



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DESARROLLO DE UNA BOTANA FUNCIONAL HORNEADA Y ENCHILADA,
ADICIONANDO HARINA DE NOPAL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ALIMENTOS

PRESENTA:

EMILIO CALATAYUD MUÑOZ-LEDO

ASESOR: I.B.Q LETICIA FIGUEROA VILLARREAL

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



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
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, autoriza al alumno:
Emilio Calatayud Muñoz-Ledo
Con número de cuenta: 409027248 a presentar el: Trabajo de Tesis

Desarrollo de una botana funcional horneada y enchilada, adicionando harina de nopal

Bajo la asesoría de la: I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal
Para obtener el título de: Ingeniero en Alimentos

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

| | NOMBRE | FIRMA Y FECHA |
|----------------------|--|--|
| PRESIDENTE | <u>I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal</u> |  02/04/14 |
| VOCAL | <u>Dra. Elsa Gutiérrez Cortez</u> |  31/03/14 |
| SECRETARIO | <u>L.A. María del Consuelo Molina Archiniega</u> |  2/04/14 |
| 1er. SUPLENTE | <u>LA. Alberto Solís Díaz</u> |  31/03/14 |
| 2do. SUPLENTE | <u>M. en C. Alma Adela Lira Vargas</u> |  4/04/14 |

Atentamente notificamos su participación en la revisión y evaluación del trabajo para que en un plazo no mayor a 30 días hábiles emita su VOTO APROBATORIO.

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, México a 29 de marzo de 2014.

M. EN A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
JEFE DEL DEPARTAMENTO

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

HM/lec

INDICE

| | |
|---|----------|
| RESUMEN | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 6 |
| CAPÍTULO I – ANTECEDENTES | 8 |
| 1.1 GENERALIDADES DEL NOPAL | 8 |
| 1.1.1 <i>Definición del nopal y su harina</i> | 8 |
| 1.1.2 <i>Obtención de la harina de nopal</i> | 8 |
| 1.1.3 <i>Propiedades del nopal y su harina</i> | 10 |
| 1.1.4 <i>Beneficios del consumo del nopal</i> | 11 |
| 1.1.5 <i>Producción de nopal en México</i> | 14 |
| 1.2 BOTANA HORNEADA | 14 |
| 1.2.1 <i>Definición de botana horneada</i> | 14 |
| 1.2.2 <i>Diagrama de proceso para la elaboración de una botana convencional</i> | 14 |
| <i>Diagrama 2. Proceso de elaboración de una botana horneada con harina de nopal.</i> | 15 |
| 1.2.5 <i>Mercado de las botanas</i> | 16 |
| 1.3 EVALUACIÓN SENSORIAL | 18 |
| 1.3.1 <i>Importancia de la evaluación sensorial en alimentos</i> | 19 |
| 1.3.2 <i>Percepción sensorial</i> | 20 |
| 1.3.3 <i>Pruebas sensoriales</i> | 20 |
| 1.3.4 <i>Pruebas afectivas</i> | 21 |
| 1.4 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS | 22 |
| 1.4.1 <i>Importancia del desarrollo de nuevos productos</i> | 22 |
| 1.4.2 <i>Metodología para el desarrollo de nuevos productos</i> | 22 |
| 1.4.3 <i>Ciclo de vida</i> | 23 |
| 1.5 VIDA ÚTIL | 24 |
| 1.5.1 <i>Importancia del consumidor</i> | 25 |
| 1.5.2 <i>Experimentación de vida útil</i> | 26 |
| 1.5.3 <i>Selección de las condiciones de la experimentación</i> | 26 |
| 1.5.4 <i>Determinación del tiempo máximo de almacenamiento para el estudio</i> | 26 |
| 1.5.5 <i>Selección de los tiempos de muestreo</i> | 27 |
| 1.5.6 <i>Determinación de los descriptores críticos</i> | 27 |
| 1.6 MERCADOTECNIA | 27 |
| 1.6.1 <i>Definición de mercadotecnia</i> | 27 |
| 1.6.2 <i>Definición de mercado</i> | 28 |
| 1.6.3 <i>Tipos de mercado</i> | 28 |
| 1.6.4 <i>Segmentación de mercado</i> | 30 |
| 1.6.5 <i>Investigación de mercado</i> | 31 |
| 1.6.6 <i>Conceptos y definiciones de la investigación de mercado</i> | 31 |
| 1.6.7 <i>Importancia de la investigación de mercado</i> | 32 |

| | |
|--|-----------|
| 1.6.8 Tipos de investigación de mercado | 32 |
| 1.6.9 Variables de la mercadotecnia | 33 |
| CAPÍTULO II METODOLOGÍA EXPERIMENTAL | 35 |
| 2.1 OBJETIVOS | 35 |
| 2.1.1 Objetivo General | 35 |
| 2.1.2 Objetivos Particulares | 35 |
| CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EXPERIMENTAL | 35 |
| 3.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES | 35 |
| 3.1.1 Actividad preliminar 1 | 35 |
| 3.1.1.1 Determinación de humedad por método de estufa (NMX-F-083-1986) | 35 |
| 3.1.1.2 Determinación de humedad por termobalanza (Kirk et. Al., 1996) | 35 |
| 3.1.1.3 Determinación de fibra insoluble por método de Kennedy (NMX-F-090-S-1978) | 36 |
| 3.1.1.4 Determinación de proteínas por método de micro Kjeldahl (AOAC 2001.11) | 36 |
| 3.1.1.5 Determinación de lípidos por método de Soxhlet (Nielsen, 2003) | 37 |
| 3.1.1.6 Determinación de cenizas por método de incineración directa (NMX-F-066-S-1978) | 37 |
| 3.1.1.7 Cálculo de carbohidratos por diferencia de componentes | 38 |
| 3.1.2 Actividad Preliminar 2 | 39 |
| 3.1.3 Actividad Preliminar 3 | 40 |
| 3.1.4 Actividad Preliminar 4 | 40 |
| 3.1.5 Actividad Preliminar 5 | 40 |
| 3.1.6 Actividad Preliminar 6 | 41 |
| 3.2 OBJETIVOS PARTICULARES | 41 |
| 3.2.1 Objetivo Particular 1 | 41 |
| Act. 3.2.1.1 Encuesta de mercado sobre preferencias en botanas | 41 |
| 3.2.2 Objetivo Particular 2 | 42 |
| 3.2.3 Objetivo Particular 3 | 44 |
| Análisis químico y microbiológico | 44 |
| Act. 3.2.3.1 Análisis químico a la botana | 45 |
| Act. 3.2.3.2 Análisis microbiológico a la botana | 45 |
| 3.2.4 Objetivo Particular 4 | 47 |
| Act. 3.2.4.1 Grado de aceptación y preferencia de la botana con harina de nopal | 47 |
| 3.2.5 Objetivo Particular 5 | 48 |
| Mercadotecnia | 48 |
| Act. 3.2.5.1 Elección del envase | 48 |
| Act. 3.2.5.2 Diseño de la etiqueta | 49 |

| | |
|--|-----------|
| Act. 3.2.5.3 Costo del producto _____ | 50 |
| 3.2.6 <i>Objetivo particular 6</i> _____ | 50 |
| Act. 3.2.6.1 <i>Vida útil</i> _____ | 50 |
| Act. 3.2.6.1 Análisis sensorial _____ | 50 |
| Act. 3.2.6.2 Determinación de humedad por termobalanza _____ | 51 |
| Act. 3.2.6.3 Determinación de la actividad de agua (Aw) _____ | 51 |
| CAPITULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS _____ | 51 |
| 4.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES _____ | 51 |
| 4.1.1 <i>Actividad Preliminar 1 – Análisis químico a la harina de nopal</i> _____ | 51 |
| 4.1.2 <i>Actividad Preliminar 2 – Caracterización del horno</i> _____ | 52 |
| 4.1.3 <i>Actividad Preliminar 3 – Determinación de humedad de una botana comercial</i> _____ | 53 |
| 4.1.4 <i>Actividad Preliminar 4 – Establecer la mejor formulación de una botana adicionada con harina de nopal</i> _____ | 54 |
| 4.1.5 <i>Actividad Preliminar 5 – Determinación del tiempo de secado de la botana</i> _____ | 57 |
| 4.1.6 <i>Actividad Preliminar 6 – Caracterización de la cámara climática</i> _____ | 57 |
| 4.2 OBJETIVOS PARTICULARES _____ | 58 |
| 4.2.1 <i>Objetivo particular 1</i> _____ | 58 |
| Act. 4.2.1.1 <i>Estudio de mercado sobre preferencias en botanas</i> _____ | 58 |
| 4.2.2 <i>Objetivo particular 2</i> _____ | 60 |
| Act. 4.2.2.1 <i>Desarrollo de los prototipos</i> _____ | 60 |
| Act. 4.2.2.2 <i>Pruebas sensoriales de preferencia de los prototipos</i> _____ | 60 |
| 4.2.3 <i>Objetivo particular 3</i> _____ | 61 |
| 4.2.3.1 Análisis químico a la botana _____ | 61 |
| 4.2.3.2 Análisis microbiológico a la botana _____ | 62 |
| 4.2.4 <i>Objetivo 4</i> _____ | 62 |
| Act. 4.2.4.1 <i>Prueba sensorial de aceptación</i> _____ | 62 |
| 4.2.5 <i>Objetivo 5</i> _____ | 63 |
| <i>Desarrollo de la mercadotecnia</i> _____ | 63 |
| Act. 4.2.5.1 Elección del envase _____ | 63 |
| Act. 4.2.5.2 Diseño de la etiqueta _____ | 64 |
| Act. 4.2.5.3 Costo _____ | 65 |
| 4.2.6 <i>Objetivo 6 – Vida útil</i> _____ | 65 |
| 4.2.6.1 Pruebas sensoriales de aceptación _____ | 65 |
| Act. 4.2.6.2 Determinación de actividad de agua y humedad _____ | 66 |
| CONCLUSIONES _____ | 67 |
| REFERENCIAS _____ | 68 |

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una botana funcional con un alto contenido en fibra adicionando harina de nopal. Se realizó una investigación teórica sobre el aporte de la fibra y los beneficios del nopal. Se efectuó un estudio de mercado en el que resalta la importancia de elaborar productos funcionales debido a que un 80% de la población estudiada prefiere consumir una botana que tenga un aporte a la salud. De acuerdo al Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI) se han realizado estudios y se recomienda utilizar harina de nopal en algunos productos en una concentración de entre 10 y 30%. Se desarrollaron prototipos con mezcla de harinas de nopal y de maíz a tres concentraciones (8.66, 17.33, 26% nopal y 30.33, 21.66, 13% maíz respectivamente) y se evaluaron mediante pruebas sensoriales de preferencia. El prototipo con mayor aceptación fue el elaborado con 17.33% de harina de nopal ($p < 0.05$). Se le determinó su composición química obteniendo un 12% de fibra insoluble y un 12% de cenizas, pudiendo comprobar que es un alimento funcional. Se realizó un conteo de mohos y levaduras en el cual se reportaron cero unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de mohos y levaduras en agar papa-dextrosa acidificado. Posteriormente, se efectuó una prueba sensorial afectiva comparando el producto con uno comercial obteniendo una buena aceptación del consumidor. Finalmente se llevó a cabo la determinación de la vida útil del producto mediante pruebas aceleradas a 45°C y 70% de humedad relativa comprobando que el tiempo real de vida útil es de 252 días. Se logró desarrollar un producto inocuo y funcional aprovechando un recurso que es altamente cultivado en México. Por otro lado se comprobó que la botana de nopal tiene una buena aceptación por parte del consumidor por lo que es capaz de competir en el mercado. Finalmente se determinó que la botana es un alimento poco perecedero lo que facilita la distribución para su venta y consumo.

Alimento funcional: Aquel producto, alimento modificado, que puede proveer beneficios a la salud superiores a los ofrecidos por los alimentos tradicionales (De las Cagigas et Al, 2002).

Introducción

El nopal (*Opuntia spp.*) es una especie básica en el consumo de los mexicanos, ya que en torno a este producto giran innumerables actividades económicas del campo y la industria (Valencia y Brabila, 2009). El nopal como alimento funcional es una fuente importante de fibra dietética, calcio y potasio; compuestos muy apreciados para una dieta saludable y como ingredientes para diseñar nuevos alimentos (Sáenz, 2004). Por otro lado, el nopal contiene 1.6mg de hierro/100g, mineral imprescindible para la formación de hemoglobina, transporte de oxígeno al cuerpo y para el desarrollo del cerebro (Pérez, 2008).

En la última década del siglo XX comenzaron a desarrollarse nuevos conceptos en nutrición, como resultado de nuevos estilos de vida y la preocupación por elevar la calidad de vida de los individuos. De las Cagigas y Blanco (2002) describen como “alimento funcional”, aquel producto, alimento modificado, que pueda proveer beneficios a la salud superiores a los ofrecidos por los alimentos tradicionales.

En la última década notablemente la demanda de cereales precocidos se han incrementado (Harper, 1992; Dos Santos et al., 2002), los cuales se consumen en forma de botanas, siendo el maíz el cereal más utilizado para este tipo de productos, sin embargo, existe el interés de incorporar legumbres para mejorar las propiedades nutricionales (Bouzaza et al., 1996; González et al., 2000). La comodidad de los productos pre-elaborados y el ahorro de tiempo conjuntamente con la novedad y la variedad en texturas, sabores, características nutricionales, tamaño y tipo de envase, etc., son utilidades que el consumidor moderno reconoce como necesarias y está dispuesto a pagar un precio mayor por estos productos que por los alimentos tradicionales a base de cereales (González et al., 2000).

Por lo antes mencionado, se decidió realizar un proyecto para desarrollar una botana funcional horneada, elaborada con harina de nopal, la cual contendrá un alto porcentaje de fibra y se realizará un estudio sobre su incursión en el mercado.

En la actualidad, la vida cotidiana, sobre todo en las ciudades, exige un ritmo de vida muy acelerado que obliga a las personas muchas veces a saltarse una comida o a prolongar los intervalos de horas entre los almuerzos. La mayoría de las personas consume algún tipo de botana o dulce para mitigar el hambre. Estas botanas

generalmente tienen un contenido nutritivo prácticamente nulo y no aportan ningún beneficio a la salud del consumidor. El objetivo es crear una botana funcional, la cual debido a las propiedades de la fibra del nopal sea beneficiosa para la salud del consumidor.

Capítulo I – Antecedentes

1.1 Generalidades del nopal

1.1.1 Definición del nopal y su harina

Nopal, es el nombre común que reciben las cactáceas del género *Opuntia spp.* Los nopales son plantas arbustivas, rastreras o erectas que pueden alcanzar 3.5 a 5m de altura. El sistema radical es muy extenso, densamente ramificado, rico en raíces finas absorbentes y superficiales en zonas áridas de escasa pluviometría. La longitud de las raíces está en relación con las condiciones hídricas y con el manejo cultural, especialmente el riego y la fertilización (Sudzuki et al., 1993; Villegas y de Gante, 1997). Los tallos suculentos y articulados o cladodios, comúnmente llamados pencas, presentan forma de raqueta ovoide o alongada alcanzando hasta 60-70 cm de longitud, dependiendo del agua y de los nutrientes disponibles (Sudzuki et al., 1993). Cuando miden 10-12 cm son tiernos y se pueden consumir como verdura.

Los cladodios, utilizados para la producción de nopalitos, cuando están parcialmente lignificados (cladodios de 2-3 años) se utilizan para la producción de sólidos granulares de nopal y otros productos. Este último se obtiene del secado de los cladodios y una posterior molienda, explicado en el Diagrama 1. (IIBI, 2012)

1.1.2 Obtención de los sólidos granulares de nopal

El proceso para la obtención de los sólidos granulares de nopal se presenta en la Figura 1.

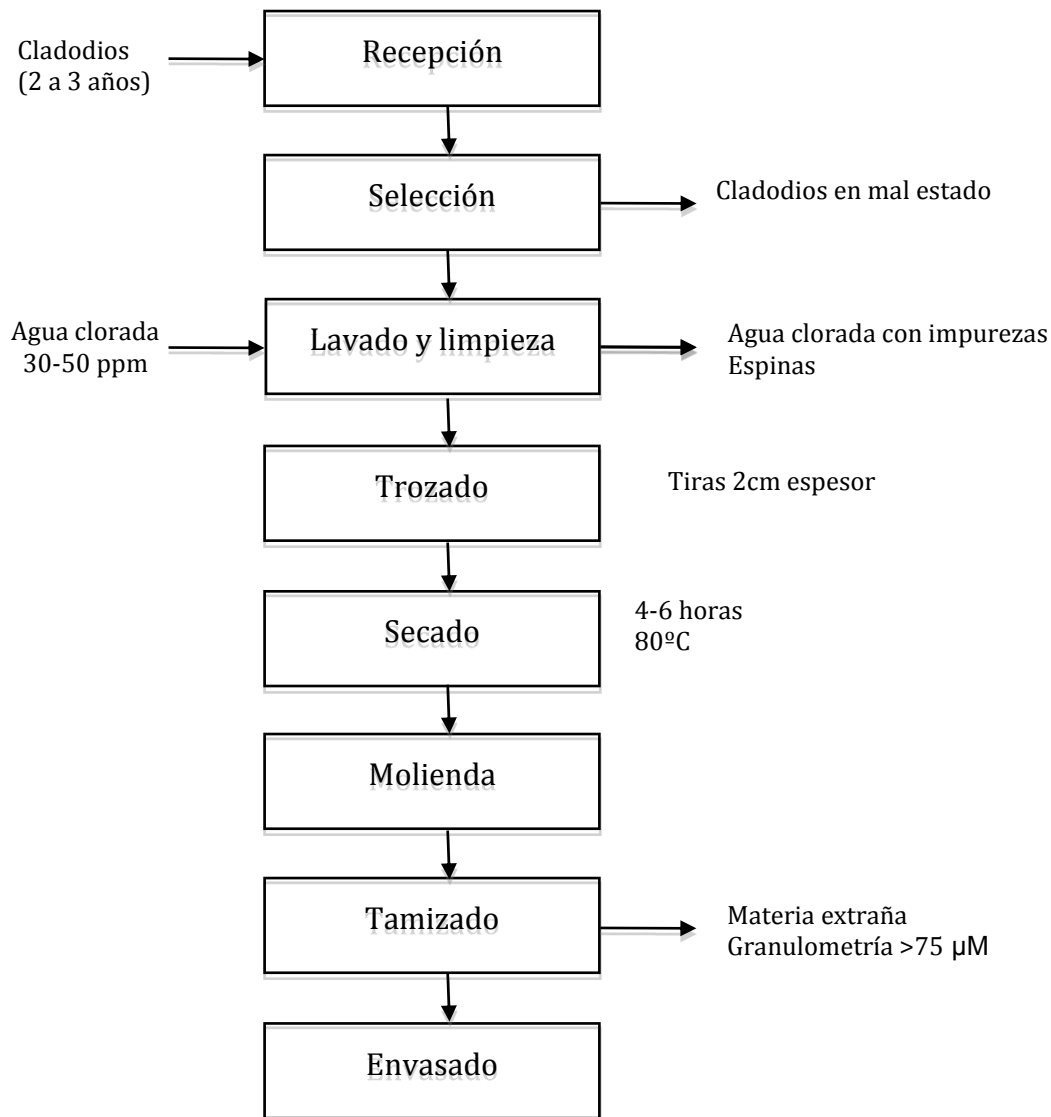


Figura 1. Proceso para la obtención de sólidos granulares de nopal.

