



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**Tostaditas funcionales horneadas (tipo nacho) de harina
compuesta de maíz y huauzontle**

Tesis

P r e s e n t a n:

**Martínez Rodríguez Dulce Karen
Nieves Gutiérrez Claudia Valeria**

Que para obtener el título de:

Ingeniera en Alimentos

Asesora:

I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal

Coasesora:

Dra. Guicela Ramírez Bernal

Cuautitlán Izcalli, Estado de México 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Dulce Karen

Con amor para ustedes:

A **Dios** por guiarme en este camino, haciendo que día a día se realicen mis sueños, creyendo en ti, agradeciéndote infinitamente todo, por darme fuerzas, perseverancia y ganas para lograr mis metas.

A **mis padres** por darme la vida, por brindarme su apoyo incondicional, consejos y el aliento para seguir a delante, porque sin ellos no sería la persona que soy ni estaría en el lugar que ahora me encuentro. ¡Soy inmensamente afortunada de tenerlos!

A mi **papi**, como un pequeño testimonio de cariño y eterno agradecimiento, a ti quien me ha heredado el tesoro más valioso que un padre le puede dar a su hija, por su ejemplo de superación incansable, por su sacrificio en tiempos muy difíciles, porque a pesar de las limitaciones me seguiste apoyando y alentando a llegar a mi meta, ¡nuestra meta!, por tu confianza, amor, amistad y consejos. Te amo pa´

A mi **mami**, por haberme dado la vida y soportarme cada día, por estar conmigo cada que te necesito, por estar siempre presente a pesar de los horarios y la distancia, gracias por permitirme concluir a tu lado una de las etapas más importantes de mi vida, sin ti no hubiera sido posible, Te amo mami.

A mis hermanas, **Mirnis, Miry y Cari** por ser mis compañeras y amigas de vida desde que tengo razón, porque son mi mayor ejemplo de a seguir, por motivarme cada día y jalarme las orejas cada que era necesario, por apoyarme a su manera. ¡Las amo!

A mi amor **Ángel**, por haber llegado en el momento indicado a mi vida y permitirme ser parte de la tuya, gracias por estar desde el inicio de este recorrido siempre tomándome de la mano, venciendo cualquier adversidad que se presente juntos, eres una parte fundamental de mi vida, gracias por apoyarme, esperarme horas interminables y animarme dándome motivación para continuar cuando me rendía. ¡Amor lo logramos, al fin!, recuerdo siempre tus palabras de aliento. Sé que siempre contaré contigo como durante estos 5 años de Universidad. ¡Te amo!

A mis tíos **Vicky y Óscar**, por apóyame cada que me acercaba a ustedes, gracias por brindarme sus mejores consejos, pláticas, por apoyarme en esos momentos cuando estaba enferma de estrés y tenderme la mano en momentos difíciles, se los debo a ustedes, por el amor y comprensión a mi tía **Mary**, por apoyarme, por darme su mano cuando era necesario, por ser la valiente al probar mis “inventos raros”, aunque no quería. Gracias.

A mis sobrinos, **Fanny, Lalito, Yare, Angelito, Iveth, Cris y Kike**, por estar en esta etapa de mi vida tan importante, por sus locuras, risas, por ir por mi material a la papelería, los amo. Siempre sacan una sonrisa en mí.

A **Andrea, Eli, Saúl, Samuel, Nan, Bere y Martha** por hacer de la universidad una etapa inolvidable, estoy agradecida con la vida de haberlos puesto en mi camino y que ustedes me hayan hecho parte de sus locuras, a cada uno de ustedes amigos y compañeros que aportaron algo a mi vida, siempre los llevaré en mi corazón.

A ti **Andrea** por ayudarme siempre en las materias que se me complicaban, porque a pesar de las enojadas en los laboratorios salíamos de ahí con una sonrisa y sobre todos por ser mi mejor amiga desde el inicio de esta aventura, por tantas salidas, escapadas, comidas, desayunos y cenas, por los momentos que sin duda son inolvidables.

A mi **Nan** por brindarme tu casa debido a la distancia, por estar conmigo siempre, gracias por tantas salidas, bailes de fin de semestre, risas, carcajadas y por tu gran y valiosa amistad.

A mi compañera y amiga, **Vale**, por esas horas de trabajo de investigar y experimentar, gracias por compartir este camino a mi lado que sin planearlo terminamos juntas en esto pero terminó siendo una gran decisión, gracias por tantas risas, carcajadas, estrés, dedicación, aprendizaje y locuras como tus bailes en el taller, me llevo algo muy valioso de ti muchas gracias, eres una linda personita. ¡Felicidades equipi, lo logramos!

Todo mi efecto y admiración para mis asesoras, ya que sin ustedes hubiera sido imposible cerrar éste ciclo tan importante en mi vida.

Profesora Lety, muchísimas gracias por haberme ofrecido gran parte de su tiempo y dedicación para la culminación de este trabajo, por sus valiosos consejos, enseñanzas y sobre todo por apoyarme cuando estaba a punto de rendirme, es una valiosa persona. Muchas gracias por su apoyo.

Profesora Guis, muchas gracias por brindarme su total disposición e interés en éste último semestre, por sus consejos muy prácticos, por regañarnos cuando más era justo y necesario, en verdad muchas gracias por confiar en mí, es una gran persona. Muchas gracias por todo.

Agradezco a todos aquellos que han contribuido en mi formación profesional y personal, por brindarme su cariño y confianza.

A los sinodales, **Elsa, Consuelo, Lidia y María Elena**, por sus valiosas observaciones, por dedicarnos su tiempo y contribuir a este proyecto.

A **Peter**, por ayudarnos en la creación de la presentación del producto, por su tiempo y dedicación, porque a pesar de las prisas y el tiempo en el que avisábamos, estuviste en toda disposición.

A la **UNAM** por abrirme las puertas y ser mi segunda casa, por la formación que has dejado en mí, me siento orgullosa de portar la camiseta y haber sido parte de ésta institución.

Con cariño **DULCE**.

Por mi raza hablará el espíritu.

Agradecimientos

Claudia Valeria

El camino no es fácil se requiere de constancia, perseverancia y fortaleza para no desistir aun cuando la situación se torne complicada. Es por eso que quiero agradecer a cada una de las personas que me acompañaron en este camino que pese a cualquier situación siempre tuvieron una palabra de aliento para impulsarme, a todos los que confiaron y creyeron en mí. No los defraude, aquí estoy dando lo mejor de mí en cada momento, gracias por siempre estar conmigo y no dejarme sola. Los quiero infinitamente y ¿Qué creen?... ¡Lo logramos Familia!

A mi abuelito Rodrigo: Este es el agradecimiento más triste y feliz a la vez porque físicamente ya no estás conmigo, aunque siempre te llevo en mi corazón, jamás te podría olvidar me diste siempre lo mejor de ti. Cuando pienso en ti se me viene a la mente un sinfín de momentos maravillosos, agradezco a Dios que me permitió conocerte y poder llamarte “abuelito”, me enseñaste que para conseguir algo siempre se debe de dar lo mejor con esfuerzo, responsabilidad y constancia, me enseñaste que las excusas como; “Pero” o “Es que” no existen y que no deberían de estar en mi vida, aún recuerdo como te enojabas cuando llegaba a decir las =D. Este logro es por ti y para ti, desearía con todo mi corazón que pudieras estar en estos momentos a mi lado, que me dieras un fuerte abrazo y me dijeras lo orgulloso que estas de mí, sé que algún día volveremos a vernos y hasta ese día esperare por mi abrazo. La vida no vale nada, comienza siempre llorando, y así llorando se acaba. ¡Te amo abuelito!...

A mi abuelita Elvira: Abuelita le doy gracias a Dios de que sigues a mi lado y le pido me dures toda la vida, soy muy afortunada de tenerte conmigo, de poder pasar momentos inolvidables a tu lado, eres demasiado ocurrente y tienes mucha chispa simplemente alegras mi vida. Gracias por cuidarme y entregarme todo tu amor (aunque no seas muy expresiva jaja), tiempo y dedicación desde que nací y hasta la fecha. Eres parte importante de cada logro en mi vida, no tengo como agradecer todo lo que haces por mí. Te dedico este logro del que fuiste parte, me has acompañado por más de 18 años escolares, pasando sustos, estrés, presión pero siempre junto a mí. Tienes un gran corazón y si algo he aprendido de ti es a ser valiente y no dejarme intimidar por cualquier problemita, al contrario me has enseñado que lo mejor es enfrentarlos con carácter y que no pasa nada, porque siempre hay una solución. ¡Te amo abuelita!

A mi mami Claudia: Gracias por darme la vida, por formarme, por enseñarme, por cuidarme, por siempre ver por mí, por defenderme. Eres una mujer muy fuerte y valiente que pese a cualquier adversidad no te dejas vencer, siempre tratas de buscar una solución a los problemas, haces todo por tenernos unidos, por convivir y pasar momentos en familia divertidos e increíbles, me encanta tu pasión por viajar, espero algún día no muy lejano poder contribuir a tu pasión y conozcas muchos más lugares de los que ya conoces. Le pido a Dios me dures toda la vida, no me veo sin tus regaños, sin tu carácter peculiar que sin duda si no fuera por ese carácter yo no estaría aquí preparando un examen profesional. Estoy orgullosa de ti, de poder

llamarte mamá. Este logro te lo dedico con mucho amor mami, gracias por siempre alentarme y estar cuando más te necesite. ¡Te amo mami!

A mi papa Javier: Papi gracias por siempre hacer el esfuerzo de que nunca me faltara nada, por darme los medios para ir a la escuela, sé que aunque no me lo digas estas muy orgulloso de mi y por eso quiero dedicarte este logro, al fin después de muchos años termina mi vida escolar, gracias por tu confianza lo hemos logrado juntos. Ahora entiendes que esos partidos de futbolito me inspiraban para poder cumplir esta meta jaja, era algo así como motivacional y de desahogo de estrés. Me tienes que durar muchos años más y ahora ya no será para darme pasajes si no para que yo pueda demostrarte mi agradecimiento de todo lo que tú hiciste por mí. ¡Te amo papi!

A mis hermanos Aranza y Rodrigo: Los amo y siempre estaré para ustedes, agradezco no ser hija única porque no sé qué haría sin su compañía, es muy divertido tenerlos como hermanos. Roy gracias por siempre tener la disponibilidad de ayudarme aún cuando en momentos de estrés mi carácter no es el mejor, por siempre hacerme reír con tus ocurrencias o chistes malos jaja y sobre todo por cuidarme. Eres un gran apoyo en mi vida, y te declaro oficialmente el hermano mayor de Ara y mío por regañón XD. Siempre estaré para ti sin importar nada, estas a la mitad del camino futuro Ingeniero civil sé que lo lograras confié en ti, me llenas de orgullo hermano. Ara eres la más pequeñita y me has enseñado mucho, eres una niña súper fuerte, tenaz y valiente, tu carrera no es fácil te falta mucho por camino por recorrer sin embargo tienes todo para lograrlo incluyéndome no importa que tenga que dibujar las partes del cerebro o ayudarte junto con mamá a hacer una presentación mientras duermes un poco, todos estamos contigo en este reto futura Médico cirujano, estoy orgullosa de ti, siempre tendrás toda mi confianza. ¿Sabes algo?...Tienes algo muy bueno a tu favor y es que cuando te propones algo lo cumples y en eso nos parecemos hermanita.

A mi cómplice, a mi equipo, a mi mejor amigo, a mi novio Gerardo: Me siento tan afortunada de haberte encontrado en este camino, cambiaste por completo mi vida, me motivaste, me impulsaste y sobre todo confiaste en mí. Eres un increíble ser humano que siempre ha estado dispuesto a ayudarme y apoyarme en mis peores momentos, nunca me has dejado sola, desde que nuestros caminos se juntaron hemos caminado de la mano, hombro con hombro, siendo el mejor equipo, no tengo como agradecer tu forma de ser conmigo, de cuidarme, protegerme y siempre estar ahí al pie del cañón sin importar nada. Me has demostrado que siempre estarás junto a mí en las buenas y en las malas. Hiciste de mi estancia en la Universidad la más divertida y genial etapa escolar que por cierto siempre recordare amor. Gracias por esas horas incontables de apoyo en donde con toda la paciencia del mundo me explicabas cuando no lograba entender algo, por ti vencí muchos miedos y logre lo inimaginable, veme aquí a un pasito de concluir esta etapa mi Gera. Un placer coincidir contigo en esta vida. Somos un préstamo voluntario de momentos inolvidables que quizás podrían durar la vida entera. Te amo equipo.

A Dul mi compañera en esta aventura llamada “Tesis”: Esto fue obra del destino dul, jamás se planeó y sin embargo fue la mejor decisión de nuestras vidas, pues nos propusimos lograrlo en menos de un año y ahora estamos aquí a un paso de conseguirlo, hicimos un muy buen equipo, nos complementamos perfecto, nos entendimos y encontré un gran apoyo en ti. Agradezco tu tiempo, tu responsabilidad, tu dedicación y tu compromiso. Gracias por todos

los momentos que pasamos fueron muy divertidos y como olvidar esas platicas interminables llenas de risas. Te quiero amiga.

A mi Asesoras Leticia y Guísela: Encontramos en ustedes un apoyo incondicional para lograr esta meta, desde el primer día de clases en el taller hasta la elaboración de nuestra Tesis. Quedo muy satisfecha con esta experiencia, siempre tuvieron la disponibilidad de colaborar y enriquecer nuestro trabajo, gracias por el tiempo y la dedicación que nos brindaron. Profesora Leticia gracias por mantenernos en el camino e insistir en que nuestra prioridad era Titularnos, Profesora Guicela gracias por su motivación y ánimo, nos mantuvo siempre con el deseo de no parar hasta lograrlo.

A los sinodales: Gracias por su tiempo en cada una de sus correcciones, por siempre tener la disponibilidad de atendernos y apoyarnos.

