las ideas de nuevos productos en atributos bien definidos capaces de satisfacer las necesidades y deseos de los consumidores

Test de concepto. Relacionada con los tests alpha (es decir, con empleados) y beta (es decir, con proveedores y consumidores) del concepto de nuevo producto

Desarrollo del prototipo. Consiste en la ejecución de las tareas técnicas y de marketing relacionadas con convertir atributos expresados en términos de los consumidores en atributos en términos de ingeniería

Test de prototipo. Actividades relacionadas con el test alpha y beta del prototipo

Desarrollo del producto. Relacionado con el diseño, ingeniería y piezas del producto

Test de producto. Consiste en el test de producto

## **Etapa de comercialización**

Test de mercado. Actividades relacionadas con el test físico del producto y las tácticas de lanzamiento

Presupuesto del lanzamiento. Actividades relacionadas con la elaboración de un presupuesto para el desarrollo implementación y seguimiento de las estrategias y tácticas de lanzamiento.

Estrategia de lanzamiento. Actividades relacionadas con el qué, dónde, cuándo y por qué de las decisiones de lanzamiento (por ejemplo, segmentación, público objetivo, posicionamiento).

Tácticas de lanzamiento. Tareas relacionadas con las variables de mercadotecnia: Tácticas sobre el producto, distribución, precio y promoción.

### **1.3.2. Alimento funcional**

El creciente interés por una alimentación saludable ha dado lugar a la aparición en el mercado de una nueva gama de alimentos y productos que, además de nutrir, mejoran la salud incrementando el bienestar y reduciendo el riesgo de contraer determinadas enfermedades. Estos alimentos se denominan genéricamente funcionales y, de acuerdo con los resultados de la acción concertada europea “Functional Food Science in Europe”, se definen como “un alimento natural o uno al que se le ha añadido o eliminado componentes, por vía tecnológica o biotecnológica, de forma que se ha demostrado satisfactoriamente que tiene un efecto beneficioso para la salud además de los efectos nutricionales habituales” (EUR 18591, 2000).

Partiendo de la base de que los alimentos funcionales deben ser capaces de modular algún parámetro fisiológico relacionado con el estado de salud o con la prevención de determinadas enfermedades, su diseño y desarrollo se suele iniciar por una de las siguientes vías: 1) Modificación de la composición de las materias primas. Por ejemplo, variando la dieta de determinados animales para conseguir productos de características nutricionales distintas a las habituales (huevos enriquecidos con Omega-3, o leche enriquecida en ácido linoleico conjugado) o

aplicando técnicas de biología molecular que permitan obtener nuevos alimentos mediante su modificación genética; 2) Modificación de los procesos de transformación (fermentación, extrusión, tratamiento térmico, etc.) de forma que durante el mismo, se favorezca o se incremente la formación de compuestos con una actividad biológica específica; y 3) Modificación de la formulación de un alimento tradicional eliminando o sustituyendo determinados ingredientes (grasa, azúcar, etc.) o adicionando compuestos de características saludables contrastadas (fibra soluble, omega-3, vitaminas, fitoesteroles, etc.) (Fogliano & Vitaglione, 2005). De estas tres opciones, la última es, al menos teóricamente, la más simple y la más utilizada en el desarrollo de nuevos productos funcionales.

Es evidente que la identificación de nuevos compuestos bioactivos es un punto importante y necesario en el diseño de alimentos funcionales pero el valor real de cada uno de ellos dependerá, en primer lugar, de la cantidad del mismo que el consumidor necesite incluir en su dieta para que resulte beneficioso para su salud y también, de que las características de la matriz alimentaria a la que se va a incorporar, no alteren la estabilidad y biodisponibilidad del principio activo en el producto final (Clydesdale, 2004) (Fuentes, Acevedo, & Gelvez, 2015). Aun teniendo en cuenta y controlando estos aspectos, el éxito de un alimento funcional en el mercado va a depender de que responda a las necesidades del consumidor (Urala & Lähtenmäki, 2004) y del grado de satisfacción que sea capaz de proporcionarle (Heldman, 2004) (Barrena & Arzak, 2011). Por ello, la opinión del consumidor debe ser tomada en cuenta no sólo para evaluar la aceptabilidad del producto final sino desde el inicio del proceso de su desarrollo. Otra cuestión a tener en cuenta es que la respuesta final del consumidor frente a este tipo de alimentos, como ocurre también con otras clases de alimentos “especiales” como los orgánicos o los modificados genéticamente, estará matizada por la opinión o conocimiento que el consumidor tenga sobre ellos (Newsholme, 2001; Magnusson y Koivisto, 2002; Saba y Vasallo, 2002). En principio, para entender y poder predecir la respuesta del mercado frente a un alimento funcional, es necesario analizar conjuntamente la incidencia en la misma, tanto de su calidad sensorial, como de las actitudes, opiniones y expectativas que el consumidor tenga sobre dicho producto.

En este contexto, para diseñar y desarrollar nuevos alimentos funcionales que, además de aportar beneficios específicos para la salud, sean aceptables para el consumidor es necesario: 1) Seleccionar el compuesto bioactivo y la matriz alimentaria a la que se va a adicionar; 2) Investigar la influencia de la composición y de la interacción entre los distintos ingredientes en las propiedades físicas y sensoriales del producto; 3) Optimizar la aceptabilidad del producto; y 4) Estudiar la influencia de las opiniones, actitudes y expectativas del consumidor en la aceptación.

### Inulina

La inulina es un grupo de polisacáridos que se encuentran naturalmente en las plantas y pertenece a una clase de fibras dietarias conocidas como polifruktanos que se les han atribuido efectos antihiper glucémicos, hipotriglicéridémicos e hipocolesterolémicos (Beylot, 2005), el consumo de esta fibra reduce la reabsorción de ácido biliar en el hígado; por esto el colesterol libre en el hígado disminuye llevando a una reducción de las concentraciones de lípidos en sangre.

La inulina es una mezcla de cadenas de oligómeros y polímeros con un número variable de moléculas de fructosa, unidas por enlaces  $\beta$  (2 $\rightarrow$ 1) que suele incluir en su extremo, una molécula de glucosa. Precisamente, la configuración  $\beta$  de este enlace es la que le confiere su carácter de fibra dietética (Flamm, Glinsmann, Kritchevsky, Prosky, & Roberfroid, 2001) ya que es la responsable de que la inulina sea resistente a la hidrólisis en el intestino delgado porque los enzimas digestivos que actúan en el mismo son específicos para los enlaces alfa-glicosídicos.

Además de sus efectos beneficiosos para la salud, la inulina tiene unas propiedades tecnológicas interesantes, como edulcorante de contenido calórico reducido, como sustituto de grasa, o por su capacidad para modificar la textura (Tungland & Meyer, 2002). Estas propiedades están ligadas al grado de polimerización de sus cadenas. La de cadena corta u oligofruktanosa es mucho más soluble y más dulce que la inulina nativa, con un perfil de dulzor similar al de la sacarosa y menor contenido calórico (1-2 Kcal/g) aunque con un poder edulcorante inferior (30-35%). Sus propiedades

como sustituto de grasa se atribuyen a su capacidad para formar microcristales que interaccionan entre sí formando pequeños agregados que ocluyen gran cantidad de agua, originando una textura cremosa y fina que proporciona una sensación bucal similar a la de la grasa (Frank, Technological functionality of inulin and oligofructose, 2002); (Kaur & Gupta, 2002).

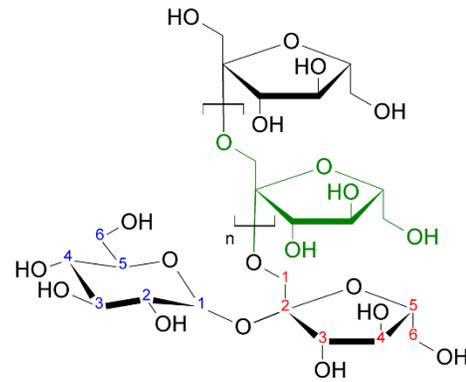


Figura 6. Estructura química de la Inulina

## 1.4. Evaluación sensorial

### 1.4.1. Definición

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además, la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (marketing). Este último punto es primordial, ya que no se piensa desde un comienzo en el impacto que puede producir el producto en el consumidor final; es importante tener en cuenta la opinión del consumidor desde el momento de la etapa del diseño del producto, para así poder determinar las especificaciones de acuerdo a las expectativas y necesidades del mercado y por consiguiente del consumidor.

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Hernández, 2010).

Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor,

de acuerdo con las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente. Si se desea obtener resultados confiables y válidos en los estudios sensoriales, el panel debe ser tratado como instrumento científico. Toda prueba que incluya paneles sensoriales debe llevarse a cabo en condiciones controladas, utilizando diseños experimentales, métodos de prueba y análisis estadísticos apropiados. Con la finalidad de obtener resultados consistentes y reproducibles.

1.4.2. Métodos de evaluación sensorial

Las pruebas sensoriales empleadas en la industria de alimentos se dividen en tres grupos, como se muestra en la Figura 7.

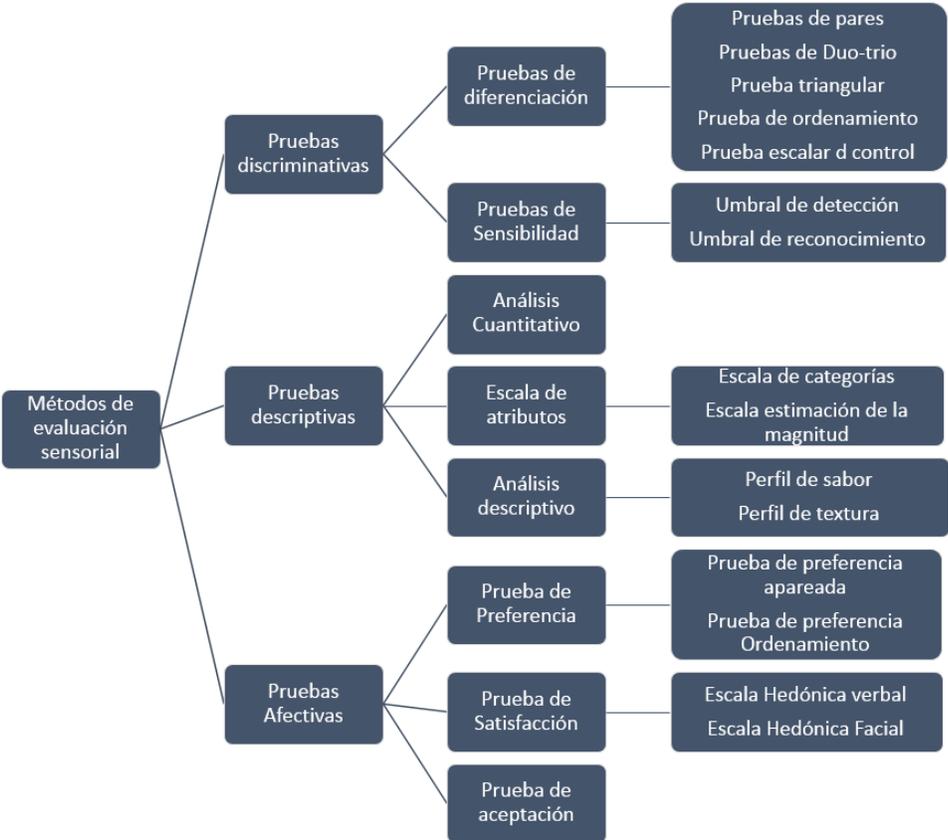


Figura 7 Métodos de evaluación sensorial. (Hernández, 2010)

## **Pruebas discriminativas**

Consisten en comparar dos o más muestras de un producto alimenticio, en donde el panelista indica si se percibe la diferencia o no, además se utilizan estas pruebas para describir la diferencia y para estimar su tamaño. Las pruebas discriminativas se clasifican en: pruebas de diferenciación y pruebas de sensibilidad.

### **Pruebas de diferenciación**

Entre las pruebas de diferenciación las que más se utilizan para comparar entre dos y cinco muestras a la vez son: comparación de pares, prueba de dúo-trío y prueba triangular. Para comparar más de cinco muestras se utilizan pruebas escalares de control y pruebas de ordenamiento.

- Prueba de pares.

Se usa cuando el objetivo de la prueba es determinar si en una característica sensorial en particular hay diferencia entre las dos muestras. (Meilgaard, Civille, & Carr, 2009). Esta prueba consiste en presentar a los panelistas dos muestras del producto alimenticio a evaluar, preguntándole en el formulario sobre alguna característica que se esté evaluado del producto como: cuál de las dos muestras es más dulce o más insípida, cuál de las dos muestras es más dura, cuál de las dos muestras es más ácida, etc.

- Prueba Dúo-trío

En esta prueba se presentan tres muestras simultáneamente al juez. Una de ellas está identificada como referencia y es idéntica a una de las dos muestras identificadas con código. La tarea del juez es identificar la muestra codificada más similar a la referencia (Olivas, Nevárez, & Gastélum, 2009)

- Prueba triangular.

Esta prueba se emplea para determinar si un cambio en ingredientes, procesado, empaquetado, o almacenamiento ocasiona diferencia significativa en un producto; o bien, para seleccionar y monitorear jueces por su habilidad para discriminar

muestras. Por medio de esta prueba se determina si existe diferencia sensorialmente perceptible entre dos muestras, comparando tres muestras a la vez, donde dos son iguales y una diferente (Severiano et al., 2010).

- Prueba de ordenamiento.

En el test de ordenamiento, los jueces reciben tres o más muestras que deben ser dispuestos en orden de intensidad o grado de algún atributo especificado. Estos test son rápidos, requieren de un entrenamiento relativamente corto y poseen una amplia aplicación (Meilgaard, Civille, & Carr, 2009).

- Prueba escalar de control.

Se emplea cuando se quiere determinar si existen diferencias entre una o más muestras con respecto a un control y para estimar el tamaño de las diferencias (Hernández, 2010).

#### Pruebas de sensibilidad

Las pruebas de sensibilidad se emplean para el entrenamiento de panelistas, en donde se determina la habilidad de cada uno de los panelistas para el reconocimiento y percepción de los cuatro sabores básicos. Estas pruebas se clasifican en: prueba de umbral de detección y prueba de umbral de reconocimiento (Hernández, 2010).

- Umbral de detección.

Consiste en presentar al catador una serie de muestras o soluciones que contienen diferentes diluciones de cada uno de los sabores básicos desde concentraciones de 1/10 hasta 10/10. El catador debe probar cada una de las muestras hasta que detecte o perciba algún sabor específico, en este momento debe anotar el número de la muestra. Esta prueba se debe realizar por lo menos tres veces (Hernández, 2010).

- Umbral de reconocimiento.

El panelista debe tener la capacidad de identificar la cantidad mínima de estímulo percibido (Molina, 2011).

### **Pruebas afectivas.**

Son realizadas generalmente por consumidores que tienden a percibir el producto de un modo más general e integrado y además, no están acostumbrados a analizar el significado de los diferentes términos frecuentemente utilizados durante la evaluación sensorial, ni tienen por qué entender el funcionamiento de las escalas usadas como unidad de medida (Lawless & Claasen, 1994) (Cárdenas, Cevallos-Hermida, Salazar, & Romero, 2018).

- Prueba de satisfacción.

Cuando se debe evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se desea obtener más información acerca de un producto, puede recurrirse a las pruebas de medición del grado de satisfacción. Estas son intentos para manejar más objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los penalistas acerca de cuánto les gusta o disgusta un alimento.

Para llevar a cabo estas pruebas se utilizan escalas hedónicas, las escalas hedónicas son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento a quienes lo prueban, existen las escalas faciales y verbales (Anzaldúa, 1983) (CSIC, 2011).

- Prueba de preferencia.

Las pruebas de preferencia permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia. La prueba de preferencia más sencilla es la prueba de preferencia pareada; las pruebas de ordenamiento y de categorías también se utilizan frecuentemente para determinar preferencia. (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992) (Ramírez, 2012). Para realizar estudios de preferencias en los departamentos de investigación y desarrollo de nuevos productos, Kramer y col. (1963) (González, V., García, &

Sánchez, 2010) recomiendan recurrir a grupos de entre 40 y 50 consumidores con el fin de obtener resultados con buena precisión (Lagrange, 1987) (Vargas V. A., 2015 )

- Prueba de aceptación.

Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores. Para determinar la aceptabilidad de un producto se pueden usar escalas categorizadas, pruebas de ordenamiento y pruebas de comparación pareada. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo) (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992) (Cárdenas et al., 2018).

#### 1.4.3. Tipo de panelistas.

Existen varios tipos de panelista de acuerdo al estudio que se esté realizando: panelistas expertos, panelistas entrenados o panelistas de laboratorio y panelistas consumidores. Los dos primeros son empleados en el control de calidad en el desarrollo de nuevos productos o para cuando se realizan cambios en las formulaciones. El segundo grupo es empleado para determinar la reacción del consumidor hacia el producto alimenticio (Anzaldúa, 1983) (Catania & Avagnina, 2011).

#### Entrenamiento de los panelistas

Los panelistas o catadores deben tener un entrenamiento adecuado para responder de una manera adecuada cuando se le solicita su opinión sobre algún alimento en estudio. El panelista que va a realizar alguna prueba sensorial debe estar descansado, dispuesto y con la mente despejada.

Los panelistas se eligen de un grupo grande, los cuales se van clasificando de acuerdo a las habilidades para diferenciar muestras, es importante que el panelista que ha sido seleccionado tenga una sensibilidad tal que, al evaluar varias veces una muestra, los resultados obtenidos sean siempre los mismos.

## 1.5. Mercadotecnia

### 1.5.1. Definición

Mercadotecnia. Proceso de planeación, ejecución y conceptualización de precios, promoción y distribución de ideas, mercancías y términos para crear intercambios que satisfagan objetivos individuales y organizacionales (Fischer & Espejo, 2011).

Generalmente la mercadotecnia ha sido empleada por las diferentes empresas y organizaciones tanto públicas como privadas, precisamente para hacer llegar sus bienes y servicios al cliente, incursionar exitosamente en el mercado y atraer nuevos nichos de compradores, posicionarse, y desarrollar diversas estrategias que contribuyan a su permanencia, crecimiento y competencia.

Una organización es “una ordenación sistemática de personas, realizada para obtener un propósito determinado” (Robbins, 2000). Basándonos en este concepto, se puede inferir, por tanto, que las organizaciones son de muy diversa naturaleza, y así tenemos que son organizaciones: las corporaciones, los hospitales, las iglesias, obviamente las empresas, los clubes deportivos, las escuelas, las universidades... y son organizaciones, porque en ellas se identifican tres características comunes: están formadas por personas, tienen un objetivo específico común a sus miembros, y tienen una estructura sistemática que define y delimita el comportamiento de sus integrantes.