(IIBI, 2012)

Recepción y selección del Nopal: El nopal se transporta por lotes, en los medios de transporte local, hasta la planta de proceso. Aquí se examinan de forma rigurosa con el propósito de detectar si hay algún riesgo o peligro microbiológico, físico o químico.

Lavado y limpieza: Se trata el nopal con agua clorada a una concentración de 30-50 ppm con el objetivo de eliminar impurezas adheridas y evitar contaminaciones en el producto.

Trozado: Los nopales se cortan en rebanadas de 2mm de espesor, lo cual permite un secado rápido para disminuir el tiempo y costo de esta operación. Es importante

mantener un tamaño uniforme para que el secado sea homogéneo.

Secado: Los nopales rebanados son colocados en bandejas perforadas y se llevan al horno para deshidratarlos. Se coloca un charola en la parte inferior del horno para recuperar el agua con mucilago que pueda desprenderse. La duración del secado es aproximadamente de 4 a 6 horas para secar el producto de 94% a una humedad final de 9%.

Molienda: Esta operación consiste en disminuir el tamaño de las partículas, de los nopales deshidratados, a la granulometría deseada.

Tamizado: Los sólidos granulares del nopal pasan por una serie de tamices para obtener la granulometría deseada. Se garantiza la ausencia de partículas extrañas y homogeneidad en el tamaño de partícula.

Envasado: El envasado debe garantizar que no exista contacto con la luz ni la humedad del medio (IIBI, 2012).

1.1.3 Propiedades del nopal y su harina

En la última década del siglo XX comenzaron a desarrollarse nuevos conceptos en nutrición, como fruto de nuevos estilos de vida y la preocupación por elevar la calidad de vida de los individuos. La interrelación de disciplinas como la Biología Molecular, la Biotecnología, la Informática, entre otras, con la Nutrición, permite a las industrias alimentarias el desarrollo de nuevos productos con funciones adicionales a las del alimento original. El nopal tiene algunas propiedades que lo hacen atractivo para su uso en la industria de alimentos: jugo, tortillas, ensaladas por mencionar algunos productos.

La evolución de la composición de algunos parámetros en el nopal hasta la madurez (pH, sólidos solubles, fibra) deberá ser tomada en cuenta dependiendo del proceso al que se someterá.

Flores et al. (1995) en un estudio efectuado en 20 variedades de nopal y analizando tallos (suberificados), cladodios maduros (penca anual) y cladodios jóvenes (brotes), concluyen al igual que Pimienta (1990), que el contenido de proteínas es mayor en los brotes o renuevo mientras que la fibra cruda aumenta con la edad del cladodio, llegando a 17% en los tallos de 3 años de edad. Por otro lado las cenizas en las pencas de 3 años constituyen un 14% de la composición química, de la cual 90% es calcio, Tabla 1.

Tabla 1. Composición química de cladodios de distintas edades

| Edad (años) | Descripción | Proteína (%) | Grasa (%) | Cenizas (%) | Fibra Cruda (%) | Extracto no nitrogenado (%) |
|-------------|----------------------|--------------|-----------|-------------|-----------------|-----------------------------|
| 0,5 | Renuevos o nopalitos | 9,4 | 1,00 | 21,0 | 8,0 | 60,6 |
| 1 | Penca | 5,4 | 1,29 | 18,2 | 12,0 | 63,1 |
| 2 | Penca | 4,2 | 1,40 | 13,2 | 14,5 | 66,7 |
| 3 | Penca | 3,7 | 1,33 | 14,2 | 17,0 | 63,7 |
| 4 | Tallos suberificados | 2,5 | 1,67 | 14,4 | 17,5 | 63,9 |

Fuente: López et al. (1977)

Los nopalitos son ricos como antes mencionado en calcio pero también en potasio (93 y 166mg/100g), respectivamente y tienen bajo contenido de sodio (2mg/100 g), lo que es una ventaja para la salud humana.

Sin embargo, McConn y Nakata (2004) en un estudio efectuado en nopalitos señalan que el calcio presente no estaría disponible para la utilización por el cuerpo humano, ya que se encuentra bajo forma de cristales de oxalato de calcio. Contiene, además, cantidades moderadas de carotenoides (30 µg/100 g) y de vitamina C (11 mg/ 100 g) (Rodríguez-Félix y Cantwell, 1988). Claro está que estos últimos dos componentes se pierden en el proceso térmico durante la elaboración de la harina de nopal.

1.1.4 Beneficios del consumo del nopal

Del concepto de “alimento sano”, definido como aquel alimento inocuo y no dañino para la salud que conserva su capacidad nutricional, su atractivo a los sentidos, su pureza y su frescura, se pasa a otro concepto más actual de “alimento funcional”, descrito como aquel producto, alimento modificado o ingrediente alimentario, que pueda proveer beneficios a la salud superiores a los ofrecidos por los alimentos tradicionales. El efecto positivo de un alimento funcional puede ser tanto en el mantenimiento del estado de salud como en la reducción del riesgo de padecer una enfermedad.

El desarrollo de alimentos funcionales constituye una oportunidad real de contribuir a mejorar la calidad de la dieta y la selección de alimentos que pueden afectar positivamente la salud y el bienestar del individuo. Es importante destacar que un alimento puede ser funcional para una población en general o para grupos particulares de la población, definidos por sus características genéticas, sexo, edad u otros factores. Cualquier definición de alimento funcional debe converger hacia aquel alimento que tenga un impacto positivo en la salud del individuo ya sea previniendo o

siendo auxiliar en alguna enfermedad, además del valor nutritivo que contiene.

Entre estos compuestos funcionales, la fibra dietética es uno de los componentes más estudiados desde el punto de vista de la nutrición y la relación que existe entre fibra y salud, por ejemplo para el control del colesterol y prevención de algunas enfermedades como diabetes y obesidad (Hollingsworth, 1996; Grijspaardt-Vink, 1996; Sloan, 1994), lo que es conocido por los consumidores.

Según su solubilidad en agua, la fibra se clasifica en soluble e insoluble; la primera la conforman mucílagos, gomas, pectinas y hemicelulosas y la insoluble es principalmente celulosa, lignina y una gran fracción de hemicelulosa (Atalah y Pak 1997).

Los cladodios son una fuente importante de fibra, de calcio y de mucílagos, tres componentes que son necesarios para integrar una dieta saludable (Sáenz, 2004).

El estilo de vida actual puede provocar que tengamos niveles elevados de cansancio o fatiga. Investigaciones recientes han demostrado que la fibra puede contribuir a mejorar los niveles de energía y bienestar (Smith, 2005). Los Investigadores de la University of Cardiff concluyeron que el aumento de consumo de fibra puede reducir la fatiga; atribuyeron dicho efecto a una mejor digestión y eliminación de productos de desecho, así como al aumento en el número de bacterias benéficas en el tracto digestivo inferior (Smith et al., 2001).

De acuerdo con las investigaciones recientes, existen varios mecanismos por medio de los cuales la fibra también puede ayudar a reducir el riesgo de cáncer. Es probable que la fibra actúe de manera combinada para proporcionar efectos protectores en el organismo:

- La fibra es fermentada en el colon por las bacterias benéficas, produciendo sustancias llamadas ácidos grasos de cadena corta, como el butirato, el cual puede proteger contra el cáncer colorrectal por su capacidad de promover diferenciación celular, e inhibir la producción de ácidos biliares secundarios al reducir el pH. Por otra parte, los ácidos grasos de cadena corta proporcionan energía para las células que recubren las paredes del intestino, ayudándoles a renovarse y repararse a sí mismas para mantenerse saludables.
- La fibra acelera el paso de los desechos alimenticios a través del colon, diluyendo el contenido y posiblemente reduciendo la absorción de carcinógenos por la mucosa colónica. (Key et al., 2004)

En cuanto a la salud digestiva, la fibra también juega un rol muy importante:

- Dependiendo del tipo de dieta, los alimentos tardan entre un día y medio hasta tres días en recorrer la longitud completa del tracto digestivo. La fibra ayuda a que los alimentos sigan su recorrido por el sistema digestivo y aumenta el volumen del bolo para que los elementos no digeridos, puedan ser eliminados más fácilmente.
- La fibra mantiene saludables las paredes del tracto digestivo.
- Una dieta alta en fibra puede ayudar a reducir la sensación de inflamación.
(Jefferson, 2005)

El sobrepeso y la obesidad se consideran dos de los más importantes factores de riesgo para la salud pública en el siglo XXI. Ambas condiciones están asociadas a las principales causas de muerte en México: diabetes, enfermedades del corazón, del sistema circulatorio, problemas de irrigación cerebral y ciertos tipos de cáncer.

Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (INSP, 2006), 39% de la población adulta sufre de sobrepeso y otro 30% de obesidad. La prevalencia de sobrepeso es más alta en hombres (42.5%) que en mujeres (37.4%); mientras que la prevalencia de obesidad es mayor en las mujeres (34.5%) que en los hombres (24.2%), (INSP, 2006).

Numerosos estudios han investigado el papel de la fibra en el control de peso y concluyen que la fibra puede ayudar a controlar el peso corporal e incluso a reducirlo porque:

- Toma más tiempo masticala y disminuye la velocidad con la que se ingieren los alimentos, lo que da al organismo la oportunidad de determinar cuándo se está satisfecho (señales de saciedad).
- Absorbe fluidos (hasta quince veces su propio peso) para aumentar de volumen en el estómago y el intestino proximal, propicia la sensación de saciedad.

(Slavin et al., 2007)

En México, la “Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales”. Establece en su Artículo 7.17 que para que un alimento sea considerado como adicionado con fibra, su contenido de este nutrimento debe ser igual o mayor a 2.5 gramos por porción, en relación con el contenido del

alimento original o de su similar.

1.1.5 Producción de nopal en México

Las plantas del género *Opuntia* son nativas de varios ambientes, desde zonas áridas al nivel del mar hasta territorios de gran altura como los Andes del Perú; desde regiones tropicales de México donde las temperaturas están siempre por sobre los 5°C a áreas de Canadá que en el invierno llegan a -40°C (Nobel, 1999). Por esta razón, estas especies pueden ser un recurso genético de interés para zonas ecológicas muy diversas.

La producción nacional del nopal es de 600 mil toneladas al año, pero 160 mil se desperdician porque su consumo no se ha generalizado en todo el país ni tampoco se cuenta con una cadena agroindustrial que permita procesarlo en productos de belleza y complementos alimenticios o medicinales. En cuanto al nopal como verdura (parte consumida como alimento) se producen 267,385 toneladas por año. El 70 por ciento del nopal que se produce en México se vende fresco como alimento y únicamente la tercera parte se procesa. Milpa Alta, Distrito Federal, y el Estado de Morelos producen en conjunto 90 por ciento de la producción nacional de nopal, seguidos de Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí (González, 2010).

El consumo promedio de nopal es de 6.4 kilos per cápita a nivel nacional, pero llega a 8 kilos en el centro del país, en el norte es de 5 y en el sur es de 4.5 kilos (González, 2010).

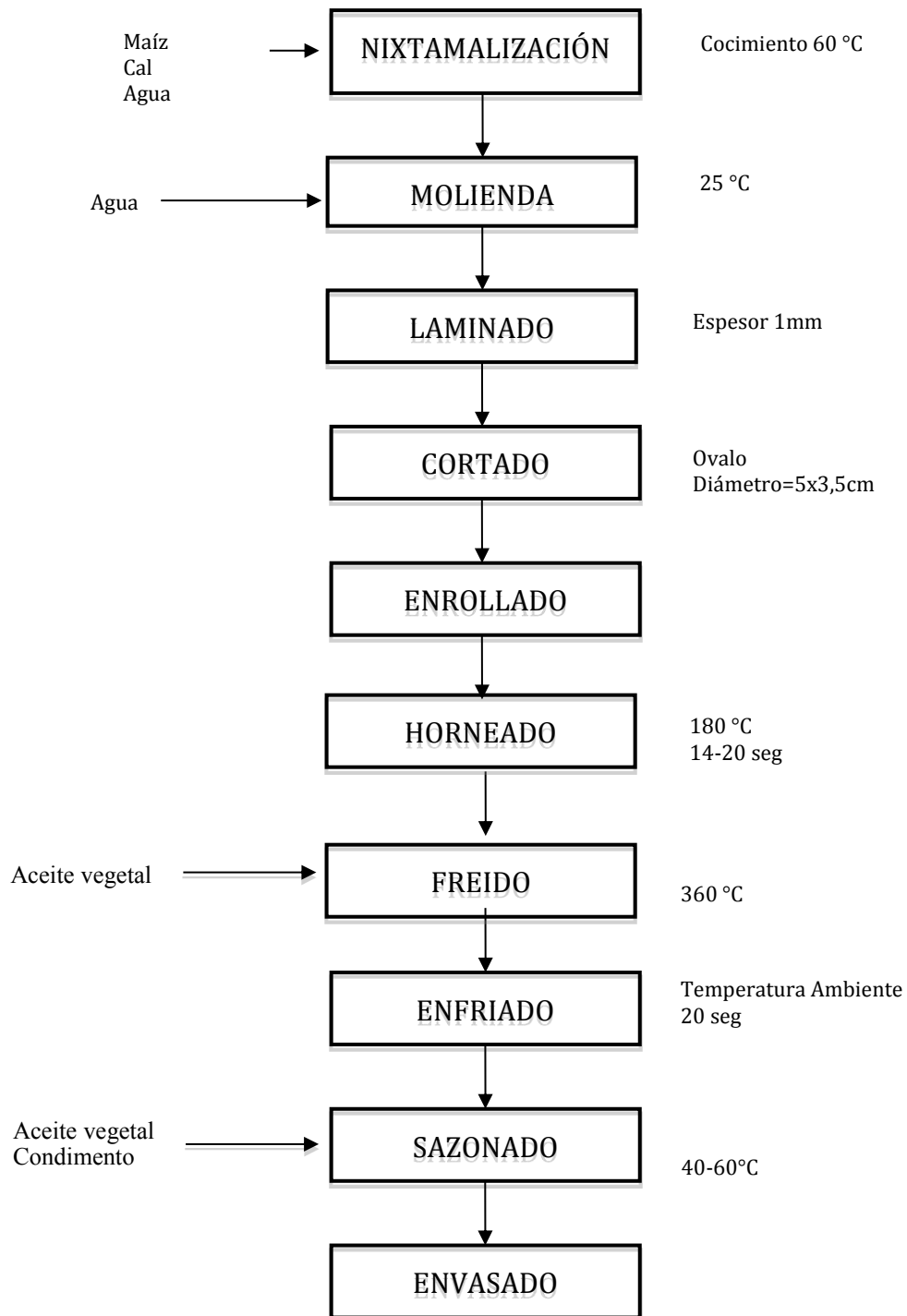
1.2 Botana horneada

1.2.1 Definición de botana

Según el término "snacks" o "botanas" define una comida ligera, usualmente una ración individual que debe ser fácil de manipular, estar lista para comer, ser accesible y de tamaño pequeño que debe mitigar momentáneamente la sensación de hambre. Generalmente son hechas a base de harina y se obtienen por medio de un proceso de extrusión y un posterior freído por lo que tienen un contenido nutricional casi nulo (Hurtado et Al, 2001).

1.2.2 Proceso para la elaboración de una botana convencional

El proceso para la elaboración de una botana convencional se presenta en la Figura 2.



PepsiCo Alimentos México, 2013

Figura 2. Proceso de elaboración de una botana horneada con harina de nopal.

Nixtamalización: Se coce a una temperatura de 60 °C el maíz con cal en una marmita y posteriormente se deja reposar durante 10 horas para obtener la humedad adecuada en el grano.

Molienda: Se muele el grano en un molino de piedras en el cual se le añade el colorante que proporcionará el color de la base a la botana. La apertura de las piedras depende de las características deseadas o especificaciones del producto final.

Laminado: Se pasa la masa por dos rodillos laminadores para obtener una lámina de masa con un espesor de 1mm.

Cortado: Un molde corta las láminas en circunferencias de 5x3.5 cm.

Enrollado: La masa pasa por un rodillo en el cual se adhiere la hojuela cruda y es enrollada.

Horneado: Se hornea la hojuela enrollada en un horno continuo a 315°C de 20 a 15 segundos.

Freído: En un freidor se fríe la hojuela horneada en aceite vegetal a una temperatura de 176°C.

Enfriado: La base frita es enfriada durante 20 segundos a temperatura ambiente con ayuda de un extractor para llegar a una temperatura final entre 40 y 60°C, condiciones óptimas para la adhesión del condimento.

Sazonado: La base frita es rociada con aceite y posteriormente espolvoreada con el condimento y finalmente envasada.

(PepsiCo Alimentos México, 2013)

1.2.5 Mercado de las botanas

Las botanas son una industria que abarca diversos mercados, amplios rangos de edad y con la ventaja de ser un alimento para cualquier momento y situación. Existe una gran variedad de botanas, que va desde las carnes frías, las frutas o verduras, productos fritos y tostados como los cacahuates, chicharrones de harina, papas fritas, habas, garbanzos y entren otras. Las botanas resultan un producto que cubre muchas necesidades de los clientes a un precio accesible, buen sabor, amplio surtido en sabor

y tamaño, disponible en puntos de venta, no es exclusivo de una clase social y es para todas las edades.

Existen 130 empresas fabricantes establecidas y registradas en el Quinto Directorio Nacional de Fabricantes de Botanas (INEGI, 2010), de las cuales:

- 6% son empresas grandes.
- 14% son empresas medianas.
- 20% son empresas pequeñas.
- 60% son micro empresas.

En México a la cabeza de la industria se encuentra Pepsi-Cola, propietaria de Sabritas, empresa que se destaca como líder en el sector con una participación del 70%, le sigue el Grupo Industrial Bimbo con su compañía Barcel con 20% del mercado. Si bien estos dos gigantes controlan el mercado, otras empresas tienen una buena participación, entre ellas Xignux, quien participa desde el 2003 con la marca Encanto, Leo y Snaki; Procter & Gamble, tiene en el mercado mexicano su marca Pringles; y vale destacar a FEMSA que también participan en el negocio de las botanas en México, a través de su embotelladora Arca, que produce y comercializa marcas de Coca-Cola, que está en el mercado después de adquirir la empresa Botanas Bokados (Torres, 2009).