ÍNDICE DE FIGURAS	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	vi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1.1 MAÍZ	1
1.1.2 Definición	1
1.1.3 Estructura del grano de maíz	1
1.1.4 Composición química	3
1.1.5 Aporte nutritivo	4
1.1.6 El maíz en la nutrición humana	4
1.1.7 Producción en México	5
1.2 HUAUZONTLE	6
1.2.1 Definición	6
1.2.2 Estructura de la semilla de huauzontle	7
1.2.3 Origen y localización en América	8
1.2.4 Descripción botánica	9
1.2.5 Composición química del huauzontle	11
1.2.6 Aporte nutritivo	12
1.2.7 Usos alimenticios	13
1.2.8 Producción en México	13
1.3 HARINA Y HARINA COMPUESTA	15
1.3.1 Definición	15
1.3.2 Proceso de elaboración de harina	16
1.4 TOSTADITAS HORNEADAS	18
1.4.1 Definición	18
1.4.2 Proceso de elaboración	19
1.4.3 Consumo de tostadas en México	20
1.5 DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	21
1.5.1 Etapas involucradas en el desarrollo de productos alimenticios	21

1.5.2 Alimentos funcionales	22
1.5.3 Importancia del desarrollo de productos funcionales	23
1.6 EVALUACIÓN SENSORIAL	24
1.6.1 Definición	24
1.6.2 Tipos de pruebas	24
1.6.3 Importancia en el desarrollo de productos alimenticios	26
1.7 MERCADOTECNIA	27
1.7.1 Definición	27
1.7.2 Estudio de mercado	28
1.7.3 Importancia del estudio de mercado	29
1.7.4 Variables del producto	30
1.7.5 Envase	31
1.7.6 Etiqueta	31
1.7.7 Precio	33
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	34
2.1 Objetivo general	34
2.2 Objetivos particulares	34
2.3 Cuadro metodológico	35
2.4. Descripción de la metodología	36
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	51
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Maíz, <i>Zea mays subp mays L</i>	1
Figura 2. Estructura del grano de Maíz, <i>Zea mays subp mays L</i>	2
Figura 3. Estados productores del grano de maíz	6
Figura 4. Planta de <i>Chenopodium nuttalliae</i>	7
Figura 5. Sección longitudinal media del grano de huauzontle	8
Figura 6. Distribución del cultivo del género <i>Chenopodium</i>	9
Figura 7. Morfología de la planta: A) planta, B) flor, C) fruto y D) semilla	11
Figura 8. Producción de huauzontle en el estado de Puebla	14
Figura 9. Diagrama de elaboración de harina	18
Figura 10. Proceso de elaboración de tostaditas	19
Figura 11. Ciclo de vida de un producto	30
Figura 12. Encuesta realizada en el estudio de mercado para el desarrollo de tostaditas horneadas funcionales (tipo nacho) de harina de huauzontle y harina de maíz	37
Figura 13. Diagrama de proceso para la obtención de la harina de huauzontle	38
Figura 14. Proceso de elaboración de tostaditas horneadas funcionales de harina de huauzontle y harina de maíz	42
Figura 15. Cuestionario de evaluación sensorial para las tostaditas horneadas funcionales (tipo nacho) de harina de huauzontle y harina de maíz	43
Figura 16. Cuestionario de evaluación sensorial para las tostitas de huauzontle y las tostadas comerciales (Charras) de nopal con linaza	48
Figura 17. Gráfico de posibilidad de consumo	51
Figura 18. Gráfico de relación de personas y el lugar en dónde suelen comprar las tostaditas respecto a su ocupación	52
Figura 19. Gráfico en el que se muestra la preferencia respecto a la presentación del producto	53
Figura 20. Gráfico de relación entre el género y el precio dispuesto a pagar	53
Figura 21. Curva de secado del huauzontle	55

Figura 22. Escala de colores en photoshop (RGB)	56
Figura 23. Tostaditas de maíz y huauzontle	62
Figura 24. Gráfico de comparación de la escala de me gusta mucho a me disgusta mucho con respecto al atributo crujiente	68
Figura 25. Empaque primario	69
Figura 26. Empaque secundario	70
Figura 27. Diseño de envase	70
Figura 28. Información nutrimental	71
Figura 29. Etiqueta parte delantera	73
Figura 30. Etiqueta parte trasera	73
Figura 31. Cuestionario de evaluación sensorial para vida útil	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del grano de maíz	3
Tabla 2. Proteínas presentes en el grano de maíz	3
Tabla 3. Aminoácidos presentes en la harina de maíz	4
Tabla 4. Clasificación taxonómica del huauzontle	10
Tabla 5. Composición química del huauzontle comparadas con el maíz y trigo	11
Tabla 6. Contenido de aminoácidos presentes en la harina de huauzontle	12
Tabla 7. Producción de huauzontle por entidad federativa	14
Tabla 8. Tipos de harinas compuestas	15
Tabla 9. Formulación para tostaditas horneadas tipo nacho	41
Tabla 10. Prototipos propuestos	41
Tabla 12. Análisis estadístico de un factor diseño en bloques para las etapas de fresco-escaldado y fresco-secado	56
Tabla 13. Composición química de la harina de huauzontle	59
Tabla 13. Composición de la harina de maíz	60
Tabla 14. Resultado de análisis estadístico de la evaluación sensorial	63
Tabla 15. Resultado del promedio de la evaluación sensorial	63
Tabla 16. Comparación de la composición química de las tostaditas tipo nacho de huauzontle vs botanas funcionales y comerciales	65
Tabla 17. Posibles aminoácidos presentes en la tostadita tipo nacho	66
Tabla 18. Análisis microbiológico	67
Tabla 19. Resultado de análisis estadístico de la evaluación	68
Tabla 20. Características de la etiqueta	72
Tabla 21. Precio directo	74

RESUMEN

El huauzontle es un pseudocereal con un gran aporte proteico, de fibra y minerales que no tiene un aprovechamiento industrial, por lo cual el objetivo de este estudio fue desarrollar una tostadita horneada (tipo nacho) con harina compuesta de huauzontle y maíz. Con el fin de conocer la viabilidad comercial del producto, se llevó a cabo un estudio de mercado mediante la aplicación de una encuesta, en el que se observó que la población en estudio prefiere el consumo de alimentos que aporte beneficios a su salud ya que un 97% de la población estuvo de acuerdo ante la posibilidad de probar las tostaditas nutritivas. Para la elaboración de la harina de huauzontle se realizó un escaldado a 60 °C con bicarbonato de calcio para la protección del color verde durante el secado, obteniendo que hubo diferencia significativa respecto al control ($P>0.05$). Se desarrollaron los prototipos mediante un diseño factorial de 3x2 tratamientos, variando los porcentajes de harina de huauzontle y maíz (15-85%, 20-80% y 25-75%) con dos tipos de condimentos (ajo y hierbas de olor). Para seleccionar el mejor prototipo en cuanto a los atributos color, sabor, dureza y crujiente, se realizó un análisis sensorial mediante pruebas afectivas a 30 jueces semi-entrenados, aplicando un análisis estadístico de bloques incompletos. Al no encontrarse diferencia significativa entre los prototipos ($P>0.05$), se llevó a cabo una selección en base al color y aporte nutritivo, siendo elegida la combinación de harina de maíz y huauzontle de 20-80% con hierbas de olor. A este prototipo se le determinó su composición química proximal y al compararse con productos similares se encontró que tiene un mayor aporte en proteína (9.82 %), fibra cruda (17.55 %) y minerales (7.60 %), obteniéndose una tostadita funcional. Además se evaluó la calidad higiénica del producto mediante la determinación de los microorganismos indicadores mesófilos, coliformes y mohos y levaduras, en la cual se obtuvo crecimiento de mesófilos únicamente (425 UFC/g) aunque éste se encuentra en el límite permitido por la NOM-247-SSA1-2008. Se determinó el grado de preferencia del producto con respecto a uno comercial “tostadas (Charras) elaboradas con nopal y linaza” mediante una prueba sensorial afectiva de preferencia a 50 personas, en donde solamente se observó diferencia significativa en cuanto a lo crujiente ($P<0.05$), y mediante un análisis de comparación de medias, las tostaditas de huauzontle fueron ubicadas en la categoría de me gusta mucho superando a las tostadas comerciales. En cuanto a la parte mercadológica del producto, se realizó el diseño del empaque, de la etiqueta en referencia a la norma NOM 051-SCF/SSA-2010 (2015) eligiendo un envase que preserve las características del producto haciéndolo atractivo al cliente y conveniente para los distintos modos de transporte, así como la estimación de costo del producto, estableciéndolo en \$15 pesos para el consumidor. Finalmente se planteó una propuesta de estudio de vida útil mediante pruebas aceleradas variando la T° (30°C, 40°C, 45°C, 50°C y 70 HR).

Palabras clave: huauzontle, maíz, pseudocereal, tostadita, harina compuesta.

INTRODUCCIÓN

El huauzontle (*Chenopodium nuttalliae*) es una planta dicotiledónea con raíz muy ramificada, que pertenece al grupo de los pseudocereales (De la cruz, 2010; Xingú, 2010). Tiene un alto valor nutritivo, ya que es rico en proteína y en fibra, contiene minerales como el fósforo, hierro, calcio, vitamina A (retinol) vitamina C (antiescorbútica), B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), así como ácidos grasos insaturados (ácido linoleico u omega 3) (Falcón et al., 2007). Martínez y Peralta (2005) mencionan que la calidad nutricional del grano o flor es considerable por su contenido y calidad proteica, siendo rico en aminoácidos azufrados y lisina por ello en la actualidad se presenta como una opción alimentaria importante, forma parte de los pseudocereales, denominados así porque sus semillas son como la de los cereales, ricos en materiales harinosos, pero que pertenecen a las dicotiledóneas de los géneros *Chenopodium*. El huauzontle se cultiva desde la época prehispánica, al igual que el maíz, es uno de los alimentos que México aportó al mundo (SAGARPA, 2014). Así como el maíz ha sido, desde hace muchos años, uno de los productos más importantes en la dieta de los mexicanos (Estévez et al., 2003). Sin embargo tiene un elevado contenido de carbohidratos (73 %), mientras que el contenido de proteínas es significativamente menor (7 al 9 %), con un bajo contenido de aminoácidos indispensables, como la lisina con un 1.6% y triptófano con un 0.47%, necesarios en el desarrollo humano (Pérez-Navarrete *et al.*, 2006). Para el aprovechamiento de estas materias primas antes mencionadas se presentan las harinas compuestas como una alternativa siendo de gran interés como fuente innovadora en la formulación de alimentos. Una harina compuesta puede prepararse a base de otros cereales que no sea el trigo y de otras fuentes de origen vegetal, que pueden o no contener harina de trigo, además el concepto de harinas compuestas se extiende a otro tipo de harinas que no fuera necesariamente solo a base de cereales y tubérculos, desarrolladas para la preparación de alimentos de alto valor nutritivo (INCAP, 1975).

El consumo de tostadas fritas se ha incrementado en un 17% desde el año 2002 al 2007 (Monrrow, 1991). Tradicionalmente las tostadas han sido consideradas como alimentos con calorías vacías, sin embargo han sido una fuente importante de energía para la población. Lo anterior presenta una oportunidad a la industria de alimentos para ofrecer opciones mejoradas que aporten nutrientes deficitarios en la dieta de la población. Por lo antes mencionado se pretende elaborar tostaditas horneadas tipo nacho con mezcla de harina de huauzontle y harina de maíz variando los porcentajes en la formulación con la finalidad de aportar al consumidor un alto contenido proteico y de fibra, para que de esta manera dicho alimento pueda incluirse en su dieta diaria ofreciendo una nueva alternativa de alimentos nutritivos de fácil acceso y consumo.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1.1 MAÍZ

El maíz fue domesticado hace aproximadamente 3,500 años, en paralelo con otros alimentos como el frijol, el chile y la calabaza. Con la domesticación de estos alimentos, se sentaron las bases de la actividad agrícola y con ello las grandes culturas de Mesoamérica (FAO, 2016).

1.1.2 Definición

De acuerdo a la NMX-FF-034/2-SCFI-2003 de productos alimenticios no industrializados define al maíz como el grano obtenido de la especie *Zea mays subp mays L* (Figura 1). La palabra maíz es de origen indio caribeño que significa “lo que sustenta la vida”, que es junto con el trigo y el arroz uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales, es una materia prima básica de la industria de transformación de la cual se obtienen diversos productos como los edulcorantes y las bebidas alcohólicas, así como almidones, aceite y proteínas (FAO, 2016).



Figura 1. Maíz, *Zea mays subp mays L*.

1.1.3 Estructura del grano de maíz

El grano de maíz (Figura 2) maduro, es un fruto (cariópside) compuesto por cuatro partes principales:

- pedicelo
- pericarpio (cáscara o salvado)
- endospermo
- germen o embrión.



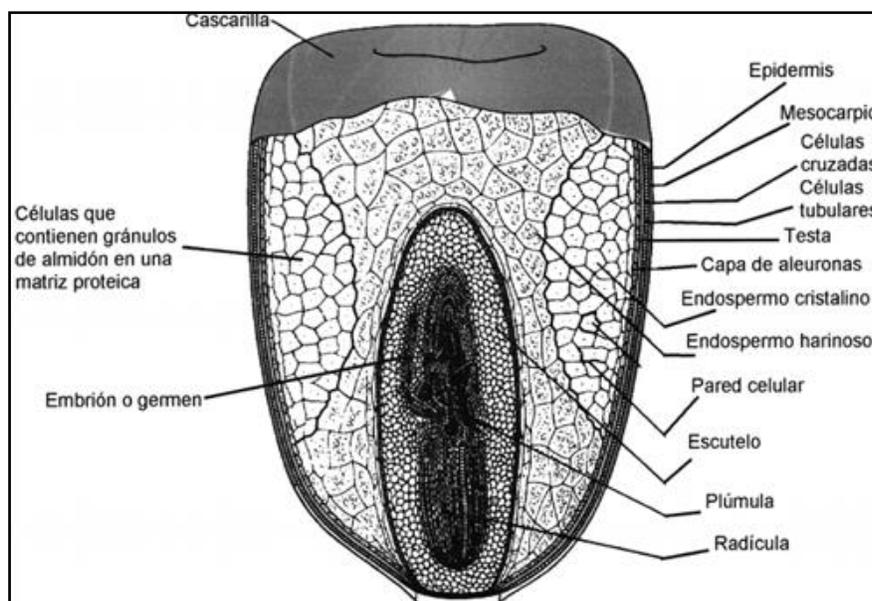


Figura 2. Estructura del grano de maíz, *Zea mays subsp mays L.*: (Watson, 1987)

1.-Pedicelo: Es la estructura celular mediante el cual el grano se encuentra unido al olote. Está compuesto de haces vasculares que terminan en la porción basal del pericarpio, consta de una capa exterior de abscisión con la función de sellar la punta del grano maduro. A esta capa le sigue una serie de células parenquimatosas en forma de estrella, unidas entre sí por medio de sus puntas formando una estructura frágil y porosa, constituye un 0.8% del peso total del grano (Watson, 1987).

2.-Pericarpio: Capa exterior dura y fibrosa que encierra el grano. Comprende el pericarpio, la testa y la cofia, en un pequeño casquete que cubre la punta del grano y protege al embrión. El grosor del pericarpio es menor en la parte central y mayor en la base del mismo. En el cereal ya maduro, tiene la función de impedir el ingreso de hongos y bacterias. Todos los componentes constituyen aproximadamente un 5.3% del peso total del grano. El pericarpio está constituido en su gran mayoría de fibra (Miranda, 1976).

3.- Endospermo: Constituye la mayor porción del grano con aproximadamente un 80-84% del peso total. Funciona como reserva energética a la planta durante su desarrollo. Está compuesta por dos regiones: una harinosa y una córnea.

La región harinosa se caracteriza por tener células con gránulos de almidón grandes (10-30 μm), esféricos y una capa delgada de maíz proteica; en la región córnea se encuentran las células con gránulos de almidón más pequeños (1-10 μm). Químicamente el endospermo está compuesto por 90% del almidón y 7% en proteínas acompañadas de aceites, minerales y otros compuestos (Watson, 1987).

4.- Germen: Aporta un 9.5-12% del peso total del grano y se localiza en la parte inferior del mismo. Posee dos partes destacables, el eje embrionario y el escutelo. El escutelo constituye



cerca del 90% del germen y es donde se almacenan los nutrientes que utiliza el grano durante la germinación. Está compuesto por aproximadamente un 35-40% del contenido total de lípidos encontrados en el grano (Hernández, 2005).

1.1.4 Composición química

El componente más abundante es el almidón (40-70%), de ahí su alto valor alimenticio; ya sea para consumo humano y/o consumo animal (Tabla 1). En la composición química del grano de maíz se distinguen otros componentes como lo son lípidos (1-5%), cenizas (1-3%), fibra (1-2%) y proteínas (9-12%), siendo este último el segundo componente más abundante (Astiazarán y Martínez, 1999).

Tabla 1. Composición química del grano de maíz.