### 1.5.2. Mercado

Es aquel que está conformado por los consumidores reales y potenciales de un producto o servicio. Existen tres elementos:

- Uno o varios individuos con necesidades y deseos de satisfacer
- Un producto que pueda satisfacer esas necesidades
- Personas que ponen los productos a disposición de los individuos con necesidades a cambio de una remuneración.

También se puede hablar de mercados reales y mercados potenciales. El primero se refiere a las personas que normalmente adquieren el producto y el segundo a todos los que podrían comprarlo (Fischer L. E., 2011).

### Tipos de mercados

Los mercados pueden clasificarse principalmente con base a las características de los compradores y en la naturaleza de los productos.

#### a) Mercados de consumo

-Mercados de productos de consumo inmediato: Son aquellos en los que la adquisición de productos por los compradores individuales o familiares se realiza con gran frecuencia.

-Mercados de productos de consumo duradero: Son utilizados a lo largo de diferentes periodos de tiempo hasta que pierden su utilidad.

-Mercado de servicios: Están constituidos por aquellos mercados en los que los compradores individual o familiar adquieren bienes intangibles para su satisfacción.

#### b) Mercados industriales o institucionales

-Compradores industriales: Son aquellos que adquieren bienes y servicios para la obtención de productos intangibles que son objeto de comercialización.

-Compradores institucionales: Son aquellos que adquieren bienes y servicios para la obtención de productos generalmente intangibles.

### 1.5.3. Segmentación de mercados

Existe un gran número de factores, mostrados en la Tabla 4, que influyen en la segmentación de mercados; estos se combinan para obtener un conocimiento profundo del mercado y así obtener un perfil más exacto (Fischer L. E., 2011).

Tabla 4. Criterios para segmentar un mercado

Geográficas	Demográficas	Pictográficas	Posición del usuario
Regional	Edad	Edad	No usuarios
Urbana	Sexo	Personalidad	Ex usuarios
Rural	Ocupación	Beneficio del producto	Usuarios potenciales
Suburbana	Educación	Motivos de compra	Usuarios primera vez
Interurbana	Profesión	Conocimientos del producto	Usuarios regulares
Clima	Nacionalidad	Usuarios del producto	Tasa de uso, que se divide en <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usuario leve</li> <li>- Usuario mediano</li> <li>- Usuario fuerte</li> <li>- Posición de lealtad</li> </ul>
	Estado civil		Etapas de disposición, que se divide en <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin noticias del producto</li> <li>- Conocimiento bueno</li> <li>- Conocimiento regular</li> <li>- Conocimiento nulo</li> <li>- Deseoso y con intención de comprar</li> </ul>
	Tamaño de la familia		
	Ingresos		
	Ciclo de vida familiar		
	Religión		
	Clase social		
	Características físicas		
	Actividades		

#### 1.5.4. Variables de la mercadotecnia

A mediados de la década de los '60, el Dr. Jerome McCarthy (premio Trailblazer from American Marketing Association) introdujo el concepto de las 4 P's, que hoy por hoy, se constituye en la clasificación más utilizada para estructurar las herramientas o variables de la mezcla de mercadotecnia. (Kotler & Armstrong, 2003)

Las 4 P's consisten en: Producto, Precio, Plaza (distribución) y Promoción.

##### Producto

Cualquier cosa que se puede ofrecer a un mercado para su atención, adquisición, uso o consumo y que podría satisfacer un deseo o una necesidad (Kotler & Armstrong, 2007).

Es cualquier cosa que pueda ofrecerse a la atención del mercado para su adquisición, uso o consumo que pueda satisfacer un deseo o una necesidad; incluye objetos físicos, servicios, lugares, personas, organizaciones o ideas.

##### Plaza

Todas las organizaciones, ya sea que produzcan productos tangibles o intangibles, tiene interés en las decisiones sobre la plaza (también llamada canal, sitio, entrega, distribución, ubicación o cobertura). Es decir, como ponen a disposición de los usuarios las ofertas y las hacen accesibles a ellos. La plaza es un elemento de la mezcla de marketing que ha recibido poca atención en lo referente a los servicios debido a que siempre le ha tratado como algo relativo a movimiento de elementos físicos. (Kotler & Armstrong, 2007)

##### Precio

Cantidad de dinero que se cobra por un producto o servicio. En términos más amplios, un precio es la suma de los valores que los consumidores dan a cambio de los beneficios de tener o usar el producto o servicio. Históricamente, el precio ha

sido el factor que más influye en las decisiones de los compradores (Kloter & Armstrong, 2007).

### Promoción

Es dar a conocer el producto al consumidor. Se debe persuadir a los clientes de que adquieran los artículos que satisfagan sus necesidades. Los productos no sólo se promueven a través de los medios masivos de comunicación, también por medio de folletos, regalos y muestras, entre otros. Es necesario combinar estrategias de promoción para lograr los objetivos, incluyendo la promoción de ventas, la publicidad y las relaciones públicas.

## Capítulo 2. Metodología Experimental

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1 Objetivo general

Elaborar una botana funcional horneada y sazonada con especias, a base de una mezcla de polvo de jamaica y harinas de avena y papa, para un público con hábitos alimenticios saludables.

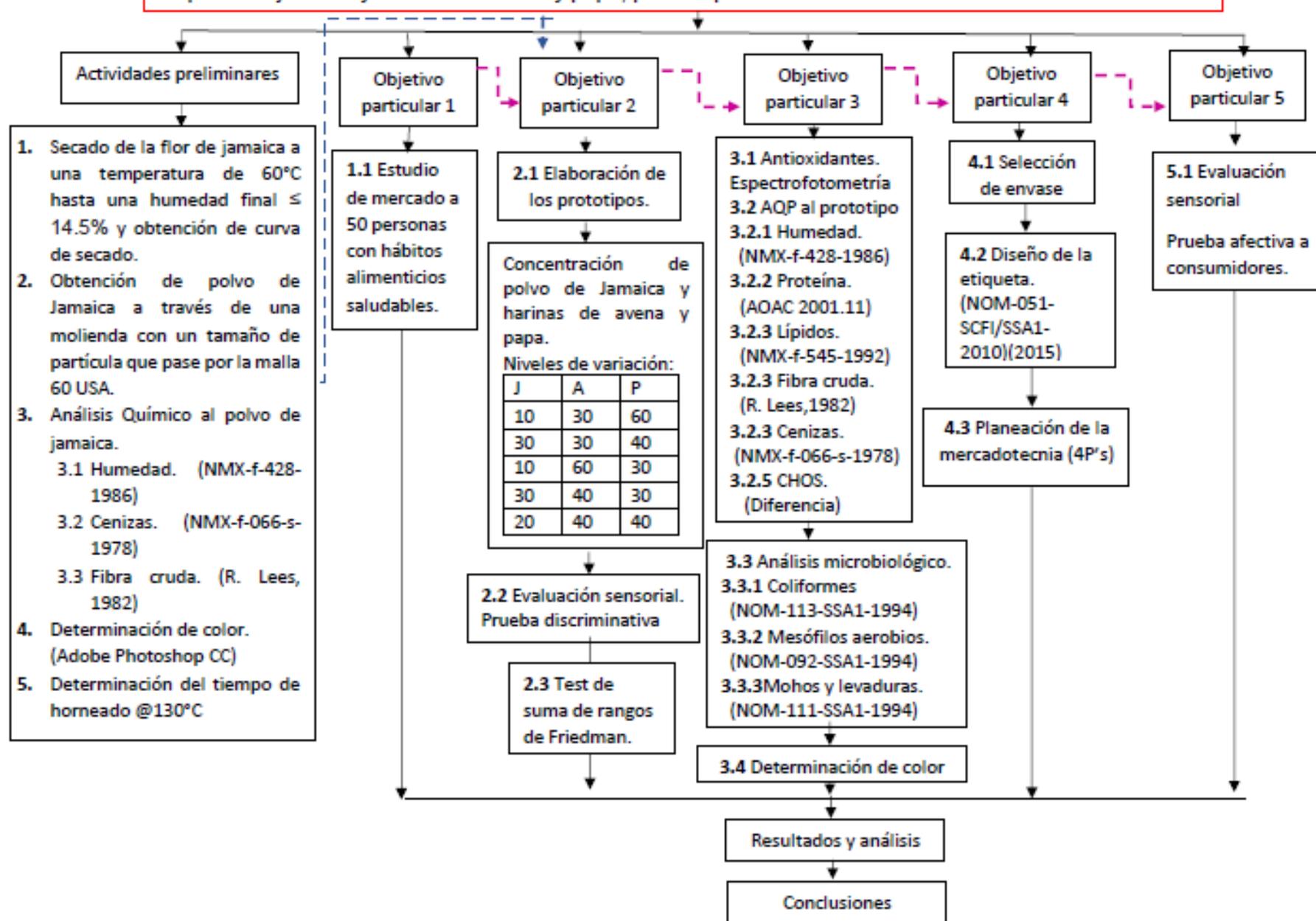
#### 2.1.2 Objetivos particulares

1. Realizar un estudio de mercado por medio de encuesta a 50 personas con hábitos alimenticios saludables para, conocer la viabilidad del producto ante un mercado meta.
2. Elaborar diferentes prototipos de botanas horneadas y sazonadas, mediante un diseño experimental de mezclas, variando las concentraciones de polvo de jamaica (10%, 20% y 30%); mezcla de harinas de avena y papa (90%, 80% y 70%) para la selección de la botana con mejores atributos sensoriales mediante la aplicación de una prueba sensorial discriminativa a jueces semi-entrenados.

3. Determinar la capacidad antioxidante, análisis químico proximal (AQP) y microbiológico de la botana elegida mediante técnicas oficiales, para la comprobación de los parámetros que lo definen como alimento funcional y asegurar su calidad higiénica.
4. Desarrollar la mercadotecnia de la botana mediante el diseño y desarrollo del envase según sus características a conservar y la etiqueta según la NOM-051-SSA1-2010 (2015) así como el costo para su comercialización.
5. Definir el grado de aceptación del producto comparándolo con un producto comercial a través de una prueba sensorial afectiva para asegurar su aceptación en el mercado.

## 2.2 Cuadro Metodológico

Objetivo general. Elaborar una botana funcional horneada y sazonada con especias, a base de una mezcla de polvo de jamaica y harinas de avena y papa, para un público con hábitos alimenticios saludables



## 2.2 Desarrollo de la metodología experimental

### 2.3.1 Actividades preliminares

#### **Actividad Preliminar 1. Secado de la flor de jamaica.**

Se compró un kilo de flor de jamaica empacada en bolsa celofán, de la marca Member's Mark®, en el supermercado Sam's Club, ubicado Tlaxtecas, Tlanepantla.

El kilo de flor de jamaica se sumergió en una solución de agua con bactericida comercial (10 gotas por litro) durante 15 minutos y se prosiguió a secar la flor de jamaica.

Las condiciones de secado fueron a 60°C en el horno de secado modelo HFD-48 con circulación de aire, para la obtención de la flor de jamaica con una humedad menor o igual a 14.5%, establecido por la NOM-247-SSA1-2008. A esta temperatura no hay una degradación de los antioxidantes presentes en la jamaica y por consiguiente, se conservan sus propiedades bioactivas.

Se determinó el tiempo de secado de la flor de jamaica, se realizó la curva de secado y velocidad de secado teniendo como control la flor de jamaica en una caja Petri la cual se pesó cada 30 minutos y se llevó a cabo un balance de materia.

#### **Actividad preliminar 2. Obtención de polvo de jamaica.**

Una vez que se obtuvo la flor de jamaica seca se pasó a un molino de café marca Hamilton Beach® para obtener polvo fino que pasara por el tamiz de malla No. 60 (0.250 mm) de la serie USA en un porcentaje mayor al 50%.

#### **Actividad preliminar 3. Análisis Químico Proximal**

[Determinación de humedad por termobalanza. \(NMX-F-428-1982\).](#)

*Fundamento.* La humedad es tomada como la pérdida de peso al secado, usando un instrumento de humedad, el cual emplea una balanza de torsión sensible para pesar la muestra y una lámpara infrarroja para secar. El porcentaje de humedad se lee directamente del equipo.

Equipo: Termobalanza OHAUS MB45.

#### Determinación de cenizas. (NMX-F-066-S-1978)

*Fundamento:* En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 -600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza.

Cálculo:

$$\%Cenizas = \frac{MCC-MCV}{PM} \times 100 \quad \text{Ec (1)}$$

Donde:

MCC: Masa crisol con cenizas (g)

MCV: Masa crisol vacío. (g)

PM: Masa de la muestra (g)

#### Determinación de fibra cruda por método de Kennedy. (R. Lees, 1982)

*Fundamento:* Este método se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y minerales que posteriormente se calcinará para que únicamente queden las cenizas y realizar el cálculo.

Cálculo:

$$\%Fibra\ cruda = \frac{(M2-M1)-(M4-M3)}{M\ muestra} \quad \text{Ec (2)}$$

Dónde:

M1 = Masa papel filtro (g)

M2 = Masa papel filtro con fibra y cenizas (g)

M3 = Masa crisol vacío (g)

M4 = Masa crisol con cenizas (g)

M muestra= Masa de la muestra (g)

#### **Actividad preliminar 4. Determinación de color, jamaica fresca y polvo de jamaica.**

El color se define como la parte visible del espectro electromagnético que puede ser captado e interpretado por el sentido de la vista. La colorimetría a la ciencia encargada de medir los colores para obtener la cuantificación de estos, favoreciendo así su estandarización.

La muestra se colocó de manera homogénea expandida sobre una hoja blanca dentro de una cámara adaptada con luz y pintada de blanco para una mejor recepción de los colores; por lo que se tomaron las fotos y se utilizó el programa Adobe Photoshop CC 2019, para ubicar las coordenadas en la escala L\*a\*b según el color obtenido en la foto de la jamaica fresca y polvo de jamaica.

Con los datos se determinó el  $\Delta E$ , del polvo de jamaica con respecto al cáliz fresco.

$\Delta L = \text{producto obtenido} - \text{producto original} = \text{diferencia de luz (+) y oscuridad (-)}$

$\Delta a = \text{producto obtenido} - \text{producto original} = \text{diferencia en rojo (+) y verde (-)}$

$\Delta b = \text{producto obtenido} - \text{producto original} = \text{diferencia en amarillo (+) y azul (-)}$

$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} = \text{magnitud de diferencia total de color}$  Ec 3.

El color de los cálices de *Hibiscus* varía desde verde–amarillento hasta rojo intenso, y se encuentra relacionado con el contenido de los compuestos fitoquímicos encontrados en las variedades de jamaica (Babalola, 2001). Entre los fenoles más abundantes están las antocianinas (Tsai, McIntosh, Pearce, Cadmen, & Jordan, 2002), que son responsables del color rojo brillante de los extractos de los cálices y son estudiadas ampliamente (Galicia, Salinas, Espinoza, & Sánchez, 2008); (Ramírez-Rodríguez, M.L. Plaza, & M.O. Balaban, 2011). La concentración de antocianinas puede incluso duplicarse en algunas variedades, de acuerdo con el sitio de producción (Julani, 2009), por lo que este factor debe considerarse al definir la composición química de un cultivar.

### **Actividad preliminar 5. Determinación del tiempo de horneado.**

El horneado es un proceso de cocción con calor a temperaturas que van desde 110°C a 220°C. Lo cual se procedió a conocer las condiciones de temperatura del horno de secado modelo HFD-48, para así seleccionar la temperatura de horneado y verificar las características texturales de la botana terminado éste proceso.

#### **2.3.2. Objetivos particulares**

- **Objetivo 1. Estudio de mercado.**

Se realizó un estudio de mercado a 50 personas de diferentes edades y sexo, para conocer la viabilidad de la elaboración de la botana de jamaica, las cuales contestaron 2 tipos de encuestas, una dirigida al producto, (Fig 8) y otra hacia el envase, (Fig 9). También permite conocer qué es lo que la población busca actualmente y sus nuevos intereses con tendencias innovadoras.

El cuestionario fue aplicado a 40 personas en línea y 10 en físico en Polanco, Ciudad de México. Las personas encuestadas tenían que ser mayores de edad y con características de llevar una alimentación saludable.

### Encuesta: Producto

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Hola, somos de la carrera de Ingeniería en alimentos de la UNAM. Como proyecto se pretende elaborar una botana horneada y sazonada elaborada a base de polvo de jamaica y mezcla de harinas de avena y papa, los datos que usted nos pueda brindar son importantes para el desarrollo de este.

Marque con una **X** la respuesta que usted crea conveniente.

1. ¿Con qué frecuencia consume botanas?

Diario \_\_\_\_\_ 2-3 veces por semana \_\_\_\_\_ 4 o más a la semana \_\_\_\_\_

2. ¿De las siguientes características cuál es la de su preferencia en una botana?

Picante \_\_\_\_\_ Acida \_\_\_\_\_ Salada \_\_\_\_\_ Picante/Acida \_\_\_\_\_

Salada/Acida \_\_\_\_\_ Sabor queso \_\_\_\_\_

3. ¿Qué nuevos tipos de producto le gustaría?

Bajos en calorías \_\_\_\_\_ Sabores nuevos \_\_\_\_\_

Botanas diferentes a las convencionales \_\_\_\_\_ Otras (especifique) \_\_\_\_\_

4. Al momento de adquirir un producto ¿Cuál de las siguientes características influye más en su compra?

Sabor \_\_\_\_\_ Precio \_\_\_\_\_ Marca \_\_\_\_\_ Publicidad \_\_\_\_\_ Otro (especifique) \_\_\_\_\_

5. Las botanas que actualmente consume ¿Han llenado sus expectativas?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué?

6. ¿Ha consumido una botana de jamaica?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

7. ¿Consumiría una botana horneada y sazonada elaborada con polvo de jamaica, harina de papa y avena?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

8. ¿Qué beneficios le gustaría que aportara una botana?

Alta en fibra y vitaminas, baja en grasas \_\_\_\_\_ sólo baja en grasas \_\_\_\_\_

alta en grasas y calorías, con vitaminas \_\_\_\_\_

9. ¿Le gustaría consumir una botana más saludable en cines?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

10. ¿La forma/diseño de la botana le haría comprarla?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Tal vez \_\_\_\_\_

**¡Muchas gracias!**

### Encuesta: Envase

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Hola, somos de la carrera de Ingeniería en alimentos de la UNAM. Como proyecto se pretende elaborar una botana horneada y sazonada elaborada a base de polvo de jamaica y mezcla de harinas de avena y papa, los datos que usted nos pueda brindar son importantes para el desarrollo de éste.