En cuanto a tipos de botanas, la siguiente es la distribución por categorías: (INEGI, 2010)

- 36% Frituras de harina de trigo y maíz.
- 27% Papas Fritas.
- 19% Totopos y tostadas.
- 11% Otros productos inflados / horneados.
- 4% Cacahuates y semillas.
- 3% Chicharrón de cerdo.

La venta de botanas de sal genera ventas anuales de más de US\$2.950 millones, con una producción de 6.755 millones de bolsitas individuales de 41 gramos (Torres, 2009).

Hay que resaltar que la industria de las botanas ha sido señalada sistemáticamente desde hace años por ser una de las principales causas del incremento de la obesidad en México. Estudios realizados revelan que el 86% de los mexicanos consumen algún

tipo de botana (maíz, papitas fritas o extruídos), al menos una vez cada 15 días. El mismo estudio afirma que las compras, tanto para consumo dentro como fuera del hogar, se realizan de manera impulsiva, no son planeadas (Torres, 2009). El consumo per cápita, está entre 3.5 a 3.8 kilos, según lo manifestó el Ingeniero Espiridion Valdés Rodríguez, Subdirector Técnico de Barcel y Presidente de la Rama 106, Fabricantes de Botanas de Canacintra.

Sin embargo el consumo per cápita de botanas saladas se ha venido reduciendo gradualmente en el último lustro a una tasa anual de 2.6%, según un cálculo de El Economista, basado en cifras del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI, 2010).

Así, mientras en el 2005 cada mexicano consumía por año una media de 86 bolsas de diferentes frituras de 41 gramos en promedio (charritos, papas fritas, cacahuates tostados, totopos, etcétera). En el 2009, esa cifra fue de 77 piezas, es decir, prácticamente 10% menos (Amador, 2010).

Esta baja en el consumo de botanas saladas se explica debido a que los productos están siendo objeto de condena social por su bajo contenido nutricional. El principal reto de las empresas es reformularlos en términos nutricionales sin que pierdan sabor o sacar nuevos productos al mercado con ese valor nutricional demandado.

1.3 Evaluación Sensorial

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 (Hernández, 2005).

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”

La evaluación sensorial es importante para la industria de alimentos, para los profesionales encargados de la estandarización de los procesos, para los encargados de la producción y desarrollo de nuevos productos y los promotores de los productos alimenticios, ya que deben conocer la metodología apropiada, que les permita evaluar los alimentos haciéndolos de esta manera competitivos en el mercado (Hernández, 2005).

1.3.1 Importancia de la evaluación sensorial en alimentos

La importancia de la evaluación en las industrias de alimentos radica principalmente en varios aspectos como:

- *Control del proceso de elaboración:* la evaluación sensorial es importante en la producción, ya sea debido al cambio de algún componente del alimento o por que se varié la formulación; a la modificación de alguna variable del proceso o tal vez por la utilización de una máquina nueva o moderna.
- *Control durante la elaboración del producto alimenticio:* el análisis sensorial se debe realizar a cada una de las materias primas que entran al proceso, al producto intermedio o en proceso, al producto terminado. Esto permite hacer un seguimiento al producto evitando o previniendo algunos inconvenientes que puedan alterar las características del producto en cada etapa del proceso.
- *Vigilancia del producto:* este principio es importante para la estandarización, la vida útil del producto y las condiciones que se deben tener en cuenta para la comercialización de los productos cuando se realizan a distancias alejadas de la planta de procesamiento o cuando son exportados, ya que se deben mantener las características sensoriales de los productos durante todo el trayecto hasta cuando es preparado y consumido.
- *Influencia del almacenamiento:* es necesario mantener el producto que se encuentra en almacenamiento, bajo condiciones óptimas para que no se alteren las características sensoriales, para lograr este propósito es necesario verificar las condiciones de temperatura, ventilación, tiempo de elaboración y almacenamiento, las condiciones de apilamiento y la rotación de los productos.

- *Sensación experimentada por el consumidor*: se basa en el grado de aceptación o rechazo del producto por parte del consumidor, ya sea comparándolo con uno del mercado (competencia), con un producto nuevo con diferentes formulaciones o simplemente con un cambio en alguno de los componentes con el fin de mejorarlo. Se debe tener claro el propósito y el aspecto o atributo que se va a medir.

Además de medir la aceptación de un producto, la evaluación sensorial permite también medir el tiempo de vida útil de un producto alimenticio.

(Sancho et. Al., 2002)

1.3.2 Percepción sensorial

La percepción se define como “la interpretación de la sensación, es decir la toma de conciencia sensorial”. La sensación se puede medir únicamente por métodos psicológicos y los estímulos por métodos físicos o químicos.

La percepción se define como: “La capacidad de la mente para atribuir información sensorial a un objeto externo a medida que la produce”.

Entonces la valoración de un producto alimenticio se percibe a través de uno o de dos o más sentidos. La percepción de cualquier estímulo ya sea físico o químico, se debe principalmente a la relación de la información recibida por los sentidos, denominados también como órganos receptores periféricos, los cuales codifican la información y dan respuesta o sensación, de acuerdo a la intensidad, duración y calidad del estímulo, percibiéndose su aceptación o rechazo (Carpenter et al., 2000).

1.3.3 Pruebas sensoriales

Existen tres tipos de pruebas sensoriales presentadas en la Tabla 2. Para efecto de este trabajo solo se realizarán pruebas afectivas.

Tabla 2. Pruebas sensoriales

| Prueba sensorial | Objetivo | Pregunta de interés |
|------------------|--|---|
| Afectiva | Determinar la aceptabilidad de consumo de un producto | ¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos? |
| Discriminativa | Determinar si dos productos son percibidos de manera diferente por el consumidor | ¿Existe diferencia entre dos productos? |
| Descriptiva | Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales | ¿En qué características específicas difieren los productos? |

Fuente: Hernández (2005)

1.3.4 Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas, son pruebas en donde el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, puede ser frente a otro. Se utilizan escalas de calificación de las muestras. Son pruebas que se realizan con los consumidores, en la que el consumidor expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando:

- Si le gusta o le disgusta
- Si lo acepta o lo rechaza

Pruebas de preferencia: Se emplean para definir el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado por parte del consumidor. Para estas pruebas se requiere de un grupo bastante numeroso de panelistas los cuales no necesariamente tienen que ser entrenados (Hernández, 2005).

Escala hedónica facial o gráfica: La escala gráfica, se utiliza cuando la escala tiene un gran tamaño presentándose dificultad para describir los puntos dentro de esta, también se emplea cuando el panel está conformado por niños o por personas adultas con dificultades para leer o para concentrarse. Las escalas gráficas más empleadas son las hedónicas de caritas (Kramer y Twigg, 1982) con varias expresiones faciales.

Prueba de aceptación: Permite medir además del grado de preferencia, la actitud del panelista o catador hacia un producto alimenticio, es decir se le pregunta al consumidor si estaría dispuesto a adquirirlo y por ende su gusto o disgusto frente al producto catado (Carpenter et al., 2000).

Casos en los que se aplican estas pruebas:

- Desarrollo de nuevos productos
- Cambiar tecnología
- Mejorar los productos
- Reducir costos
- Medir el tiempo de vida útil de los productos
- La aceptación

1.4 Desarrollo de nuevos productos

1.4.1 Importancia del desarrollo de nuevos productos

La idea de la novedad y la innovación resulta siempre atractiva. El desarrollo de nuevos productos se ha tornado en un aspecto fundamental para las empresas; el ritmo de evolución tanto de la tecnología, la sociedad y la competencia ha llevado a fuertes cambios que inciden en las costumbres, los gustos, las preferencias y las necesidades de los consumidores. La creación de nuevos productos se desarrolla a lo largo de un proceso en el cual se pueden y deben tomar decisiones fundamentales (Lerma, 2010).

Los objetivos del desarrollo de nuevos productos son: diversificar los productos de una empresa por la creación de totalmente nuevos así como asegurar el mejoramiento continuo de los procesos y productos ya establecidos en orden de mantenerlos en el mercado.

1.4.2 Metodología para el desarrollo de nuevos productos

Existen seis opciones estratégicas relacionadas con los nuevos productos, a continuación se presentan dichas opciones en grado decreciente de cambio a los productos:

Productos nuevos (innovaciones discontinuas): Estos productos comprenden el primer esfuerzo de una empresa que, con el tiempo, da lugar a la creación de un mercado totalmente nuevo. Los productos que son nuevos para el mundo casi siempre son el resultado del pensamiento radical por parte de los inversionistas o empresarios industriales.

Líneas nuevas de productos: Estos productos representan nuevas ofertas por parte de la empresa, pero esta última los introduce en mercados establecidos. Las nuevas líneas de productos no son tan riesgosas como la verdadera innovación y permiten a la empresa diversificarse en categorías de productos estrechamente relacionados.

Extensiones de líneas de productos: Dichos productos complementan una línea de productos existentes con nuevos estilos, modelos, características o sabores. Las extensiones a las líneas de productos permiten a la empresa mantener sus productos actualizados y atractivos con costos de desarrollo mínimos y poco riesgo de fracasar en el mercado.

Mejoras o revisiones a los productos existentes: Estos productos ofrecen a los clientes un mejor desempeño o un valor percibido más alto. Esta estrategia comúnmente se maneja como “nuevos y mejorados”.

Reposicionamiento: Esta estrategia comprende dirigir los productos existentes a nuevos mercados o segmentos. El reposicionamiento comprende cambios reales o percibidos a un producto.

Reducción de costos: Dicha estrategia comprende la modificación de los productos para ofrecer, a precio más bajo, desempeño similar que aquel de los productos de la competencia. Una empresa puede bajar el precio de un producto debido a mayor eficiencia en la manufactura o a una baja en el precio de la materia prima.

Las dos primeras opciones son las más efectivas y productivas cuando a empresa se quiere diferenciar en gran medida de sus competidores. A pesar de esto, a menudo existen buenas razones para buscar una de las cuatro opciones restantes, sobre todo si las limitaciones de los recursos representan un problema o si la administración de la empresa no quiere exponerse a mayores riesgos en el mercado (Contreras, 2012).

1.4.3 Ciclo de vida

El ciclo de vida de un producto es una herramienta de planeación en marketing. Dicho ciclo indica las etapas de desarrollo y nacimiento del producto, su crecimiento y madurez y, por último, su declive. Es importante hacer notar que el ciclo de vida del producto comprende las categorías o clases de productos, pero no las marcas individuales (Contreras, 2012).

La duración de cada etapa en el ciclo de vida del producto varía en gran medida. Como resultado de ello, es difícil determinar con precisión el tiempo transcurrido en todo el ciclo.

Etapas de desarrollo: Durante esta etapa una empresa experimenta un flujo de salida de efectivo neto, debido a los gastos que representan la innovación y el desarrollo de productos. La etapa de desarrollo empieza con el concepto de un producto, que tiene varios componentes:

- Una comprensión de usos y beneficios específicos que los clientes meta buscan en un nuevo producto.
- Una descripción del producto, incluidos sus usos y beneficios potenciales.
- El potencial de crear un línea de productos completa que cree una sinergia en las ventas, la distribución y la promoción.
- Un análisis de la factibilidad del concepto del producto, incluidos aspectos como ventas anticipadas, recuperación requerida de la inversión, tiempo de introducción al mercado y tiempo para recuperar la inversión.

Etapa de introducción: Es la etapa inicial del ciclo de vida de un producto, su primera aparición en el mercado. En este punto las ventas son cero y las utilidades son negativas. Es necesario seguir invirtiendo en dar a conocer el producto y obtener clientes.

Etapa de crecimiento: En esta etapa el producto empieza a ser conocido y aceptado en el mercado. Las ventas crecen rápidamente; las utilidades empiezan a alcanzar un índice pico. Se debe encontrar el equilibrio entre el precio y la demanda buscando siempre mantener la calidad del producto para garantizar la satisfacción del cliente.

Etapa de madurez: En esta etapa la curva de las ventas alcanzan un índice pico y el producto se asienta en el mercado, las ventas se estabilizan. Llega un momento en el cual el producto se encuentra en una intensa competencia. La demanda es más o menos amplia y los costos probablemente se han reducido. Se espera que la etapa de madurez sea la más larga. El objetivo es mantener el producto en esta etapa, ya sin la preocupación de la aceptación del producto se puede mejorar el producto o bien renovar la imagen constantemente para mantenerlo en la cima.

Etapa de declive: En esta etapa el producto deja de ser interesante para el mercado y las ventas bajan rápidamente. El mercado se satura y algunos competidores empiezan a retirarse. Aparecen productos sustitutos. Los beneficios comienzan a convertirse en pérdidas y las ventas empiezan su descenso (Contreras, 2012).

1.5 Vida Útil

La vida útil de un alimento representa aquel período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario,

manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad establecidos como aceptables.

Entre las muchas variables que deben considerarse en la vida útil de un alimento están: la naturaleza del alimento, su composición, las materias primas usadas, el proceso a que fue sometido, el envase elegido para protegerlo, las condiciones de almacenamiento y distribución y la manipulación que tendrá en manos de los usuarios. Es bien conocido que estas condiciones pueden influenciar negativamente los atributos de calidad de los alimentos (Man y Jones, 2000).

De la definición de vida útil surge que lo primordial es el aspecto sanitario. Ningún fabricante puede tolerar que sus clientes se intoxiquen, ya sea por una proliferación microbiana elevada o por la presencia de un algún compuesto químico tóxico generado durante un almacenamiento demasiado prolongado.

Para algunos alimentos también es importante el aspecto nutricional. Por ejemplo, en fórmulas para lactantes, la provisión de vitaminas y otros nutrientes esenciales no debe verse afectada por el deterioro de éstos durante el almacenamiento.

Pasadas las barreras sanitarias y nutricionales, la barrera restante depende en definitiva de las propiedades sensoriales del producto. Se puede discutir que es importante tener en cuenta los cambios físicos o químicos, pero éstos repercuten directamente sobre la calidad sensorial. Por ejemplo un yogur que libera suero durante el almacenamiento, genera un cambio físico indeseable desde el punto de vista sensorial, y por ello debe minimizarse. Durante el almacenamiento de un jugo (zumo) de fruta se pueden producir reacciones químicas que generan productos de pardeamiento. Se buscarán mecanismos que retarden o bloqueen estas reacciones químicas, pero en definitiva lo que se quiere evitar es que aparezca un defecto sensorial que impacte negativamente al usuario.

1.5.1 Importancia del consumidor

Los factores que afectan la percepción de calidad por parte del consumidor son tanto intrínsecos del producto, como extrínsecos (Cardello, 1994). Los factores intrínsecos están relacionados con las propiedades microbiológicas y fisicoquímicas. Estas variables, por su propia naturaleza, controlan las características sensoriales del producto, que a su vez son las variables que determinan la aceptabilidad y la

percepción de calidad que tiene el consumidor. Aunque los factores intrínsecos son determinantes de la calidad, muchos otros factores extrínsecos contribuyen a la misma. Estos factores cubren aspectos asociados a las expectativas, influencias culturales y sociales. Sobre éstos contribuyen el precio, la conveniencia y la marca.

La correlación entre la medición de la calidad de un alimento dada por el consumidor y la aceptabilidad del mismo alimento, fue estudiada por Cardello, Bell y Kramer (1996), resultando un coeficiente de correlación superior a 0,92. No cabe duda de que la calidad de un alimento está definida por la percepción que de ella tenga el consumidor, y que esta percepción está muy ligada a lo que al consumidor le gusta. Entre los atributos de calidad de un alimento está la vida útil sensorial (VUS), por lo tanto el consumidor es un protagonista clave cuando se quiere definir este parámetro.

1.5.2 Experimentación de vida útil

Un estudio de vida útil consiste en realizar una serie de controles preestablecidos en el tiempo, de acuerdo con una frecuencia establecida, hasta alcanzar el deterioro elegido como limitante o hasta alcanzar los límites prefijados.

Los puntos clave al diseñar un ensayo de vida útil (VU) son el tiempo durante el cual se va a realizar el estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo y los controles que se van a llevar a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante. Generalmente se cuenta con poca información previa, por lo que se deben programar controles simultáneos de calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial.

1.5.3 Selección de las condiciones de la experimentación

Para diseñar un estudio de VU hay que seleccionar la temperatura, humedad e iluminación que se van a emplear en el mismo, determinando si se van a usar condiciones normales o aceleradas. Si se va a realizar un ensayo acelerado hay que seleccionar tanto las temperaturas de ensayo del producto, como la temperatura de almacenamiento del control (testigo).

1.5.4 Determinación del tiempo máximo de almacenamiento para el estudio

Un estudio de VU se realiza hasta lograr un deterioro apreciable en las muestras (o sea, hasta conseguir un rechazo por parte del consumidor). Por ese motivo es muy importante definir cuál es el tiempo máximo de almacenamiento con el que se va a

trabajar. Normalmente en las empresas se conoce un tiempo estimado de deterioro de las muestras, en condiciones normales de almacenamiento; sin embargo, cuando se plantean estudios acelerados de VU, esta información no siempre se conoce previamente. Por lo tanto, es interesante hacer algún tipo de ensayo preliminar, en las condiciones de ensayo seleccionadas, que permita fijar dentro de márgenes amplios, el tiempo en el que la muestra sufre un deterioro importante.

1.5.5 Selección de los tiempos de muestreo

Es importante definir cuál es el tiempo máximo de almacenamiento con el que se va a trabajar. En las empresas se conoce un tiempo estimado de deterioro de las muestras, en condiciones normales de almacenamiento.

Cuando se plantean estudios acelerados de vida útil esta información no siempre se conoce previamente. Se debe hacer un ensayo preliminar, en las condiciones seleccionadas de temperatura y humedad que permita fijar el tiempo en el que la muestra sufre un deterioro en su calidad o incoidad.

Siempre se debe seleccionar un mínimo de seis tiempos de muestreo; si se ensayan menos tiempos, la confianza en la determinación de la VU disminuye (Man y Jones, 2000).

1.5.6 Determinación de los descriptores críticos

Un descriptor crítico es aquella característica que limita la VU del producto, ya sea por disminución durante la vida comercial (contenido en vitaminas, funcionalidad de un aditivo, carácter crujiente, olor típico, etc.) o por aumento del mismo (pardeamiento, carga microbiana, olor o sabor extraño, sabor rancio, etc.).

1.6 Mercadotecnia

1.6.1 Definición de mercadotecnia

Es algo nuevo y viejo a la vez. Sus orígenes se remontan al comercio entre los pueblos antiguos. Pero fue recién en la década de los 70's en que se dio una formalización real y sistemática que le proporcionó carácter de ciencia experimental.

La American Marketing Association (AMA), tradicionalmente ha definido al marketing como un proceso de planear y ejecutar la concepción, el precio, la

comunicación y distribución de ideas, bienes o servicios para crear intercambios que puedan satisfacer los objetivos de los individuos y de las organizaciones.