Componentes	Porcentaje %
Agua	12.5
Proteína	9.2
Lípidos	3.8
Minerales	1.3
Fibra cruda	2.2
Almidón	62.6
Hidratos de Carbono	8.4

Fuente: Astiazarán y Martínez, 1999.

Las proteínas no se encuentran distribuidas de manera uniforme dentro del grano de maíz (Tabla 2), aproximadamente el 80% son del almacenamiento y de reserva. Particularmente la composición química del grano de maíz, depende de varios factores como las condiciones de cultivo, temperatura, variedad, tipo de maíz, entre otros (Cowieson, 2005).

Tabla 2. Proteínas presentes en el grano de maíz.

Proteína	Porción
Albúmina	4-5
Globulina	5-6
Prolamina	50-55
Glutelinas	30-45

Fuente: Astiazarán ,1999.

El pericarpio se caracteriza por su alto contenido en fibra (86%), la que a su vez está formada por hemicelulosa, celulosa y lignina. El endospermo contiene un nivel elevado de almidón



(87%) y aproximadamente un 8% de proteínas, con un contenido relativamente bajo en lípidos. Por último, el germen se caracteriza por su elevado contenido en lípidos (33%) (Burge, 1989).

1.1.5 Aporte Nutritivo

Algunas de las propiedades que hacen del maíz una fuente de salud son su alto contenido en hidratos de carbono de fácil digestión, que lo convierten en un alimento ideal para los niños, siendo idóneo cuando existe intolerancia al gluten, su contenido en magnesio es aconsejable cuando existe carencia de este elemento en la persona, su aporte en fibra favorece la digestión y reduce el colesterol; ofrece vitaminas del grupo B, específicamente B1, B3 y B9, que actúan ante el sistema nervioso, también proporciona el antioxidante betacaroteno.

Tabla 3. Aminoácidos presentes en la harina de maíz.

Harina de maíz			
Aminoácidos	AA(%) en CP	Aminoácidos	AA(%) en CP
Ácido Aspártico	0.62	Leucina	1.22
Ácido Glutámico	2.03	Lisina	0.30
Alanina	0.88	Metionina	0.19
Arginina	0.51	Prolina	1.10
Cistina	0.10	Serina	0.45
Fenilalanina	0.37	Tirosina	0.38
Glicina	0.48	Treonina	0.30
Histidina	0.27	Triptofano	0.05
Isoleucina	0.42	Valina	0.45

Fuente: Bressani, 1958.

AA = aminoácidos, CP = Proteína cruda.

Los granos de cereal tienen una baja concentración de proteínas y la calidad de éstas se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, sobre todo lisina. Un hecho mucho menos conocido es que algunos cereales contienen un exceso de ciertos aminoácidos esenciales que influye en la eficiencia de la asimilación de las proteínas. Ejemplo clásico de ello es el maíz, pues otros cereales presentan limitaciones iguales, pero menos evidentes. El maíz aporta a la nutrición humana los aminoácidos presentes en la Tabla 3 siendo una fuente importante en Leucina, Ácido Glutámico, Prolina.

1.1.6 El maíz en la nutrición humana



Durante la época prehispánica fue de suma importancia en la dieta. Hoy en día continúa siendo el principal alimento de los mexicanos ya que es procesado por medios industriales para otros fines. El maíz es el tercer cereal en importancia en términos de producción mundial, después del trigo y arroz. Su consumo per cápita es de aproximadamente 120 kg (Platt-Lucero, 2006). Es el alimento de mayor importancia y es una fuente energética importante en la dieta de los sectores mayoritarios de la población mexicana (González, 1995). Debido a su ingesta relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente de energía, sino que además suministran cantidades notables de proteínas.

1.1.7 Producción en México

En nuestro país la producción nacional es de 13, 777,231.36 Ton que representa un valor de \$6, 768,465.03 y un rendimiento de 2,498 Ton/Ha de los cuales participan 24 estados de la República Mexicana entre ellos Jalisco, Nuevo León, Querétaro y Aguascalientes que presentan la mayor superficie cosechada anualmente (Figura 3) (INEGI, 2015).

La Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) en 2014 reportó una superficie de 109.3 millones de hectáreas a nivel nacional; sin embargo, sólo 4 de cada 10 hectáreas se destinan a la producción de alimentos, sea para consumo humano o para la alimentación de animales. De esta superficie, el 24 % está ocupada por maíz blanco, de la cual se obtiene una producción anual de 21.1 millones de toneladas (INEGI, 2015). México es el principal productor de maíz blanco en el mundo. Asimismo, éste es el cultivo más importante del país ya que representa aproximadamente el 35% de la superficie sembrada durante un año agrícola, se estima un consumo de aproximadamente 20 millones de toneladas el cual se divide en: autoconsumo 5.4 millones de toneladas; comercializado 11.9 y pecuario 2.4 millones de toneladas y el resto se utiliza para semilla u otros usos y finalmente, merma. Sin embargo la producción de maíz amarillo representa aproximadamente el 5% de la producción nacional de maíz en México. Se consumen aproximadamente 11 millones de toneladas anuales de maíz amarillo. Alrededor del 70% de éste se destina a forraje y el 25% a la industria almidonera, el resto es para consumo humano y otros usos (SFA, 2011).



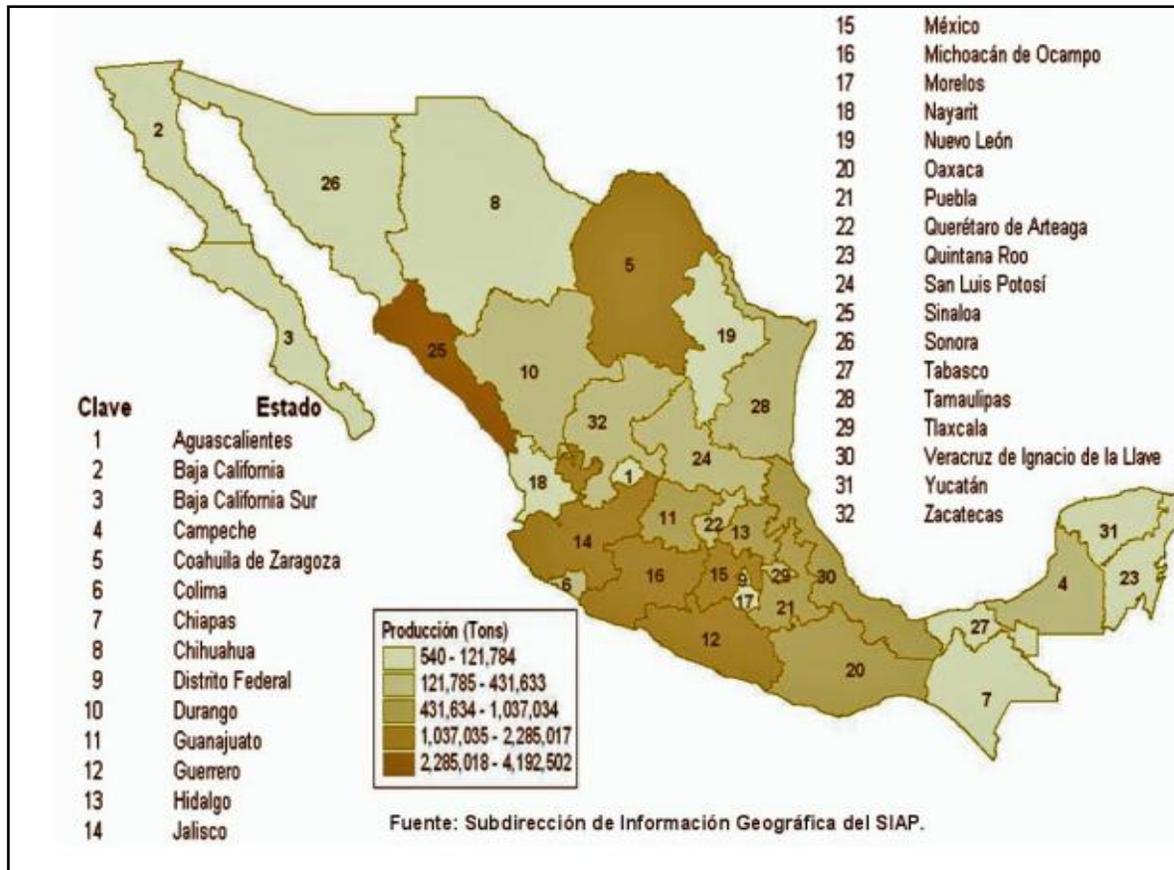


Figura 3. Estados productores del grano de maíz (SIAP-SAGARPA, 2016).

1.2 HUAUZONTLE

1.2.1 Definición

El huauzontle (*Chenopodium nuttalliae*) es una planta dicotiledónea, integra el grupo de los pseudocereales, a diferencia de los verdaderos cereales como el maíz, trigo y arroz que pertenecen a las monocotiledóneas. Se le ha denominado pseudocereales a aquellas plantas pertenecientes a las dicotiledóneas que poseen semillas con gran cantidad de endospermo amiláceo (apto para la elaboración de harinas) y por la ausencia de gluten, lo que las diferencia de los cereales verdaderos (monocotiledóneas) (García y De la Cruz, 2011). Etimológicamente hablando significa buena vida o vida fuerte, la palabra huauzontle proviene del Náhuatl, literalmente traducido de *huautli* “bledo” y *tzontli* “cabello”, *huautzontli* “bledo como cabello” o alternativamente “cabellera de amaranto” (Figura 4).





Figura 4. Planta de *Chenopodium nuttalliae*.

1.2.2 Estructura de la semilla de Huauzontle

La semilla constituye el fruto maduro, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma. La episperma, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos, tiene células de forma alargada con paredes rectas; la segunda capa es muy delgada y lisa, se observa sólo cuando la capa externa es translúcida; la tercera capa es de coloración amarillenta, delgada y opaca y la cuarta capa, translúcida, está constituida por un solo estrato de células, el embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye el 30% del volumen total de la semilla el cual envuelve al perisperma como un anillo, con una curvatura de 320 grados de color verdoso, mide 3.54 mm de longitud y 0.36 mm de ancho (Carrillo, 1992), en algunos casos alcanza una longitud de 8.2 mm de longitud y ocupa el 34 % de toda la semilla y con cierta frecuencia se encuentran tres cotiledones (Gallardo *et al*; 1997), en forma excepcional a otras semillas, en ella se encuentra la mayor cantidad de proteína que alcanza del 35-40% , mientras que en el perisperma solo del 6.3 al 8.3 % de la proteína total del grano (Ayala, 1977).

El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido mayormente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la superficie de la semilla, sus células son grandes de mayor tamaño que las del endosperma, de forma poligonal con paredes delgadas, rectas y con grandes agregados de almidón, estos agregados



están compuestos por miles de gránulos de almidón individuales, de forma hexagonal en la mayoría de los casos (Figura 5), PE: pericarpio, SC: cubierta de la semilla, EN: endosperma; C: cotiledones, H: hipocotilo; SA: ápice del meristemo; R: radícula, P: perisperma; F: funículo.

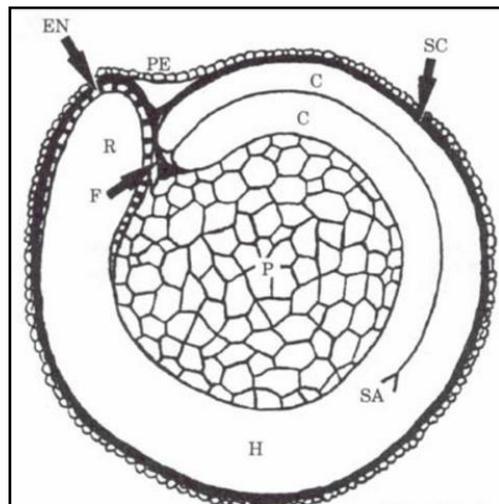


Figura 5. Sección longitudinal media del grano de huauzontle (Prego, 1998).

El almidón es uno de los componentes más importantes del huauzontle, por lo que se ha sugerido perfeccionar su extracción y ponerlo como fuente alternativa de producción de almidón, incentivando su cultivo y resaltando sus características nutricionales.

1.2.3 Origen y localización en América

Es una especie que tuvo su lugar de origen y dispersión en Mesoamérica siendo una especie que México aportó al mundo domesticada por las culturas Prehispánicas. En la época de Moctezuma el huauzontle era el cuarto cultivo en importancia junto con el amaranto. Diversos pueblos pagaban tributo al imperio azteca en forma de huauzontle. Después de la conquista española su cultivo y su consumo quedó prohibido, sobreviviendo en zonas muy apartadas. Es muy tolerante al clima frío y seco, y crece en suelos pobres. Algunas ventajas de estos cultivos es su rusticidad al ser adaptables a diversos ambientes de sequía, salinidad, bajas temperaturas y suelos poco fértiles, características por las que constituyen una alternativa de cultivo para las regiones marginales del país, presentan un alto valor nutritivo y una alta valoración dentro de la clasificación de los alimentos establecidos por la FAO, por lo que su importancia reside en que pueden constituir una alternativa de cultivo sustentable para solventar la escasez de alimentos para regiones con limitantes en la siembra de otro tipo de cereales (De la Cruz *et al.*, 2010).



El huauzontle se encuentra ampliamente en Norteamérica y Mesoamérica, especialmente el centro del país (Figura 6) (Delgado, 2009). Localizado en México en los estados de Tlaxcala, Edo. De México, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca y el sur del Distrito Federal (De la Cruz *et al.*, 2010).

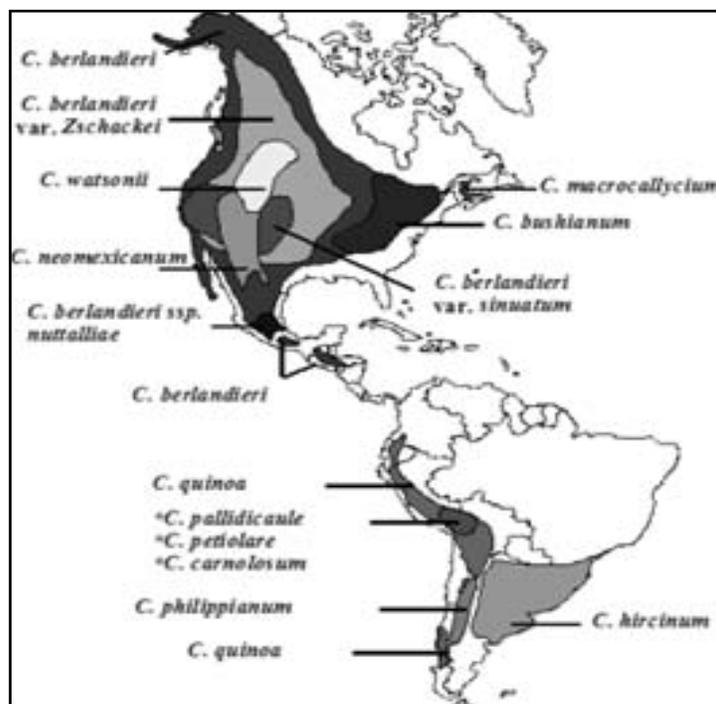


Figura 6. Distribución del cultivo del género *Chenopodium* (Xingú, 2010).