Marque con una **X** la respuesta que usted crea conveniente.

1. ¿En qué presentación prefiere adquirir botanas?

Bote 165g \_\_\_\_\_ Bolsa metálica 50g \_\_\_\_\_ Bolsa metálica 130g \_\_\_\_\_

2. De los siguientes rangos ¿Entre cuál se encuentra el precio de la botana que consume?

5-9 pesos \_\_\_\_\_ 10-15 pesos \_\_\_\_\_ 16-21 pesos \_\_\_\_\_ 21-30 pesos \_\_\_\_\_ 31 pesos en adelante \_\_\_\_\_

3. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una botana más saludable (60g)?

15-20 pesos \_\_\_\_\_ 21-30 pesos \_\_\_\_\_ 30 pesos en adelante \_\_\_\_\_ No la consumiría \_\_\_\_\_

4. ¿En qué lugar suele comprar las botanas?

Supermercados \_\_\_\_\_ "Tienditas de la esquina." \_\_\_\_\_ Tiendas de conveniencia (OXXO, 7-ELEVEN, etc.) \_\_\_\_\_  
Tiendas naturista (incluye Nutrisa? \_\_\_\_\_ Otras (especifique) \_\_\_\_\_

5. ¿Por qué razón realiza la compra en ese lugar?

Accesibilidad \_\_\_\_\_ Comodidad \_\_\_\_\_ Seguridad \_\_\_\_\_ Otros (especifique) \_\_\_\_\_

6. ¿Cuál es el medio de comunicación por el que usted se entera de la venta de producto?

Periódicos/Revistas \_\_\_\_\_ Internet \_\_\_\_\_ Televisión \_\_\_\_\_ Radio \_\_\_\_\_ Publicidad en vía pública \_\_\_\_\_ Otros (especifique) \_\_\_\_\_ Ninguno \_\_\_\_\_

7. ¿Cuáles promociones considera atractivas en las botanas?

2x1 \_\_\_\_\_ Presentaciones más grandes al mismo precio \_\_\_\_\_ Otras (especifique) \_\_\_\_\_

8. ¿Le gustaría que la envoltura tuviera cierre (tipo ziploc) y con estampados "divertidos", con el propósito de que se pueda reutilizar?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Me es indiferente \_\_\_\_\_

9. ¿Cree que el promover una botana más saludable en los cines funcione?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

10. ¿De la presentación de la botana qué es lo que más llama tu atención?

Color/diseño \_\_\_\_\_ Nutrientes resaltados en la envoltura \_\_\_\_\_

Sabores resaltados en la envoltura \_\_\_\_\_

Forma de las botanas \_\_\_\_\_ Otros (Especifique) \_\_\_\_\_

**¡Muchas gracias!**

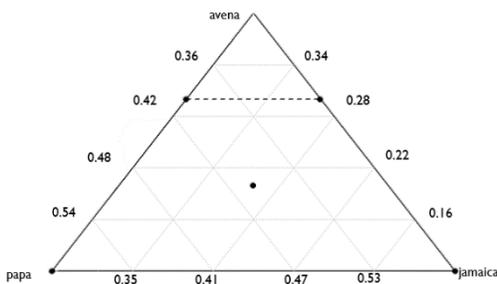
- **Objetivo 2. Desarrollo de prototipos y selección del prototipo.**

**Actividad 2.1. Desarrollo de los prototipos.**

Para la variación de las concentraciones de la mezcla de harinas y polvo de jamaica se utilizó un diseño experimental de mezclas.

En un diseño experimental de mezclas se combinan dos o más ingredientes en proporciones variables para formar un producto final, con el objetivo de determinar en qué porcentajes deben de participar cada uno de los ingredientes para lograr que la fórmula tenga las propiedades deseadas. El gráfico del diseño experimental de mezclas de tres componentes se puede observar en la Figura 10, donde los valores de los componentes polvo de jamaica, harina de avena y harina de papa, se encuentran en el lado derecho, lado izquierdo y base del triángulo, respectivamente. Los cinco prototipos están marcados con puntos de color negro. Los niveles de variación de acuerdo al diseño de mezclas se muestran en la Tabla 5.

*Tabla 5. Prototipos obtenidos del diseño de mezclas.*



*Figura 10 Diseño de mezclas.*

Prototipo	Jamaica	Avena	Papa	Código
1	0.1	0.3	0.6	JB1
2	0.3	0.3	0.4	JA1
3	0.1	0.6	0.3	JB2
4	0.3	0.4	0.3	JA2
5	0.2	0.4	0.4	JM1

Se elaboraron los diferentes prototipos siguiendo la formulación presentada en la Tabla 6, haciendo énfasis en el 38.37% que corresponde a la mezcla de harinas de avena y papa y polvo de jamaica en donde se aplicó el diseño de mezclas anteriormente mencionado, teniendo como resultado los 5 prototipos de botanas.

Tabla 6. Formulación para la elaboración de las botanas de jamaica

Ingredientes	Porcentaje
Mezcla de harinas y polvo de jamaica	38.37
Agua	49.96
Aceite	3.32
Sal	1.27
Hierbas de olor	1.02
Cebolla en polvo	0.26
Maltodextrina	3.84
Inulina	1.70
Sazonador	0.26

Mezcla de harinas y polvo de jamaica		
J	A	P
10	30	60
30	30	40
10	60	30
30	40	30
20	40	40

Para la elaboración de una botana horneada y sazonada a base de harina de avena, papa y polvo de jamaica se siguió el procedimiento del diagrama de bloques que se muestra en la Figura 11, desglosando todas las operaciones unitarias y condiciones de proceso.

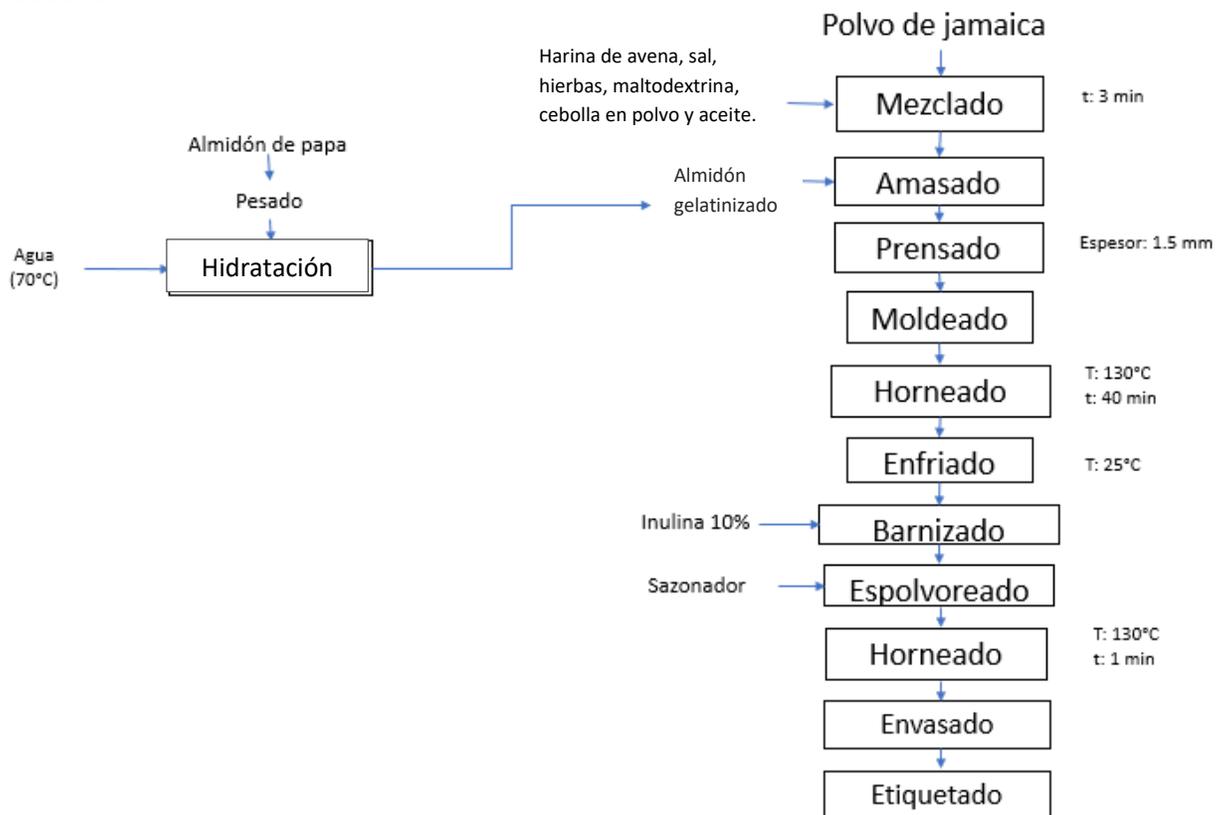


Figura 11 Diagrama de bloques para la elaboración de la botana.

-Amasado. El amaso tiene por objetivo lograr la mezcla íntima de los distintos ingredientes y conseguir, por medio del trabajo físico del amasado, las características plásticas de la masa. Esta operación se realizó de manera manual incorporando el almidón hidratado y agua, hasta conseguir un compuesto homogéneo, consistente y elástico.

Cabe mencionar que se realizaron ajustes en este diagrama, ya que no generaba la textura deseada, en específico en las operaciones de hidratación, prensado y horneado.

-Mezclado. Es una operación en donde se distribuyen las partículas dentro de un sistema en una manera homogénea por medio de una fuerza mecánica.

-Amasado. Es la realización de un trabajo mecánico sobre la mezcla de polvos hidratados, en panadería ayuda a la formación de puentes disulfuro.

-Hidratación. Es una operación en donde los gránulos de almidón que son insolubles en agua fría, debido a que su estructura es altamente organizada, se calientan (60-70°C) y empieza un proceso lento de absorción de agua en las zonas intermicelares amorfas que son menos organizadas y las más accesibles. (Geankoplis, 2006)

-Prensado. Para conseguir un espesor de 1.5 mm para la botana horneada y sazonada, se realizó un prensado, se tomó una porción de masa y se colocó en la prensa para tortillas, el prensado se realizó con una repetición de tres veces hasta conseguir el espesor deseado.

-Moldeado. Es una operación unitaria en la que se le confiere a la masa forma y tamaño definido, para las botanas se realizaron 6 cortes por masa prensada con un cortador de plástico con forma de flor.

-Horneado. Consiste en el cocimiento de la masa, transformándola en un producto apetitoso y digerible. Para esta operación la masa moldeada fue colocada en charolas de aluminio, estas se colocaron dentro del horno de secado, durante un tiempo de 40 minutos a una temperatura de 130°C. Durante el horneado se reduce

el contenido de agua debido a la evaporación y se producen varios efectos químicos que dan sabor y textura al producto.

-Enfriado. Después del horneado, se deja enfriar la botana a una temperatura de 25°C durante 5 minutos.

-Barnizado. El barnizado se realizó de manera manual con una solución de inulina al 10%, se aplicó esta solución a una de las caras de la botana, utilizando una brocha de silicona, procurando bañar toda la cara.

-Espolvoreado. Se espolvoreó el sazón tipo salsa negra sobre la cara de la botana barnizada, hasta conseguir un recubrimiento homogéneo.

-Envasado. Se envasó la botana horneada y sazonada en bolsas de polietileno con la finalidad de conservar sus propiedades organolépticas y protegerlo de algún posible contaminante.

-Etiquetado. Se adhiere la etiqueta con nombre, fecha, tabla de valor nutrimental, lista de ingredientes, caducidad, entre otros.

### *Funcionalidad de Ingredientes*

-Polvo de jamaica: Ingrediente de interés que generará el sabor y acidez principal, además que proporcionará fibra y antioxidantes.

-Harina de avena: Proporciona fibra y por su contenido de almidón y proteína (avenina) genera una textura una pasta muy parecida como la del trigo.

-Harina de papa (almidón): Al gelatinizarse proporcionará una textura diferente, además que estará presente el sabor a papa.

-Agua: Ingrediente de mayor porcentaje que proporcionará que el resto de los ingredientes tenga una textura diferente.

-Aceite: Proporciona una consistencia aceitosa y evita una deshidratación de la botana, fuente de calorías.

-Sal: Resaltador de sabor, retención de agua y mejora la textura en masas.

-Hierbas de olor: Mejorador de sabor y olor.

-Cebolla en polvo: Resaltador de sabor.

-Maltodextrina: Incrementa el volumen de los productos, agente emulsificante y mejorador de textura en productos horneados.

-Inulina: Mejorador de textura, sensación y estabilidad; además que por su naturaleza funciona como prebiótico.

-Sazonador: Mejorador de sabor

## **Actividad 2.2. Evaluación sensorial**

Una vez elaborados los 5 prototipos de la botana de jamaica, se prosiguió a realizar la evaluación sensorial para la selección del prototipo con más aceptación dadas a sus características.

El método de evaluación sensorial fue una prueba discriminativa, empleando una prueba de ordenamiento con el propósito de seleccionar el prototipo de mayor agrado de acuerdo con los atributos de color, textura y sabor (Fig 12).

Se seleccionaron a 30 jueces semi-entrenados de ambos sexos, pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán a partir del tercer semestre, con edades entre los 19 y 23 años, debido a que ellos tienen conocimientos sobre propiedades organolépticas y texturales de los alimentos.

La prueba se realizó dentro de la Facultad, en los Laboratorios de Ciencia Básica III y en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos; a los jueces se les explicó en qué consistía la prueba y de la importancia de los comentarios u observaciones de los prototipos, ya que son importantes desde la perspectiva de un consumidor. La interpretación de datos se realizó por medio del programa R Commander, por medio del Test de suma de rangos de Friedman.

### Evaluación sensorial

Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

Botana horneada y sazonada a base de harina de avena, papa y polvo de jamaica.

Frente a ti se encuentra 5 muestras codificadas de esta botana, ordene en la tabla en blanco con base a los atributos (color, textura y sabor) con su criterio con valores del 1 al 5, donde:

1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Me es indiferente
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Muestra	Atributo		
	Color	Textura	Sabor
JB1			
JA1			
JB2			
JA2			
JM1			

Comentarios:

Figura 12 Cuestionario de la evaluación sensorial por ordenamiento.

- **Objetivo 3. Capacidad antioxidante, análisis químico proximal y microbiológico.**

### **Actividad 3.1 Capacidad antioxidante y fenoles totales.**

Se llevó a cabo la determinación de la capacidad antioxidante y cuantificación de fenoles totales a la botana de jamaica; la muestra de la botana es fundamental que esté seca y desengrasada.

Equipos:

- Balanza analítica Satorius Modelo GMDH
- Micropipeta digital de 100-1000  $\mu$ L
- Micro centrífuga MIKRO 120
- Vortex Genie, modelo G-560
- Evaporador Multibok, modelo 2050
- Espectrofotómetro JENWA, modelo Génova.

*Preparación de la muestra:* En microtubos para centrífuga de 1.5 mL, se pesa 0.1g de muestra seca y desengrasada, la cual se homogeniza con 1  $\mu$ L de solución de metanol y HCl 1% (50:50); seguido se somete a baño de agua (93°C) por 10 minutos y después de un reposo de 5 minutos, se centrifuga a 9000 rpm durante 10 minutos, después se colocan en el evaporador a una temperatura entre 60-65°C durante 8-10 horas. Una vez evaporado, el residuo se resuspende con 1  $\mu$ L de agua desionizada y nuevamente se centrifugan a las mismas condiciones, pasado este tiempo y con ayuda de una micropipeta se separa el extracto de los sólidos sedimentados, y se comienza a realizar las pruebas con los extractos.

#### **-Capacidad antioxidante**

La actividad antioxidante ha sido investigada por diferentes métodos, el método utilizado para este estudio es por DPPH, siendo uno de los más utilizados por ser un método simple y rápido.

## Fundamento

Este método, desarrollado por BRAND-WILLAMS (1995) (Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini-Filho, & Fett, 2005) (Hamlaoui, Bencheraiet, Bensegueni, & Bencharif, 2018), se basa en la reducción de la absorbancia medida a 515 nm del radical DPPH•, por antioxidantes (Fig 13). Con modificaciones el método descrito por KIM se basa en la medida de la absorbancia del radical DPPH• 100 µM (3,9 mL) disuelto en metanol al 80%, a la longitud de onda de 517 nm

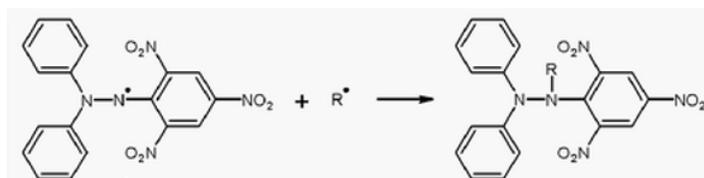


Figura 13 DPPH (Oxidado Reducido)

## Metodología.

Se pesa 0.0005g de DPPH y se diluye en metanol, se toma 500µL de muestra junto con 500µL de la disolución de DPPH, se homogeniza en tubos de ensayo y se dejan reposar 30 minutos en ausencia de luz, seguido de medir la absorbancia del “blanco” de DPPH y de las muestras a una longitud de onda de 518nm.

Cálculo:

$$\% \text{ Reducción DPPH} = \frac{A_0 - AM}{A_0} \times 100 \quad \text{Ec (4)}$$

Donde:

A0= Absorbancia DPPH

AM=Absorbancia de la muestra

## -Fenoles totales

El mecanismo de reacción es una reacción redox (Fig 14), por lo que además puede considerarse también, como un método de medida de la actividad antioxidante total.

La oxidación de los polifenoles presentes en la muestra causa la aparición de una coloración azulada que presenta un máximo de absorción a 765 nm, y que se cuantifica por espectrofotometría en base a una curva patrón de ácido gálico. Se trata de un método preciso y sensible, que puede padecer numerosas variaciones, fundamentalmente en lo relativo a los volúmenes utilizados de la muestra a analizar, concentración de reactivos y tiempo de reacción.

### Fundamento

El método espectrofotométrico desarrollado por FOLIN y CIOCALTEAU (1927) (Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini-Filho, & Fett, 2005) (Rover & Brown, 2013), para la determinación de fenoles totales, se fundamenta en su carácter reductor y es el más empleado. Se utiliza como reactivo una mezcla de ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdúico en medio básico, que se reducen al oxidar los compuestos fenólicos, originando óxidos azules de wolframio ( $W_8O_{23}$ ) y molibdeno ( $Mo_8O_{23}$ ). La absorbancia del color azul desarrollado se mide a 765 nm. Los resultados se expresan en mg de ácido gálico por 100 g de pulpa de frutos.