El marketing se considera un proceso social debido a que intervienen grupos de personas, con necesidades, deseos y demandas. Según Kotler (1993), el punto de partida de la disciplina de la mercadotecnia radica en las necesidades y deseos humanos.

Además, se considera un proceso administrativo, porque la mercadotecnia necesita de sus elementos básicos, como son: la planeación, la organización, la implementación y el control, para el desarrollo de sus actividades. Ambas características básicas y que forman parte de la "definición de mercadotecnia", nos ayudan a recordar dos puntos muy importantes:

1. La mercadotecnia es realizada por personas y dirigida hacia personas (proceso social): Este aspecto es fundamental para no perder de vista la "humanización" de sus distintas actividades.
2. La mercadotecnia necesita ser administrada: Hoy en día no es suficiente tener ideas brillantes, hay que planificarlas, organizarlas, implementarlas y controlarlas logrando incrementar las posibilidades de éxito y de competitividad de la empresa.

1.6.2 Definición de mercado

El mercado es el conjunto de compradores actuales y potenciales de un producto.

La función de los encargados del Marketing de una empresa es romper la homogeneidad de los productos, y convencer al cliente de que su producto es el que realmente va a satisfacer sus necesidades. (Lambin, 1995)

1.6.3 Tipos de mercado

El mercado es el terreno donde se desarrolla una empresa. Según Kotler (2009), la estrategia óptima de la mercadotecnia implica sintonizar perfectamente los niveles de las variables de la mercadotecnia con el mercado que se toma como meta.

La empresa incide sobre el mercado-meta pero para optimizar esta incidencia se debe saber a quién se dirige el producto, es decir como actúa el lado de nuestros demandantes actuales o potenciales.

Se debe considerar que no es lo mismo que los demandantes sean otra empresa, un consumidor, una organización gubernamental, que se vendan productos de alimentación o por el contrario que se comercialicen productos industriales.

Para conocer el mercado es necesario clasificar, segmentar, investigar, es decir, conocer al consumidor, saber quién decide en el proceso de compra, etc.

Se conoce un mercado cuando se pueden responder seis preguntas:

- ¿Quiénes son?
- ¿Qué compran?
- ¿Cuándo compran?
- ¿Quién interviene?
- ¿Por qué compra?
- ¿Cómo compra?

El planteamiento de estas preguntas y sus respuestas conducen a reconocer cuatro clases de mercados:

Mercados de consumo: Los mercados de consumo están integrados por los individuos o familias que adquieren productos para su uso personal, para mantenimiento y adorno del hogar. Por lo tanto, aquí podemos englobar innumerables productos de todo tipo. La frecuencia de compra depende de muchos factores; uno de ellos es el tipo de producto: los productos duraderos no se consumen con un solo uso, por lo cual se compran con menor frecuencia que los no duraderos, es decir, aquellos que se consumen con uno o pocos usos (por ejemplo, productos alimenticios). Algunos son de compra diaria y rutinaria, por ejemplo, el periódico, mientras que en otros hay mayor plazo entre dos adquisiciones sucesivas. En algunos productos influye mucho los avances tecnológicos (por ejemplo: electrodomésticos). La decisión de compra depende también del tipo de producto. En los de uso personal, la decisión es también personal. En cambio cuando el producto afecta a la vida familiar, la decisión de compra puede variar mucho.

Mercado de los productores: Los productos no los compran en su mayoría para ser consumidos, sino transformados en otros productos o comercializados como intermediarios. Este mercado es mucho más rico en el número de transacciones que el de consumo, porque hasta que el producto está finalizado pasa por varios procesos de transformación. En una economía desarrollada, el 80% de las transacciones se realiza en este mercado. La pertenencia a este mercado se identifica por la actitud del

comprador, y el uso del producto, y será sustancialmente diferente la venta (un ordenador es diferente si se vende a un particular que a una empresa). El precio también será una variable que tenga diferente importancia en un mercado y en otro. Una peculiaridad de este mercado, es el proceso de compra, en el que deciden diferentes personas. Así, en el proceso de venta es importante saber qué papel desempeña cada persona. La compra en una empresa no es un gasto como en el mercado de consumo sino un costo, y esto hace que la compra sea mucho más racional.

Mercado de los revendedores: Los demandantes de este mercado son las empresas, personas o instituciones que adquieren los productos con objeto de venderlos o alquilarlos a otros, pero sin transformarlos. Estos revendedores compran dos tipos de productos: los destinados a la reventa y los destinados al desarrollo de su trabajo y mantenimiento y mejora de instalaciones. Las motivaciones de compra en este sector son parecidas a las del mercado de productores. También en este caso, las compras suponen costos y, por ello, las decisiones están igualmente protagonizadas por el componente racional y económico. Si esta empresa es pequeña el proceso de decisión es corto, y más largo según sea mayor ésta.

Mercados de instituciones oficiales: En este mercado se engloban todas las instituciones oficiales. Se diferencian en que en el proceso de compra no es tan importante el factor económico como el servicio a la comunidad. Por otra parte las decisiones siguen pautas legales con procedimientos rígidos y preestablecidos (Lambin, 1995).

1.6.4 Segmentación de mercado

La segmentación de mercado es el proceso de división del mercado en subgrupos homogéneos con el fin de llevar a cabo una estrategia comercial diferenciada que permita satisfacer de forma más efectiva las necesidades del consumidor y alcanzar los objetivos comerciales de una empresa. Se puede dividir en:

Mercados de consumo

- 1.- Demográficos (edad, sexo, estado civil).
- 2.- Psicológicos (personalidad, clase social).
- 3.- Geográficos (clima, población urbana o rural)

Mercados industriales

- 1.- Tipo y tamaño de la organización compradora del producto
- 2.- Posición en el mercado
- 3.- Ubicación geográfica

Un segmento es de interés para una empresa cuando es:

- 1.- **Medible:** Cuantifica tamaño y cantidad de compra que puede realizar.
- 2.- **Accesible:** Posibilidad de llegar a un segmento.
- 3.- **Rentable:** Justifica costos.

Mercados objetivos:

Conjunto bien definido de clientes, cuyas necesidades planeamos satisfacer. Es el fruto del estudio, selección y segmentación del mercado. (Lambin, 1995)

1.6.5 Investigación de mercado

Una de las herramientas más útiles que una empresa que fabrica o comercializa, tiene para desarrollar estrategias comerciales y productos competitivos es el estudio o investigación de mercado. Si no se conoce al mercado potencial (qué desea, qué necesita, qué le gusta) y las posibles barreras de entrada que se puedan presentar, la introducción del producto a un mercado siempre será mucho más complicada y cara, cuando no un fracaso (Aaker y Day, 1990).

1.6.6 Conceptos y definiciones de la investigación de mercado

La American Marketing Association (AMA) define la investigación de mercados como la función que enlaza al consumidor, al cliente y al público con el investigador de mercados a través de información usada para identificar y definir oportunidades de mercado y problemas potenciales, generar, ajustar y evaluar acciones de mercadeo, vigilar el desempeño en el mercado y mejorar la comprensión del proceso de mercadeo.

Actualmente, por el alto costo del error (en dinero y tiempo), se requiere de información precisa (tanto como sea posible), relevante y confiable; para lo cual se echa mano de las dos principales herramientas en la investigación de mercados, el estudio documental y el estudio de campo.

1.6.7 Importancia de la investigación de mercado

El sistema de información del marketing según Mercado (2004), es una estructura permanente e interactiva, integrada por personas, equipos y procedimientos cuya finalidad es reunir, clasificar, analizar, evaluar y distribuir información pertinente, oportuna y confiable que sirva a los que toman decisiones en la planeación, ejecución y control del marketing.

La investigación de mercado es un recurso en las tomas de decisiones para resolver problemas o aprovechar oportunidades. Esta herramienta permite optimizar el tiempo en la toma de decisiones puesto que en la actualidad el tiempo disponible es cada vez menor.

Las actividades del marketing cada día son más amplias, los mercados son globales y el ciclo de vida de los productos más cortos; por lo que es necesario hacer más eficiente el aprovechamiento de los recursos.

1.6.8 Tipos de investigación de mercado

Siguiendo a Ramírez y Páramo (2009), una investigación de mercado se puede orientar desde dos enfoques: uno cualitativo y otro cuantitativo.

La investigación de mercados cualitativa es aplicada para encontrar respuesta a preguntas de investigación tales como: ¿Por qué compra la gente determinado producto? ¿Quién compra el producto? ¿Quién lo consume? ¿Cómo lo utiliza?, útiles para la toma de decisiones de marketing.

Mediante el enfoque cualitativo se consiguen datos en detalle de una muestra de consumidores, compradores o clientes sobre sus patrones de comportamiento, creencias, opiniones, actitudes o motivaciones.

La investigación cuantitativa permite suministrar datos para producir información medible, confiable y válida sobre variables que se utilizan para designar características o propiedades reales.

Generalmente se aplican tres tipos de investigación de mercado:

Estudio exploratorio: Investigación inicial para aclarar y definir la naturaleza de un problema (Zikmund, 1998). La investigación exploratoria reconoce problemas u oportunidades; permite descubrir mucha información cualitativa y cursos de acción alternativos relacionados con la investigación y toma de decisiones. Útil para los primeros pasos de la investigación como en la descripción del problema y formulación de objetivos.

Estudio descriptivo: proporciona información suficiente para tomar una decisión de marketing benéfica tanto para la empresa como para el mercado consumidor evaluando las líneas de acción y seleccionando la mejor de ella (Jany, 2005). Se trata de un proceso formal de investigación de mercados que suministra información cuantitativa que ayuda a evaluar y seleccionar el mejor curso de acción de los identificados en la investigación exploratoria.

Investigación de mercados tipo monitoreo del desempeño de marketing: Se diseña con el fin de suministrar información sobre los resultados de las actividades de marketing (Jany, 2005). Su importancia radica en el seguimiento o control a los programas de marketing, identificando los problemas u oportunidades e informando los cambios en las medidas del desempeño. Igualmente, se utiliza para monitorear el desempeño de la competencia y sobre los hallazgos para tomar decisiones.

1.6.9 Variables de la mercadotecnia

Originalmente la mercadotecnia surgió como la aplicación de las famosas cuatro P's: Producto, promoción, plaza y precio.

Para Kotler (2003), la mezcla de la mercadotecnia es el conjunto de variables controlables y sus niveles, que la empresa utiliza para crearse un posicionamiento determinado en el entorno y para ejercer una influencia en el mercado que tiene como objetivo.

Producto: Es un conjunto de atributos (características, funciones, beneficios y usos) que le dan la capacidad para ser intercambiado o usado. Usualmente, es una combinación de aspectos tangibles e intangibles. Así, un producto puede ser una idea, una entidad física (un bien), un servicio o cualquier combinación de los tres. El producto existe para propósitos de intercambio y para la satisfacción de objetivos individuales y organizacionales (AMA, 2006).

Promoción: Según McCarthy (1997), la promoción consiste en transmitir información entre el vendedor y los compradores potenciales u otros miembros del canal para influir en sus actitudes y comportamientos. La función principal del director de marketing consiste en comunicar a los consumidores meta que el producto idóneo se encuentra disponible en el lugar adecuado al precio correcto.

Plaza: La plaza o mejor dicho la distribución (según la definición de marketing) es la comercialización y transporte de productos a los consumidores (AMA, 2006).

Precio: El precio es (en el sentido más estricto) la cantidad de dinero que se cobra por un producto o servicio. En términos más amplios, el precio es la suma de los valores que los consumidores dan a cambio de los beneficios de tener o usar el producto o servicio (Kotler, 2003)

Los niveles de estas variables se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Niveles de las variables de la mercadotecnia

| Producto | Promoción | Plaza | Precio |
|-----------------|---------------------|-------------------------|-----------------|
| Calidad | Publicidad | Canales de distribución | Precio catálogo |
| Marca | Relaciones públicas | Localización | Descuento |
| Envase | Venta personal | Almacenamiento | Rápeles |
| Etiqueta | Internet | Aprovisionamiento | Formas de pago |
| Diseño | | Transporte | |

Fuente: Kotler (2003)

Capítulo II Metodología Experimental

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

Desarrollar una botana funcional horneada enchilada con mezcla de harina de maíz y de nopal para aportar un beneficio nutricional mayor al consumidor con respecto a una botana frita tradicional debido a su contenido de fibra dietética.

2.1.2 Objetivos Particulares

Objetivo 1: Determinar la viabilidad de elaborar una botana funcional horneada, adicionada con harina de nopal por medio de un estudio de mercado estableciendo el mercado meta al que va dirigido para garantizar su éxito en el mercado.

Objetivo 2: Elaborar diferentes prototipos variando la concentración de harina de nopal (8.66, 17.33 y 26%) para seleccionar por medio de pruebas sensoriales descriptivas realizadas por consumidores aquel con mayor aceptación.

Objetivo 3: Analizar el prototipo con mayor aceptación por medio de un análisis químico y microbiológico para que cumpla con las especificaciones de composición y calidad sanitaria de acuerdo a la NOM 147-SSA1-1996.

Objetivo 4: Determinar el grado de aceptación del producto con respecto a uno comercial mediante una prueba sensorial afectiva asegurando su inserción en el mercado.

Objetivo 5: Desarrollar la mercadotecnia del producto determinando marca, costo, diseño, envase y etiqueta para la comercialización de la botana horneada de harina de nopal.

Objetivo 6: Determinar la vida útil del producto mediante pruebas aceleradas (45°C y 70% humedad relativa) delimitando el tiempo máximo que conserva las propiedades sensoriales y texturales características de este tipo de producto.

2.2 Cuadro metodológico

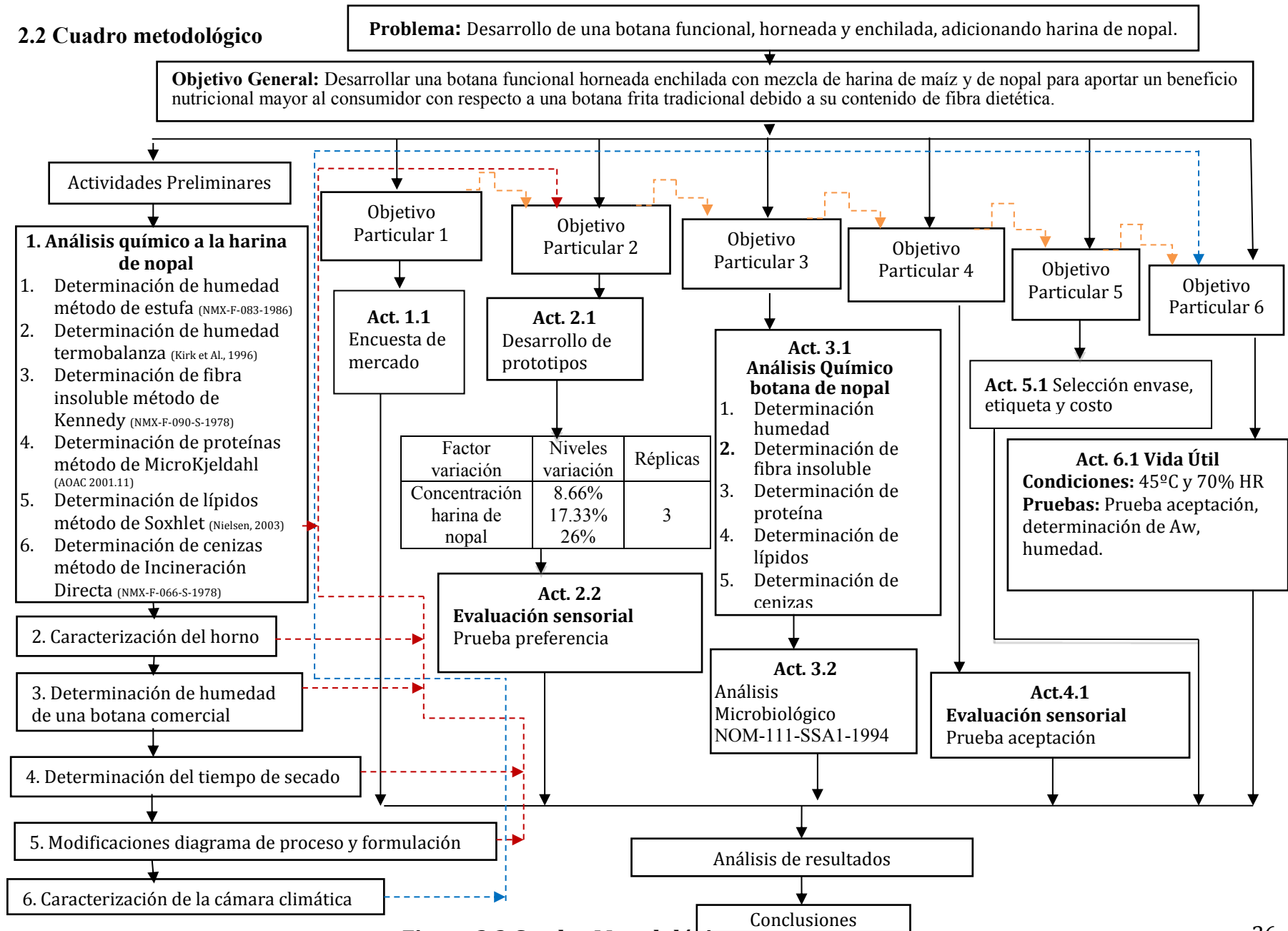


Figura 2.2 Cuadro Metodológico

Capítulo III. Descripción de la metodología experimental

3.1 Actividades preliminares

3.1.1 Actividad preliminar 1

Materia Prima: Harina de nopal adquirida en la empresa Nopal Export situada en el Estado de Morelos. Presentación: bolsa hermética sellada de 5kg.

Análisis químico a la harina de nopal

Se realizó como actividad previa un análisis químico a los sólidos granulares de nopal con la finalidad de comprobar que la harina de nopal no haya sido alterada con algún componente que pueda modificar su composición química así como asegurar un alto contenido en fibra para la realización del producto. Cada prueba se hizo por triplicado y se calculó la desviación estándar.

3.1.1.1 Determinación de humedad por método de estufa

(NMX-F-083-1986)

Equipo: Estufa Rios Rocha H-48 y balanza gravimétrica Sauter D-7470.

Fundamento: Este método se basa en la pérdida de peso debido a la evaporación del agua bajo condiciones establecidas.

$$\% \text{Humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100$$

En donde:

m_0 = masa en gramos de la cápsula y la tapa.

m_1 = masa en gramos de la cápsula y tapa con muestra antes de secar.

m_2 = masa en gramos de la cápsula y la tapa con la muestra después de secar.

3.1.1.2 Determinación de humedad por termobalanza (Kirk et.

Al., 1996)

Equipo: Termobalanza digital MB45 Ohaus.