1.2.4 Descripción botánica

La primera descripción botánica fue realizada en 1917 por Safford y ampliada en 1852 por Hunziker. Consta de más de 120 especies distribuidas en 10 secciones, entre las que se encuentran la sección *Chenopodium* que a su vez es dividida en cuatro subsecciones:

- A) *Cellulata* (granos con la superficie y pericarpio alveolados y cáliz lobulado), entre las que se ubica la quinua (*C. quinoa* Willd.) la especie más importante económicamente, *C. Berlingieri* subsp. *nuttalliae* y *C. hircinum*.
- B) *Lejosperma* (granos lisos no alveolados) por ejemplo *C. pallidicaule*, *C. álbum*, *C. carnosolum* y *C. patiolare*.
- C) *Undata* *C. murale*.
- D) *Grossefoveata*. Género constituido en su mayoría por especies no cultivadas (Fuentes *et al.*, 2009; Tamayo, 2010).

A continuación se presenta la clasificación taxonómica del huauzontle (Tabla 4).



Tabla 4. Clasificación taxonómica del huauzontle.

Clasificación Taxonómica	
Reino	<i>Plantae</i>
Clase	<i>Magnoliophyta</i>
Orden	<i>Caryophyllales</i>
Familia	<i>Amaranthaceae</i>
Género	<i>Chenopodium</i>
Especie	<i>Berlandieri</i>
Subespecie	<i>Nuttalliae</i>

Fuente: Isaías *et al.*, 2008.

De las variedades *berlandieri*, *boscianum*, *bushmanum*, *macrocalycium*, *sinuatum*, *zschackii*. Es una especie variable, taxonómicamente complicada, según varios autores existen más de una docena de entidades subespecíficas (Isaías *et al.*, 2008).

La planta de huauzontle es anual, de rápido crecimiento, erecta, considerada como maleza, con una altura de 100 a 105 cm; hojas de forma variable, normalmente triangulares, alternas, asadas, onduladas, pecioladas, de 1.2 a 12 cm de largo y 0.5 a 7 cm de ancho.

Las hojas son alternas de 5 a 8 cm de longitud y entre 3 y 4 cm de ancho, con peciolo delgados, de forma ovalada, elíptica, rómbica o triangular con borde dentado, con coloraciones verde pálido y glabras en la parte superior y farinosas en la parte interior, en el ápice las hojas son reducidas teniendo formas rómbico-ovaladas, sinuosas y todas con pelos vesiculosos (García *et al.*, 2009).

Es densa, axilar o terminal, con formas lanceoladas o romboidales y con flores pequeñas, presentando coloraciones verdes, amarillas, rojizas o rosas (De la Cruz *et al.*, 2010; Xingú, 2010). El fruto mide entre 1.7 y 2.0 mm de diámetro, pericarpio papiloso cuando está húmedo y alveolado cuando está seco, con coloraciones amarillo pálido, anaranjado, rosa, castaño oscuro o rojizo (Xingú, 2010). La semilla está dispuesta horizontalmente y aplanada, cubierta por los tépalos en la madurez, entre 2 a 2.5 mm de diámetro y de 1.2 a 1.6 mm de altura, con una densidad de 0.66 a 0.76 g/mL (Figura 7), (De la Cruz *et al.*, 2008; Borgues *et al.*, 2010).



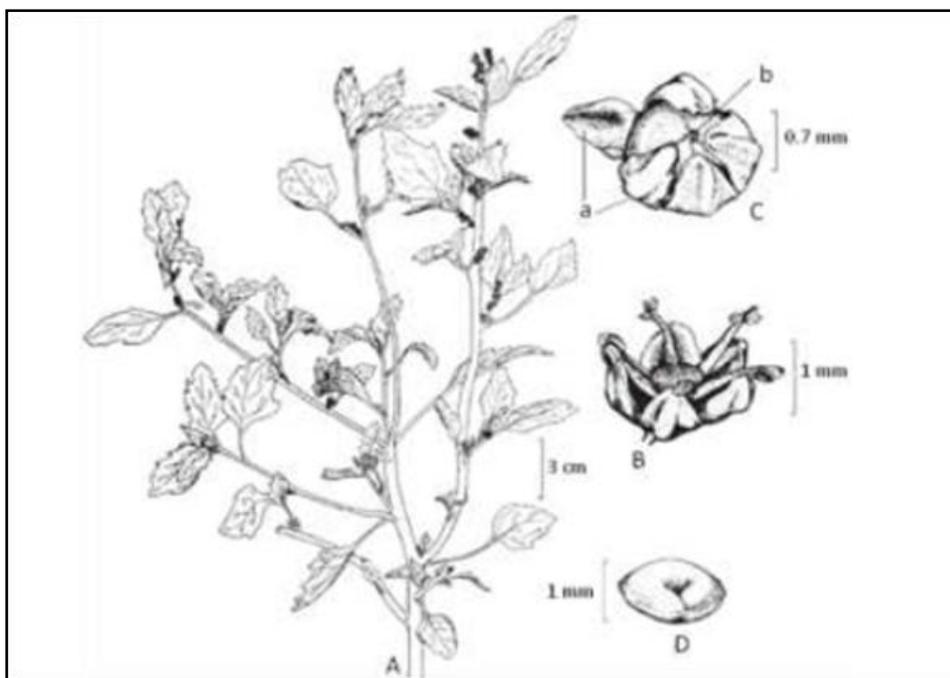


Figura 7. Morfología de la planta: A) planta, B) flor, C) fruto y D) semilla (López, 2005).

1.2.5 Composición química del huauzontle

Los pseudocereales constituyen un complemento importante dado que poseen un alto contenido de proteínas que suplen los aminoácidos de los que el maíz es deficiente (Tabla 5).

Tabla 5. Composición química del huauzontle comparadas con el maíz y trigo.

Cultivo	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Cenizas	Fuente:
Huauzontle	15.77	4.06	67.70	16.83	4.20	Muñoz, 2014
Maíz	8.70	3.90	70.90	1.70	1.30	
Trigo	13.00	1.60	70.00	2.71	1.80	

El huauzontle posee un mayor contenido de proteína, fibra y minerales en comparación con algunos cereales (maíz y trigo), así como un gran porcentaje de carbohidratos.

Miranda *et al.*, (2012) encontraron en el amaranto y huauzontle porcentajes de proteínas semejantes, el contenido proximal está representado en 100g-1 respectivamente, humedad (11.25g, 9.71g), cenizas (2.72g, 4.97 g), *proteína* (16.73 g, 17.83 g), Extracto Etéreo (7.03g, 6.21 g), Fibra cruda (4.40 g, 6.59 g), carbohidratos (73.21g, 71.0 g).



La fibra es principalmente amilopectina, los gránulos son relativamente pequeños (1–3 mm) comparados con los cereales (3–30 mm) y tienen una mayor solubilidad y temperatura de gelatinización, por lo cual producen un gel distintivo (Fletcher, 2016).

1.2.6 Aporte Nutritivo

Como aporte nutricional presenta altos niveles de aminoácidos como la lisina (García *et al.*, 2009; Delgado, 2009), ácido glutámico, ácido aspártico y leucina (Evonik, 2015) además es rico en ácidos grasos insaturados (12.28% de ácido linolénico u omega 3, 52.82% de ácido linoleico u omega 6 y 23.79% de ácido oleico u omega 9) (Falcón *et al.*, 2007), siendo valores similares a los de la quinua (*C. quinoa* Willd) (Borges *et al.*, 2010; Mujica y Jacobsen, 2006). Un estudio realizado por Evonik para harina de huauzontle con un contenido de proteína de 19.5% permitió obtener el perfil de aminoácidos (Tabla 6).

Tabla 6. Contenido de aminoácidos presentes en la harina de huauzontle.

Harina de Huauzontle			
Aminoácidos	AA(%) en CP	Aminoácidos	AA(%) en CP
Metionina	0.3590	Histidina	0.4739
Cistina	0.2568	Fenilalanina	0.9947
Lisina	1.1429	Glicina	1.0401
Treonina	0.8020	Serina	0.8104
Arginina	1.1207	Prolina	0.9155
Isoleucina	0.8442	Alanina	0.9323
Leucina	1.4264	Ácido Aspártico	1.6610
Valina	0.9771	Ácido Glutámico	2.0340

AA = aminoácidos, CP = Proteína cruda

EVONIK Industries AG, 2015.

El follaje es rico en calcio y vitamina A, comparable con las espinacas. No hay estudios nutricionales para semillas de huauzontle, pero estudios de quínoa indican que es comparable al trigo en energía y superior en proteína ya que contiene más lisina y una serie balanceada de aminoácidos como metionina, cistina, treonina, arginina, isoleucina, leucina, valina, histidina, fenilalanina, serina, glicina, prolina, así como ácido aspártico y ácido glutámico. Tiene el doble de proteínas que el maíz y casi igual proporción a las de la leche. Sirve como fibra dietética y laxante (Frías, 2013).



Es rico en fibra, minerales como el fósforo, calcio, hierro, vitaminas C, B1, B2, B3 y E. También es superior en magnesio, potasio, cobre, manganeso y zinc a cualquiera de los cereales (arroz, trigo, cebada, avena o maíz), (Falcón *et al.*, 2007).

Barrón *et al.* (2011) encontraron en el amaranto y huauzontle porcentajes de proteínas semejantes a los de la canola. Sus niveles de saponinas no presentan toxicidad al consumirlos (5, 280.57 mg 100-g-1 materia seca en huauzontle), los taninos e inhibidores de tripsina pueden ser removidos fácilmente con lavados a base de agua (Borges *et al.*, 2010). Además por la ausencia de gluten es recomendado junto con el amaranto como alimento alternativo para enfermos celíacos.

El huauzontle es rico en diversos minerales, como calcio, fósforo y hierro, y vitaminas A, C, E y del complejo B. Su contenido nutricional es especialmente importante para el buen funcionamiento del cerebro, para reducir el dolor y el estrés y estimular la memoria. Otra característica de su perfil nutricional es que lo asemeja a un cereal (de hecho, se le clasifica actualmente como pseudo-cereal). Es una excelente alternativa para personas sensibles al gluten.

El huauzontle también ha demostrado tener alto contenido en saponinas, las cuales mejoran el sistema inmunológico, son antioxidantes y ayudan a reducir el colesterol. Sus hojas contienen hierro, y es más fácil de asimilar que en otras verduras, por ello posee más propiedades nutritivas que las acelgas, la col y las espinacas (Valadés, 2016).

1.2.7 Usos Alimenticios

Es una especie domesticada y cultivada por distintas culturas prehispánicas, en la actualidad se presenta como una opción alimentaria importante, su cultivo es tradicional y en pequeña escala en algunas zonas del Estado de México, Guerrero, Puebla y Tlaxcala utilizado principalmente en platillos típicos (Martínez y Peralta, 2005). Sin embargo, puede ser una alternativa de producción de almidón dada a su facilidad de extracción, rendimiento considerable y posibilidades diversas de uso en alimentos y la industria como por ejemplo la elaboración de harinas (García, 2013).

1.2.8 Producción en México

El huauzontle se desarrolla en regiones templadas y se distribuye en las zonas altas de México, Puebla, Guerrero y Tlaxcala. En nuestro país la producción nacional es de 3,206.35 toneladas lo que representa un valor de \$9,756.38 miles de pesos y un rendimiento de 11.02 Ton/Ha (Tabla 7).

Tabla 7. Producción de huauzontle por entidad federativa.



Estado	Superficie cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Valor producción (miles de pesos)
Guerrero	3.00	5.40	1.80	45.90
Puebla	273.00	3,026.95	11.09	8,749.28
Tlaxcala	15	174.00	11.06	961.20
Total	291.00	3206.35	23.95	9756.38

Fuente: SIAP-SAGARPA, 2016.

La mayor parte de producción se concentra en el estado de Puebla principalmente en los municipios de Atlixco, Huaquechula y Santa Isabel Cholula (Figura 8).

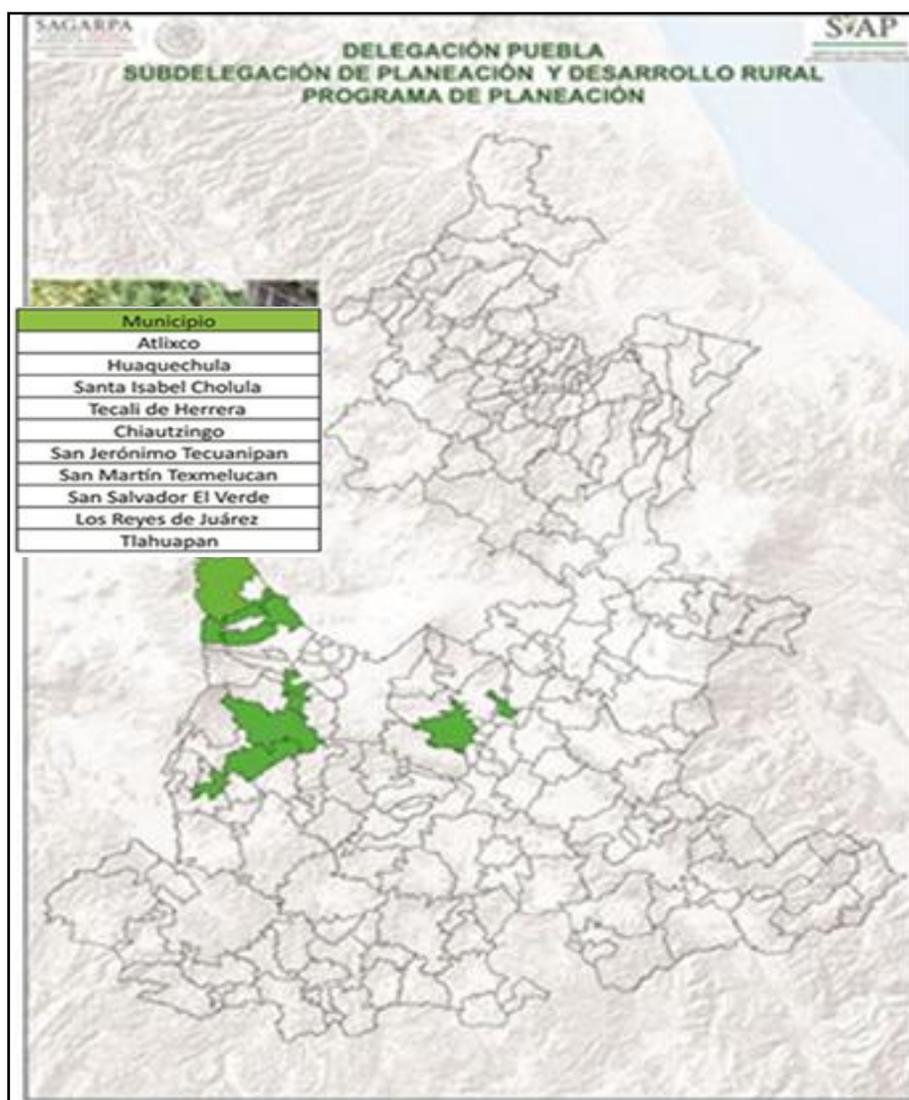


Figura 8. Producción de huauzontle en el estado de Puebla.



1.3 Harina y harina compuesta

1.3.1 Definición

De acuerdo a la NOM-247-SSA1-2008, se le llama harina al producto resultante del grano de cereal maduro, entero, quebrado, y seco que se tritura hasta obtener un grano de finura adecuada, o bien a la mezcla de dos o más cereales.