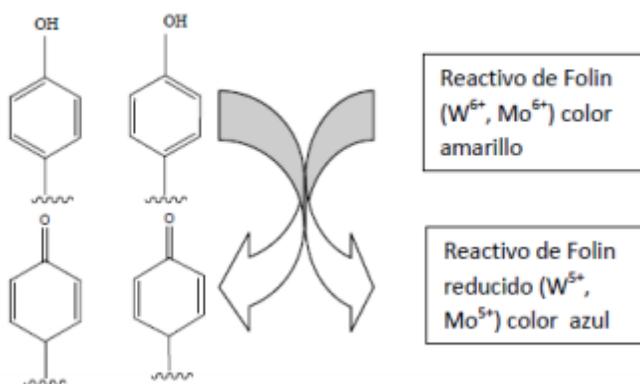


Figura 14 Mecanismo de acción del reactivo Folin-Ciocalteu.

Metodología:

Se toman 400µL de muestra y se vierte en un tubo de ensayo, añadiendo 3750 µL de agua desionizada y 250µL del reactivo de Folin-Ciocalteu; se prosigue a una homogenización y un reposo de 5 minutos, seguido de la adición de 250µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, nuevamente se deja reposar por 15 minutos y se toma la medición de la absorbancia a una longitud de onda de 518nm.

Cálculo

$$g \text{ de ácido gálico} = \left( \frac{AM-b}{m} \right) \left( \frac{6 \text{ eq ácido gálico}}{\frac{170.2g}{mol}} \right) (V1)(V2) \quad \text{Ec (5)}$$

Donde

AM= Absorbancia de la muestra.

V1= Volumen de alícuota mL

b= ordenada al origen. .

V2= Volumen de dilución mL

m: pendiente

### **Actividad 3.2 Análisis químico proximal.**

Se realizó un análisis químico proximal (AQP) al prototipo seleccionado donde para fibra, lípidos y proteína se realizaron las determinaciones por duplicado; y para humedad y cenizas por triplicado.

Para fibra, cenizas y humedad se realizaron con la misma metodología que en las actividades preliminares.

- Determinación de humedad. (NMX-f-428-1986)
- Determinación de cenizas. (NMX-f-066-s-1978)
- Determinación de fibra. (R. Lees, 1982)

-Determinación de lípidos; Método de Soxhlet. (NMX-f-545-1992)

Fundamento.

Es la extracción semicontinua con solvente (hexano), donde una cantidad de solvente rodea la muestra y se calienta a ebullición, una vez dentro del Soxhlet el líquido condensado llega a cierto nivel es sifoneado de regreso al matraz de ebullición. La grasa se calcula por pérdida de peso de la muestra o por cantidad de muestra removida.

$$\%Lípidos = \frac{PM2-PM1}{m} \times 100 \quad \text{Ec (6)}$$

Donde:

M2: Masa del matraz bola con grasa (g).

M1: Masa del matraz bola (g).

m: Masa de la muestra (g).

-Determinación de proteína; Método de Micro Kjeldahl. (A.O.A.C, 2000)

Fundamento.

El método mide el contenido en nitrógeno total de una muestra. El contenido en proteína se puede calcular seguidamente, presuponiendo una proporción entre la proteína y el nitrógeno para el alimento específico que está siendo analizado.

Se caracteriza por el uso de ebullición, ácido sulfúrico concentrado que efectúa la destrucción oxidativa de la materia orgánica de la muestra y la reducción del nitrógeno orgánico a amoníaco el amonio es retenido como bisulfato de amonio y puede ser determinado in situ o por destilación alcalina y titulación.

Puede ser dividido, básicamente en 3 etapas:

-Digestión o mineralización.

-Destilación.

-Valoración.

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(mL \text{ HCl} - mL \text{ Blanco}) * N \text{ HCl} * 14.007}{mg \text{ de muestra}} * 100 \quad \text{Ec (7)}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} * F \quad \text{Ec (8)}$$

Donde:

mL HCl: Volumen gastado en la titulación.

N HCl: Normalidad de la solución de HCl.

14.007: Peso equivalente del Nitrógeno.

F: Factor de conversión (6.25)

#### -Determinación de carbohidratos.

Debido a los ingredientes empleados en la elaboración de la botana, ésta tiene gran presencia de almidón, una de las diversas técnicas para cuantificar almidón es mediante una hidrólisis enzimática parcial y una lectura de glucosa en un colorímetro (Mestres, 1993); sin embargo no se realizó por las condiciones experimentales, por lo que la cuantificación de éste carbohidrato se realizó por diferencia.

$$\% \text{ CHOS} = 100 - (\% \text{ H} + \% \text{ C} + \% \text{ F} + \% \text{ L} + \% \text{ P}) \quad \text{Ec (9)}$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad.

%C: Porcentaje de cenizas.

%F: Porcentaje de fibra.

%L: Porcentaje de lípidos.

%P: Porcentaje de proteína.

### **Actividad 3.3 Análisis microbiológico**

Al prototipo seleccionado se le realizó un análisis microbiológico que comprende el conteo de coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994), mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994), y mohos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994); con 3 disoluciones y 2 repeticiones.

La preparación de la muestra para realizar las disoluciones se siguió como se indica en la NOM-110-SSA1-1994; teniendo hasta 4 disoluciones y empleando las de  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$ .

\*Equipo:

- Autoclave Preste Steel Modelo 21
- Incubadora GCA Corporation Modelo 4

-Preparación de los medios de cultivo.

\*Para agar Mac Conkey y nutritivo.

Hidratar los agares en 150mL de agua destilada, ocupando un matraz para cultivo de 200 mL, y calentarlas a una temperatura de 45°C hasta que se observe la hidratación completa de estos.

\*Para agar papa dextrosa.

Hidratar el agar con 140 mL, en un matraz para cultivo de 200 mL, y después de esterilizar añadir 1.8 mL de ácido tartárico estéril al 10% con el fin de que el medio alcance un pH de 3.5 aproximadamente.

Se prosigue a una esterilización a una temperatura de 121°C o una presión manométrica de 1 Kg f, durante 15 minutos. Ya esterilizado, se mantiene los agares a una temperatura de 45°C, se continua con el sembrado a profundidad empleando 1 mL las disoluciones de  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  y de 15 a 20 mL de cada agar

correspondiente a su caja Petri, para mezclar se realizan ocho movimientos circulares en sentido de las manecillas, ocho movimientos circulares en el sentido contrario de las manecillas y ocho en forma de ochos, sobre una superficie lisa y nivelada. Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontal fría. En conjunto de estas se prepara una caja control con 20 mL de medio para verificar la esterilización.

Contar las colonias después de 24 y 48 horas de incubación para Mesófilos y coliformes. En el caso de Mohos y levaduras esperar 3 y 5 días de incubación. Se seleccionan aquellas colonias que contengan entre 15 y 150 colonias. El conteo se realiza en cuadrantes cruzados, y el número de colonias se multiplica por el inverso de la dilución, expresándose de la siguiente manera: Unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro (UFC/g o ml) de (M.O) en (medio de cultivo), incubadas a 25/35 °C durante 1-2/3-5 días.

### **Actividad 3.4 Determinación de color. Prototipos de botana y polvo de jamaica.**

En esta actividad se realizó de la misma manera que en la actividad preliminar, sin embargo, lo que cambia es que la diferencia de color será con respecto a los 5 prototipos de botanas de jamaica y el polvo de jamaica.

#### **○ Objetivo 4. Envase, etiqueta y desarrollo de la mercadotecnia.**

### **Actividad 4.1 Selección del envase**

El envase seleccionado debe ser de material inocuo y resistente, que no altere las características químicas, físicas, sensoriales y microbiológicas de la botana horneada y sazonada, también debe facilitar la manipulación y almacenamiento.

### **Actividad 4.2 Etiquetado**

Para el etiquetado se tomó como referencia la NOM-051-SSA1-2010 (2015), que marca como obligatorio: nombre, contenido neto, tabla de valor nutrimental (delantera y trasera), lista de ingredientes, lote, fecha de caducidad, lugar de



### **Actividad 4.3 Desarrollo de las 4P's**

El desarrollo de estas 4P's (producto, plaza, promoción y precio) está con respecto a los resultados del estudio de mercado, para influir en la decisión mayoritaria generada tanto en las características del producto y envase.

Así como en el precio del producto es importante considerar toda la materia prima, materiales en el envase, servicios, equipos, mano de obra, entre otros. Lo cual se realizó un estimado de todo lo anterior para una presentación de 50 g de la botana.

#### ○ **Objetivo 5. Evaluación sensorial.**

### **Actividad 5.1. Evaluación sensorial de preferencia**

Para medir el grado de preferencia de la botana horneada y sazonada, se sometió a una prueba sensorial afectiva de preferencia, con una botana comercial de betabel y zanahoria marca Verdusanas ® v, la evaluación se le realizó a 30 personas con un estilo de vida saludable, En la evaluación se les proporcionó agua para lavado bucal entre muestras, las muestras codificadas y una plantilla como se muestra en la Figura 16.

<p>Evaluación sensorial</p> <p>Edad: _____ Sexo: _____</p> <p>Frente a usted se encuentran 3 muestras codificadas de diferentes botanas, pruébelas una a una y seleccione la muestra que usted prefiera en cuanto al sabor.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"><p>o Muestra B12                      o Muestra J56                      o Muestra Z78</p></div> <p>Comentarios</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">Gracias</p>
--

*Figura 16 Cuestionario de evaluación sensorial de preferencia*

## Capítulo 3. Resultados y análisis de resultados.

### 3.1 Actividades preliminares

#### Actividad preliminar 1. Secado de la flor de jamaica

Para determinar el tiempo de secado de la flor de jamaica se realizó un balance de materia en la caja control, calculando el peso aproximado que ésta debería de tener al llegar a la humedad deseada, por lo menos a 14.5%.

Se muestran en la Tabla 9 los pesos tomados cada 30 minutos hasta que alcanzó un peso constante; donde Hbs es la humedad base seca calculada a partir de la ecuación 10, y “R” es el valor de la velocidad de secado calculada a partir de la ecuación 11.

$$Hbs = \frac{M-Ls}{Ls} \quad \text{Ec (10)}$$

$$R = -\frac{Ls}{A} * \frac{(Hbs2-Hbs1)}{(t2-t1)} \quad \text{Ec (11)}$$

Donde:

M: Masa (kg)

Hbs: Humedad base seca (kg H<sub>2</sub>O/kg sólido Seco)

Ls: Fracción de sólidos secos.

t: tiempo (h).

A: Área (m<sup>2</sup>)

Tabla 9. Recopilación de datos de secado.

Tiempo (h)	Masa (kg)	Hbs (kg H <sub>2</sub> O/kg ss)	R (kg H <sub>2</sub> O/h*m <sup>2</sup> )
0	0.04661	2.502	2.953915744
0.5	0.03501	1.631	1.820732549
1	0.02786	1.093	1.497329705
1.5	0.02198	0.652	1.03387051
2	0.01792	0.346	0.455819757
2.5	0.01613	0.212	0.132416913
3	0.01561	0.173	0.063661977
3.5	0.01536	0.154	0.02801127
4	0.01525	0.146	0.010185916
4.5	0.01521	0.143	- 0.053794371

En la Figura 17 se muestra la curva de secado, en la cual se aprecia el decremento de la humedad con respecto al tiempo, y se observa que desde las 3 horas de secado la eliminación de agua ya no es tan rápida y comienza a llegar a la humedad de equilibrio del alimento, por lo que la humedad de este permanece constante.

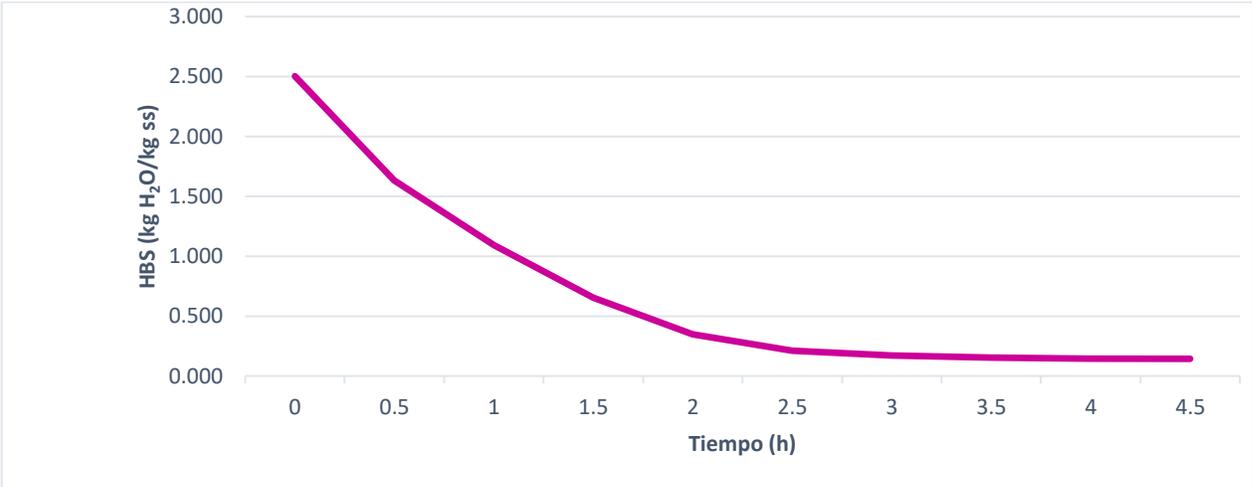


Figura 17 Curva de secado para la flor de jamaica.

En la Figura 18 se muestra la curva de velocidad de secado en donde se interpreta que la humedad crítica se encuentra en el punto **C**, es aquí donde comienza el periodo de velocidad decreciente y la humedad libre comienza a ser eliminada del alimento.

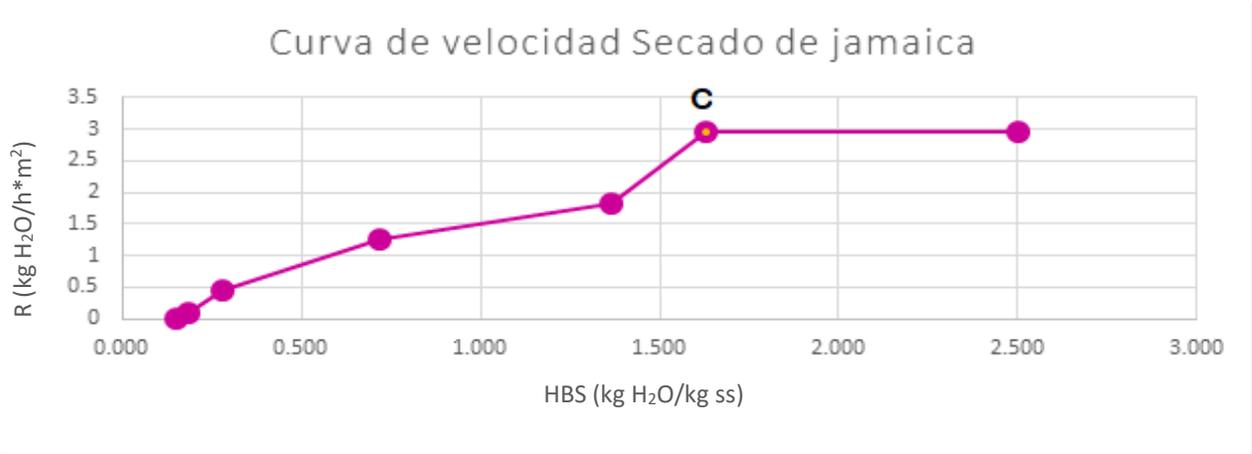


Figura 18 Curva de velocidad de secado para la flor de jamaica

Finalmente se obtuvo un tiempo de secado de 4.5 horas para alcanzar una humedad de equilibrio.

La deshidratación de la flor de jamaica por medio del secado funciona como método de conservación y evita el crecimiento de microorganismos no deseados, así también funcionó para la encapsulación de las antocianinas (Arrazola, Herazo, & Alvis, 2014), permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad en el tiempo. (Ribeiro & Stringheta, 2006) (Olaya, Castaño, & Garzón, 2009)

Las antocianinas son inestables debidos a diversos factores químicos, en este caso la temperatura, por lo que la temperatura óptima de secado fue a 60°C. (Mendoza-Sillerico, Curi-Borda, Rojas-Mercado, & Alvarado-Kirigin., 2016)

Las antocianinas encapsuladas son estables después de este proceso, debido a su bajo contenido de humedad, que es directamente proporcional a su actividad biológica en presencia de agua, y a su baja actividad de agua, que se relaciona proporcionalmente con la energía de activación para su degradación. (Mendoza-Sillerico, Curi-Borda, Rojas-Mercado, & Alvarado-Kirigin., 2016)

#### Actividad preliminar 2. Obtención del polvo de jamaica.

-Cálculo del rendimiento.

- Rendimiento de la flor de jamaica

$$\%R = \frac{G2 \times 100}{G1} \quad \text{Ec (12)}$$

Donde:

G1 = Masa inicial de la flor de jamaica (kg).

G2 = Masa de la flor de jamaica después del secado (kg).

$$\%R = \frac{0.5737kg \times 100}{1kg} = 57.3\%$$



Figura 19 jamaica fresca y jamaica seca

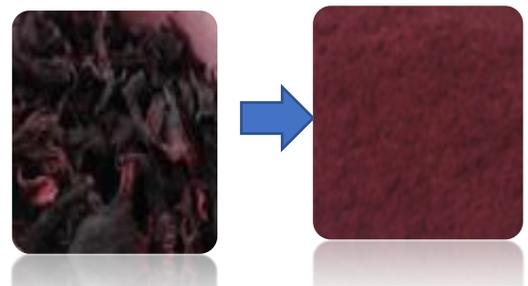


Figura 20 jamaica seca y polvo de jamaica

- Rendimiento del polvo de jamaica

$$\%R = \frac{P2 \times 100}{P1} \quad \text{Ec (13)}$$

Donde:

P1 = Masa de la flor de jamaica después del secado (kg).

P2 = Masa del polvo de jamaica después de la molienda y tamizado (kg)

$$\%R = \frac{0.567kg \times 100}{0.5737kg} = 98.84\%$$

Se obtuvieron 0.573 kg de jamaica deshidratada a partir de 1Kg de flor de jamaica fresca, por lo que el rendimiento calculado con la Ec. 12 fue de 57.3 %. El tiempo de secado fue relativamente rápido a una temperatura de 60°C y una humedad inicial alta, aproximadamente un 86%.