Fundamento: Este método se basa en evaporar de manera continua por calor la humedad de la muestra y el registro continuo de la pérdida de peso, hasta que la muestra se sitúe a peso constante. El porcentaje de humedad se lee directamente de la pantalla de la termobalanza. El error de medida en este método se minimiza cuando la muestra no se expone constantemente al ambiente (Nollet, 1996).

3.1.1.3 Determinación de fibra insoluble por método de Kennedy (NMX-F-090-S-1978)

Equipo: Digestor Labconco, mufla Blue M. M25A-2A y estufa Rios Rocha H-48.

Fundamento: El método se basa en una digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio logrando la separación de los componentes insolubles para un posterior filtrado e incineración. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente.

$$\%Fibra = \frac{A - B}{C} * 100$$

En donde:

A= Peso del crisol con el residuo seco en gramos

B= Peso del crisol con la ceniza en gramos

C= Peso de la muestra en gramos

3.1.1.4 Determinación de nitrógeno (AOAC 978.04)

Equipo: Digestor Kjeldahl marca Labconco y destilador Micro Kjeldahl.

Fundamento: El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en:

- a) Acido sulfúrico donde se forma sulfato de amonio y el exceso de ácido es valorado con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo.
- b) Acido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico.

$$\%Nitrogeno = \frac{(mlHCl - mlControl) * normalidad.HCl * 14.007}{mgMuestra} * 100$$

El equivalente del nitrógeno es representado por el número 14.007.

Factor de conversión de nitrógeno a proteína para harinas: F = 5.83

$$\%Proteína = \%Nitrogeno * F$$

3.1.1.5 Determinación de lípidos por método de Soxhlet (Nielsen, 2003)

Equipo: Equipo de extracción Soxhlet.

Fundamento: Una muestra previamente homogenizada y seca del alimento se somete a una extracción con éter de petróleo o éter etílico, libre de peróxidos o mezcla de ambos para separar la grasa del alimento. La grasa recuperada es sometida a un proceso de secado para evaporar el agua y que permanezca únicamente la grasa.

$$\%Lípidos = \frac{P - p}{M} * 100$$

En donde:

P = Masa en gramos del matraz con grasa

p = Masa en gramos del matraz sin grasa

M = Masa en gramos de la muestra

3.1.1.6 Determinación de cenizas por método de incineración directa (NMX-F-066-S-1978)

Equipo: Mufla Blue M. M25A-2A y estufa Rios Rocha H-48.

Fundamento: Las cenizas son los residuos inorgánicos de los alimentos que permanecen en la muestra posterior a la ignición u oxidación completa de la materia orgánica.

$$\%Cenizas = \frac{P - p}{M} * 100$$

En donde:

P = Masa del crisol con muestra en gramos

p = Masa del crisol vacío en gramos

M = Masa en gramos de la muestra

3.1.1.7 Cálculo de carbohidratos por diferencia de componentes

Dentro de este concepto se agrupan todos los nutrientes no evaluados con los métodos señalados anteriormente dentro del análisis proximal, constituido por carbohidratos digeribles. Se obtiene como la resultante de restar a 100 los porcentos calculados para cada nutriente.

$$\%Carbohidratos = 100 - (H + P + F + L + C)$$

Donde:

H = %Humedad

P = %Proteína

F = %Fibra

L = %Lípidos

C = %Ceniza

3.1.2 Actividad Preliminar 2

Caracterización del horno

Se llevó a cabo la caracterización del horno debido a que era necesario conocer si la temperatura es uniforme dentro de todo su espacio con el fin de asegurar que el secado de la botana se efectuara bajo las mismas condiciones sin importar su ubicación. Se dividió el horno en tres alturas y se colocó un termómetro en el centro de cada charola. Esta primera división fue elegida debido a que el horno ya se encuentra con este diseño de fabricación y no es modificable, ver Figura 1.

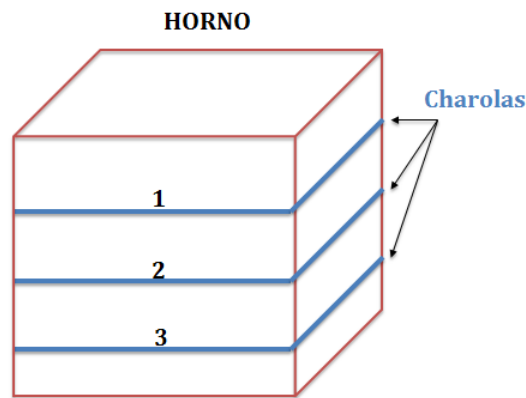


Figura 1. División del horno por charolas

Se ajustó el termostato del horno a 100 °C y se tomaron mediciones de temperatura cada 15 minutos.

Posteriormente se dividieron las charolas en cuatro cuadrantes como se muestra en la Figura 2, en la cual cada número representa un cuadrante. Se tomaron mediciones de temperatura cada 15 minutos.

1) Atrás, izquierdo. 2) Atrás, derecho. 3) Adelante, izquierdo. 4) Adelante, derecho.

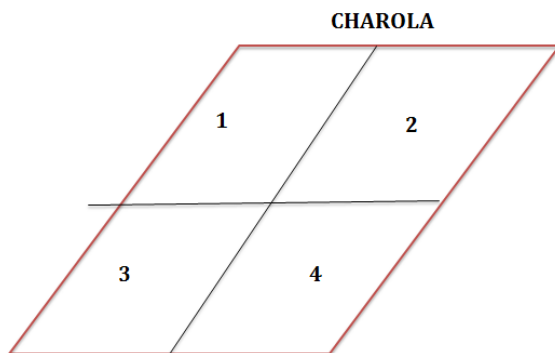


Figura 2. División de la charola por cuadrantes

3.1.3 Actividad Preliminar 3

Determinación de humedad de una botana comercial

Esta actividad se realizó para conocer cual era la humedad de una botana que ya se encuentra en el mercado y así tener una referencia de la humedad final y establecer la condición final de secado de la botana adicionada con harina de nopal. El producto seleccionado fueron los “Takis” ya que es muy parecido a la tentativa de producto debido a la forma. Cabe resaltar que no hay ninguna botana actualmente en el mercado que no sea frita. Se determinó la humedad mediante el uso de la termobalanza digital, se realizaron tres repeticiones y se calculó la desviación estándar.

Equipo: Termobalanza digital MB45 Ohaus.

3.1.4 Actividad Preliminar 4

Determinación del tiempo de secado de la botana

El resultado de la humedad de la botana comercial se utilizó para establecer la condición final del secado y así se determinó el tiempo de secado de la botana adicionada con harina de nopal. Se elaboró una propuesta de botana con nopal para la realización de esta actividad. Se secó la botana a una temperatura de 90°C en el horno. Se tomaron muestras cada 30 minutos y se determinó su humedad por medio de la termobalanza digital hasta llegar a la humedad final del producto comercial obtenida en la actividad preliminar 3. Cada medición de humedad se realizó por triplicado, se calculó el promedio y desviación estándar.

Equipo: Termobalanza digital MB45 Ohaus y estufa Rios Rocha H-48.

3.1.5 Actividad Preliminar 5

3.1.5.1 Modificaciones al diagrama del proceso y formulación

Se realizó una investigación bibliográfica sobre los ingredientes utilizados en la elaboración de botanas y posteriormente se experimentó para encontrar la mejor formulación. Se variaron orden de las operaciones, ingredientes y sus concentraciones. Se evaluó la apariencia, dureza, textura, sabor de la botana y maleabilidad de la masa hasta ajustar la formulación y las condiciones de proceso.

Equipo: Batidora Kitchen Aid K45SS, Laminadora Marcato Atlas 150 y estufa Rios Rocha H-48.

3.1.6 Actividad Preliminar 6

Caracterización de la cámara climática

Se efectuó la caracterización de la incubadora para determinar si la temperatura y humedad permanecían uniformes dentro de todo su espacio con el fin de asegurar que la prueba de vida útil de la botana se efectuara bajo las mismas condiciones.

La incubadora utilizada tiene por diseño de fabricación dos charolas. Se realizó la caracterización colocando bandejas con agua en la charola inferior (para aumentar la humedad relativa). Se colocó un termómetro y un higrómetro en el centro de la charola superior (charola donde se colocaría el producto).

Se ajustó el termostato de la incubadora a 45°C y se tomaron mediciones de temperatura y humedad cada 15 minutos.

Equipo: Incubadora Precision Scientific Group modelo 4, termómetro e higrómetro.

3.2 Objetivos Particulares

3.2.1 Objetivo Particular 1

Act. 3.2.1.1 Encuesta de mercado sobre preferencias en botanas

Se realizó una encuesta, Figura 3, a 200 alumnos de la FES Cuatitlán de ambos sexos (80 hombres, 120 mujeres) de 18-24 años de edad con el propósito de conocer sus preferencias en cuanto a botanas. Los resultados se reportaron en diagramas de pastel en porcentajes.

Edad:_____ Sexo:_____

1. ¿Consumes botanas?
Si____ No____
2. ¿Qué tipo de botanas consumes?
Cacahuates____ Papitas____ Frituras____ Otra_____
3. ¿Qué tan frecuente consumes botanas?
1 vez por semana____ 2 o 3 veces____ Diario_____
4. ¿En qué presentación/tamaño las consumes?
Individual____ Familiar_____
5. ¿Las prefieres enchiladas, con sal o naturales?

6. ¿Dónde sueles comprar las botanas?
Supermercado____ Tiendita____ Mini súper____ Ambulante____
7. ¿Consideras que las botanas que consumes son nutritivas?
Si____ No____
8. ¿Consumirías una botana más que otra si esta te aporta algo nutritivo o a la salud?
Si____ No____
9. ¿Pagarías más por una botana nutritiva?
Si____ No____
10. ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por una botana nutritiva en presentación individual?
5 - 10 pesos____ 10 - 15 pesos____ 15-20 pesos____

Figura 3. Encuesta de mercado

3.2.2 Objetivo Particular 2

Act. 3.2.2.1 Desarrollo de Prototipos

Se desarrollaron diferentes prototipos variando la concentración de harina de nopal (8.66, 17.33 y 26%), Tabla 5. Se realizó un diseño estadístico 1³. Se siguió el siguiente procedimiento:

1. Pesar y medir todos los ingredientes.
2. Mezclar en la batidora a velocidad 1 los polvos hasta obtener una mezcla homogénea.
3. Calentar el agua a 70 °C en un vaso de precipitado sobre una parrilla eléctrica.
4. Añadir la goma guar y mezclar con un agitador de vidrio hasta obtener la disolución completa de la goma.
5. Añadir la solución de goma con agua a la mezcla de los polvos y mezclar en velocidad 2 de la batidora hasta obtener una mezcla homogénea y una masa compacta.
6. Pasar la masa por la laminadora para obtener el espesor deseado.
7. Cortar formas de 5x3cm.
8. Enrollar de manera delicada.
9. Secar en la estufa por 4 horas a una temperatura de 90 °C.
10. Rociar de aceite y espolvorear la botana seca a una temperatura de 45 °C.
11. Dejar enfriar la botana hasta llegar a temperatura ambiente.
12. Empacar.

Tabla 5. Niveles de variación

| Factor de variación | Niveles de variación | Réplicas | Factores Dependientes | Factor Respuesta | Técnica o instrumento |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Concentración de harina de nopal | 8.66% 17.33% 26% | 3 | Dureza Rugosidad Sabor Olor | Preferencia del consumidor | Prueba descriptiva |

Act. 3.2.2.2 Pruebas Sensoriales

Por medio de pruebas sensoriales de preferencia realizadas a 80 alumnos de la FES Cuatitlán de ambos sexos (40 hombres y 40 mujeres), en edad aproximada de 18-24 años se midieron los factores mostrados en la Tabla 5 para determinar el prototipo con mayor aceptación por parte del consumidor. Los resultados se trataron mediante una prueba ji

cuadrada para comparar las proporciones de preferencia de prototipos utilizando el programa estadístico R (R Core Team, 2013).

Se codificaron las botanas para la prueba sensorial con números aleatorios, ver Tabla 6.

Tabla 6. Codificación para prueba sensorial

| Botana | |
|---|---------------------|
| Concentración de harina de nopal (%) | Codificación |
| 8.66 | N-131 |
| 17.33 | O-145 |
| 26 | P-103 |

Se pidió a los panelistas que calificaran la dureza, rugosidad, olor y sabor de cada prototipo mediante un formato, Figura 4.

| | |
|---|-------------------------------------|
| Sexo _____ | Edad _____ |
| <p>Frente a usted hay tres muestras de una botana adicionada con harina de nopal, debe probar cada una de las muestras tomando un poco de agua entre ellas. Califique de acuerdo al atributo cual muestra es más de su agrado siendo 3 la que más le gusto y 1 la que menos le gusto. Dos muestras no pueden tener la misma calificación. A degustar por favor:</p> | |
| Dureza: | N-131 _____ O-145 _____ P-103 _____ |
| Rugosidad: | N-131 _____ O-145 _____ P-103 _____ |
| Olor: | N-131 _____ O-145 _____ P-103 _____ |
| Sabor: | N-131 _____ O-145 _____ P-103 _____ |
| COMENTARIOS: _____ | |

Figura 4. Prueba sensorial, elección de prototipos

3.2.3 Objetivo Particular 3

Análisis químico y microbiológico

Se realizó un análisis químico y microbiológico a la botana con la finalidad de:

- Determinar la cantidad de fibra de la botana para afirmar que es un alimento funcional.
- Determinar la composición de la botana para indicarlo en la etiqueta del producto.
- Asegurar un alimento inocuo.

Act. 3.2.3.1 Análisis químico a la botana

Se utilizaron los mismos equipos y se realizaron las mismas pruebas que en la actividad preliminar 1:

- A)** Determinación de humedad por método de estufa (NMX-F-083-1986).
- B)** Determinación de Humedad por termobalanza (Kirk et al., 1996).
- C)** Determinación de Fibra por método de Kennedy (NMX-F-090-S-1978).
- D)** Determinación de Proteínas por método de Micro Kjeldahl (AOAC 2001.11).
- E)** Determinación de Lípidos por método de Soxhlet (Nielsen, 2003).
- F)** Determinación de Cenizas por método de Incineración Directa (NMX-F-066-S-1978).
- G)** Cálculo de carbohidratos por diferencia de componentes.

Act. 3.2.3.2 Análisis microbiológico a la botana

Se realizó un conteo de mohos y levaduras siguiendo el procedimiento de la NOM-111-SSA1-1994. Se realizó la prueba por triplicado.

Preparación del medio de cultivo - Agar papa dextrosa

1. Seguir instrucciones del fabricante y después de esterilizar, enfriar en baño de agua a $45 \pm 1^\circ\text{C}$, acidificar a un pH de $3,5 \pm 0,1$ con ácido tartárico estéril al 10% (**aproximadamente 1,4 ml de ácido tartárico por 100 ml de medio**).
2. Después de adicionar la solución, mezclar y medir el pH con potenciómetro.
3. Dejar solidificar una porción del medio. Hacer esto en cada lote de medio preparado.
4. A fin de preservar las propiedades gelificantes del medio, no calentar después de agregar el ácido tartárico.

Procedimiento para la determinación de mohos y levaduras

Preparación de la muestra

La preparación de la muestra debe ser de acuerdo a lo establecido en la NOM-110-SSA1-1994. Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.

Procedimiento

1. Colocar por duplicado en cajas Petri 1 mL de la muestra líquida directa o de la dilución primaria, utilizando para tal propósito una pipeta estéril.
2. Repetir el procedimiento tantas veces como diluciones decimales se requiera sembrar, utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución.
3. Verter de 15 a 20 mL de agar papa dextrosa acidificado, fundido y mantenido a 45 ± 1 °C en un baño de agua. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que es vertido el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos.
4. Mezclar cuidadosamente el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en el sentido contrario y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa. Permitir que la mezcla se solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontal fría.
5. Preparar una caja control con 15 ml de medio, para verificar la esterilidad.
6. Invertir las cajas y colocarlas en la incubadora a 25 ± 1 °C.
7. Contar las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación. Después de 5 días, seleccionar aquellas placas que contengan entre 10 y 150 colonias. Si alguna parte de la caja muestra crecimiento extendido de mohos o si es difícil contar colonias bien aisladas, considerar los conteos de 4 días de incubación y aún de 3 días. En este caso, informar el periodo de incubación de 3 o 4 días en los resultados del análisis.
8. Si es necesario, cuando la morfología colonial no sea suficiente, examinar microscópicamente para distinguir las colonias de levaduras y mohos de las bacterias (NOM-111-SSA1-1994).

Expresión de resultados

Se considerarán las cuentas de placas con 10 a 150 colonias como las adecuadas para el informe. Se multiplicará por el inverso de la dilución, tomando en consideración los criterios de la NOM-092-SSA1-1994. Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa, para la expresión de resultados.

Informe de la prueba

Se informará de la siguiente manera:

Unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro (UFC/g o ml) de mohos en agar papa - dextrosa acidificado, incubadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 5 días.

Unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro (UFC/g o ml) de levaduras en agar papa-dextrosa acidificado, incubadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 5 días.

3.2.4 Objetivo Particular 4

Act. 3.2.4.1 Grado de aceptación y preferencia de la botana con harina de nopal

Se determinó el grado de aceptación y de preferencia del producto con respecto a uno comercial (Takis) mediante una prueba sensorial de aceptación y una de preferencia efectuada a 200 alumnos de la FES Cuatitlán de ambos sexos (91 hombres y 109 mujeres), en edad aproximada de 18-24 años para asegurar su inserción en el mercado. Primero se presentó una muestra de la botana elaborada con harina de nopal y se les entregó a los encuestados el siguiente formato, Figura 5.

| | |
|--|--------------|
| Edad:_____ | Sexo:_____ |
| Frente a usted hay una muestra de una botana elaborada con harina de nopal, usted debe probar la muestra e indicar si usted compraría el producto. | |
| ACEPTACIÓN_____ | RECHAZO_____ |
| Comentarios: _____. | |

Figura 5. Prueba de aceptación de la botana adicionada con harina de nopal.

Posteriormente se presentaron dos muestras, la T-101 que correspondía a la botana comercial y la N-302 que correspondía a la botana adicionada con harina nopal y se les entregó a los encuestados un formato, Figura 6:

| | |
|--|------------|
| Edad:_____ | Sexo:_____ |
| Frente a usted hay dos muestras de botanas, usted debe probar primero la muestra T-101 y luego la N-302. ¿Cuál de las dos muestras prefiere? Marque con una X la muestra elegida. | |
| T-101_____ | N-302_____ |
| ¿Por qué la eligió? | |
| _____ | |
| _____ | |

Figura 6. Preferencia del producto con uno comercial

3.2.5 Objetivo Particular 5

Mercadotecnia

Act. 3.2.5.1 Elección del envase

Se seleccionó el envase de acuerdo a las propiedades importantes que debe conservar el producto:

- Dureza: Esta propiedad es importante ya que la botana debe ser crujiente, es un indicio de calidad que demuestra que el empaque pierde su hermeticidad por lo tanto el producto absorbe humedad del medio.
- Sabor: La botana puede presentar un sabor rancio debido a la presencia de oxígeno. La atmosfera del interior del envase debe tener nitrógeno gaseoso que disminuya la transferencia de masa con el oxígeno y nuestro producto.
- Color: Es un indicio de descomposición de la botana por lo cual se sugiere envasarlo en una bolsa metálica para disminuir el impacto de los rayos UV los cuales degradan los pigmentos.