Harina compuesta

El término “harinas compuestas” fue creado en 1964 por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) cuando se reconoció la necesidad de buscar una solución al problema alimentario enfrentado por los países que no producen trigo. Las harinas compuestas de acuerdo con el concepto expresado en un principio por la FAO, se refiere a mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo, como pan, pastas, y galletas. De igual manera, las harinas compuestas pueden prepararse también a base de otros cereales que no sea trigo y de otras fuentes de origen vegetal, y pueden o no contener harina trigo (FAO, 1964). Hay dos clases de harinas compuestas. La de trigo diluida es una mezcla de harina de trigo con otras harinas (hasta en 40%), pudiéndose agregar otros componentes. La adición de una proteína suplementaria es opcional. Las condiciones generales de procesamiento y las propiedades del producto final son similares a las de la harina preparada con trigo solamente. La segunda clase de harinas compuestas no contienen trigo y se preparan mezclando cuatro partes de harina de tubérculos y una parte de harina de soya u otra proteína suplementaria.

Estos productos difieren en sus características reológicas de los que se preparan a base de trigo exclusivamente (Elías 1996).

Tabla 8. Tipos de harinas compuestas.

Tipo de harinas	Alimentos
1. Harina de trigo + otras harinas (cereales, raíces y tubérculos) Harina de trigo + otras harinas + proteína suplementaria Harina de trigo + proteína suplementaria 2. Raíces o tubérculos + proteína suplementaria	Pan, Pastas, Galletas
1. Harina de maíz, arroz, avena + proteína suplementaria 2. Harina de leguminosas y otras	Alimentos populares a base de otros cereales (Tortillas, Arepas, Coladas, Atoles y Sopas)
1. Combinación de harinas de cereales, leguminosas, oleaginosas y otras	Sustitutos de la leche, Extensores de Alimentos de Origen Animal

Fuente: Elías 1996.



El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), propuso extender el concepto *de harinas compuestas* para cubrir también otro tipo de harinas que no fuera necesariamente para la preparación de productos de panadería, como es el caso de harinas compuestas desarrolladas para la preparación de alimentos de alto valor nutritivo, a base de harinas de cereales, leguminosa, oleaginosas y otras (INCAP, 1975).

1.3.2 Proceso de elaboración de harina

Es el proceso en donde se puede mantener un continuo flujo de las materias primas hasta lograr el producto final. La obtención de harina es necesaria para la elaboración de un sinnúmero de productos consumidos de forma diaria en todo el mundo.

A continuación se da una explicación de las etapas (Dolores, 2010):

Recepción y almacenamiento:

La materia prima llega a las empresas procesadoras o a los molinos a granel o en bultos en camiones. Se realiza un muestreo representativo de la cantidad de grano que se va a almacenar, la muestra se lleva al laboratorio para determinar % de humedad, % de impurezas, % de granos dañados. El grano se almacena en silos construidos de láminas galvanizadas o en cemento y los granos empacados se almacenan en bodegas adecuadas con buena ventilación, iluminación y circulación de aire, los bultos se colocan sobre estivas de madera ubicadas a 20 centímetros del piso (Fonseca, 2007).

Limpieza:

Antes de realizar la molienda es necesario retirar todas las impurezas del grano; consiste en someter al grano primero ya sea a la acción de aire por presión o a través de tamices metálicos superpuestos colocados en bases que se agitan en movimientos de vaivén o rotatorios, en el primer tamiz quedan las impurezas como el grano de otros cereales de mayor tamaño que el trigo y de espigas, en el segundo tamiz se queda el grano dejando pasar las impurezas más pequeñas del grano, posterior a esta separación se somete a unos separadores de aire, en donde se elimina el polvo que ha podido quedar adherido al cereal (Fonseca, 2007).

Acondicionamiento:

Este proceso consiste en ajustar la humedad del grano para facilitar la separación de la cáscara y el salvado del endospermo y así mejorar la eficiencia y calidad de la molienda. El grano se somete a la adición de agua con un posterior reposo alcanzando una humedad específica para el tipo de cereal, de igual manera el reposo dependerá del tipo de grano (Fonseca, 2007).

Con el acondicionamiento del grano:

- Se facilita la separación del salvado del endospermo.
- Se aumenta la tenacidad del salvado evitándose su pulverización.
- Se facilita la posterior desintegración del endospermo.



- Se consigue un cernido más fácil y eficiente.
- Ahorro de energía por el grano más blando (Fonseca, 2007).

Molienda:

La molienda consiste en reducir el tamaño del grano a través de molinos de rodillos. Primero se separa el salvado y el germen del endospermo y luego se reduce este último hasta obtener la harina. El objetivo de la molienda es maximizar el rendimiento de la harina con el mínimo contenido de salvado. El proceso de molienda consiste en dos etapas la de ruptura y la de reducción, la molienda se realiza gradualmente, obteniéndose en cada etapa una parte de harina y otra de partículas de mayor tamaño (Dolores, 2010).

Cribado:

Los cribadores o cernidores están constituidos por una serie de tamices, los cuales tienen la función de separar el producto que entra a la máquina proveniente de los molinos. La función del cernido es la de separar el producto (Fonseca, 2007). Estos están provistos de un movimiento rotatorio mediante el cual clasificarán la mercancía según su tamaño. Las partículas más finas del último tamiz pasarán directamente a los silos de almacenamiento (Dolores, 2010).

Almacenamiento:

La harina que se está fabricando pasará, dependiendo del tipo, a los distintos silos para su posterior envasado y expedición (Dolores, 2010).

Envasado:

El envasado de la harina se realiza mediante ensacadoras automáticas (Dolores, 2010); se empaca en bolsas de polietileno o bultos de polipropileno, para protegerlo de la humedad, del ataque de microorganismos, insectos o roedores durante el almacenamiento. En la figura 9 se muestra el diagrama de proceso de elaboración de harina (Fonseca, 2007).



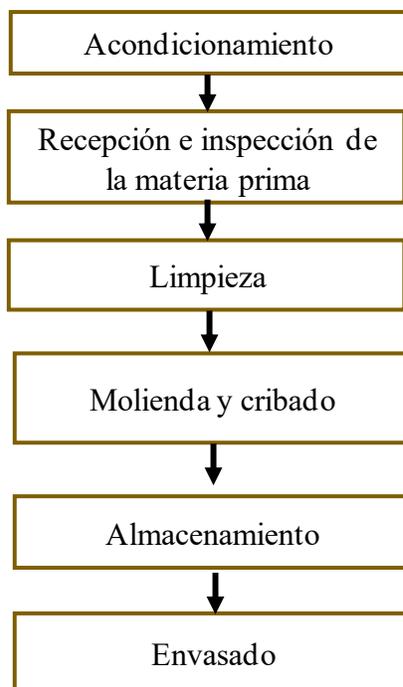


Figura 9. Diagrama de elaboración de harina (Dolores, 2010).

1.4 Tostaditas Horneadas

1.4.1 Definición

Se define como “una tortilla de harina de maíz nixtamalizado que se introduce en un horno en el cual por minutos logra tostar la tortilla pero esta no lleva nada de grasa, es más natural, no cambia mucho color, solo su textura y es crujiente” (TORTINECA, 2010). Sin embargo la NOM-187-SSA1/SCFI-2002 de productos y servicios de masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Método de prueba, definen a la tostada como al producto elaborado a partir de tortilla o masa que puede ser mezclada con ingredientes opcionales, sometido a un proceso de horneado, freído, deshidratado o cualquier otro, hasta obtener una consistencia rígida y crujiente. Los nachos son un claro ejemplo de tostaditas horneadas de tortilla de maíz totopos redondos de aproximadamente cuatro centímetros de diámetro, se considera como una botana por su tamaño, su fácil consumo, y por los alimentos con los que se sirve; diferentes dip, quesos, carnes frías, frijoles, salsas entre otros.



1.4.2 Proceso de elaboración

La tortilla fue sin duda la industrialización primitiva del maíz; un producto alimentario que tenía la versatilidad de acompañar a los demás alimentos y aún seca era comestible, no se descomponía y era también fácil de hidratar.

Fue tan hábil, exitosa y apropiada la creación de la tortilla, que ha perdurado hasta nuestros días, y su producción se ha ido modernizado para adaptarse a los niveles de progreso de las sociedades modernas.

A la masa se le da la forma para convertirla primero en tortillas y posteriormente en “tostadas” mediante un proceso de horneado que permite que este alimento se conserve fresco durante seis meses sin necesidad de conservadores (Figura 10).

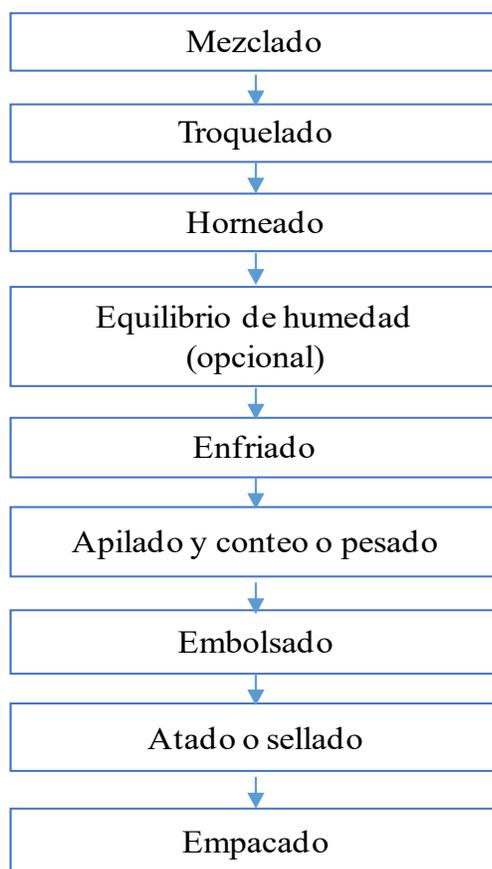


Figura 10. Proceso de elaboración de tostadas (MINSa, 2016).

Mezclado y moldeado: Se mezclan los diferentes tipos de harina, posteriormente la masa gruesa es amasada y mezclada hasta obtener una masa plástica elástica, moldeable y firme, de



manera que no se adhiera a los rodillos laminadores. La masa se lamina en una capa muy fina que se corta de acuerdo a la configuración del molde. El grosor de la lámina determina el peso del producto final. La laminación empieza cuando la masa es alimentada en medio de un par de rodillos lisos generalmente recubiertos de teflón, uno rotativo contra el sentido de las agujas del reloj y el otro con el mismo sentido de las agujas del reloj. El cortador gira debajo de uno de los rodillos. Se pueden configurar diferentes moldes: triangulares, circulares, rectangulares, entre otros. Los pedacitos de masa cortados caen del rodillo sobre una banda que los transporta hacia el horno (MINSA, 2016).

Horneado y Enfriado: Generalmente se utiliza un horno de gas para hornear la masa formada. Se hornea a temperaturas entre los 500-554 °F (260 – 290 °C) con un tiempo que varía entre los 35 y 50 segundos, dependiendo del equipo para hornear, se derivan las condiciones de tiempo y temperatura. El horneado resalta el sabor alcalino y reduce la humedad y la absorción del aceite durante la fritura (Matz, 1997).

El horneado consiste en dos fases, un pre horneado con el objetivo de estabilizar la humedad, y luego el paso por un horno más largo para extraer la humedad. Para esto se utilizan hornos largos que utilicen mallas abiertas y que tengan zonas de cocción por radiación y por convección. Luego el producto debe enviarse a un secador ancho de convección forzada (López, 2011).

Empaque: Se llevan a temperatura ambiente e inmediatamente se empacan en bolsas que tengan alta barrera a la humedad.

1.4.3 Consumo de tostadas en México

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) las tostadas generan en México un mercado con un valor de 62.758 millones de pesos que corresponden a una producción de 22.558 toneladas, generando 3.700 empresas en el sector.

Estudios realizados revelan que el 86% de los mexicanos consumen tostadas al menos una vez cada 15 días. El consumo per cápita, está entre 3.5 a 3.8 kilos, según lo manifestó el Ingeniero Espiridion Valdés Rodríguez (Industria Alimentaria, 2009).

El INEGI estima que cada habitante de México cuenta para su consumo con 188 kg al año del grano de maíz, lo que equivale a poco más de medio kilogramo por día considerando diferentes presentaciones como son tostadas, tortillas, harinas y botanas entre otras (INEGI, 2015). De acuerdo al estudio realizado sobre la alimentación de los mexicanos CANACINTRA, 2012 menciona que el consumo por persona de frituras, nachos, chetos y doritos es de 0.101492 kg semanal del cual 0.7% representa el consumo por persona de nachos.



1.5 Desarrollo de Productos Alimenticios

1.5.1 Etapas involucradas en el desarrollo de productos alimenticios

El desarrollo de nuevos productos implica una compleja interacción de factores técnicos y comerciales. Por lo tanto se aplica una metodología de trabajo en la que se incorporan todas las variables para desarrollarlo (Casado y Sellers, 2006).

A continuación se describen las diferentes etapas para el lanzamiento de nuevos productos según el modelo de Philip Kotler. El propósito de cada etapa es poner a disposición de la gerencia una mayor cantidad de información para reducir el riesgo de una mala decisión. Las etapas para desarrollar un nuevo producto son:

- I. Generación de Ideas
- II. Depuración y Evaluación de Ideas
- III. Desarrollo y prueba de conceptos
- IV. Estrategia de Marketing
- V. Análisis del negocio
- VI. Desarrollo de productos
- VII. Mercado de Prueba
- VIII. Comercialización

A continuación se da una breve descripción de las etapas por las cuales pasa un nuevo producto.

- I. *Generación de Ideas*: El concepto de mercadotecnia sostiene que las necesidades y deseos de los clientes son el punto de partida para iniciar la búsqueda de nuevos productos. Dicha búsqueda debe ser sistemática, ya que de lo contrario se pueden encontrar muchas pero no ser las adecuadas. Estas pueden provenir de diversas fuentes: Clientes, científicos, competidores, personal de ventas de la empresa, proveedores, entre otras fuentes (Lerma, 2010).
- II. *Depuración y Evaluación de ideas*: La función principal es eliminar conceptos que no encajan, filtrando todas las ideas generadas en la etapa anterior, con respecto a una serie de criterios (Kloter y Armstrong, 2008).
- III. *Desarrollo y prueba de conceptos*: Una idea atractiva debe desarrollarse para convertirla en un concepto de producto. Es importante distinguir entre una idea de producto, idea para un posible producto que la compañía puede imaginarse ofreciendo al mercado; un concepto de producto, es una versión detallada de la idea expresada en términos importantes para el consumidor; y una imagen de producto, es la forma en



que los consumidores perciben un producto real o potencial (Kloter y Armstrong, 2008).

- IV. *Estrategia de Marketing*: El siguiente paso es desarrollar una estrategia de marketing inicial para introducir el producto en el mercado. La declaración de estrategia de marketing consta de 4 pasos:
- Descripción del mercado meta
El posicionamiento planeado del producto
Las metas de ventas, participación en el mercado y utilidades
 - Precio planeado del producto
Presupuesto de distribución y marketing para el primer año
 - Ventas que se espera tener a largo plazo
Utilidades meta
 - Estrategia de mezcla de marketing
- V. *Análisis del negocio*: Consta de estimar aproximadamente el precio de venta, volúmenes de venta, para determinar si estos factores satisfacen los objetivos de la compañía (Lerma, 2010).
- VI. *Desarrollo de productos*: Involucra una investigación si el producto se puede convertir o no en producto práctico, se crea y se comprueba una o más versiones del concepto producto, se desarrolla el prototipo, se somete a pruebas para asegurar un desempeño seguro y eficaz (pruebas funcionales y de consumidor), culminando con el departamento de ingeniería lo convierte en un producto físico (Kloter y Armstrong, 2008).
- VII. *Mercado de Prueba*: Este proporciona información valiosa sobre competidores, distribuidores, permite a la compañía probar el producto y todo su programa de marketing, como su publicidad, distribución, precio, marca y presentación (Kloter y Armstrong, 2008).
- VIII. *Comercialización*: Es la etapa final ya que es la incorporación al mercado la compañía decide el tiempo de lanzamiento, los sitios de lanzamiento los cuales pueden ser en un solo lugar, una región nacional o internacional, la distribución de anuncios y otro tipo de promoción así como el diseño del plan de distribución respecto al producto (Kloter y Armstrong, 2008).