A partir de lo obtenido de flor de jamaica deshidratada se realizó la molienda de ésta, la cual ahora es un nuevo 100%, por lo que la eficiencia de este proceso fue de un 98.95% (Ec 13), obteniendo 0.567 kg de polvo de jamaica. El 10% del polvo de jamaica pasó la malla 40 (0.425mm) y 90% la malla 60 (0.250 mm).

### Actividad preliminar 3. Análisis Químico Proximal en polvo de jamaica.

Los resultados presentados en la Tabla 10, muestran los resultados de la determinación de humedad, siendo un 12.5% para el polvo de jamaica; cumpliendo así la humedad que marca la NOM-247-SSA1-2008, menor o igual a 14.5%; por otro lado, se considera como una medida de control ante el crecimiento microbiológico.

Para la determinación de cenizas por el método general y calculándolo por la ecuación (1), se obtuvo un valor promedio de 8.48, este valor es más alto que el de las investigaciones realizadas por Cid & Guerrero (2012), Babalola (2001) y Morton

(1987); ya que mencionan un valores que oscilan entre 6.48 y 6.9%, es importante tomar en cuenta que el valor de cenizas indican la calidad de la materia prima, por lo que las condiciones a las que fueron llevadas la materia prima utilizada por las investigaciones y la materia prima utilizada para esta determinación no fueron las mismas, teniendo como consecuencia el que difieran los valores; aun así cabe resaltar que los cálices de jamaica son ricos en minerales como Calcio y Magnesio, así como en Cobre, Hierro, Níquel y Zinc, siendo indicadores de un alimento con minerales esenciales para la salud y cuerpo humano. (Brown & Challem, 2007)

En la Tabla 10 se observan los resultados obtenidos de la determinación de fibra a partir de la ecuación (2), en el que se obtuvo un valor de 10.87% y se analiza que los 3 diferentes autores tienen datos diferentes, sin embargo, el valor experimental queda entre el valor calculado por (Cid & Guerrero, 2012) y (Morton, 1987).

*Tabla 10. Resultados de AQP al polvo de jamaica.*

	Experimental (%)	(Cid & Guerrero, 2012)	(Morton, 1987)	(Babalola, 2001)
Humedad	12.5	< 14.5*	-----	-----
Fibra	10.87	9.8	12	8.5
Cenizas	8.48	6.48	6.9	6.8

Los valores obtenidos son muy parecidos a los reportados con otros autores, esto depende del lugar de origen de la jamaica, proceso de cosecha y condiciones de pretratamientos.

#### Actividad preliminar 4. Colorimetría. Jamaica fresca y polvo de jamaica.

La determinación de las coordenadas en la escala L\*a\*b fue empleando el programa Photoshop CC 2019, el cual proporcionó los siguientes datos mostrados en la Tabla 11, Éstos son los promedios de las coordenadas de 3 puntos por cada imagen.

Tabla 11. Resultados  $L^*a^*b$  de cálices y polvo de jamaica

Producto	L	a	b	Color
Cáliz de jamaica	19	31	16	
Polvo de jamaica	23	37	17	



Figura 21 Cálices, polvo de jamaica y botanas (prototipos)

El  $\Delta E$  del polvo de jamaica fue con respecto al cáliz de la flor antes del secado, para verificar la conservación de las antocianinas y la degradación que éstas sufrieron en el secado visualizándolo con el cambio de color; la diferencia total fue de 7.28 unidades, haciendo énfasis en el valor de L (Luminosidad) mostrado en la tabla 13, ya que según Wrolstad y Smith (2009) al moler la muestra se incorpora aire que eleva los valores de  $L^*$ , y se obtienen datos de color que ya no corresponden con el de las muestras de interés. Por otro lado, en los valores de  $a^*$ , correspondientes a los colores rojo-verde, el valor del polvo de jamaica es mayor por 6 unidades, mostrando un color ligeramente más rojo a comparación del violeta-rojizo del cáliz fresco; con lo que se confirma que el proceso de secado a las condiciones establecidas no dañó las antocianinas, y así conservando el color.

#### Actividad preliminar 5. Determinación del tiempo de horneado.

Las botanas se hornearon a una temperatura de 130°C, evaluando las características texturales, cocción y sabor de la botana de jamaica cada 10 minutos.

Por lo que se estableció que las condiciones de horneado son a 130°C por 40 minutos.

### 3.2 Objetivos particulares.

- o **Objetivo 1 (Estudio de mercado)**

El estudio de mercado se llevó a cabo en 50 personas en total, siendo 40 vía internet y 10 en físico, teniendo como datos generales sexo y edad como se presenta en la figura 22.



Figura 22 Edades y sexo de las personas encuestadas.

### Resultados de la encuesta dirigida a “Producto”

Se puede observar en la figura 23, que el 66.66% de la población consume botanas 2 a 3 veces por semana, el 8.8 % consume botanas 4 veces o más por semana, el 18.18% consume botanas una vez por semana y el 8.8 % consume botanas diario.

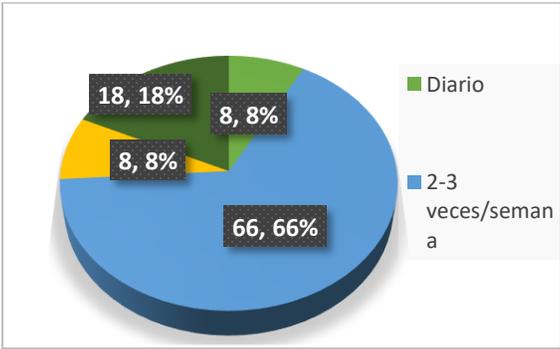


Figura 23 Frecuencia de consumo de botanas.

Como se presenta en la figura 24, en cuanto a las características de sabor, se encontró que un 34% prefiere botanas Picantes y ácidas, el 25% prefiere

únicamente picantes, el 18% prefiere botanas saladas, de un 20% el 10% prefiere botanas Salada y picante, y el otro 10% botanas sabor queso, y con un 2% las personas prefieren botanas que sean únicamente ácidas.

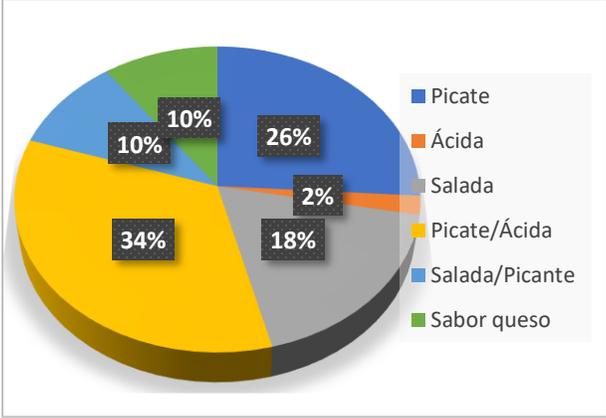


Figura 24 Características de sabor.

En la figura 25 se muestran los resultados con respecto a la preferencia en nuevos productos de botanas, donde 40% le gustarían nuevas botanas con bajo aporte calórico, otro 40% le gustarían botanas con sabores nuevos y un 20% le gustaría botanas diferentes a las convencionales.

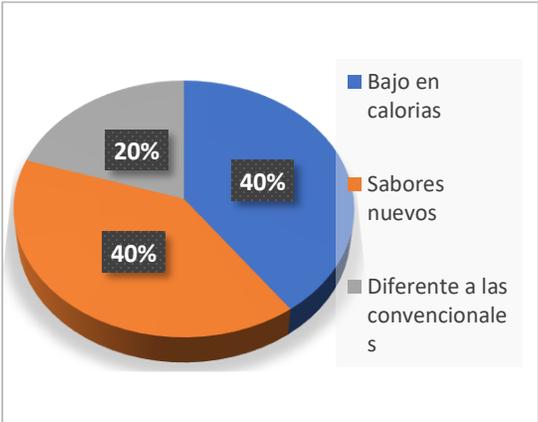


Figura 25 Nuevas preferencias en botanas.

De acuerdo con la figura 26 el 70% de la población ha consumido botanas que han llenado sus expectativas. El 90% de la población dijo que la característica que más influye al momento de comprar una botana es el sabor.

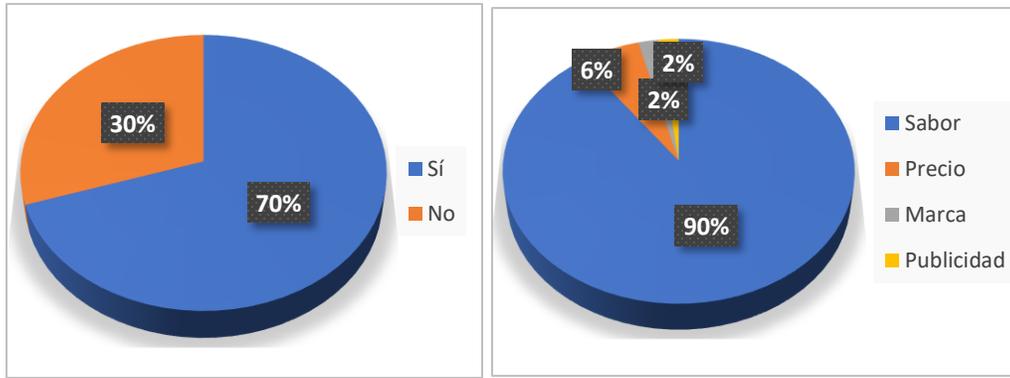


Figura 26 Consumo de botanas y característica que más

El 90% de la población mencionó que no ha consumido una botana de jamaica (Fig 27), y al 98% mencionó que le gustaría consumir una botana horneada y sazonada a base de harina de avena, papa y polvo de jamaica.

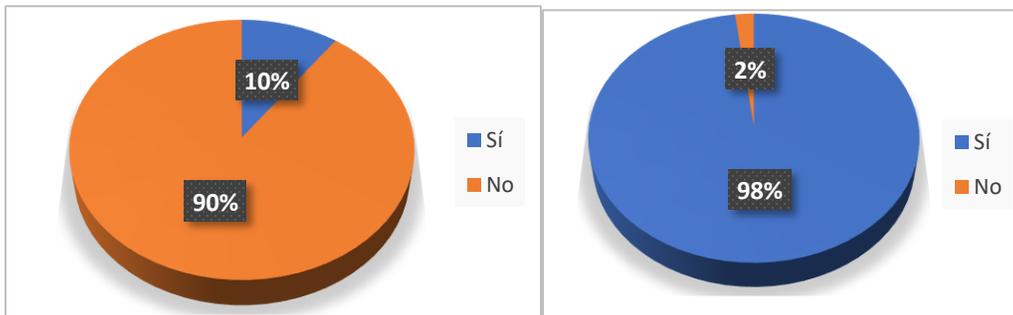


Figura 27 Consumo de una botana de jamaica.

Las botanas que se venden en los cines son de alto aporte calórico, como lo son palomitas, nachos, helados, refrescos, baggets, entre otros. El 100% de población encuestada le gustaría consumir una botana más saludable en el momento de ir al cine (Fig 28).

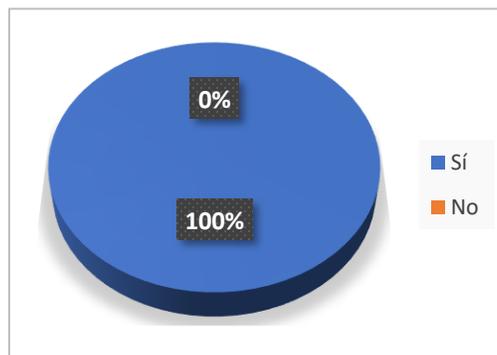


Figura 28 Preferencia de consumo de botanas más saludables en cines.

En cuanto al diseño y forma de la botana, como se puede observar en la figura 29, el 65% compraría una botana por el diseño y forma de esta, el 21% tal vez las compraría y al 14% no le es importante el diseño y forma de la botana. Referente a los beneficios que le gustaría en una botana (Fig 30) el 73% mencionó que le gustaría consumir una botana con alto contenido en fibra, antioxidante y bajo en grasa, el 25% consumiría una botana sólo baja en grasa y el 2% consumiría una botana alta en grasas y vitaminas.

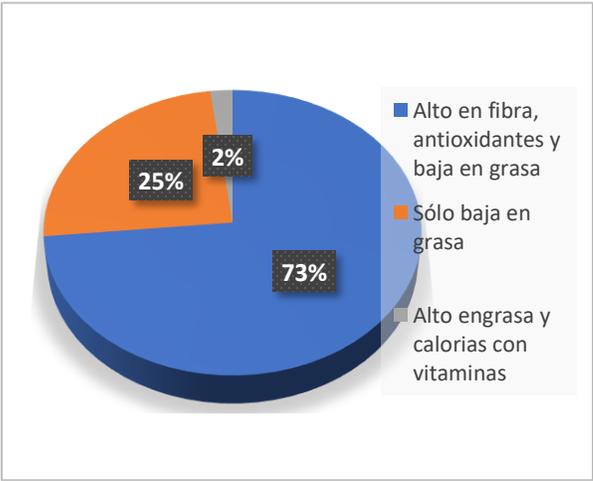
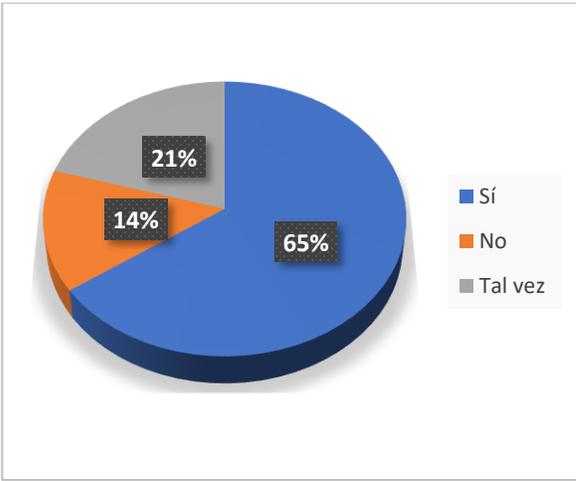


Figura 29 Compra del producto por su forma.

Figura 30 Beneficios buscados en una botana

**Resultados de la encuesta dirigida a “Envase”**

Con relación a la presentación como se puede ver en la figura 31 el 64% de la población adquiere botanas en una presentación de 50g, el 24% compra botanas en una presentación de 130g y el 12% compra botanas de 165g.

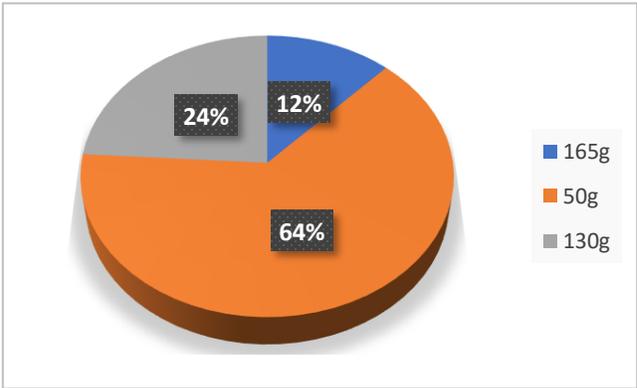


Figura 31 Presentación en gramos de preferencia.

El 86% de la población mencionó que el precio que paga por las botanas que consume está en un rango de entre \$10 a \$15 (Fig 32). Con respecto al precio (Fig 33) que pagaría por una botana más saludable, el 78% dijo que estaría dispuesto a pagar entre \$15 a \$20, el 16% estaría dispuesto a pagar entre \$21 y \$30 y sólo el 6% pagaría más de \$30.

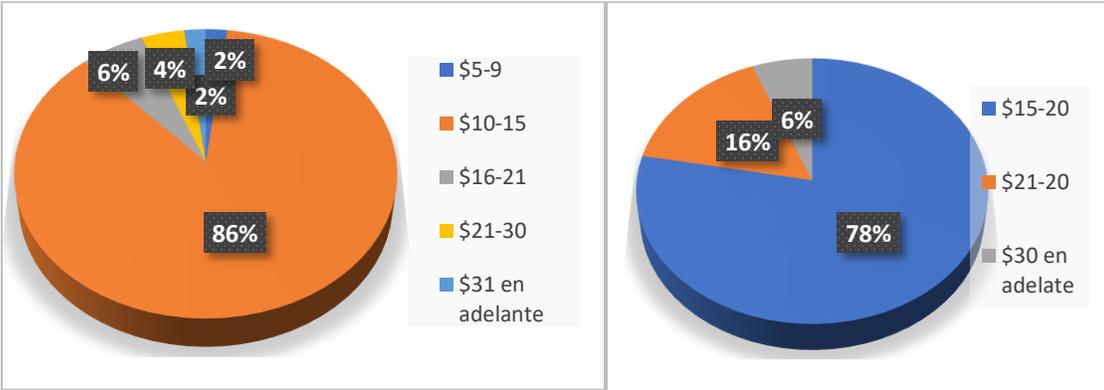


Figura 32 Precio de botanas consumidas.      Figura 33 Precio dispuestos a pagar por una botana saludable.

Como se presenta en la figura 34, el 30% realiza la compra de botanas en tiendas de la esquina y otro 30% lo realiza en tiendas de conveniencia, el 26% en supermercados y el 14% en tiendas naturistas. El 70% de la población menciona que realiza la compra ahí por accesibilidad y otro 20% lo realiza ahí por comodidad (Fig 35)

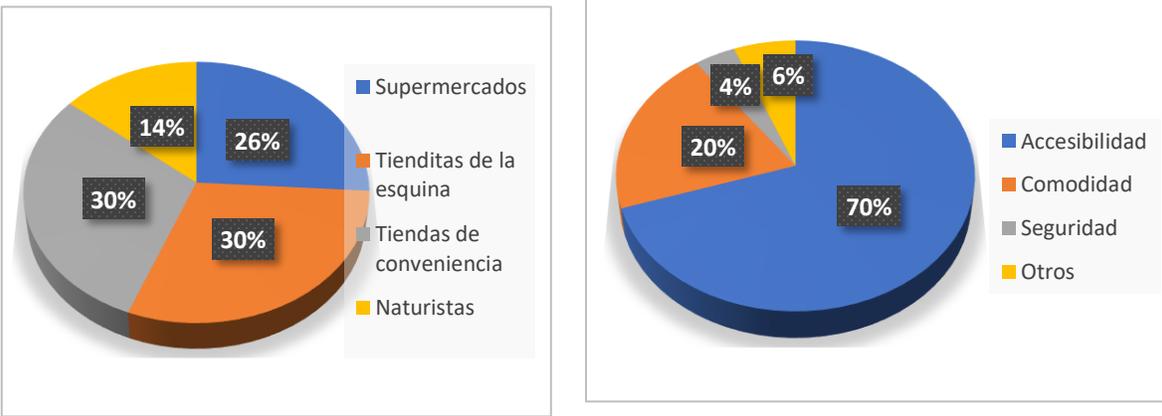


Figura 34 Lugar de compra de botanas.      Figura 35 Razón de compra en esos lugares..