- Aroma: Es la primera sensación que percibe el consumidor al abrir el envase y es una forma muy fácil de detectar si ya no está fresco el producto.

Act. 3.2.5.2 Diseño de la etiqueta

Se diseñó la etiqueta frontal y trasera por computadora indicando la marca, el lema, la cantidad de producto contenido, los ingredientes, la información nutrimental y el valor calórico.

Cálculo del Valor Calórico

Aplicación: Este método es aplicable a todos los alimentos.

Principio: El organismo requiere energía para mantener los procesos vitales normales y cubrir las demandas de la actividad y del crecimiento. La unidad de energía convencionalmente usada por los nutricionistas es la kilocaloría (Kcal). La ingesta energética se define como la suma de la energía metabolizable suministrada por el carbohidrato utilizable, la grasa, la proteína y el alcohol del alimento ingerido. El carbohidrato utilizable se define como la suma de la glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, lactosa, dextrinas y almidones de la dieta. Al calcular el valor energético de la dieta se ignora deliberadamente la contribución, si es que existe, de otros carbohidratos, es decir, celulosa y ácidos orgánicos, Tabla 7.

Tabla 7. Factores de conversión para el cálculo del valor calórico

| Componente | Factor de conversión (kcal/g) | Factor de conversión (kJ/g) |
|--|--|--|
| Grasa | 9 | 37 |
| Proteína | 4 | 17 |
| Carbohidrato utilizable (expresado en monosacárido) | 3.75 | 16 |
| Almidón | 4.1 | - |
| Sacarosa | 3.9 | - |
| Glucosa, Fructosa | 3.75 | 16 |
| Alcohol | 7 | 29 |

Fuente: Osborne (1986)

Cálculo: Valor Calórico = $P \cdot 4$ (calorías de proteína) + $F \cdot 9$ (calorías de grasa) + $C \cdot 3.75$ (calorías de carbohidratos)

Donde: Proteína en % = P, Grasa en % = F, Carbohidrato en % = C

Nota: Los valores dados en la tabla son propuestos por el UK Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Food Standards Comitee (October, 1976).

Act. 3.2.5.3 Costo del producto

Se calculó el costo del producto tomando en cuenta ingredientes y material de empaque. No sé tomó en cuenta el gasto de servicios, mano de obra ni desgaste de equipos.

3.2.6 Objetivo particular 6

Act. 3.2.6.1 Vida útil

La vida útil del producto se determinó mediante pruebas aceleradas para conocer el tiempo máximo que conserva las propiedades sensoriales y texturales características. El producto fue colocado en una cámara climática a 45 °C (20 °C arriba de la temperatura ambiente) y 70% de humedad relativa (HR).

Se seleccionaron intervalos de tiempo de muestreo iguales, las primeras cuatro semanas y se incrementó el número de muestras en el período durante el cual era más probable que el producto fallara (Hough, 2005).

Tiempos de muestreo

Los tiempos de muestreo en días quedaron de la siguiente forma:

0, 7, 14, 21, 28, 32 y 36.

Act. 3.2.6.1 Análisis sensorial

Se presentaron a 20 jueces las muestras con los diferentes tiempos de almacenamiento (días) y se les proporcionó otra muestra con un tiempo cero de almacenamiento, tiempo en el que el producto está fresco. Se indicó si el producto es aceptado o rechazado por los jueces y el porcentaje de rechazo en cada fecha, Tabla 8. Se decidió que la prueba de vida útil estaba terminada cuando más del 50% de los consumidores rechazaron el producto (Hough, 2005).

Tabla 8. Datos obtenidos de los 20 consumidores que recibieron muestras de botana almacenadas distintos tiempos a 45°C y 70% HR.

| Consumidor | T₀ | T₇ | T₁₄ | T₂₁ | T₂₈ | T₃₂ | T₃₆ |
|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| ... | | | | | | | |
| Rechazo (%) | | | | | | | |

Act. 3.2.6.2 Determinación de humedad por termobalanza

Se determinó la humedad por medio de una termobalanza para comprobar la hermeticidad del envase y observar la pérdida de peso de la botana durante el almacenamiento. Se realizaron 3 repeticiones para cada fecha y se calculó la desviación estándar.

Act. 3.2.6.3 Determinación de la actividad de agua (Aw)

Se determinó la actividad de agua con un instrumento de medición Testo 650 para conocer si cambia durante el almacenamiento y poder señalar si hay riesgo de contaminación o desarrollo de microorganismos en la botana; tomando en cuenta los valores mínimos y los óptimos para el desarrollo de microorganismos. Se realizaron 3 repeticiones para cada fecha y se calculó la desviación estándar.

Capítulo IV Resultados y Análisis

4.1 Actividades Preliminares

4.1.1 Actividad Preliminar 1 – Análisis químico a la harina de nopal

En la Tabla 8 se muestran los resultados obtenidos de la composición química. Se observa que la desviación estándar entre los datos de las repeticiones para cada prueba es menor del 10%.

Tabla 8. Composición de la harina de nopal, se muestran medias y desviación estándar entre paréntesis.

| Composición de la harina de nopal (%) | | |
|--|---------------------|----------------------|
| | Experimental | Bibliográfica |
| Humedad | 4.38 (0.015) | 4.41- 5.49 |
| Fibra | 17.44 (0.04) | 14.5 – 17.5 |
| Carbohidratos | 59.58 | 58-63.1 |
| Proteína | 7.35 (0.09) | 2.5 – 9.4 |
| Lípidos | 0.94 (0.08) | 1.0 – 1.67 |
| Cenizas | 10.31 (0.095) | 12.1 – 14.4 |

Fuente: Veralmex SPR de RL (2013)

Al comparar la composición química de la harina de nopal adquirida con datos bibliográficos, reportados por Veralmex SPR de RL (2013), se observa que no ha sido alterada (ver Tabla 8). Notablemente, el dato más alejado del rango establecido en la bibliografía fue el de cenizas. Sin embargo el porcentaje de cenizas presentes en los cladodios disminuye conforme a la maduración de la cactácea por lo que pudo suceder que haya sido una planta más madura explicando su bajo contenido de cenizas. Resulta muy difícil conocer exactamente cuanto tiempo de cultivo tienen los nopales con los que se elaboró la harina adquirida.

Por otro lado resalta que la materia prima tuvo un alto contenido en fibra insoluble con un 17.44% por lo que fue adecuada para la realización del producto.

4.1.2 Actividad Preliminar 2 – Caracterización del horno

En la Tabla 9 se observa que no tuvo diferencia de temperatura entre cada charola del horno. De igual manera se observa que el horno tardó 60 minutos en alcanzar el equilibrio térmico en todo su espacio.

Tabla 9. Temperatura en diferentes alturas/charolas 1, 2 y 3

| Tiempo (min) | TEMPERATURA EN CHAROLAS (°C) | | |
|---------------------|-------------------------------------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 15 | 89 | 88 | 89 |
| 30 | 89 | 89 | 89 |
| 45 | 89 | 89 | 89 |
| 60 | 90 | 90 | 90 |
| 75 | 90 | 90 | 90 |
| 90 | 90 | 90 | 90 |

Se observa en la Tabla 10 que tampoco existió una diferencia de temperatura entre los cuadrantes de la charola una vez que se alcanzó dicho equilibrio térmico.

Tabla 10. Temperatura en cuadrantes de charola 1

| Cuadrantes | Temperatura (°C) |
|-------------------|-------------------------|
| 1 | 90 |
| 2 | 90 |
| 3 | 90 |
| 4 | 90 |

Se comprobó que en el horno que se utilizó para el secado de la botana con harina de nopal, no influyó la altura donde se encuentre la charola ni la ubicación de la muestra para el secado, debido a que la temperatura fue uniforme en todo su espacio.

4.1.3 Actividad Preliminar 3 – Determinación de humedad de una botana comercial

En la Tabla 11 se observa que la humedad de una botana comercial (Takis) fue de 4.57%. Este valor se utilizó como referencia para la humedad final del producto y así poder determinar el tiempo de secado (actividad preliminar 5). El valor de humedad de la botana comercial fue menor a 5%, volviendo más crocante el producto y favoreciendo su conservación.

Tabla 11. Humedad de la botana comercial

| Humedad de la botana comercial | |
|---------------------------------------|--------------------|
| Repeticiones | Humedad (%) |
| 1 | 4,53 |
| 2 | 4,6 |
| 3 | 4,58 |
| Promedio | 4.57 |
| Desviación estándar | 0.036 |

4.1.4 Actividad Preliminar 4 – Establecer la mejor formulación de una botana adicionada con harina de nopal

Se experimentó para encontrar las mejor formulación y las mejores condiciones de proceso para la elaboración de una botana adicionada con harina de nopal. Se mejoró el proceso variando condiciones y la formulación como se observa en la Tabla 12.

Tabla 12. Modificaciones a la formulación y proceso.

| Experimentación | Observaciones | Mejora proceso | Mejora formulación |
|----------------------------------|---|---|---|
| Cantidad de agua | Cuartheaduras en las orillas: falta de humedad | Mayor tiempo de mezclado para mejorar integración del agua. | Agregar goma guar para mejorar la captación de agua. |
| Utilización de goma guar | Masa demasiado viscosa a concentración >0.6%. Tiempo de agitación alto. | Temperatura del agua 45 °C para disminuir tiempo de agitación | Concentración de goma guar: 0.6%. |
| Concentración de harina de trigo | Textura lisa. | | Sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de maíz nixtamalizado para mejorar rugosidad |
| Concentración de harina de nopal | Sabor fuerte y aroma desagradable de la harina de nopal a concentraciones mayores de 26%. | | No exceder la concentración de 26% de harina de nopal en la elaboración de prototipos. |

| Experimentación | Observaciones | Mejora proceso | Mejora formulación |
|-----------------|--|--|---|
| Dureza | Botana dura, difícil de fracturar con los dientes. | Capas del enrollado de la botana deben ser más finas: 1mm y el enrollado debe ser menor de dos vueltas para mejorar textura. | |
| Condimentos | Sabor de la base demasiado simple: adicionar condimentos y aditivos. | | Sustitución parcial de la cantidad de agua en un 50% por concentrado de limón líquido y adición de menos de 1% de sal y de cebolla en polvo para mejorar sabor. |
| Sazonado | Condimento pierde su color característico a altas temperaturas. | Adicionar el condimento después del secado para mejorar apariencia. | |

Finalmente se obtuvo el diagrama de proceso para la botana, Figura 3.

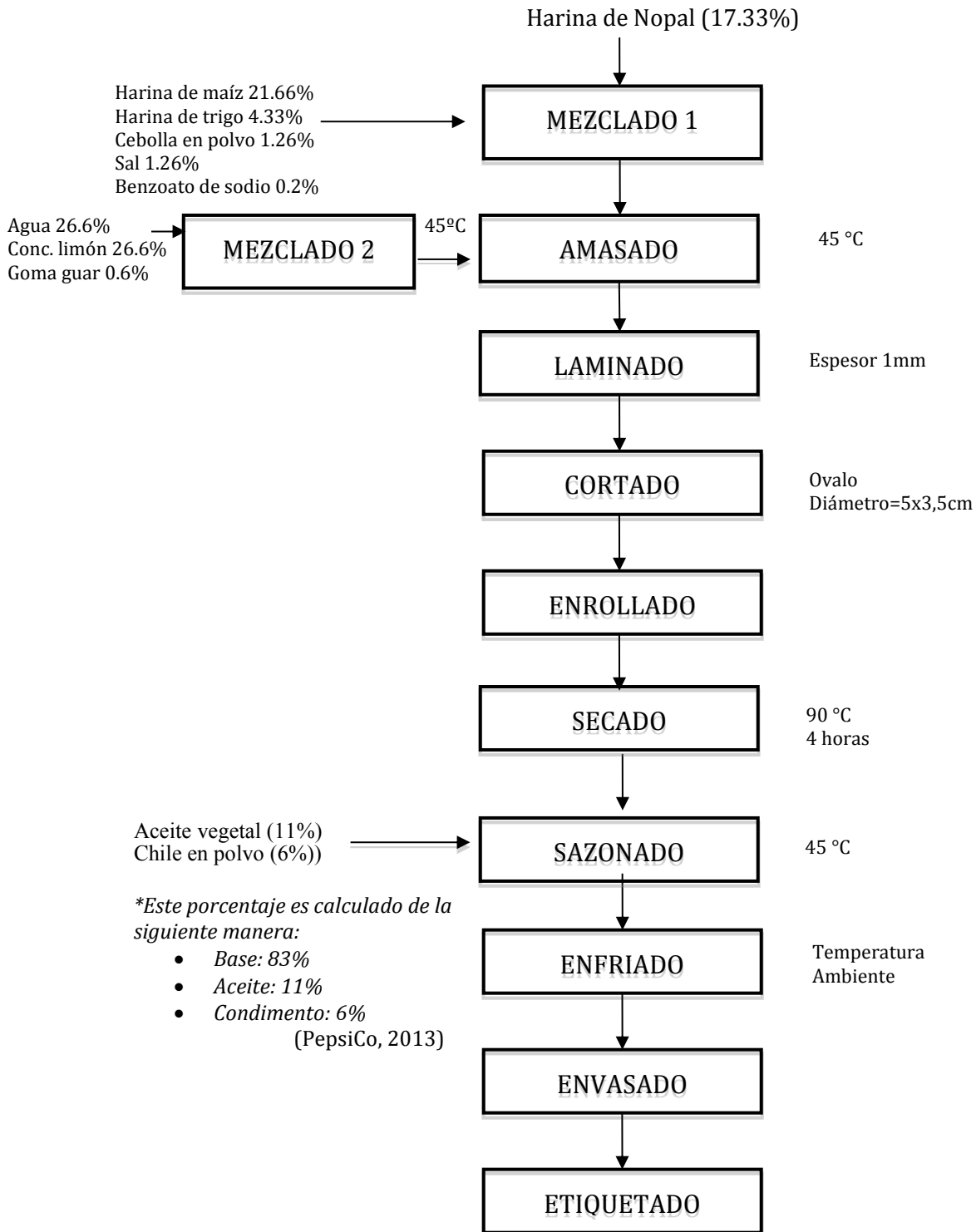
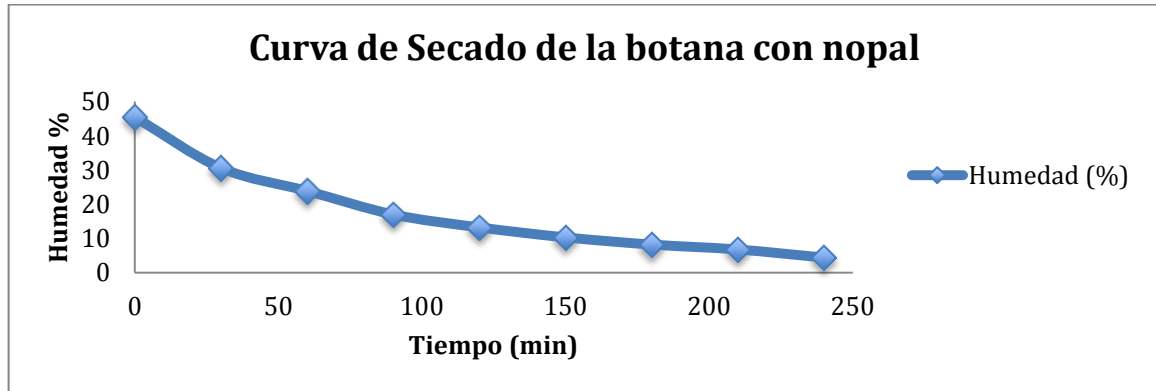


Figura 3. Bloques de la elaboración de una botana adicionada con nopal.

4.1.5 Actividad Preliminar 5 – Determinación del tiempo de secado de la botana

El resultado previo de la humedad de la botana comercial se utilizó para establecer la condición final del secado (5% de humedad) y así determinar el tiempo de secado de la botana adicionada con nopal a una temperatura de 90°C.



Gráfica 1. Curva de secado de la botana con nopal

El tiempo de secado de la botana con nopal fue de 4 horas (240 minutos) como se observa en la Gráfica 1. Éste fue el tiempo de secado de la botana para obtener una humedad final del 5%. Se observa que durante los primeros 100 minutos del secado, la botana perdió más del 50% de su humedad y posteriormente la evaporación del agua fue más lenta debido a que después de este tiempo toda el agua superficial fue evaporada y resta únicamente el agua dentro de la estructura de la botana.

4.1.6 Actividad Preliminar 6 – Caracterización de la cámara climática

Se observa que la cámara climática tardó 45 minutos en calentarse y alcanzar el equilibrio térmico tanto como el porcentaje de humedad relativa en todo su espacio. Se determinó realizar la prueba de vida útil a 70% de humedad relativa, que fue el valor que se alcanzó en la cámara, Tabla 13.

Tabla 13. Caracterización de la cámara climática

| Tiempo (min) | Temperatura (°C) | Humedad relativa (%) |
|--------------|------------------|----------------------|
| 15 | 30 | 42 |
| 30 | 42 | 64 |
| 45 | 45 | 70 |

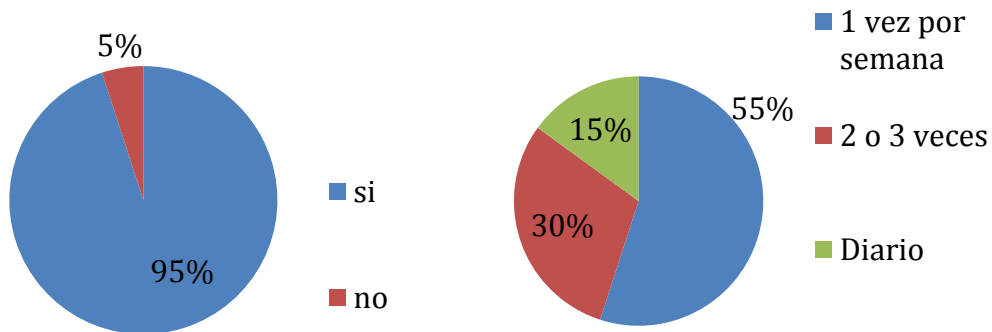
| Tiempo (min) | Temperatura (°C) | Humedad relativa (%) |
|--------------|------------------|----------------------|
| 60 | 45 | 70 |
| 75 | 45 | 70 |
| 90 | 45 | 70 |

4.2 Objetivos Particulares

4.2.1 Objetivo particular 1

Act. 4.2.1.1 Estudio de mercado sobre preferencias en botanas

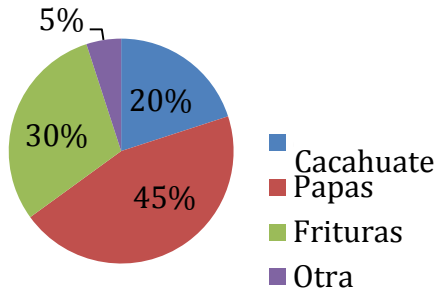
Se puede destacar de las Gráficas 2 y 3 que casi el 100% de los estudiantes consumen botanas, de los cuales un 50 y un 30% las consumen una vez y de dos a tres veces por semana respectivamente.