1.5.2 Alimentos funcionales



Los alimentos funcionales no constituyen una entidad única, bien definida y correctamente caracterizada. De hecho, una amplia variedad de productos alimenticios se incluyen (o se incluirán en el futuro) en la categoría de alimentos funcionales. Estos abarcan diversos componentes, nutrientes y no nutrientes, que afectan a toda una gama de funciones corporales relacionadas con el estado de bienestar y salud, la reducción del riesgo de enfermedad, o ambas cosas (Margaret, 2005).

El término alimento funcional nació en Japón, posteriormente, han aparecido en todo el mundo una variedad de vocablos más o menos relacionados con los alimentos de uso específico para la salud (Foods for Specific Health Use, FOSHU) definiéndose como “aquellos alimentos que se espera que ejerzan un efecto beneficioso específico sobre la salud, por la adición de determinados constituyentes activos” (ILSI, 2001).

Un alimento puede considerarse funcional si se demuestra satisfactoriamente que ejerce un efecto beneficioso sobre una o más funciones selectivas del organismo, además de sus efectos nutritivos intrínsecos, de modo tal que resulte apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de enfermedad, o ambas cosas. Los alimentos funcionales deben seguir siendo alimentos, y deben demostrar sus efectos en las cantidades en que normalmente se consumen en la dieta (Güemes, 2015).

Según el consenso europeo un alimento funcional puede ser:

- ✓ Un alimento natural en el que uno de sus componentes ha sido mejorado mediante condiciones especiales de cultivo.
- ✓ Un alimento al que se ha añadido un componente para que produzca beneficios.
- ✓ Un alimento del cual se ha eliminado un componente para que produzca menos efectos adversos sobre la salud (por ejemplo, la disminución de ácidos grasos saturados).
- ✓ Un alimento en el que la naturaleza de uno o más de sus componentes ha sido modificada químicamente para mejorar la salud (por ejemplo, los hidrolizados proteicos adicionados en los preparados para lactantes para reducir el riesgo de alergenidad), (Güemes, 2015).

1.5.3 Importancia del desarrollo de productos funcionales

La nutrición, es un concepto más general, es la ciencia que se encarga de estudiar la relación entre la alimentación y la salud, abarca desde el consumo de alimentos que contienen sustancias químicas y que el organismo utiliza, transforma y adapta a cada necesidad fisiológica (Farjas, 2008).

El estilo de vida actual trae consigo: estrés, sedentarismo y abandono de hábitos de alimentación saludable, que se convierten en factores de riesgos importantes que predisponen al ser humano a padecer algunas enfermedades como son diabetes, obesidad, hipertensión y enfermedades cardiovasculares por mencionar algunas (Aranceta y Serra, 2008).



Por este motivo, la investigación de la ciencia de los alimentos se ha centrado en la identificación de componentes biológicamente activos, que pueden reducir el riesgo a contraer enfermedades y con ello favorecer la calidad de la vida de las personas al llegar al envejecimiento (Ashwell, 2004).

1.6 Evaluación Sensorial

1.6.1 Definición

Para lograr un mejor desempeño en la investigación y desarrollo de nuevos productos alimenticios el conocimiento científico y el objetivo del consumidor es un referente obligado, éste se logra aplicando técnicas combinadas de investigación mediante ciertos métodos, principalmente el análisis sensorial, que permite un estudio más profundo del consumidor (Mora *et al.*, 2006).

El análisis sensorial es 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 (Lawless y Heymann, 2010). Esta disciplina comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos e intenta aislar las propiedades sensoriales y aportar información útil para el desarrollo de productos, control durante el proceso de elaboración, almacenamiento, entre otras. Las pruebas de análisis sensorial permiten traducir las pruebas de los consumidores en atributos bien definidos para un producto. La información sobre los gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad (Álvarez *et al.*, 2008).

La evaluación de las expectativas y la satisfacción del consumidor con el producto pueden ser estudiadas a través de cuestionario y/o entrevistas (Lawless y Heymann, 2010).

1.6.2 Tipos de pruebas

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para la que se efectue. Existen tres tipos principales de pruebas: *las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas* (Mora *et al.*, 2006).

1.- Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas pretenden evaluar el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado empleando el criterio subjetivo de los catadores. En la mayoría de los casos, los catadores corresponden a consumidores no entrenados en la descripción de preferencias, donde su evaluación se basa en gustos. Para esta evaluación se usan frases sencillas y lógicas que cualquier consumidor pueda identificar sin formular preguntas determinadas sobre intensidades sabores, tamaños y olores; deben ser enfocadas en decisión de compra y aceptación general. (Nindjin *et al.*, 2007). Son pruebas en donde se presentan mayor variabilidad en los resultados y estos son más difíciles de interpretar ya que se trata de



apreciaciones completamente personales y, como se dice comúnmente: <<cada cabeza es un mundo>>, <<en gustos se rompen géneros>>, <<sobre gustos no hay nada escrito>> etc. (Anzaldúa, 2005).

a) Pruebas de Preferencia:

En las pruebas de preferencia, a los consumidores se les presentan dos o más muestras y se les pide que indiquen cual es la muestra de su preferencia (Drake, 2007). Si hay más de dos muestras se puede solicitar a los consumidores que ordene su preferencia (mayor a menor). Son pruebas de fácil realización y la pregunta es comprendida por los consumidores de todas las edades, incluso aquellas con poca preparación (Clark *et al.*, 2009). Para determinar las diferencias se aplica un análisis estadístico no paramétrico (Drake, 2007). Sin embargo, un inconveniente principal es que no se determina el nivel de gusto (Clark *et al.*, 2009).

Estas pruebas permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia (Lawless y Heymann, 2010).

b) Pruebas de medición del grado de satisfacción:

Cuando se deben evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se desea obtener mayor información acerca de un producto, puede recurrirse a la pruebas de medición del grado de satisfacción. Estas son intentos para manejar más objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de *cuánto les gusta o les disgusta un alimento*. Para llevar a cabo estas pruebas se utilizan *las escalas hedónicas*. Las escaladas hedónicas pueden ser verbales o gráficas, y la elección del tipo de escala depende de la edad de los jueces y del número de muestras a evaluar.

1.-Escalas hedónicas verbales: Estas escalas son las que presentan a los jueces una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra. Deben contener siempre un número non (impar) de puntos, y se debe incluir siempre el punto central <<ni me gusta ni me disgusta>>.

2.- Escalas hedónicas graficas: Cuando hay dificultad para describir los puntos de una escala hedónica debido al tamaño de está, o cuando los jueces tiene limitaciones para comprender las diferencias entre los términos mencionados en la escala (por ejemplo; en los casos en que se emplean a niños como jueces), pueden utilizarse *escalas gráficas*.

La desventaja de estas escalas es que, en ocasiones no son tomadas en serio por los jueces, ya que parecen un tanto infantiles. Por ello, es preferible trabajar con ellas cuando se hacen pruebas sensoriales con niños como jueces. En el caso de jueces adultos es posible usarlas siempre y cuando los jueces las hayan aceptado sin tomarlas como juego.

Al utilizar las escalas hedónicas, ya sea gráficas o verbales, se logra objetivizar las respuestas de los jueces acerca de las sensaciones provocadas por un producto alimenticio (Lawless y Heymann, 2010).



c) Prueba de aceptación

El que un alimento le guste a alguien no quiere decir que esa persona vaya a querer comprarlo. El deseo de una persona para adquirir un producto es lo que se llama aceptación, y no solo depende de la impresión agradable o desagradable que el juez reciba al probar un alimento sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, de hábitos, etc. Sin embargo, el término << prueba de aceptación >> es usado incorrectamente con mucha frecuencia para referirse a las pruebas de preferencia o a las de grado de satisfacción. Las tres pruebas son afectivas, pero la prueba de aceptación puede abarcar a una de las otras dos (Clark *et al.*, 2009).

2.- Pruebas descriptivas:

Se establecen con la finalidad de encontrar descriptores que tengan un máximo de información sobre las características sensoriales del producto, usando panelistas con mayor entrenamiento que en los empleados en pruebas discriminatorias, los cuales evalúan su percepción con valores cuantitativos proporcionales a una intensidad. Se pueden definir con escalas estructuradas y equidistantes, donde el panelista a través de estas valora su percepción asignado un atributo particular con una intensidad determinada. Cada punto de esta escala estaría determinado por un descriptor de la cualidad evaluada, relacionando en extremos su aprobación o rechazo definiendo el porqué de su decisión. El número de descriptores en la escala puede variar de 10 a 20 para cada cualidad. Se pueden usar los mismos descriptores en diferentes características (Gastélum *et al.*, 2009).

1.6.3 Importancia en el desarrollo de productos alimenticios

La producción de alimentos de calidad, con destino a mercado interno y externo es de alta prioridad y es además lo que el consumidor demanda actualmente. El tema ha crecido fuertemente en los últimos años, en Argentina y en el mundo (Modino y Ferrato, 2006). En los actuales mercados, la búsqueda de la excelencia y la calidad se convierten en metas fundamentales para los productores de alimentos y bebidas. Las exigencias del consumidor actual se orientan cada vez más por los aspectos cualitativos más que los cuantitativos y estos prefieren que tengan ciertas características sensoriales que lo satisfagan o, lo que es lo mismo, que tengan calidad (Proyecto Eclair, 2015).

En la producción de alimentos cada día se tiene más en cuenta la satisfacción del cliente; así el concepto de calidad ha evolucionado desde ser "una adaptación a las especificaciones internas" a "la capacidad de una organización de satisfacer las necesidades, explícitas e implícitas, que el cliente tenga" (Modino y Ferrato, 2006).

Cuando hacemos referencia a la calidad desde el punto de vista del consumidor, su medida se hace menos tangible y cuantificable. El análisis sensorial se transforma, en este caso, en una herramienta de suma utilidad, dado que permite encontrar los atributos de valor importantes para los consumidores, que sería muy difícil de medir de otra manera. El análisis sensorial



existió desde los comienzos de la humanidad, considerando que el hombre eligió sus alimentos, buscando una alimentación estable y agradable (Picallo, 2007). Sin embargo el surgimiento como ciencia es reciente, siendo establecida y aceptada como tal en la actualidad.

Aspectos importantes del análisis sensorial

- Caracterización hedónica de productos realizando estudios de consumidores y obteniendo el grado de aceptación de los mismos.
- Comparación con los alimentos competidores del mercado con un propósito claro: Marcar las preferencias del consumidor.
- Establecimiento de criterios de calidad: Desarrollo de un perfil sensorial.
- Control del proceso de fabricación. Un análisis sensorial, metódico y planificado, resulta de especial interés cuando se ha modificado algún ingrediente o materia prima o simplemente se dan cambios en las condiciones de procesamiento.
- Modificación del tiempo de cocción, incremento o descenso de la temperatura ambiente, introducción de nuevos equipos instrumentales, etc.
- Verificación del desarrollo del producto. El estudio organoléptico en cada etapa o punto crítico de la fabricación puede ayudar a subsanar problemas, de forma rápida y eficaz.
- Vigilancia del producto integrando aspectos como la evaluación de su homogeneidad, su vida útil comercial y la posibilidad de exportarlo fuera del lugar de origen, conservando íntegras sus cualidades sensoriales (Picallo, 2007).

1.7 Mercadotecnia

1.7.1 Definición

Se define como el proceso de planeación, ejecución y conceptualización de precios, promoción y distribución de ideas, mercancías y términos para crear intercambios que satisfagan objetivos individuales y organizacionales (Fischer, 2011). Para vender un producto en el mercado se requiere de un conjunto de herramientas tácticas de marketing controlables llamadas las 4P's

(Producto, precio, plaza, y promoción) que la empresa combina para producir la respuesta deseada en el mercado meta.

Producto: Es todo aquello que deseamos vender, sea un servicio o un bien tangible e intangible, es el reflejo de la calidad ofrecida con un diseño profesional y adecuado para el público consumidor que deseamos captar.

Precio: Es la cantidad de dinero que se cobra por un producto o servicio, es el único elemento de la mezcla de mercadotecnia que produce ingresos, todos los demás elementos representan costos.



Plaza: Esta se refiere a los lugares donde se venderá el producto y a los canales de distribución, a mayor cantidad de sitios donde el consumidor pueda encontrarlo mayor cantidad de ventas.

Promoción: Es el desarrollo de comunicaciones persuasivas con el fin de cultivar el mercado final presente de las compañías mediante actividades de publicidad, ventas directas, promoción de ventas y relaciones pública. La promoción nos ayudará a acelerar el proceso de venta (Ramsés, 2006).

1.7.2 Estudio de mercado

Constituye una recopilación y análisis de antecedentes que permiten estimar el comportamiento de una variable fundamental: la conveniencia de que se produzca un bien o servicio para atender a una necesidad, sea que esta se manifieste en el mercado propiamente tal a través de la disposición de la comunidad a pagar los precios fijados al producto del proyecto, sea que se le detecte a través de presiones sociales por mecanismos ajenos al mercado. Intervienen distintos agentes económicos; productores, intermediarios, consumidores, y son, estos últimos quienes generan una demanda verdadera, llamada también demanda básica.

Es un estudio cuya finalidad es probar que existe un número suficiente de individuos, empresas u otras entidades económicas que, dada ciertas condiciones, presentan una demanda que justifica la puesta en marcha de un determinado programa de producción- de bienes o servicios- en un cierto periodo. El estudio debe incluir asimismo las formas específicas que se utilizaran para llegar hasta esos demandantes (Baena, 2010).

Dada esta finalidad el estudio de mercado de un proyecto debe presentar cuatro bloques de análisis, precedidos de una caracterización adecuada de los bienes que se espera producir y de los usuarios de esos productos.

El primer bloque es la *demandas*; Se refiere a los aspectos relacionados con la existencia de la necesidad de los bienes o servicios que se busca producir. El segundo la *oferta*; se relaciona con las formas actuales y previsibles en que esas demandas o necesidades están o serán atendidas por la oferta actual y futura. El tercer bloque *precios*; tienen que ver con las distintas modalidades que toma el pago de esos bienes o servicios, sea a través de precios, tarifas o subsidios. Finalmente el cuarto bloque *comercialización*; debe señalar las formas específicas de elementos intermedios que se han previsto para que el producto del proyecto llegue hasta los demandantes, consumidores o usuarios (ILPES, 2006).

El estudio de mercado debe completarse con un análisis de las formas actuales en las que está organizada la cadena que relaciona a la unidad productora con la unidad consumidora, así



como la probable evolución futura de esa organización. Tal análisis es un requisito indispensable para poder presentar proposiciones concretas sobre la forma en que se espera distribuir los bienes o servicios que se producirían con el proyecto , teniendo en cuenta las modalidades existentes y fundamentado , cuando corresponda , la factibilidad de los cambios que se proponen en relación con esas modalidades (Baena, 2010).