Referente al medio de comunicación por el que se enteran sobre la existencia de alguna botana como se aprecia en la figura 36, el 56% mencionó que, en internet,

el 35% se entera en televisión. En cuanto a las promociones que la población considera atractivas el 64% dijo que promociones 2x1 y el 36% mayor contenido al mismo precio.

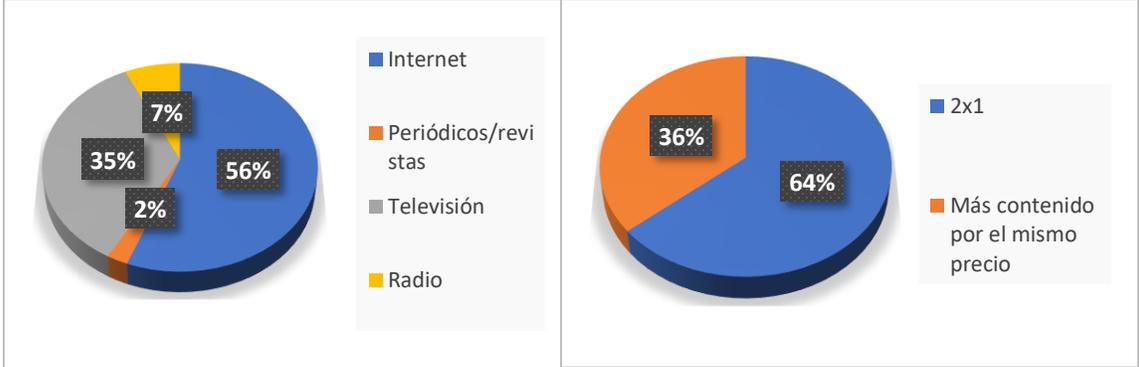


Figura 36 Medio de publicidad y promociones.

Como se muestra en la figura 37 el 84% de la población mencionó que le gustaría que la botana tuviera una bolsa tipo ziploc para poder reutilizarla, el 10% mencionó que no le gustaría y el 6% que le es indiferente. Al momento de comprar una botana entre las características que más influyen al adquirirla son el Color/diseño con un 38% de incidencia, un 30% mencionó que influyen los sabores descritos en la envoltura y el 22% influyen los nutrientes.

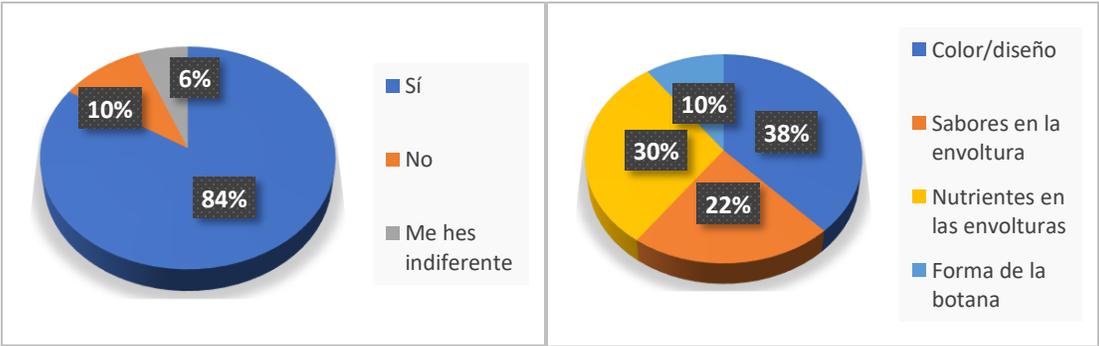


Figura 37 Preferencia a un cierre tipo "Ziploc" y característica que más influye en la compra o de publicidad y promociones.

El 100 de la población como se muestra en la figura 38, le agrada la idea de promocionar una botana más saludable en los cines.

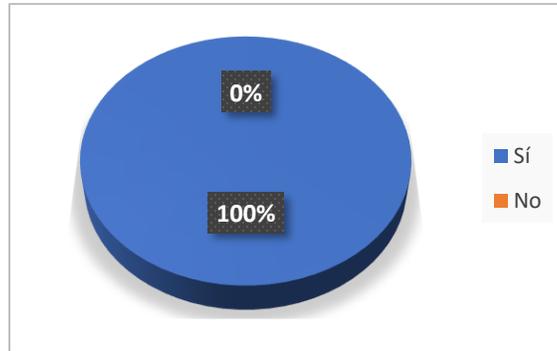


Figura 38 Preferencia de una botana más saludable en cines..

Por lo que las respuestas mayoritarias fueron tomadas en consideración para la elaboración de las botanas y el diseño del envase, así como el desarrollo de la mercadotecnia.

- **Objetivo 2. Desarrollo de prototipos y selección del prototipo.**

**Actividad 2.1. Desarrollo de los prototipos.**

Durante el desarrollo y elaboración de estos prototipos, se realizaron cambios en la formulación, tales como: añadir especias, agregar aceite y la que más influyó fue el cambio de harina de arroz por la harina de avena, dadas a las características texturales que presentaban.

**Actividad 2.2. Evaluación sensorial.**

La evaluación sensorial es una prueba en la que los números no son la interpretación de los resultados literalmente, por lo que se realizó un análisis estadístico a través de la prueba de Friedman, obteniendo los resultados, mostrados en la Tabla 12.

Tabla 12. Análisis estadístico de la evaluación sensorial

Atributo	Prototipos					P
	JA1	JB1	JB2	JA2	JM1	
Color	1.5	4.0	3.5	3.0	3.0	0.0539
Textura	2.5	3.0	4.0	3.0	3.0	0.0699
Sabor	2	3.0	3.0	3.0	3.0	0.569

El valor P, en todos los atributos fue mayor a 0.05; por lo que no existió diferencia significativa entre las muestras, así que se decidió emplear como el mejor prototipo la botana con el código de JA2, que además de no tener gran diferencia de color como se observa en la Tabla 12, contiene el mayor porcentaje de polvo de jamaica en su formulación, la cual le va a aportar fibra, antioxidantes y acidez.

- **Objetivo 3, Capacidad antioxidante, análisis químico y microbiológico.**

### **Actividad 3.1 Capacidad antioxidante y fenoles.**

#### **-Capacidad antioxidante**

De acuerdo al estudio realizado por Cruz Pedraza & Quezada Arrieta, (2018) los datos correspondientes de la reducción DPPH del polvo de jamaica, variedad Sudán están descritos en la Tabla 13. Siendo en promedio 81.15%

Tabla 13. Capacidad antioxidante del polvo de jamaica.

Medición	Absorbancia (abs/cm)	Reducción DPPH (%)
DPPH	1.864	-----
1	0.3716	80.06
2	0.3486	81.29
3	0.3333	82.11

Fuente: (Cruz Pedraza & Quezada Arrieta, 2018)

Por otro lado, con los datos obtenidos del espectrofotómetro de las nueve disoluciones de la botana de jamaica se calculó el porcentaje de DPPH reducido, representados en la Tabla 13. En el estudio realizado por Cruz Pedraza & Quezada Arrieta (2018), para el polvo de jamaica de la variedad sudan, marca Member's Mark® se obtuvo un valor de reducción DPPH promedio de 81.15% (Tabla 13), mientras que para la botana se obtuvo un valor promedio de 39.84% (Tabla 14), conservando así casi el 50% de la capacidad antioxidante de la materia prima.

Debido a que la jamaica aporta compuestos fenólicos especialmente antocianinas, la botana presenta actividad antioxidante, sin embargo Tsai *et al.*, (2002) afirman que son varios los constituyentes con actividad antioxidante en los cálices de jamaica, *Hibiscus sabdariffa* L., entre ellos se incluye a las antocianinas, quercetina, ácido ascórbico y protocatecuico, por lo que esta propiedad no es exclusiva de las antocianinas, no obstante como ya se había mencionado, existe una considerable disminución en comparación con el polvo de jamaica, esto como consecuencia a que en la formulación total de la botana, la jamaica está en un 11.5 % y siendo éste el único ingrediente que aporta antioxidantes.

Tabla 14. Capacidad antioxidante de botana de jamaica.

Medición	Absorbancia (abs/cm)	Reducción DPPH (%)	$\bar{x}$	S	CV (%)
DPPH	1.286	-----			
1	0.774	38.57	39.84	1.96	4.91
2	0.723	42.62			
3	0.793	38.33			

### -Fenoles totales.

Los datos representados en la Tabla 15 corresponden a los resultados de la medición de la absorbancia a las diferentes disoluciones de ácido gálico, los cuales se utilizaron como estándar de comparación.

Tabla 15. Datos para curva patrón de ácido gálico.

Concentración (mg ácido gálico)	Solución Std. ( $\mu$ L)	Absorbancia
0	0	0
0.5	100	0.306
0.10	200	0.437
0.15	300	0.580
0.20	400	0.772
0.25	500	0.914

Fuente: (Cruz Pedraza & Quezada Arrieta, 2018)

La Figura 39 es la curva patrón del ácido gálico, donde se puede observar la ecuación de la recta, teniendo una pendiente de 3.492 y un valor para la ordenada al origen de 0.065.

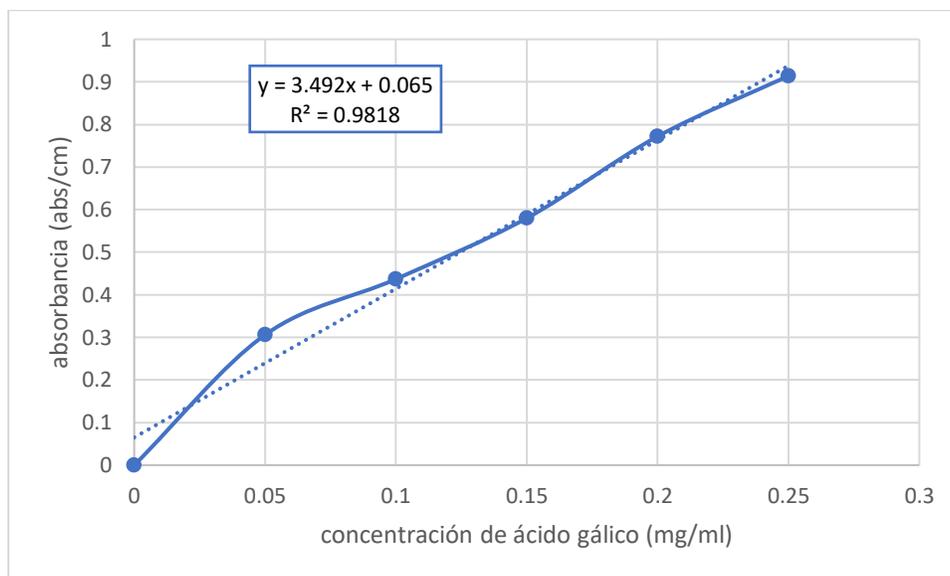


Figura 39 Curva patrón de ácido gálico. (Cruz Pedraza & Quezada Arrieta, 2018)

Con los datos obtenidos de la curva patrón de ácido gálico, y las absorbancias tanto del polvo de jamaica (Tabla 16) y de la botana de jamaica (Tabla 17), se realizó la sustitución de datos en la ecuación 9, descrita en el capítulo 2, por lo que se obtuvo el valor de fenoles totales.

Existe una relación entre la absorbancia leída y los fenoles totales, entre menor sea el valor de la absorbancia, mayor será la presencia de fenoles totales, debido a la oxidación de los polifenoles por el reactivo de Folin-Ciocalteau.

En la Tabla 18, se observa el valor promedio de fenoles totales presentes en la botana de jamaica, siendo un 3.04 mg AG/g extracto, que es un poco menos de la mitad del valor de fenoles totales del polvo de jamaica (Tabla 16).

Tabla 16. Fenoles totales del polvo de jamaica.

Medición	Absorbancia (abs/cm)	Fenoles totales (mg AG/g extracto)	$\bar{x}$
Blanco	0.002	-----	
1	0.327	6.612	<b>6.743</b>
2	0.353	7.283	
3	0.316	6.334	

Fuente: (Cruz Pedraza & Quezada Arrieta, 2018)

Tabla 17 Fenoles totales de botana de jamaica.

Medición	Absorbancia (abs/cm)	Fenoles totales (mg AG/g extracto)	$\bar{x}$	S	CV (%)
Blanco	0.002	-----			
1	1.286	3.08	<b>3.04</b>	0.056	1.84
2	1.241	2.96			
3	1.288	3.08			

### **Actividad 3.2 Análisis químico proximal.**

El análisis químico proximal (AQP) se realizó a la botana seleccionada, para cuantificar el aporte nutricional y así colocarla en la etiqueta con base a la NOM-051-SSA1/SCFI-2010 (2015). El AQP se llevó a cabo siguiendo la metodología ya mencionada, realizando la determinación de humedad, cenizas, fibra, proteína y lípidos, los carbohidratos fueron calculados por diferencia.

En la Tabla 18, se muestran los resultados obtenidos para la botana de jamaica y datos de una botana de betabel marca Verdusanas ®.

Tabla 18. AQP de la botana de jamaica y datos de una botana comercial.

Componente	Experimental, botana horneada y sazonada			Botana comercial de betabel Verdusanas®
	X̄ (%)	S	CV	
Humedad	7.65	0.761	9.95	---
Cenizas	5.99	0.292	4.87	---
Fibra	2.57	0.127	4.95	5
Proteína	5.85	0	0	7
Lípidos	8.73	0.0018	0.021	26
Ácidos grasos saturados	0	----	-----	4
Carbohidratos	69.21	-----	-----	7
Azúcares	0	-----	---	10

De acuerdo a los datos obtenidos del análisis químico proximal de la botana de jamaica se puede observar que la botana si se puede considerar un alimento funcional debido su porcentaje de fibra, ya que un alimento se considera funcional a partir de 2.5 a 3 g de fibra en 100g (Zapata, Carrara, & Funes, 2013); con respecto al contenido de lípidos, ésta tiene 8.73 g/100g siendo aproximadamente un 60% menos en comparación con el 28.4% de lípidos de otras botanas convencionales, como Totis, Cazares, Cheetos, Tostachos y Fritos según la revista del consumidor (2012); por lo que en la botana de jamaica el enranciamiento resulta más difícil por su bajo contenido de lípidos. En cuanto a la humedad, el contenido es bajo, por lo que teniendo un buen control en su almacenamiento no crecerán microorganismos y conservará sus características organolépticas de textura, siendo para Szczesniak y Kleyn (1963) la textura un importante atributo percibido en los alimentos por los consumidores.

Realizando una comparación con la botana de betabel comercial, ésta tiene un mayor contenido en grasas y en fibra, ya que son botanas fritas y son cortes de betabel; sin embargo, la botana de jamaica presenta mayor contenido de proteína.

No se puede realizar la comparación con respecto a las cenizas con la botana de betabel, pero el porcentaje obtenido en la botana de jamaica es considerado bueno, teniendo minerales importantes principalmente otorgados por la jamaica.

Los datos obtenidos son confiables, ya que ningún valor sobrepasa el 10% de Coeficiente de variación.

### **Actividad 3.3 Análisis microbiológico.**

El análisis microbiológico se realizó con el fin de determinar los microorganismos indicadores de una mala calidad higiénica, tales como, coliformes totales, mesófilos aerobios y mohos y levaduras.

En la Tabla 19 se muestran los resultados obtenidos de las UFC/g para cada uno de los cultivos.

*Tabla 19 Resultados del análisis microbiológico.*

Análisis	Experimental, botana horneada y sazónada (UFC/g)	Norma Oficial Mexicana. NOM-147-SSA1-1996 (UFC/g)
Coliformes totales	Ausencia	< 30
Mesófilos aerobios	Ausencia	10,000
Mohos y levaduras	Ausencia	300

Se observa que en ninguno de los 3 casos se generó crecimiento microbiano, por lo que se puede afirmar que las botanas se llevaron a cabo de una manera correcta

con buenas prácticas de higiene tanto en la elaboración de la botana, como el buen manejo de las diferentes materias primas.

-Ausencia de unidades formadoras de colonias de coliformes totales en placa de agar Mac Conkey, incubados a 35°C durante 24 y 48 h.

-Ausencia de unidades formadoras de colonias de bacterias aerobias en placa de agar Nutritivo, incubados a 35°C durante 24 y 48 h.

-Ausencia de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras en placa de agar papa dextrosa, incubados a 25°C durante 3 y 5 días.

### **Actividad 3.4 Colorimetría. Polvo de jamaica y botanas de jamaica.**

En la Tabla 20 se muestran los valores obtenidos en las coordenadas L\*a\*b del polvo de jamaica y los prototipos, así como la intensidad del color correspondiente. En la Tabla 21, dados a los resultados del  $\Delta E$ , se aprecia que el prototipo con más diferencia de color es el JA1 (30% de jamaica de la mezcla total de harinas y polvo), y los demás prototipos no sobrepasan el valor de 20 unidades; sin embargo, los que tienen menos diferencias son los JB1 y JB2, siendo éstos los de menor porcentaje de jamaica (10%).

Tabla 21. Coordenadas L\*a\*b de polvo y prototipos de jamaica.

Producto	L	a	b	Color
Polvo de jamaica	23	37	17	
JA1	28	21	1	
JB1	26	30	4	
JB2	29	29	5	
JA2	27	23	5	
JM1	23	24	5	

Tabla 20.  $\Delta E$  de prototipos

Prototipo	$\Delta E$
JA1	23.17
JB1	15.06
JB2	15.62
JA2	18.86
JM1	17.69

Los valores obtenidos de los 5 prototipos en la coordenada  $b^*$  (-b azul, +b amarillo), se observa la mayor diferencia con respecto al valor de  $b^*$  del polvo de jamaica, éstos valores se ubican cerca de la zona neutra de los colores azul y amarillo, apreciándose tonalidades grises, tal y como se observa en la Tabla 21. Esto pudo ser debido a la incorporación y combinación del resto de ingredientes, además de los cambios físicos y químicos que sufre un alimento ante un proceso de horneado a 130°C por 40 minutos.

#### ○ **Objetivo 4. Envase, etiqueta y desarrollo de la mercadotecnia.**

##### **Actividad 4.1 Selección del envase**

El envase que fue seleccionado es una bolsa de polipropileno, también denominado bolsa de celofán, considerado un contenedor no rígido según Goddard (1980), debido a sus distintas características como las menciona (Huanchi, 2013), las cuales son:

- No presenta una superficie porosa por lo que es Impermeable a la humedad y al vapor de agua.
- Es un material resistente.
- Protege de la pérdida o absorción de productos volátiles y contaminación por microorganismos.
- No aporte olores ni sabores a las botanas.
- Permite la visibilidad del producto, ya que cuenta con excelente transparencia y brillo.
- Facilita la manipulación y el almacenamiento.