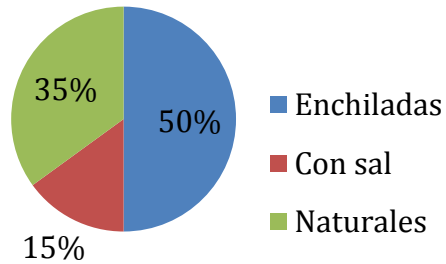
Gráfica 2. Consumo de botanas

Gráfica 3. Frecuencia de consumo

Las botanas preferidas por la mayoría son las papas empaquetadas (Gráfica 4), y en general los estudiantes prefieren consumir productos enchilados en presentación individual, Gráfica 5.

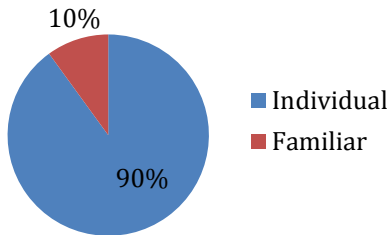


Gráfica 4. Tipo de botanas consumidas

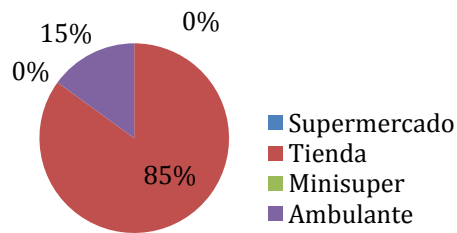


Gráfica 5. Preferencia de botanas

La población encuestada suele adquirir en un 85% las botanas que consume en tiendas de abarrotes y en un 15% con vendedores ambulantes y el 50% prefiere las botanas enchiladas, Gráficas 6 y 7.

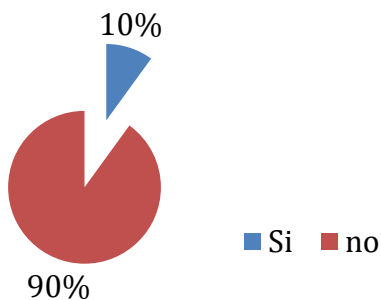


Gráfica 6. Preferencia de tamaño

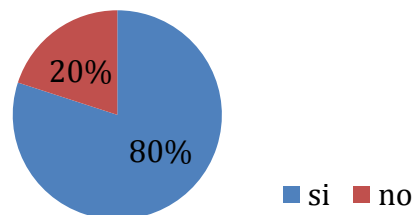


Gráfica 7. Lugar de compra de botanas

Se les preguntó a los encuestados si consideraban que consumían botanas nutritivas, Gráfica 8, pregunta a la cual el 90% respondió que no. Sin embargo el 80% dijo que preferiría comprar una botana con un aporte nutritivo y un beneficio a la salud que una botana tradicional, Gráfica 9.



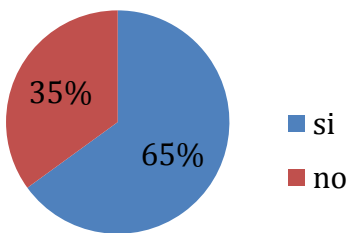
Gráfica 8. Botanas consumidas son nutritivas



Gráfica 9. Preferencia de botana con aporte a la salud

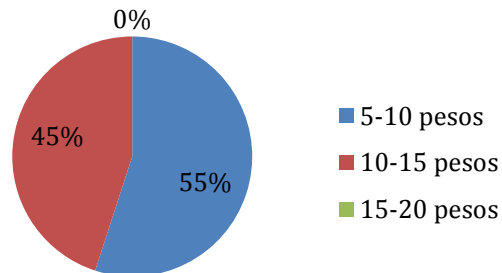
El 65% de los estudiantes contestó que está dispuesto a pagar más por una botana con un aporte a la salud como se observa en la Gráfica 10. Sin embargo al preguntarles ¿cuánto estarían dispuesto a pagar?, el 55% respondió que de 5 a 10 pesos, Gráfica 11, el cual es el rango de precio actual de las botanas tradicionales por lo que se desmienten los resultados de la Gráfica 10. Por otro lado el 45% está dispuesto a pagar entre 10 a 15 pesos por una botana de este tipo, Gráfica 11.

¿Pagarías más por una botana nutritiva?



Gráfica 10. Costo de botana 1

¿Cuánto pagarías por una botana funcional individual?



Gráfica 11. Costo de botana 2

4.2.2 Objetivo particular 2

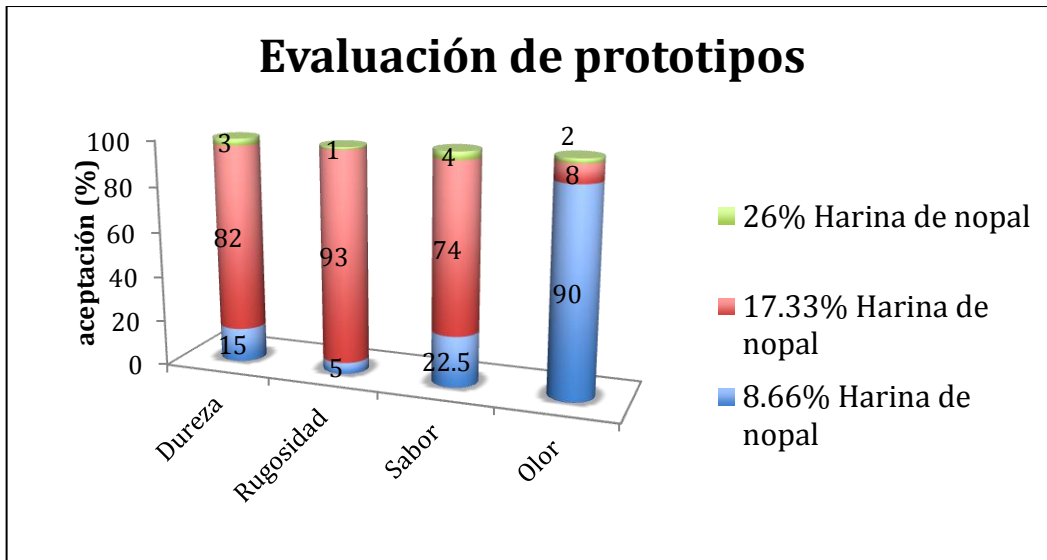
Act. 4.2.2.1 Desarrollo de los prototipos

Se desarrollaron tres diferentes prototipos variando la concentración de harina de nopal (8.66, 17.33 y 26%) con respecto a la formulación inicial, Tabla 5.

Act. 4.2.2.2 Pruebas sensoriales de preferencia de los prototipos

Se observa en la Gráfica 12 que el prototipo con una aceptación significativamente mayor en los parámetros de dureza, rugosidad y sabor fue aquel con 17.33% de harina de nopal ($p < 0.05$). Sin embargo, el prototipo con menor cantidad de nopal obtuvo la mayor aceptación en cuanto al olor debido a que el nopal tiene un aroma característico muy fuerte ($p < 0.05$). Se observa claramente que el prototipo con mayor concentración de nopal obtuvo la menor calificación en todos los parámetros con menos de 4%.

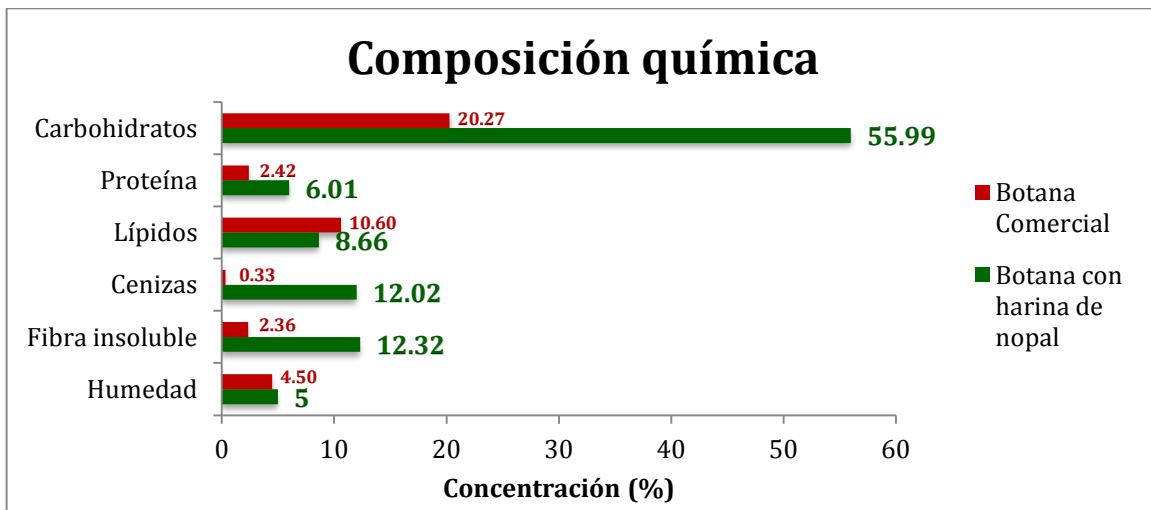
Estos resultados demuestran que el mejor prototipo y la formulación elegida para el desarrollo del producto fue aquella cuya concentración de harina de nopal fue de 17.33%.



Gráfica 12. Evaluación de prototipos

4.2.3 Objetivo particular 3

4.2.3.1 Análisis químico a la botana



Gráfica 13. Composición química de la botana con nopal

Se puede observar en la Gráfica 13 que el producto elaborado contiene un alto porcentaje de fibra insoluble y de cenizas. Ambos componentes están presentes en un 12% en la botana adicionada con harina con nopal, con base en este resultado se afirma que es un alimento funcional y con beneficios para la salud. Las cenizas por su parte están en gran parte compuestas por calcio debido a que el nopal también es una rica fuente de este mineral y además en la elaboración de la botana se utilizó una mezcla de harina de trigo,

harina de nopal y harina de maíz nixtamalizado enriquecida en calcio. Sin embargo, McConn y Nakata (2004) en un estudio efectuado en nopalitos señalan que el calcio presente no estaría disponible para la utilización por el cuerpo humano, ya que se encuentra bajo forma de cristales de oxalato de calcio. La botana de nopal absorbió el aceite adicionado durante el proceso de rociado de aceite en el sazonado resultando un valor de 8.66% de lípidos.

Comparando la botana comercial con la botana adicionada con harina de nopal observamos que esta última contiene más del triple de proteína, cenizas y fibra lo que la vuelve un alimento más nutritivo y funcional por lo antes mencionado. Por otro lado cabe resaltar que la botana con nopal contiene 2% menos de lípidos que la que ya se encuentra en el mercado lo cual es una característica que el consumidor contemporáneo está buscando, de ahí que muchas marcas están elaborando productos “bajos en grasa”.

Por otro lado, debido a la composición del nopal, la botana tiene el doble de carbohidratos que una botana comercial 55% lo cual es una fuente de energía.

4.2.3.2 Análisis microbiológico a la botana

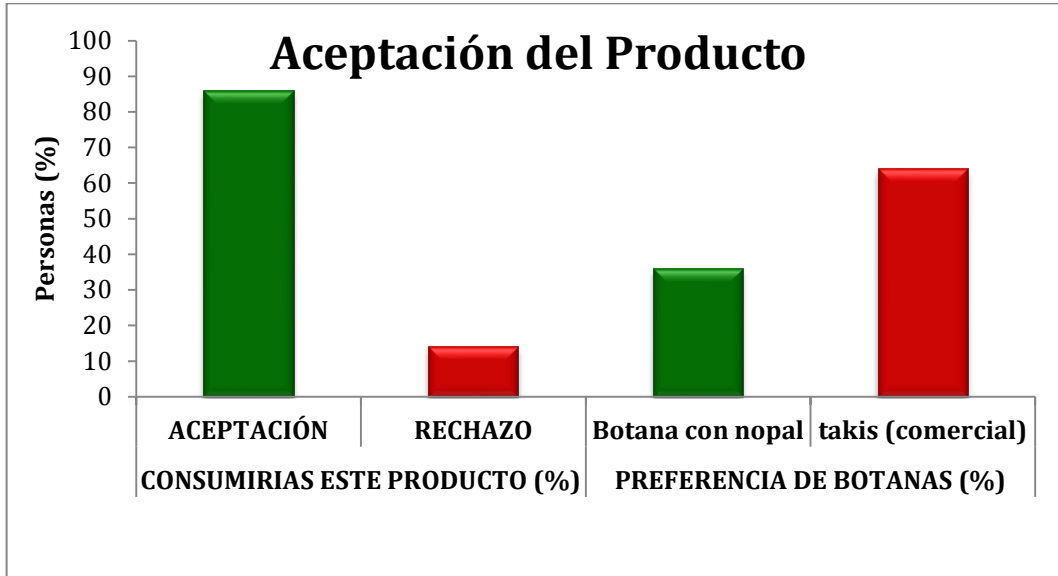
No se contabilizaron unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de mohos en agar papa-dextrosa acidificado, incubadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 5 días ni unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de levaduras en agar papa-dextrosa acidificado, incubadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 5 días. Esto indica buenas prácticas de manufactura y asegura la calidad sanitaria del producto.

4.2.4 Objetivo 4

Act. 4.2.4.1 Prueba sensorial de aceptación

En la Gráfica 14, se muestra que más de un 85% de los consumidores aceptaron el producto y estarían dispuestos a comprarlo. Sin embargo al comparar la botana adicionada con nopal con un producto comercial (takis) los consumidores prefieren la botana comercial en un 60% pero hay que destacar que las botanas tradicionales no tienen ningún beneficio para la salud. De acuerdo a los comentarios recabados en la encuesta, esta preferencia por la botana comercial se debió al sabor del condimento aunque cabe

resaltar que la botana de nopal tiene una preferencia del 30% lo que es valor considerable si ésta fuera salir al mercado ya que querría decir que es capaz de quitarle 30% de los clientes a la botana comercial.



Gráfica 14. Aceptación del producto

4.2.5 Objetivo 5

Desarrollo de la mercadotecnia

Act. 4.2.5.1 Elección del envase

El envase seleccionado fue una bolsa hermética metálica de aluminio con capacidad de 100g. Las propiedades del envase se presentan en la Tabla 13. Se eligió este envase ya que debido a las características del producto debe estar protegido de los rayos UV, del polvo del medio ambiente, debe estar completamente sellado, ser resistente al vapor de agua y gases para la conservación del producto así como ser inocuo y no transferir olores o sabores a la botana.

Tabla 14. Propiedades del envase

| Propiedad | Característica |
|----------------|--------------------------|
| Tipo de envase | Flexible |
| Toxicidad | No tóxico para alimentos |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Resistencia a luz visible y UV | Aísla a los alimentos de los rayos de luz que causan oxidación, rancidez, pérdida de sabor, decoloración y pérdida de vitaminas. |
| Resistencia a la contaminación | Eficaz barrera contra la contaminación causada por el polvo, suciedad, grasa, insectos, etc. |
| Termo sellado | Se sella por medio de calor |
| Resistencia al vapor de agua | No tiene índice de transmisión de vapor de agua dada su impermeabilidad |
| Resistencia a gases | Actúa como una barrera absoluta contra el oxígeno y otros gases perjudiciales. Evita la pérdida de aroma de los productos. |
| Impermeabilidad a las grasas | Impermeable a las grasas y aceites, incluso a altas temperaturas |
| Carencia de sabor y olor | No genera olor ni sabor alguno en alimentos. Se utiliza contra la absorción de olores o sabores desagradables de su entorno. |
| Higiene | Es sanitario, pues evita contaminación externa de microorganismos y permite ser esterilizado sin cambio en su apariencia o propiedades. |

Fuente: Mincetur, 2013

Act. 4.2.5.2 Diseño de la etiqueta

Se diseñó la etiqueta resaltando su alto contenido en fibra y respetando toda la información que debe contener un envase para una botana, Figura 3.

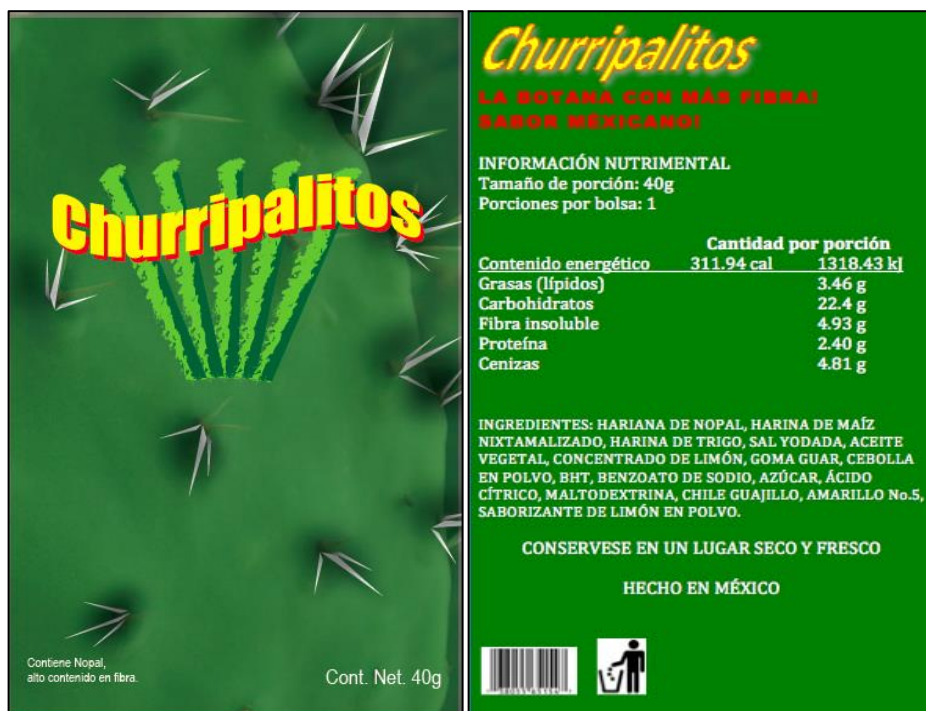


Figura 3. Etiqueta trasera y delantera

Act. 4.2.5.3 Costo

Se observa en la Tabla 14 que el costo bruto de una bolsa de 40g del producto es de 6.02 pesos. Al sumarle el 16% de IVA resulta un precio de 6.82 pesos. A partir de este costo se suma la ganancia que se desea obtener. Estimando que se desea tener un 100% de ganancia sobre el precio de elaboración del producto, se obtiene un precio a la venta de 13.96 pesos. Cabe destacar que en este presupuesto no se tomaron en cuenta el gasto de servicios, mano de obra ni desgaste de los equipos. Es por ello que se agregó una ganancia del 100% para poder considerar estos costos que no se conocen. El costo de éste producto es 64% más caro que la botana comercial, Takis.