Los datos finales del análisis que se hacen en el estudio de mercado se deben resumir de forma que muestren:

- La cuantía de la demanda actual del producto.
- Como se prevé que evolucionara durante la vida útil del proyecto.
- La capacidad instalada existente para proveer actualmente el mismo producto.
- La evolución esperada de esa capacidad en el mismo periodo.
- La parte de la demanda que se considera que podrá atender el proyecto en las condiciones del mercado.

1.7.3 Importancia del estudio de mercado

Radica en definir programas sectoriales de producción u orientar medidas de política económica nacional o regional. Aportan información valiosa sobre volumen, precios y calidad de bienes que demandan determinadas regiones o países, y su utilidad es innegable para ayudar a orientar las acciones de empresas y organismos nacionales. Verificar que exista un mercado insatisfecho y que es viable desde el punto de vista operativo para introducir en ese mercado el producto objeto de estudio, demostrar tecnológicamente que es posible producirlo (ILPES, 2006).

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

Los mercados de consumo: Son aquellos en los que se realizan transacciones de bienes y servicios que son adquiridos por las unidades finales de consumo.

- a) Mercados de productos de consumo inmediato: Son aquellos en los que la adquisición de productos por los compradores individuales o familiares se realiza con gran frecuencia.
- b) Mercados de productos de consumo duradero: Son utilizados a lo largo de diferentes períodos de tiempo hasta que pierden su utilidad o quedan anticuados.
- c) Mercados de servicios: Están constituidos por aquellos mercados en los que los compradores individuales o familiares adquieren bienes intangibles para su satisfacción presente o futura.

Los mercados industriales o institucionales: Son aquellos en los que se realizan transacciones de bienes y servicios empleados en la obtención de diferentes productos que son objeto de transacción posterior o que se adquieren para obtener un beneficio mediante su posterior reventa.

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



- c) Compradores intermediarios industriales: Están formados por los compradores de bienes y servicios para revenderlos posteriormente o para facilitar la venta de otros productos.

1.7.4 Variables del Producto

Se pueden definir como el conjunto de atributos que se incorporan al producto como lo es el diseño, marca, envase y calidad, estas características logran cubrir en cierto aspecto las exigencias del consumidor (Muñiz, 2010).

Estas características pueden ser tangibles e intangibles, como su nombre lo indica: *tangible* que puede ser palpable a los sentidos como lo son el peso, forma, color, textura, entre otros, e *intangibles* que no se pueden palpar por ejemplo, imagen de la marca, garantía, servicios, beneficios. Se puede decir también que de esta mezcla de elementos o características depende la aceptación del producto en el mercado, estos elementos deben ser debidamente aplicados para que el producto tenga una imagen o apariencia positiva en el mercado (Muñiz, 2010).

El ciclo de vida del producto es una herramienta de administración de la mercadotecnia que permite conocer y rastrear la etapa en la que se encuentra un determinado producto. Todo producto tiene una vida limitada:

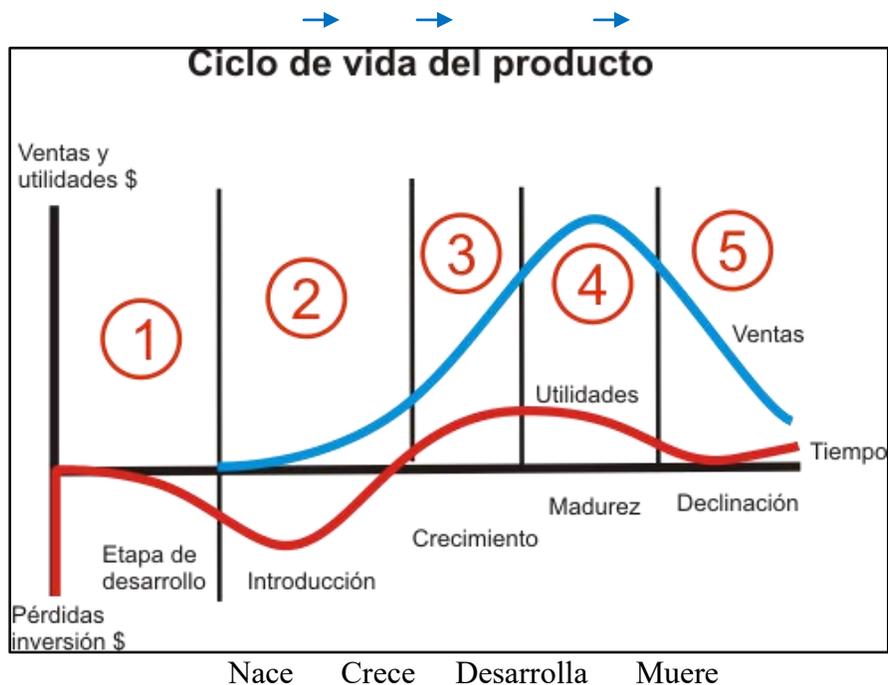


Figura 11. Ciclo de vida de un producto.



1. Etapa de desarrollo se inicia cuando la empresa encuentra y desarrolla una idea de producto nuevo. Durante el desarrollo de productos, las ventas con nulas y los costos de inversión de la empresa aumentan.
2. La introducción es un periodo de crecimiento lento de las ventas a medida que el producto se introduce en el mercado.
3. El crecimiento se refiere cuando el producto es conocido y aceptado, surgen nuevos competidores, aumenta la producción, demanda, lugares de distribución, versatilidad de precios, utilidades etc.
4. La madurez es un periodo en el que se frena el crecimiento de las ventas por que el producto ha logrado la aceptación de la mayoría de los compradores potenciales. Las utilidades se nivelan o bajan a causa del incremento de los gastos de marketing para defender al producto de los ataques de la competencia.
5. La declinación es el periodo en el que las ventas bajan y las utilidades se desploman (Kloter y Armstrong, 2008).

1.7.5 Envase

La NOM-130-SSA1-1995 define al envase como el recipiente adecuado que está en contacto con el producto para protegerlo y conservarlo y que facilita su manejo, almacenamiento y distribución. De acuerdo con la mercadotecnia el envase es definido como un instrumento de Marketing de primera magnitud que en última instancia, se convierte en un auténtico intermediario entre el productor y el consumidor de la mercancía. La palabra envase ha sido abolida y se reemplazó por una palabra más moderna “packaging”, aunque nosotros lo conocemos como envase, esta palabra es analizada en el Marketing abarcando lo que es el diseño y todas las acciones que interactúan en la emotividad del consumidor que contiene y mantener su fidelidad ante la marca impresa en él. Es importante saber que en la mayoría de los productos envasados el consumidor no ve el producto, pero se hace una idea y asocia el envase con su contenido, el envase se puede decir que es el vendedor del producto (Baena, 2010).

Es un atributo del producto que el consumidor valora al momento de adquirirlos, el envase es el seno de una empresa porque de él depende que vaya con la forma de ser o con una expectativa que espera el consumidor que este sea según su estilo de vida a la época, es decir así como avanza el tiempo los envases deben de volverse más prácticos, desechables sin perder la belleza estética de la presentación depende que un producto sea bien aceptado en el mercado tiene que ser en colores brillantes, colores que motiven al consumidor, sin perder la sobriedad y distinción que a este producto lo caracterice. El envase también puede ser utilizado como instrumento de acción promocional, el envase puede ser por sí mismo el diseño de este envase según el producto debe ser muy representativo también el envase puede ser un



objeto útil es decir lo podemos volver reutilizar en lo que queramos haciendo más práctica y decorativa, el envase también puede ser portador de incentivos así lleve este un producto diferente a que contiene el envase (Baena, 2010).

1.7.6 Etiqueta

Cualquier rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, escrita, impresa, estarcida, marcada, grabada en alto o bajo relieve, adherida, sobrepuesta o fijada al envase del producto pre envasado o, cuando no sea posible por las características del producto, al embalaje (NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2015)).

Para fines de Marketing la etiqueta es una parte importante del producto que puede estar visible en el empaque y/o adherida al producto mismo y cuya finalidad es la de brindarle al cliente útil información que le permita en primer lugar, identificar el producto mediante su nombre, marca y diseño; y en segundo lugar, conocer sus características (ingredientes, componentes, peso, tamaño), indicaciones para su uso o conservación, precauciones, nombre del fabricante, procedencia, fecha de fabricación y de vencimiento, entre otros datos de interés que dependen de las leyes o normativas vigentes para cada industria o sector (Baena, 2010).

Tipos de Etiquetas:

1. Etiquetas Persuasivas: Aquellas que se centran en un tema o logotipo promocional, y la información al cliente es secundaria. En este tipo de etiquetas suelen incluirse declaraciones promocionales como: nuevo, mejorado, súper; las cuales, a criterio de los mencionados autores, ya no resultan muy persuasivas porque los consumidores se saturaron con la "novedad" (Roger *et al*, 2009).

2. Etiquetas Informativas: Diseñadas con objeto de ayudar a los consumidores a que seleccionen adecuadamente los productos y a reducir su disonancia cognoscitiva después de la compra (Roger *et al*, 2009).

Un aspecto a señalar es que un producto o el empaque de un producto puede incluir ambas formas de etiquetas (persuasiva e informativa), por ejemplo, como el caso de los cereales, que en la parte frontal suelen incluir una etiqueta persuasiva (el logotipo y frases promocionales) y en los costados, una etiqueta informativa (con información nutricional, ingredientes, forma de preparación, etc.).

Funciones de la Etiqueta:

- 1) Identificación del producto.
- 2) Descripción e información acerca de este.
- 3) Graduación en función a su calidad juzgada.



- 4) Promoción, mediante diseños y frases promocionales que la distinguen del resto.
- 5) Cumplimiento de las leyes, regulaciones y normativas vigentes para su industria o sector.

Características Generales de la Etiqueta:

- Debe ser adaptable al envase en tamaño, color, forma, etcétera (Fischer y Espejo, 2004).
- El material debe ser resistente para que perdure desde la salida del producto del almacén hasta llegar a las manos del consumidor final (Fischer y Espejo, 2004).
- Debe estar perfectamente adherida al producto o al empaque para evitar que se desprenda y genere confusión al pegarse accidentalmente en otro artículo (Fischer y Espejo, 2004).
- Debe contener la información en el formato exigido por las leyes, normativas o regulaciones del sector, si éstas hubiesen; caso contrario, deben incluir información que el cliente necesita para tomar decisiones adecuadas.
- Su diseño debe diferenciarlo de otros productos al mismo tiempo que capta la atención del público.
- De ninguna manera, debe contener información ambigua, incompleta, engañosa o falsa que induzca al consumidor al error.
- Debe incluir datos de contacto, como: teléfonos, dirección, sitio web, número de línea gratuita de atención al cliente, etcétera; de tal manera, que el cliente sepa cómo comunicarse con el fabricante o distribuidor para expresar sus quejas, dudas o sugerencias.
- Dependiendo el caso, puede incluir un "plus" para el cliente, por ejemplo, consejos, tips, recetas, entre otros.

Antes de diseñar o encargar el diseño de la etiqueta de un producto, se recomienda tomar en cuenta lo siguiente:

- Averiguar las leyes, normativas y regulaciones vigentes de etiquetado de la industria o sector. Para ello, se pueden realizar averiguaciones en las cámaras de comercio, asociaciones de la industria y entidades gubernamentales. No se debe diseñar una etiqueta sin tener claro este punto, porque si se llega a implementarlo puede derivar en pérdidas, denuncias, multas y otras sanciones, además de una mala imagen (Fischer y Espejo, 2004).
- Encontrar la forma de diferenciarse de la competencia, pero teniendo en cuenta las leyes o normativas vigentes, las sugerencias de los clientes y los diseños de las diferentes etiquetas de los productos competidores.



- Nunca incluir información engañosa, falsa o incompleta en la etiqueta para captar la atención de los clientes o diferenciarse de los competidores. Esa acción, no ética, solo dañará la imagen del producto y de la empresa.

1.7.7 Precio

La variable del precio se define como el coste que percibe el consumidor necesario para adquirir los productos que le ofrece al mercado. En el valor monetario del comprador no sólo se incluye el precio si no también otro tipo de costes tales como el coste de oportunidad de ir a la tienda a comprar el producto en lugar de invertir ese tiempo en otras cosas (convivencia, momentos, etc.) los costes de desplazamiento (gasolina, estacionamiento) y otros costes adicionales como pueden ser las bolsas, entre otros (Baena, 2010).

Por otra parte, las decisiones sobre el precio se caracterizan por tratarse de un instrumento a corto plazo. Es decir, se pueden actuar sobre él con rapidez y flexibilidad y además, suelen tener efectos inmediatos sobre las ventas y los beneficios empresariales. Por ello las empresas que varían sus precios con demasiada frecuencia sin tener en cuenta que cualquier modificación del precio de los bienes o servicios pueden tener considerables efectos psicológicos sobre el consumidor o usuario y más concretamente sobre la calidad que este percibe, suelen sufrir pérdidas a largo plazo (Martínez, 2006).

Junto a ello, la variable precio es un fuerte instrumento competitivo susceptible de ser empleado a lo largo de la vida del producto para ejercer influencia sobre los competidores (Roger *et al.*, 2009).

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1 Objetivo General

Desarrollar una tostadita funcional horneada (Tipo nacho) de harina compuesta de maíz y huauzontle que proporcione un mayor contenido proteico y de fibra cruda al consumidor.

2.2 Objetivos Particulares

1.-Realizar un estudio de mercado sobre el desarrollo de tostaditas horneadas (Tipo nacho) de harina compuesta de maíz y huauzontle mediante la aplicación de una encuesta para conocer la viabilidad comercial de este producto funcional.

2.-Desarrollar diferentes prototipos variando los porcentajes de harina de maíz y harina de huauzontle con dos diferentes condimentos, mediante un experimento factorial 3x2, para seleccionar el prototipo con mejor textura (dureza y crujiente), sabor y color mediante pruebas sensoriales afectivas.



3.-Determinar la composición química del prototipo seleccionado por medio de técnicas establecidas en la normatividad de alimentos para conocer el aporte proteico y de fibra cruda que contendrán las tostaditas horneadas.

4.-Analizar microbiológicamente el prototipo seleccionado mediante los métodos establecidos que marca la normatividad vigente para cumplir con las especificaciones de calidad higiénica para este tipo de alimento.

5.-Conocer el grado de aceptación que tendrán las tostaditas horneadas (Tipo nacho) por parte de los consumidores, mediante una prueba sensorial afectiva para su introducción en el mercado.