Por lo que evita alteraciones que afecte sus propiedades químicas, físicas, sensoriales y microbiológicas, también facilita la exhibición del contenido, y además cabe mencionar que el celofán es de baja densidad por lo que lo que supone un ahorro de hasta el 40% en transporte y costos de distribución en comparación a otros envases (Giraldo, 1999);

Por otro lado, el envase va a tener un cierre tipo “Ziploc” con la finalidad de que este se pueda reutilizar.

## Actividad 4.2 Etiquetado

Para el diseño se optaron por colores claros (beige y púrpura), se propone que en la parte visible del envase tenga la forma de la botana. En cuanto al etiquetado se tomó en consideración las especificaciones mencionadas en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (con modificaciones del 2015), las cuales son:

- Nombre del producto y especificación del producto: Jamiz, botana horneada y sazonada a base de harina de papa, avena y polvo de jamaica.
- Condiciones de conservación: Consérvese en un lugar fresco y seco
- Lote:
- Etiquetado frontal nutrimental:
- Lista de ingredientes:
- Contenido neto.
- Tabla nutrimental



Figura 40 Etiqueta frontal. Figura 41. Etiqueta posterior.

La tabla de información nutrimental (Fig 42) se calculó a partir de los resultados del AQP obtenidos multiplicados por el factor correspondiente a proteínas, carbohidratos y lípidos.

<b>Información Nutrimental</b>	
Tamaño de la porción	50g
Porciones por envase	1
Contenido energético	189.4 Cal
Proteínas	2.93 g
Grasas	4.36 g
Grasas saturadas	0 g
Carbohidratos totales	34.6g
Azúcares	0 g
Fibra dietética	1.3 g
Cenizas	3 g
Sodio	6.4 mg

Figura 42 Tabla de información nutrimental para las botanas de jamaica.

### **Actividad 4.3 Desarrollo de las 4P's**

-Producto: Botana horneada y sazonada, a base de harinas de avena y papa con polvo de jamaica. Marca: JAMIZ

-Promoción: En cines, carteles, redes sociales.



Figura 43. Cartel 1

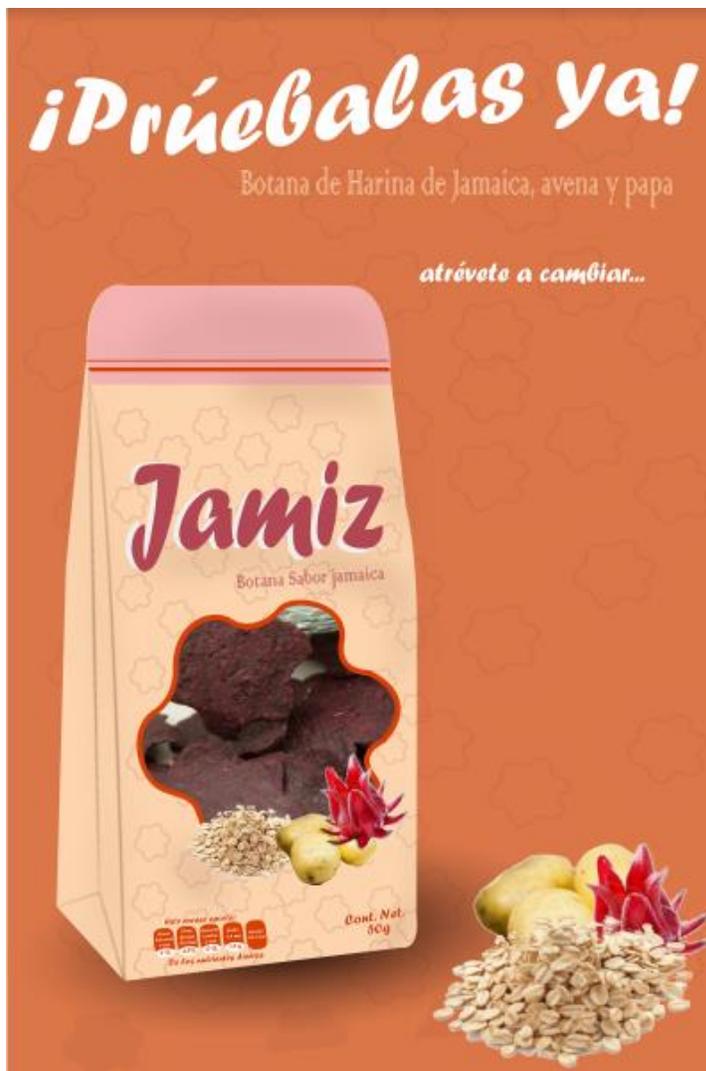


Figura 44. Cartel 2

**-Plaza: Cines, supermercados, tiendas naturistas.**

**-Precio:** Para su precio de venta hacia el público, es importante considerar los precios de las diferentes materias primas y las cantidades empleadas; así como el uso de servicios y el empaque.

Tabla 22. Precio de elaboración de la botana de jamaica 50g

Material (Para una presentación de 50 g)	Precio (\$)
Polvo de jamaica	3
Harina de avena	1.33
Harina de papa	1.4
Cebolla	0.054
Maltodextrina	0.13
Sal	0.01
Aceite	0.06
Agua	0.75
Hierbas finas	0.20
Inulina	0.20
SERVICIOS	4
TOTAL	11.135
Ganancia mínima	30 %
PRECIO MÍNIMO	14.50

Realizando el cálculo de costos aproximado para una presentación de 50 gramos, resultó que el costo mínimo para tener una ganancia del 30% es de \$14.50. Sin embargo, según los resultados del estudio de mercado inicial, las personas están dispuestas a pagar hasta \$20 por una botana con características diferentes y más saludables.

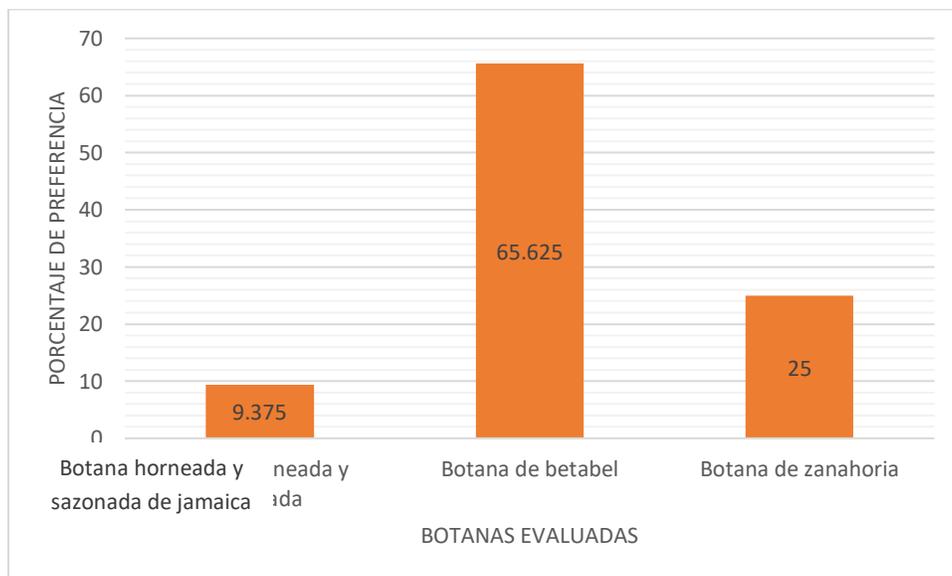
Además, si se llega a producir mucho más, los precios de las materias primas bajan; y si se plantara una estrategia de ser líderes en el mercado, los precios bajan aún más, obteniendo más ganancias como empresa.

○ **Objetivo 5. Evaluación sensorial.**

**Actividad 5.1. Evaluación sensorial de preferencia**

En la evaluación sensorial de preferencia se evaluó la botana horneada y sazonada de jamaica con dos botanas comerciales (rodajas de betabel y zanahoria frita).

Como se muestra en la Figura 45, en la evaluación sensorial de preferencia, el 9.37% prefirieron la botana horneada y sazonada, el 25% prefirieron una botana de rodajas de zanahoria y el 65.62% prefirieron botanas de betabel frito.



*Figura 45 Resultados de preferencia.*

En comentarios generales mencionaron que la botana de jamaica tenía buena textura, pero permanecía un sabor ácido al final. En cuanto a los comentarios de la botana de betabel mencionaron que la textura era buena, pero no se percibe el sabor a betabel ya que predomina el sabor a picante. Con respecto a la botana de zanahoria comentaron que la textura de esta no era crujiente como otras botanas y de igual manera predominaba el sabor picante.

## Conclusiones

En el estudio de mercado se encontró que los consumidores buscan alimentos prácticos y de fácil traslado y que además genere un beneficio a su salud, siendo que en un 75% prefiere botanas altas en fibra, vitaminas y baja en grasas, además el 100% les gustaría consumir botanas más saludables en cines. El sabor es la característica más influyente con 90% siendo los favoritos el picante y ácido.

Al realizar una evaluación sensorial se encontró que entre los cinco prototipos de jamaica no había diferencia significativa, por lo que se seleccionó la que tenía mayor concentración de jamaica, debido a que a mayor concentración de jamaica, mayor aporte de antioxidantes y fibra.

La botana es un producto inocuo y funcional, presentando una reducción DPPH de 39.84%, fenoles totales de 3.04 mg AG/g extracto y un contenido de fibra cruda de 2.57%, además comparada con otra botana esta tiene un alto contenido en cuanto a proteína y es baja en cuanto a grasas.

El envase seleccionado fue una bolsa de celofán siendo un material que de acuerdo a sus características, puede conservar las propiedades organolépticas y microbiológicas de la botana.

Con respecto a la evaluación sensorial afectiva, la botana de jamaica tuvo una aceptación del 9.37%, esto debido a que el sabor ácido de ésta es fuerte comparada con otras botanas, sin embargo, no es motivo de rechazo, ya que mencionaron que es innovador, tiene un buen sabor y buena textura, además, al dar a conocer las ventajas y propiedades funcionales que ésta tiene, el público interesado si lo compraría.

## Recomendaciones

Cuando se compre la flor de jamaica para la realización de un estudio experimental, si se tiene la oportunidad, preguntar el mes de la cosecha; ya que son datos importantes para considerar en el AQP y en la determinación de antioxidantes.

Para incrementar el nivel de aceptación de la última evaluación sensorial, se recomienda elegir o desarrollar un sazonador que disminuya el sabor ácido de la jamaica o se agregue a la formulación un porcentaje de azúcar.

El desarrollo de nuevos productos alimenticios involucra el estudio de vida útil, así que es importante poder llegar a estimar esta para conocer la fecha de caducidad del alimento que es indispensable en la etiqueta.

La flor de jamaica se desecha una vez terminada la extracción de ésta para la elaboración de bebidas refrescantes, por lo que se recomienda desarrollar productos o alguna alternativa eficiente en donde se pueda aprovechar éstos cálices que aún aportan macronutrientes.

## Referencias

1. (FAO), O. d. (2012). Statistical Yearbook 2012 World Food and Agriculture. *Food Agricultural Organization of The United Nations*, 366.
2. A.O.A.C. (2000). *Official methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist*. Estados Unidos de América: International Maryland.
3. Aguilera, O., Vargas, M., Mdinaveitia, R., & Velázquez, J. (2010 ). Propiedades funcionales de las antocianinas . *Revista de las Ciencias Biológicas y de la salud* , 15-21.
4. Alarcón, G. A., Buitrago, H. D., Romero, F., Sánchez, L. A., Onatra H., W., & Rios, M. (2013). EFECTO DE LA AVENA Y/O LOVASTATINA SOBRE EL PERFIL LIPÍDICO EN PACIENTES DISLIPIDÉMICOS DEL HOSPITAL DE TUNJUELITO, BOGOTÁ 2008-2009. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 16 (2), 319, 326.
5. Anzaldúa, M. (1983). *Nuevos métodos de evaluación sensorial y su aplicación en reología y textura* . Mexico.
6. Aránzazu, A. V., & Ortega, R. M. (2016). Efectos del consumo del beta-glucano de la avena sobre el colesterol sanguíneo: una revisión . *Revista Española de Nutrición Humana y Dietpetica* 20(2), 127-139.
7. Arrazola, G., Herazo, I., & Alvis, A. (2014). Microencapsulación de Antocianinas de Berenjena (*Solanum melongena* L.) mediante Secado por Aspersión y Evaluación de la Estabilidad de su color y Capacidad Antioxidante. *Información tecnológica.*, Vol 25.No 3.
8. Arrollo, C. A., Fuentes, H., Fuentes, A., Hernández, B., Hernández, C., M. Rojas, P., & Soto, M. (1999). *elaboración de una botana extruida de harina de plátano*. Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis para obtener el título de Ingeniería en Alimentos .
9. Avula, R., M., G., Tharanathan, R., & Rateke, R. (2006). Influence of drying conditions on functional properties of potato flour . *Research Technology* 223, 553-560.
10. Babalola, S. O. (2001). Compositional attributes of the calyces of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jornal of Food echnology in Africa.*, 133-134.
11. Barrena, F. R., & Arzak, I. M. (2011). *ACEPTACIÓN DE UNA INNOVACIÓN ALIMENTARIA DISCONTINUA POR PARTE DEL CONSUMIDOR*. España : Universidad Pública de Navarra .
12. Beylot, M. (2005). Effects of inulin-type fructans on lipid metabolism in man and in animal models. *Br J Nutr*, 163-166.
13. Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 22,25-30.

14. Breakey, J. R., & Connell, H. (2002). The role of food additives and chemicals in behavioral, learning, activity and sleep problems in children. *Food additives*, 87-88.
15. Brown, L., & Challem, J. (2007). *Vitaminas y minerales esenciales para la salud. Los nutrientes fundamentales para potenciar su energía y aumentar su vitalidad*. Madrid: Ediciones Nowtilus.
16. Bryngelsson, S., Dimberg, L., & Kamal-Eldin, A. (2002). Effects of commercial processing on levels of antioxidants in oats (*Avena sativa* L.). *Journal of Agricultural*, 1890-1896.
17. Cárdenas, M., Cevallos-Hermida, Salazar, Y., & Romero, M. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio de las ciencias* 4(3), 253-263.
18. Castañeda, A., & Guerrero, J. (2015). Pigmentos en frutos y hortalizas . *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos* , 25-33.
19. Catania, C., & Avagnina, S. (2011). *El análisis sensorial* . Argentina : Instituto Nacional de Tecnología .
20. Cerón, A., Hurtado, A., Osorio, O., & Buchely, M. (2011). Estudio de la formulación de la harina de papa de la variedad parda pastusa (*Solanum tuberosum*) como sustituto parcial de la harina de trigo en panadería . *Bio. Agro.* 9(1) , 310-316.
21. Cevallos-Casls, B., & Cisneros-Zeballo, L. (2004). Stability of anthocyanin-based aqueous extract of Andean Purple Corn and Red Fleshed sweet Potato compares to synthetic and natural colorants. *Food Chemical*, 86:69-77.
22. Cid, O. S., & Guerrero, B. J. (2012). Propiedades funcionales de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 47-63.
23. Clydesdale, F. (2004). Functional Foods: Opportunities & Challenges . *Food Technology* 58 (12), 35-40.
24. Contreras, G. L. (2015). *PLAN DE NEGOCIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNIDADES MÓVILES DE VENTA DE BOTANAS PREPARADAS EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA (Tesis profesional para obtener el grado de Maestro en administración)*. Guadalajara, Jalisco : ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara.
25. Cooper, R. (2001). *Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Finish. Third Ed.* MA: Perseus Publ.
26. Coronado, M., Vega, S., Guitiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2014). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. . *Rev Chil Nutr.* , Vol 42.
27. Cruz Pedraza, E., & Quezada Arrieta, A. L. (2018). *Tartaletas de jamaica (Hibiscus Sabdariffa), avena y trigo, rellanas con mermelada de jamaica, ciruela y chía bajas en*

azúcar. Cuautitlán Izcalli.: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

28. CSIC, C. S. (2011). *Curso de Análisis sensorial de alimentos*. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL), Instituto Mixto CSIC-UAM.
29. Cutullé, B., Berruti, V., Campagna, F., Colombaroni, M. B., Robidarte, M. S., Wiedemann, A., & Vázquez, M. (2012). Desarrollo y evaluación sensorial de galletitas de genjibre con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz y lentejas (gallentinas). *DIAETA*, 25-31.
30. Durst, R., & Wrolstad, R. (2001). *Separation and characterization of anthocyanins by HPLC*. New Jersey: John Wiley & Sons.
31. Encino, L. A. (2016). *Elaboración de variedades de Snacks a base de Yuca (Manihot esculenta cranz)*. Tesis para obtener el título de Licenciado en gastronomía. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS.
32. Ersus, S., & Yurdagel, U. (2007). Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucuscarota L.*). *J Food Eng.*, 80:805-812.
33. Espinoza, R. A. (2012). *Relación entre el contenido de fósforo y algunas propiedades térmicas y reológicas en almidón de papa nativa de Chiloé*. Valdivia, Chile : Universidad Austral de Chile .
34. Fischer, L. E. (2011). *Mercadotecnia. 4ta ed.* . México: McGraw-Hill .
35. Fischer, V. L., & Espejo, C. J. (2011). *Mercadotecnia 4 ed.* . México : McGraw-Hill.
36. Flamm, G., Glinsmann, W., Kritchevsky, D., Prosky, L., & Roberfroid, M. (2001). Inulin and oligofructose as dietary fiber: A review of the evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 353-362.
37. Flores, F., Lozano, Q., Ramos, M., Salgado, D., Guerrero, P., Ramírez, M., . . . Zamudio, F. (2014). Caracterización fisicoquímica, reológica y funcional de harina de avena (*Avena sativa L. cv Bachíniva*) cultivada en la región de Cuauhtémoc, Chihuahua. *Tecnología chihuahua* 8(3), 152-162.
38. Fogliano, V., & Vitaglione, P. (2005). Functional foods: Planning and development. *Molecular Nutrition & Food Research* 49 (3), 256-262.
39. Folin, C., & Ciocalteau, V. (1927). Tyrosine and tryptophan determination in proteins. *J. Biol. Chem*, 73,627-650.
40. Frank, A. (2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87, 87-91.