Tabla 15. Costo de una bolsa de 40g de botana con nopal

| COSTO DEL PRODUCTO (Bolsa de 40g) | | | |
|--|-----------------|--------------------------|--------------------|
| Ingredientes | Cantidad | Precio (MN.) | Costo (MN.) |
| Agua | 0.04 L | 1.75/L | 0.07 |
| Harina de nopal | 0.026 Kg. | 77.2/Kg. | 2.0072 |
| Harina de maíz | 0.0325 Kg. | 15/Kg. | 0.4875 |
| Harina de trigo | 0,0065 Kg. | 15.6/Kg. | 0.1014 |
| Sal | 0,0019 Kg. | 5/Kg. | 0.0095 |
| Cebolla en polvo | 0,0019 Kg. | 284.7/Kg. | 0.54093 |
| Goma guar | 0,0009 Kg. | 497.64/Kg. | 0.447876 |
| Chile en polvo | 0,005 Kg. | 104/Kg. | 0,52 |
| Concentrado de limón | 0,04 L | 21/L | 0,84 |
| Envase | 1 pza. | 1/pza. | 1 |
| | | COSTO BRUTO | 6.02 MN. |
| | | COSTO + IVA | 6.98 MN. |
| | | GANANCIA | 100% |
| | | PRECIO A LA VENTA | 13.96 MN. |

4.2.6 Objetivo 6 – Vida útil

4.2.6.1 Pruebas sensoriales de aceptación

Se presentaron a los 20 panelistas las muestras a diferentes tiempos de almacenamiento (días). Se les dio una muestra con un tiempo cero de almacenamiento tiempo en que el producto estaba fresco. Para este tiempo cero se supone que los jueces aceptan el producto. De lo contrario, o sea si algún evaluador rechaza el producto fresco lo más probable es que no le guste el producto en sí, y corresponde no tener en cuenta sus datos

para el estudio como fue el caso para el panelistas número tres, el cual fue reemplazado. Se reportan los resultados en la Tabla 15, en donde se indica si el producto es aceptado o rechazado (si o no). Se decidió dar la prueba de vida útil por concluida cuando más del 50% de los jueces rechazan el producto (Hough y Fiszman, 2005). Se observa en la Tabla 15 que a partir de 28 días de almacenamiento en condiciones aceleradas algunos panelistas rechazaron el producto (23%). A los 28 días se decidió realizar las pruebas sensoriales a menor intervalo de tiempo. Cuatro días después un 41% lo rechazaron pero no es hasta los 36 días de almacenamiento que el producto fue rechazado por más de la mitad de los consumidores alcanzando un rechazo del 82%. Aunque hasta el día 36 de almacenamiento en condiciones aceleradas más del 50% rechazó el producto. Al realizar una estimación estadística por intervalo de confianza de la proporción de rechazo se obtuvo un rango de 7.82-50.23% para 28 días de almacenamiento. Por lo tanto esta es la fecha límite para el tiempo de vida útil. En un trabajo anterior Paz et al. (2001) obtuvieron una relación de 1:7 para la vida útil entre temperatura ambiente y temperatura a 40°C de papas críps elaboradas con aceite de maíz. Tomando este dato se calculó la vida útil real del producto: 28 días x 7 = 196 días.

Tabla 16. Rechazo del producto a distintos tiempos de almacenamiento

| | Tiempo de almacenamiento en días a 40°C y 70% H.R. | | | | | | |
|------------------------------|--|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | T ₀ | T ₇ | T ₁₄ | T ₂₁ | T ₂₈ | T ₃₂ | T ₃₆ |
| Aceptación (personas) | 17 | 17 | 17 | 17 | 13 | 10 | 3 |
| Rechazo (personas) | 3 | - | - | - | 4 | 7 | 14 |
| Rechazo (%) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 23.53 | 41.18 | 82.35 |

Act. 4.2.6.2 Determinación de actividad de agua y humedad

En la Tabla 16 se observa que después de una semana de almacenamiento en condiciones aceleradas, la botana sufre una pérdida de humedad y por lo tanto su actividad de agua disminuyó. Durante la primera semana el producto pierde toda la humedad superficial y

posteriormente se mantiene constante, por lo que después de esta fecha no hay diferencia significativa en el cambio de la actividad de agua ni en el de humedad.

El hecho que no se presenten cambios en la A_w se debe a la hermeticidad del envase, el cual no permitió intercambio con la humedad del medio. Los valores de A_w reportados no permiten el desarrollo de ningún microorganismo ya que el valor mínimo para mohos y levaduras es de 0.5 (Frazier, 2003).

Tabla 17. Determinación de actividad de agua y humedad

| Parámetro | T ₀ | T ₇ | T ₁₄ | T ₂₁ | T ₂₈ | T ₃₂ | T ₃₆ |
|-------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| A_w | 0.37 | 0.355 | 0.355 | 0.358 | 0.356 | 0.355 | 0.358 |
| Humedad (%) | 5 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |

CONCLUSIONES

En la actualidad se presentan problemas de salud debido al ritmo de vida acelerado y la mala alimentación creando una demanda por productos con un aporte a la salud. Se comprobó mediante una encuesta de mercado que los consumidores en edades entre 18-24 años están buscando productos innovadores, con beneficios a su salud y un 45% está dispuesto a pagar entre 10 y 15 pesos por paquete de tamaño individual.

Al evaluar sensorialmente los prototipos elaborados se comprobó que la concentración idónea de harina de nopal en el producto es de 17.33%, a mayor concentración el producto fue rechazado por el consumidor.

Se logró desarrollar un producto inocuo y funcional con un alto contenido en fibra insoluble (12%) a un costo accesible aprovechando el nopal, un recurso que es altamente cultivado en México y el cual casi no es procesado para consumo humano.

El producto obtuvo una buena aceptación con un 30% de preferencia con respecto al comercial. Sin embargo para futuras investigaciones se deberá mejorar el condimento para incrementar la preferencia del producto a base de harina de nopal.

Se recomienda comparar dos productos que tengan la misma masa (contengan nopal) y el mismo condimento el cual es crítico para la preferencia del consumidor y así tener resultados más precisos y exactos.

El envase seleccionado para la conservación y distribución de este producto fue una bolsa

hermética metálica de aluminio con la cual se determinó que la vida útil de la botana adicionada con nopal es de 196 días, siendo un producto poco perecedero facilitando la distribución para su venta y consumo. La aceptación de la vida útil es crítica para determinar la rotación que se espera en este producto.

La producción de una bolsa individual con contenido de 40g tiene un costo aproximado de 7 pesos M.N. y su precio a la venta es de 14 pesos M.N., precio al cual el 45% de los consumidores están dispuestos a adquirirlo. Aunque en la alimentación del mexicano está muy arraigada al consumo de botana chatarra, la botana de nopal tuvo una buena aceptación por parte del consumidor por lo que sería capaz de competir en el mercado.

REFERENCIAS

1. Aaker, D. A. Day, G. S. (1990). "Investigación de Mercados". 3º Edición. Editorial: Mc Graw Hill. México.
2. Amador, O. (2010). "Mercado mexicano de botanas saladas se ha ido adelgazando". El Economista. México.
3. A.O.A.C (Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemist), (1990). 14 TH. Williaw Horwitz (ed). Washington D.C., U.S.A.
4. AMA (American Marketing Association), (2006), "Dictionary of marketing terms". Ed. NTC Buisiness Books.
5. Atalah, E. Pak, N. (1997). "Aumente el consumo de verduras, frutas y legumbres". pp. 79-89 In: C. Castillo, R. Uauy, y E. Atalah, eds., Guías de alimentación para la población chilena. Santiago.
6. Bouzaza, D. Arhaliass, A. Bouvier, J. M., (1996). "Die design and dough expansion in low moisture extrusion cooking process". *Journal of Food Engineering*, 29(2): 139-152.
7. Bressani R. Breuner, M. Ortiz, M. A. (1989). "Contenido de fibra ácido y neutrodetergente y de minerales menores en maíz y su tortilla". Arch. Latinoamerica. Nutri. 39: 382-39.

8. Cardello, A. V. (1994). "Consumer Expectations and Their Role in Food Acceptance". Cambridge, UK.
9. Cardello, A. V. Bell, R. Kramer, M. (1996). "Attitudes of Consumers Toward Military and Other Institutional Foods. Food Quality and Preferences. Cambridge, UK.
10. Carpenter, R. Lyon, D. Hasdell, T. (2000). "Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos". Editorial Acribia. Segunda edición. Zaragoza, España.
11. Churchill, G. A. (2003). "Investigación de Mercados". 4º Edición. Editorial: Thomson. México.
12. Contreras, J., (2012). "Estrategias de la Mercadotecnia". Facultad de Contaduría y Administración, UAEM. México.
13. De las Cagigas R. A. Blanco Anesto J., (2002). Prebióticos y Probióticos, una Relación Beneficiosa. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición;16(1):63-8.
14. Dos Santos, F. M., Wang, S; Ascheri, M.F, Costa, S.A.J., (2002). "Productos extrusados expandidos de misturas de canjiquinha e soja para uso como petiscos". *Pesq Agropec Bras.* Brasilia, Brasil. 37(10):1495-1501.
15. Food and Agriculture Organization of the United States (FAO), (1992). "Maize in Human Nutrition". Ed. Food & Agriculture Org., United States.
16. FAO. (1993). "El maíz en la nutrición humana. Colección FAO: Alimentación y nutrición, N°2". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
17. Flores, H. A, Murillo, M., Borrego, F., y Rodríguez, J. L., (1995). "Variación de la composición química de estratos de la planta de 20 variedades de nopal" p.110-115. *In: Memorias. VI Congreso Nacional y IV Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del nopal.* Guadalajara, México.
18. Frazier, W. C. (2003). "Food Microbiology". McGraw Hill Book Company, Inc. New York, USA.
19. González, R.J.; Torres, R.L.; Añón, M.C. (2000). "Comparison of rice and corn

- cooking characteristic before and after extrusion”. Polish Journal of Food and Nutrition Science. 9(50), 1: 29-54.
20. González S. (2010). “En China explotan mejor el nopal; en México, productores apenas sobreviven”. Periódico La Jornada. México.
 21. Grijspaardt-Vink, C. (1996). Ingredients for healthy foods featured at European expo. Food Technology. 2: 30.
 22. Harper, J. M., (1992). “A Comparative analysis of single and twin screw extruders” en: Food extrusion Sc. and technology Cap. 8: 139-148. Ed: Kokini J. L. Ho Ch.T.and Karwe M. Marcel Dekker Inc. New York.
 23. Hernández, E., (2005). “Evaluación Sensorial”. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, UNAD. Bogotá, Colombia.
 24. Hollingsworth, P. (1996). “Food trends: diversity and choice dominate”. Food Technology. 5: 40.
 25. Hough, G. (2005). “Survival analysis applied to sensory shelf life of yogurts”. Journal of Food Science. USA.
 26. Hurtado M., Escobar B. y Estévez A., (2001). “Mezclas legumbre/cereal por fritura profunda de maíz amarillo y de tres cultivares de frijol para consumo “snacks”. Arch Latinoamer Nutr 2001; 51: 303-308.
 27. Instituto de innovación en biotecnología e industria (IIBI). (2014). “Harina de nopal y sus derivados”. República Dominicana.
 28. I.N.E.G.I (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), (2010). “censo económico del Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2010”. México
 29. I.N.S.P (Instituto Nacional de Salud Pública), (2006). “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición”. México
 30. Jany, J. N. (2005). “Investigación integral de mercados: decisiones sin incertidumbre”. 3ª Edición. McGraw Hill.
 31. Jefferson A. (2005). “Diet and Digestive Health”. Primary Healthcare 15: 27-31.
 32. Key et al. (2004). “Diet, nutrition and the prevention of cancer”. Public Health Nutrition: 7(1A), 187–2007.

33. Kotler P. (1993). "Dirección de Mercadotecnia". 7a. ed. E. Englewood Cliffs. Prentice-Hall Hispanoamericano, S.A.
34. Kotler P. y Armstrong G., (2003). "Fundamentos de Marketing". 6ta. Edición, Prentice Hall, Pág. 353.
35. Kramer A., Twigg BA. (1982). "Quality control for the food industry. Vol 1". 3rd edition. Ed. Westport, USA.
36. Lambin, J.J. (1995). "Marketing Estratégico". 3a. ed. McGraw- Hill. España, Madrid. Pág. 285 -535.
37. Lerma K. (2004). "Guía para el desarrollo de nuevos productos: una visión global". Editorial Cengage Learning. México.
38. Lerma K. (2010). "Desarrollo de nuevos productos: una visión integral". Editorial Cengage Learning. México.
39. López M., J. L., J. P. Cruz H. y A. López J. (1988). "Contenidos nutrimentales en tallos y raíces de nopal tunero (*Opuntia amyclaea*)". Revista Chapingo 62-63: 144-148.
40. Man, D., Jones, A. (2000). "Shelf Life Evaluation of Foods". Springer Science & Business Media. USA.
41. McCarthy J. y Perreault W. (1997). "Marketing". 11ª. Edición, McGraw-Hill Interamericana, Pág. 446.
42. Nielsen S. (2003). "Food Analysis, Volumen 1". Ed. Kluwer Academic Pub. New York, USA.
43. Nobel, (1999). "Biología ambiental". Estudio FAO Producción y Protección vegetal, Roma.
44. Norma Oficial Mexicana, NOM-147-SSA1-1996. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas.
45. NMX-F-066-S-1978. DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN ALIMENTOS. FOODSTUFF DETERMINATION OF ASHES. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.

46. NMX-F-083-1986. ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS. FOODS. MOISTURE IN FOOD PRODUCTS DETERMINATION. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
47. NMX-F-090-S-1978. DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA EN ALIMENTOS. FOODSTUFF DETERMINATION OF CRUDE FIBER. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
48. NOM-086-SSA1-1994. BIENES Y SERVICIOS. ALIMENTOS Y BEBIDAS NO ALCOHOLICAS CON MODIFICACIONES EN SU COMPOSICION. ESPECIFICACIONES NUTRIMENTALES.
49. NOM-147-SSA1-1996, BIENES Y SERVICIOS. CEREALES Y SUS PRODUCTOS. HARINAS DE CEREALES, SEMOLAS O SEMOLINAS. ALIMENTOS A BASE DE CEREALES, DE SEMILLAS COMESTIBLES, HARINAS, SEMOLAS O SEMOLINAS O SUS MEZCLAS. PRODUCTOS DE PANIFICACION. DISPOSICIONES Y ESPECIFICACIONES SANITARIAS Y NUTRIMENTALES.
50. Nollet, L. (2009). "Handbook of Dairy Foods Analysis". CRC Press. USA.
51. Páramo, D., Ramírez, E. (2009). "La investigación del marketing y la toma de decisiones gerenciales". Universidad Sur Colombiana.
52. PepsiCo Alimentos México S de RL de CV (2013).
53. Pérez, V. (2008). Elaboración de productos deshidratados de nopal verdura. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), A.C., Unidad Culiacán, México.
54. Periago, M.J., Ros, G., López, G., Martínez, M. C., y Rincón, F. (1993). "The dietary fiber components and their physiological effects". Revista Especialización Ciencia y Tecnología Alimentaria 33 (3): 229- 246.
55. Rodríguez, A. y Cantwell, M. (1988). "Developmental changes in composition and quality of prickly pear cactus cladodes (nopalitos)". Plant Foods Hum. Nutr. 38: 83-93
56. Saéñz H. C. (2004). "Compuestos funcionales y alimentos derivados de Opuntia

- spp”. In: Esparza F. G., R. D. Váldez C., y G. Méndez S. El Nopal. Tópicos de Actualidad. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp: 211-221.
57. Sáenz C., Sepúlveda E. y Matsuhira, B. (2004). “Opuntia spp. mucilage’s: a functional component with perspectives”. Ed. J. Arid Environ. 57 (3): 275-290.
 58. Sáenz, C. y Berger, H. (2006). “Utilización Agroindustrial del Nopal”. Ed. Food & Agriculture Org.
 59. Sancho, J. Bota, E. de Castro, J.J. (2002). “Introducción al análisis sensorial de los alimentos”. Editorial Alfaomega. México, D.F.
 60. Mercado, S., (2004). “Administración aplicada: teoría y práctica”. 2ª ed. México, Limusa.
 61. Salvin J. y Green H., (2007). “Dietary fibre and satiety”. Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota, St. Paul, MN, USA, Nestlé Research Center, Food Intake Control Group, Lausanne, Switzerland.
 62. Smith et al. (2001). “High fiber cereals reduce fatigue”. Appetite 37: 1-3.
 63. Smith, AP. (2005). ”The concept of wellbeing: relevance to nutrition research”. British Journal of Nutrition, 93, Suppl. 1, S1-S5.
 64. Sloan, E. (1994). “Top ten trends to watch and work on”. Food Tech. 7: 89-100.
 65. Spiller, G. (1992). “Definition of dietary fiber”. pp. 15-18. In: Dietary Fiber in Human Nutrition.
 66. Sudzuki, F., Muñoz, C. y Berger, H. (1993). "El cultivo de la tuna". Departamento de Reproducción Agrícola. Universidad de Chile
 67. Torres, E. (2009). “En el mundo de los snacks”. Industria Alimenticia para los procesadores de alimentos de América Latina 2009. México.
 68. Valencia-Sandoval, K., Brambila-Paz, J. (2009). Evaluación del nopal, verdura como alimento funcional mediante opciones reales. Departamento de Economía. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados, México.
 69. Veralmex SPR de RL. (2013). Empresa dedicada al cultivo y procesamiento del nopal. Monterrey, México.
 70. Villegas y de Gante, M. (1997). "Los Nopales (Opuntia spp.) Recursos y

Símbolos Tradicionales en México". Quinto Congreso Nacional e Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.

71. Watson J. (1987). "Food and Nutrition in Practice". Ed. Heinemann, England
72. Weiers, R. M. (1986) "Investigación de Mercados". Editorial: Prentice Hall. México.
73. Zikmund, W. (1998). "Investigación de mercados". 6ª Edición. Prentice Hall. México.