41. Frank, A. (2006). *Inulina*. En: *Food Polysaccharides and Their Applications*. Stephen A (Editor). Segunda Edición . New York, USA: Marcel Dekker.
42. Fuentes, B., Acevedo, C., & Gelvez, O. (2015). ALIMENTOS FUNCIONALES: IMPACTO Y RETOS PARA EL DESARROLLO Y BIENESTAR DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 13(2), 140-149.
43. Galicia, F., Salinas, M., Espinoza, G., & Sánchez, F. C. (2008). Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) nacional e importada . *Chapingo Serie Horticultura* 14(2), 121-129.
44. García, A. (2007). *Manual de producción y paquete tecnológico de avena (Avena sativa)*. México : Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla .
45. Geankopolis, C. J. (2006). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. México: Compañía Editorial Continental S.A de C.V 6ta edición.
46. Ghiselli, A., Nardini, M., Baldi, A., & Scaccini, C. (1998). Antioxidant activity of different phenolic fractions separated from an Italian red wine. *J Agric Food Chem.*, 46:361-367.
47. Gibson, G. (1999). Dietary modulation of the human gut microflora using the prebiotics oligofructose and inulin. *J Nutr*, 1438-1441.
48. Gidley, M. J., & Yakubov, G. E. (2019). Functional categorisation of dietary fibre in foods: Beyond “soluble” vs “insoluble”. . *Trends in Food Science & Technology.*, Volumen 86, 563-568.
49. Gil, Á. (2017). *Tratado de Nutrición: Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición 3rd ed.* Madrid : Médica Panamericana .
50. Giraldo, G. I. (1999). *Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos*. Colombia : Universidad Nacional de Colombia.
51. Gómez, p. (2013). *Parte del éxito del sector botanero consiste en las complejas redes de distribución de las compañías LIÓBTENCIÓN DE PRODUCTOS DIRECTAMENTE EXPANDIDOS POR EXTRUSIÓN Y BOTANAS DE 3ª. GENERACIÓN A BASE DE CHÍA Y ALMIDÓN DE MAÍZ RESISTENTE AR4*. México: Universidad Veracruzana, Instituto de ciencias Básicas.
52. González, V., García, R., & Sánchez, P. (2010). *EVALUACIÓN DE LA OPINIÓN DE LOS CONSUMIDORES SOBRE DISTINTOS ALIMENTOS MEDITERRANEOS*. España : FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS.
53. Hagiwara, A., Yoshino, H., Ichiharam, T., Kawabe, M., Tamano, S., & Aoki, H. (2002). Prevention by Natural Food Anthocyanins, Purple Sweet Potato Color and Red Cabbage Color, of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-B]Pyridine- Associated Colorectal Carcinogenesis in Rats. *J Toxicolo Sci*, 27:57-68.

54. Hallagan, J. (1991). The use of certified food color additives in the United States. *Cereal Food World*, 36:945-948.
55. Hamlaoui, I., Bencheraiet, R., Bensegueni, R., & Bencharif, M. (2018). Experimental and theoretical study on DPPH radical scavenging mechanism of some chalcone quinoline derivatives. *Journal of molecular Structure.*, Vol 1156, 385-389.
56. Heldman, D. R. (2004). Identifying food science and technology research needs. *Food Technology* 58, 32-34.
57. Hernández, A. (2010). *Evaluación Sensorial*. Bogotá: Facultad De Ciencias Básicas e Ingeniería.
58. Honma, M. (2015). Evaluation of the in vivo genotoxicity of Allura Red AC (Food Red No. 40). *Food and Chemical Toxicology.*, Vol 84, 270-275.
59. Hoover, R. (2010). The Impact of heat-moisture treatment on molecular structures and properties of starches isolated from different botanical sources. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 50, 835-847.
60. Hou, Q., Li, Y., Li, L., Cheng, G., Sun, X., Li, S., & Haoming, T. (2015, Diciembre 10). *Nutrients*. Retrieved from The Metabolic Effects of Oats Intake in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis.: <http://www.mdpi.com/2072-6643/7/12/5536>
61. Huanchi, R. (2013). *Determinación de la permeabilidad en empaques plasticos*. Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazona Peruana. Tesis par obtener el título de Ingeniería en Industrias Alimentarias.
62. Huber, G. (2001). Snack food cooking extruders. *Technomic Publishing Company*, 315-367.
63. Huck, P., & Wilkes, M. (1996). Beverage natural colors: Chemistry and application. *Asociación Mexicana de Especialistas en colorantes y pigmentos naturales.*, 11.
64. Julani, H. R. (2009). Chemistry and quality of Hibiscus (*Hibiscus sabdariffa* L.) for developing the natural product industry in Senegal. *J. Food Sci.*, 113-121.
65. Kamei, H., Hashimoto, Y., Koide, T., Kojima, T., & Hasegawa, M. (1998). Anti-Tumor Effect of Methanol Extracts from Red and White Wines. *Cancer Biother Radiopharm*, 13(6):447-52.
66. Kaur, N., & Gupta, A. K. (2002). Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal of Biosciences*, 703-714.
67. Kloter, P., & Armstrong, G. (2007). *Marketing. Versión para latinoameica*. México : Pearson

68. Koide, T., Kamei, H., Hashimoto, Y., Kojima, T., & Hasegawa, M. (1997). Antitumor Effect of Anthocyanin Fractions Extracted from Red Soybeans and Red Beans in vitro and in vivo. *Cancer Biother Radio*, 277-280.
69. Kotler, P., & Armstrong, G. (2003). *Fundamentos de Marketing 6ta ed.* México: Prentice Hall México.
70. Krishnan, V., & Ulrich, K. (2001). Product development decisions: A review of the literature. *Management Science* 47(1), 1-21.
71. Kuskoski, M., Asuero, A., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, 25(4): 726-732.
72. Lagrange, V. y. (1987). Product optimization and the acceptor set size. *J. Sens.*, 119-136.
73. Langerak, F., Hultink, E., & Robben, S. (2007). The mediating role of new product development in the link between market orientation and organizational performance. *Journal of Strategic Marketing* 15(4), 281-305.
74. Lauro, G. (1991). A primer on Natural Colors. *J Am Assoc Cer Chem.*, 36 (11):949-953.
75. Lawless, H., & Claasen, M. (1994). Application of the central dogma in sensory evaluation. *Technol*, 119-136.
76. Limón, V., Aguilar, P., Zazuela, J., & Matínez, F. (2016). Propiedades microestructurales y de formación de pasta de pellets extruidos elaborados a partir de almidón de maíz enriquecidos con MCP y concentrado proteico de leche. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 16(1), 193-205.
77. Liu, Q., Tarn, R., Lynch, D., & Skjoldt, N. (2007). Physicochemical properties of dry matter and starch from potatoes grown in Canada. *Food Chemistry* 105, 897-907.
78. López, A., Divo, D. M., Pizzorno, L., Vilella, F., & Stella, A. (2006). Utilización de extractos de Avena sativa L. en dermatitis. *Revista Argentina de Dermatología* 87, 100-105.
79. Maganha, G. E., Da Costa, H. R., Moreira, R. R., Pegas, H. J., Lia de paula, R. A., & Saffi, J. (2010). Pharmacological evidences for the extracts and secondary metabolites from plants of the genus Hibiscus. *Food Chemistry* 118, 1-10.
80. Martínez, P., Málaga, A., Betalleluz, I., Ibarz, A., & Velezmoro, C. (2015). Caracterización funcional de almidones nativos obtenidos de papas (Solanum phureja) nativas peruanas. *Scientia Agropecuaria* 6(4), 191-197.
81. Mayoral, C., Aragonés, S., Godoy, P., Sierra, M., Cano, P., & González, M. (2016). Las enfermedades crónicas como prioridad de la vigilancia de la salud pública en España. *Gac Sanit* 30(2), 154-157.

82. McCann, D., Barrett, A., Cooper, A., Crumpler, D., Dalen, L., & Grimshaw, K. (2007). Food additives and hyperactive behavior in 3 yearold and 8/9 year old children in the community: A randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. *Lancet*, 370(9598):1560-1567.
83. Meilgaard, M., Civille, G., & Carr, T. (2009). *Sensory Evaluation Techniques 3rd ed.* Florida: Overall Difference.
84. Mendoza-Sillerico, E. V., Curi-Borda, C. K., Rojas-Mercado, V. J., & Alvarado-Kirigin., J. A. (2016). Encapsulation, characterization and thermal stability of anthocyanins from Zea Mays L. (Purple Corn). *Revsta Boliviana de Química*.
85. Mestres, C. (1993). Comparision of various processes for making maize pasta. *J. Cereal Sci.*, 17:277-290.
86. Molina, H. (2011). *Análisis Sensorial de Alimentos* . México: Consejo Superior de Investigaciones Científicas .
87. Morton, J. (1987). Roselle, Hibiscus sabdariffa L. In J. Morton, *Fruits of warm climates*. (pp. 281-286). Miami.
88. Mueller, D., Jung, K., Winter, M., Rogoll, D., Melcher, R., & Richling, E. (2017). Human Intervention study to investigate the intestinal accessibility and bioavailability of anthocyanins from bilberries. . *Food Chemistry*, Vol 23, 271-286.
89. Muhamad, I., Jusoh, Y., Nawi, N., Aziz, A., Padzil, A., & Lian, H. (2018). Advance Natural Food Colorant Encapsulation Methods: Anthocyanin Planr Pigment. . *Natural and artificial flavoring agents and food dyes, Handbook of food Bioengineering*.
90. Muhammad, S., Aamir, S., Mukama, O., Allah, R., Husnain, R., Hafiz, R. S., . . . Sobia, N. (2016). Inulin: Properties, Elath benefits and food applicarions. . *Carbohydrate Polymers* . , Vol 147, 444-454.
91. Nascimento, C. E., Carvalho, C. W., C., T. Y., Castro, D. G., & Ramirez, J. (2011). Use of sesame oil cake (Sesamum indicum L.) on corn expanded extrudates. *Food Research International* 45, 434–443.
92. Navarrete, P. C. (2006). *Caracterización física de extruidos preparados con mezclas de harinas QPM y frijol Lima* . Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa p. 36-39.
93. Norma Oficial Mexicana. (1978). NMX-F-066-S-1978 DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN ALIMENTOS.
94. Norma Oficial Mexicana. (n.d.). NOM-051-SCFI/SSA1-2010 Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-información comercial y sanitaria.

95. Norma Oficial Mexicana. (n.d.). NOM-110-SSA1-1994. PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.
96. Olaya, C., Castaño, M., & Garzón, G. (2008). Effect of temperature and water activity on the stability of microencapsulated anthocyanins extracted from Andes berry (*Rubus glaucus*) and Tamarillo (*Solanum betaceum*).
97. Olaya, C., Castaño, M., & Garzón, G. (2009). Stability of anthocyanins from *Rubus glaucus* Benth and *Solanum betaceum* Cav. dark-red strain as affected by temperature, storage time and water activity. *Acta Biológica Colombiana* 14, 141-156.
98. Olivas, G., Nevárez, M., & Gastélum, F. (2009). Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. *Tecnología Chihuahua* 3(1), 1-7.
99. OMS. (2006). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved Agosto 31, 2018, from *Obesidad y sobrepeso. Nota descriptiva No.311: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/index.html>*
100. Ontiveros Jiménez, M. (2015). Interacciones sociales como determinantes de la obesidad y el sobrepeso. *Economía Informa*.
101. Pacheco, J. (2015). Colorantes artificiales e hiperactividad. *Innutrition, Alimentación con ciencia*.
102. Pastor, C. E., S. Drago, R., González, R., E. Pastor, J., M., A., & Vioque, J. (2011). Effects of the addition of wild legumes (*Lathyrus annuus* and *Lathyrus clymenum*) on the physical and nutritional properties of extruded products based on whole corn and brown rice. *Food Chemistry* 128, 961–967.
103. Química, U. F. (n.d.). *Seminario de Gelatinización y retrogradación*. Retrieved from [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Seminario-Gelatinizacionyretrogradacion\\_25483.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Seminario-Gelatinizacionyretrogradacion_25483.pdf)
104. R. Lees. (1982). *Análisis de los alimentos, métodos analíticos y de control de calidad*. España: ACRIBA.
105. Ramírez, N. J. (2012). ANÁLISIS SENSORIAL: PRUEBAS ORIENTADAS AL CONSUMIDOR. *Revista ReCiTeIA*, 84-102.
106. Ramírez-Rodríguez, M., M.L. Plaza, A. A., & M.O. Balaban, a. M. (2011). Physicochemical and phytochemical properties of cold and hot water extraction from *Hibiscus sabdariffa*. *J. Food Sci*, 428-435.
107. Ríaz, M. N. (2006). New Technological solutions - Extrusion Process. *Food Protein R&D Center*, 21-25.

108. Ribeiro, F., & Stringheta, P. (2006). Microencapsulamiento de antocianinas. *Biotecnología Ciencia e Desenvolvimento*.
109. Robbins, S. (2000). *Administración: teoría y práctica*. México: Prentice-Hall.
110. Roberfroid, M. (2005). *Inulin -Type Fructans: Functional food Ingresientes*. Boca Raton, USA: CRC Press.
111. Rodríguez, V. A. (2017). *Desarrollo de una botana expandible enriquecida baja en grasa (Tesis Doctoral)*. México : Instituto Politécnico Nacional .
112. Rover, M., & Brown, R. (2013). Quatification of total phenols in bio-oil using the Folin-Ciocalteu method. *Jornal of Analytical and Apllied Pyrolysis.*, Vol 104 366-371.
113. SAGARPA, & CONACYT. (2010). Demanda Única: Jamaica – “Generación De Variedades De Jamaica (Hibiscus Sabdariffa L) Con Alta Concentracion De Compuestos Bioactivos, De Alto Rendimiento Y Tolerantes A Enfermedades Para Una Producción Sustentable En México.". *Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos* .
114. SAGARPA-ASERCA. (1999). México, proveedor de plantas medicinales al mundo. *Claridades Agropecuarias* 73, 13-21.
115. Sang, S., & YF, C. (2017). Wholw grani oats, more than just a fiber: Role of unique phytochemicals. *Mol Nutr Food Res*, 1-31.
116. Schnarch. (2014). *Desarrollo de nuevos productos: creatividad, innovación y marketing*. . McGraw Hill Education. 6ta ed.
117. Schutz, H. (1971). Fuentes de invalidez en la evaluación sensorial de alimentos. *Tecnología alimentaria: 25 (3) 53*.
118. Sevatson, E., & Huber, R. G. (2000). Extruders in the food industry. *Technomic Publishing Compañy*, 187-204.
119. Severiano, P., Gómez, A., Méndez, G. P., Gómez, C., Ríos, D., Escamilla, L., & Utrera, A. (2010). *Manual de Evaluación Sensorial* . México.
120. Singh, R., De, S., & Belkheir, A. (2013). Avena satina (Oat), a potential neutraceceutical and therapeutic agent: an overview. *Crit Rev Food Sci Nutr* 53(2), 124-144.
121. Stintzing, F., Stintzing, A., Carle, R., Frei, B., & Wrolstad, R. (2002). Color and Antioxidant properties of Cyanidin-based Anthocyani Pigmentes. *J Agric Food Chem.*, 50:6172-81.
122. Taddei, B. C. (2006). Estartegias de mercado en firma lideres de la industria alimentaria. . *Estudios sociales vol. XIV (028)*, 68-106.

123. Tsai, P., Mcintosh, J., Pearce, P., Cadmen, B., & Jordan, B. (2002). Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Food Research Internatinal*, 351-356.
124. Tunglund, B. C., & Meyer, D. (2002). Non digestible oligo-and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive reviews in Food science and Food Safety*, 73-92.
125. Urala, N., & Lähtenmäki, L. (2004). Attitudes Behind consumers' willingness to use functional foods . *Food Quality and Preference* 15, 793-803.
126. Vargas, G., Martínez, P., & Velezmoro, C. (2016). Propiedades funcionales de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y su modificación química por acetilación. *Scientia Agropecuaria* 7, 111-119.
127. Vargas, V. A. (2015 ). *Estudio de la estabilidad y aceptación de un edulcorante obtenido a partir de hojas de Stevia rebaudiana cultivadas en Costa Rica* . San José, Costa Rica : Ciudad Universitaria Rodrigo Facio.
128. Volman, J., Mensink, R., Ramakers, J., de Winther, M., Carisen, H., Blomhoft, R., . . . Plat, J. (2010). Dietary (1→3), (1→4)-beta-D-glucans from oat activate nuclear factor-kappaB in intestinal leukocytes and enterocytes from mice. *Nutr Res* 30(10), 40-48.
129. Wallace, T., & Guisti, M. (2008). Determination of color, pigment, and phenolic stability in yogurt systems colores with nonacylated anthocyanins from *Berberis boliviana* L. as compared to other natural/synthetic colorants. *J Food Science*, c1-c7.
130. Wang, S., & Jiao, H. (2000). Scavenging Capacity of Berry Crops on Sueroxide Radicals, Hydrogen Peroxide, Hydroxyl Radicals, and Singlet Oxygen. *J Agric Food Chem*, 48:5677-5684.
131. Wang, S., & Lin, H. (2000). Antioxidant Activity in Fruit and Leaves of Blackberry, Raspberry and Strawberry is Affected by Cultivar and Maturity. *J Agric Food Chem*, 48:140-146.
132. Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., & Elías, L. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos* . Ottawa, Canadá: Development Research Centre.
133. Wrolstad, R. (2000). Anthocyanins. *Natural Food Colorants*, 237-252.
134. Wrolstad, R. E., & Smith, E. D. (2009). Color analysis. In R. E. Wrolstad, & E. D. Smith, *Food Analysis* (pp. 575-586). USA: E.S. Nielsen.
135. Xi-Zhong, H., Jian-Mei, Z., Xia-ping, L., Chao, X., & Quing, Z. (2014). Chemical composition and sensory characteristics of oat flakes. . *Jornal of Cereal Sciencia.*, Vol 60,297-301.

136. Yu-Ping, F., Li-Xia, L., Bing-Zhao, Z., Berit, S. P., Zhong-Qiong, Y., Chao, H., . . . Yuan-Feng, Z. (2018). Characterization and prebiotic activity in Vitro of inulin-type eructan from *Codonopsis pilosula* roots. *Carbohydrate Polymers.*, Vol 193,212-220.
137. Zaidul, I., Yamauchi, H., Matsuura-Endo, Sazuki, T., & Noda, T. (2007). Correlation between the compositional and pasting properties of various potato starches. *Food Chemistry* 105, 164-172.
138. Zapata, M. E., Carrara, E., & Funes, J. (2013). Evaluación del grado de satisfacción y determinación del contenido de fibra de un pan elaborado en base a harina de arroz integral. *Diaeta*, 15-19.