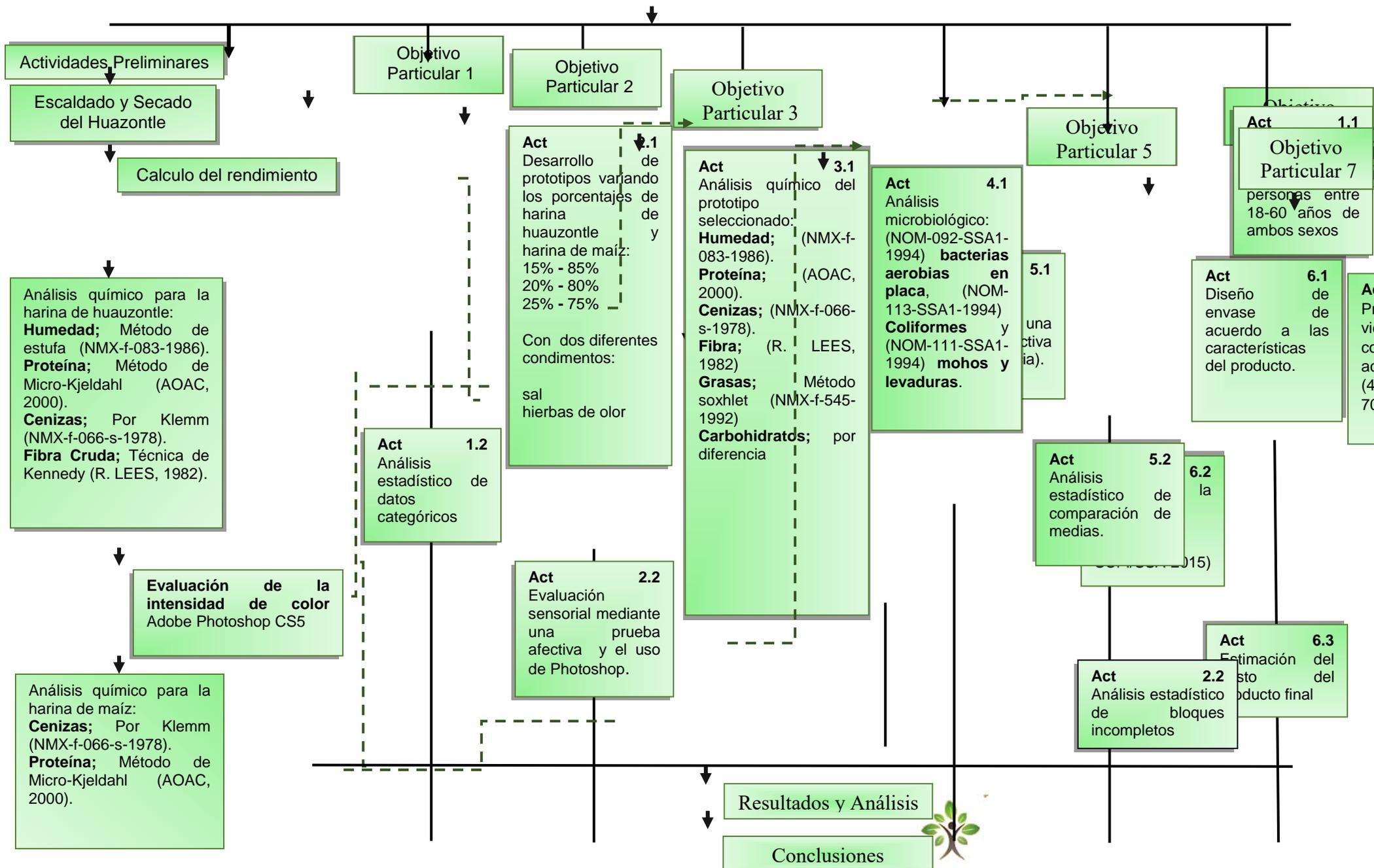
6.- Diseñar el tipo de envase tomando en cuenta las características del producto, definir el precio, así como la etiqueta nutrimental en base a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, (2015) para su comercialización.

7.- Realizar una propuesta de estudio de vida útil al producto final mediante pruebas aceleradas de temperatura y humedad relativa (30, 40, 45, 50 °C - 70% HR) el tiempo que conservará sus atributos de calidad (dureza, crujiente).



Problema: Tostaditas funcionales horneadas (Tipo nacho) de harina compuesta de maíz y huauzontle.

Objetivo General: Desarrollar una tostadita funcional horneada (Tipo nacho) de harina compuesta de maíz y huauzontle que proporcione un mayor contenido proteico y de fibra cruda al consumidor.



2.4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

OBJETIVOS PARTICULARES

Objetivo Particular 1

2.4.1. Estudio de mercado sobre el desarrollo de tostaditas horneadas (Tipo nacho) de harina compuesta de maíz y huauzontle.

2.4.1.1 Elaboración y aplicación de encuesta de mercado

Para conocer a los clientes, a los competidores y al mercado en sí mismo, fue necesario realizar un estudio de mercado sobre las tostaditas horneadas tipo nacho de harina compuesta de maíz y huauzontle.

Se les preguntó a 50 personas de ambos sexos entre 18-60 años de edad (amas de casa, empleados, estudiantes y comerciantes) con la finalidad de saber los diferentes puntos de vista de acuerdo a la ocupación de las personas, las encuestas se aplicaron afuera de los supermercados en los municipios de Tultitlan, Cuautitlán Izcalli y Tultepec y en su mayoría a las mujeres, ya que frecuentemente son las encargadas de hacer la despensa de su hogar, y podrían ser consumidoras potenciales de productos similares. La encuesta aplicada se muestra en el Figura 12.

2.4.1.2. Descripción de datos categóricos

Los resultados se analizaron por medio de tablas de contingencia con la prueba chi cuadrada y se reportaron en tablas y gráfica de barras.

Objetivo Particular 2

2.4.2 Desarrollo de prototipos

2.4.2.1 Obtención de la Harina de Huauzontle

Materia prima: Se adquirieron lotes de dos kilos y medio de huauzontle proveniente del Municipio de Tultepec, Estado de México, estos se caracterizaban por ser frescos, de color verde intenso y olor característico (aroma herbal) sin flores amarillas y sin mostrar daños de podredumbre en la flor, cada vez que se realizaba el proceso de obtención de harina.

Limpieza: Se retiró materia extraña, tallos y hojas, se lavó con agua potable y se desinfectó con una solución comercial a base de plata ionizada 5 gotas (0.25mL).



Sexo:	F	M	Edad:	_____	Ocupación:	_____
Elige la respuesta de tu preferencia						
1.	¿Conoces el pseudocereal Huauzontle?					
	a) Si					b) No
2.	¿Te gusta consumir Huauzontle?					
	a) Si					b) No
3.	¿Sabes que el Huauzontle tiene un alto contenido en proteínas?					
	a) Si					b) No
4.	¿Con qué frecuencia consumes el Huauzontle?					
	a) 1 vez por semana	b) 1 vez cada 15 días	c) 1 vez al mes			
5.	¿Consumes algún producto derivado del Huauzontle?					
	a) Si					b) No
6.	¿Consumes tostadas?					
	a) Si					b) No
7.	¿Consideras que las tostadas que consumes son nutritivas?					
	a) Si					b) No
8.	¿Te gustaría probar unas tostadas horneadas (Tipo nacho) adicionadas con harina de Huauzontle?					
	a) Si					b) No
9.	¿Consumirías una tostada (Tipo nacho) más que otra, si ésta te aportara un contenido alto de proteína?					
	a) Si					b) No
10.	¿Dónde sueles comprar tostadas?					
	a) Si					b) No
11.	¿En qué presentación te sería más fácil su consumo?					
	a) Caja	b) Cilindro	c) Bolsa de celofán			
12.	¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por un paquete de Tostadas Nutritivas?					
	a) \$15-20	b) \$20-25	c) \$30-35			

Figura 12. Encuesta realizada en el estudio de mercado para el desarrollo de tostaditas horneadas funcionales (tipo nacho) de harina de huauzontle y harina de maíz.

Escaldado del huauzontle: Se realizó durante un minuto a 60 °C en una solución de bicarbonato de calcio al 1%.

Secado: Para esta operación se utilizó un secador convectivo o de convección forzada con aire caliente marca emko, modelo HFD-48 en lotes de 520 g de huauzontle. El secado se llevó a cabo durante 5 h (aproximadamente) a 60 °C hasta obtener una humedad final del 11%.



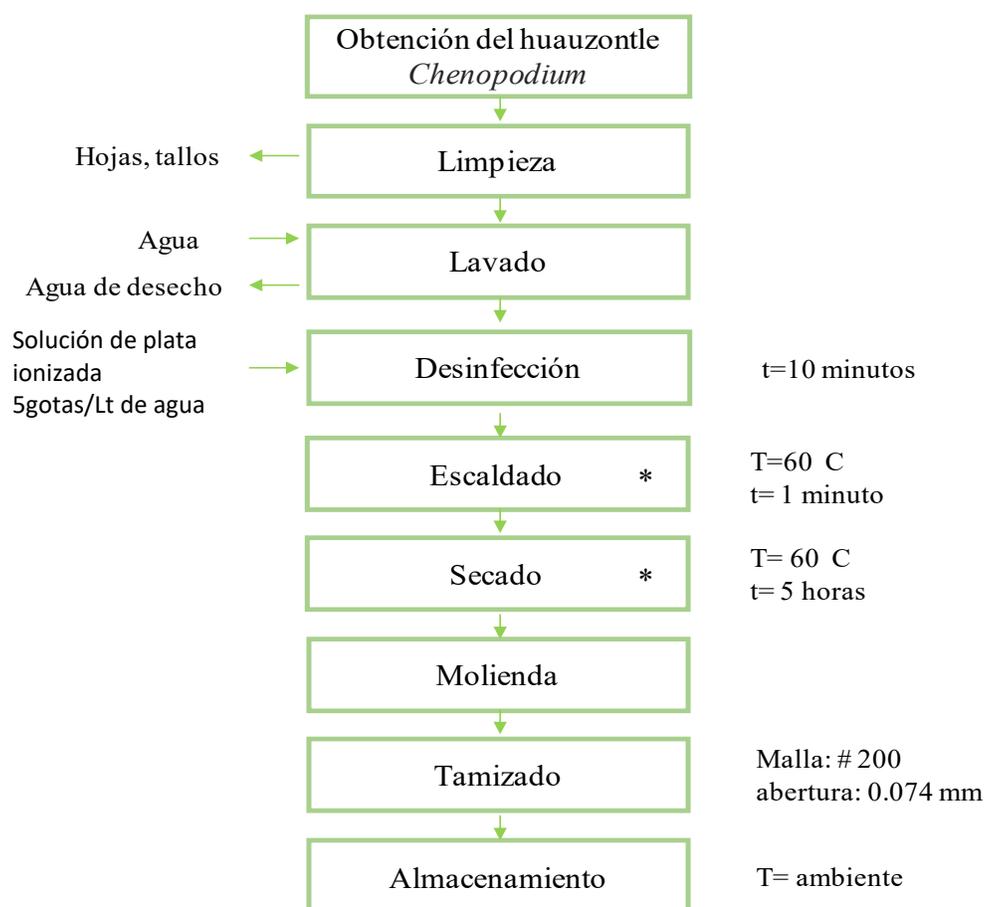
Molienda y Tamizado: Se utilizó un molino multi-funcional marca KRUPUS, y para la estandarización del tamaño de partícula se usó un tamiz de 0.074mm de abertura (malla #200).

Almacenamiento: Se almacenó en una bolsa hermética a temperatura ambiente, cubriéndola con un recipiente obscuro para evitar el paso de la luz y la pérdida de color en la harina (Figura 13. Diagrama de Proceso para la obtención de la harina de huauzontle).

Rendimiento

Se emplearon dos kilos y medio de huauzontle para el proceso de la elaboración de harina, después de las etapas de secado, molienda y tamizado se obtuvo el peso final (en gramos), para conocer el rendimiento total de la producción de harina.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{gramos de harina tamizada}}{\text{gramos de flor de huauzontle}} * 100$$



*Puntos críticos de control

Figura 13. Diagrama de proceso para la obtención de la harina de huauzontle.



2.4.2.2 Determinación de la composición química de la harina de huauzontle

Se realizó el análisis químico con la finalidad de conocer su composición química y que aporte nutricional le brindará al producto final. Cada prueba se realizó por triplicado, calculando el promedio y la desviación estándar.

Determinación de humedad; Método de estufa (NMX-f-083-1986)

Equipo: Estufa MAPSA, Modelo HDP-334 y balanza gravimétrica SAUTER

Fundamento: Se basa en la pérdida en peso que sufre un alimento un alimento debido a la pérdida de agua al someterlo a las condiciones de tiempo y temperatura prescritos.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P - P_1}{P_2} \times 100$$

En donde:

P = Peso del recipiente con la muestra húmeda, en gramos.

P1 = Peso del recipiente con la muestra seca.

P2 = Peso de la muestra en gramos.

Determinación de Nitrógeno total; Método de Micro-Kjeldahl (AOAC, 2000)

Equipo: Digestor Microkjeldahl marca Labconco y destilador Micro Kjeldahl, Modelo DMK-650

Fundamento: Se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formando sulfato de amonio que en presencia de hidróxido de sodio se libera amoniaco, el que destila recibiendo en:

- A) Ácido sulfúrico donde se forma sulfato de amonio y el exceso de ácido es valorado con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo, o
- B) Ácido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico

$$\% \text{Nitrógeno total} = \frac{(ml \text{ HCl} - ml \text{ Blanco}) * (Normalidad \text{ HCl}) * 14.007}{mg \text{ muestra}} * 100$$

$$\% \text{ Proteína} = (\% \text{ Nitrogeno total}) * (F)$$

En dónde:

14.007= peso equivalente de Nitrógeno

F= factor de conversión de nitrógeno a proteína para harinas es de 5.83



Determinación de Cenizas; Método por Klemm (NMX-f-066-s-1978)

Equipo: Mufla BLUE M, Modelo M25A-2A y Estufa MAPSA

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

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(P - p)}{M} \times 100$$

En donde:

P = Masa del crisol con las cenizas en gramos.

p = Masa de crisol vacío en gramos.

M = Masa de la muestra en gramos.

Determinación de Fibra cruda; Técnica de Kennedy (R. Lees, 1982)

Equipo: Digestor de fibra LABCONCO, Mufla BLUE M, Modelo M25A-2A y Estufa MAPSA

Fundamento: Este método se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que con una calcinación posterior se determina la fibra cruda.

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{(P_s - P_p) - (P_c - P_{cp})}{M} \times 100$$

En donde:

P_s = masa en gramos del residuo seco a 130°C.

P_p = masa en gramos de papel filtro.

P_{cp} = masa en gramos de las cenizas del papel.

M = masa de la muestra en gramos.

P_c = masa en gramos de las cenizas.

Evaluación de la intensidad de color

Para conocer la variación del color durante el escaldado y secado se realizó un análisis estadístico de un factor diseño en bloques, se tomó una fotografía a una muestra de cada lote después del escaldado, secado (ambas se compararon con el parámetro control “huauzontle fresco”) y finalmente al producto obtenido. Para evitar la influencia del paso de la luz ambiental se realizó la toma de fotografía en una cámara oscura con luz controlada, al tener la muestra, las fotografías fueron procesadas con el programa Adobe Photoshop CS5, para obtener el valor de G, el cual midió la intensidad del color verde dentro de la escala RGB (Red, Green, and Blue), así como los cambios que se obtuvieron después de cada proceso y al producto final.



2.4.2.3 Determinación de Cenizas y Proteína de la Harina de Maíz

Se utilizó harina nixtamalizada marca Minsa realizando las determinaciones de cenizas y proteína con las técnicas antes mencionadas para comprobar que su composición química no fue alterada, así mismo para conocer su aporte nutricional al producto final.

2.4.2.4. Elaboración de los Prototipos

Para obtener los prototipos se utilizó un diseño factorial 3x2 en el cual se elaboraron tres diferentes formulaciones variando la concentración de harina de huauzontle (15, 20, 25%) y el tipo de condimento (ajo-hierbas de olor) con respecto a la formulación inicial, Tabla 9.

Tabla 9. Formulación para tostaditas horneadas tipo nacho.

Ingrediente	Porcentaje %
Harina de huauzontle	7.01
Harina de maíz	28.03
Agua	59.57
Aceite	3.22
Condimento	1.76
Sal	0.42

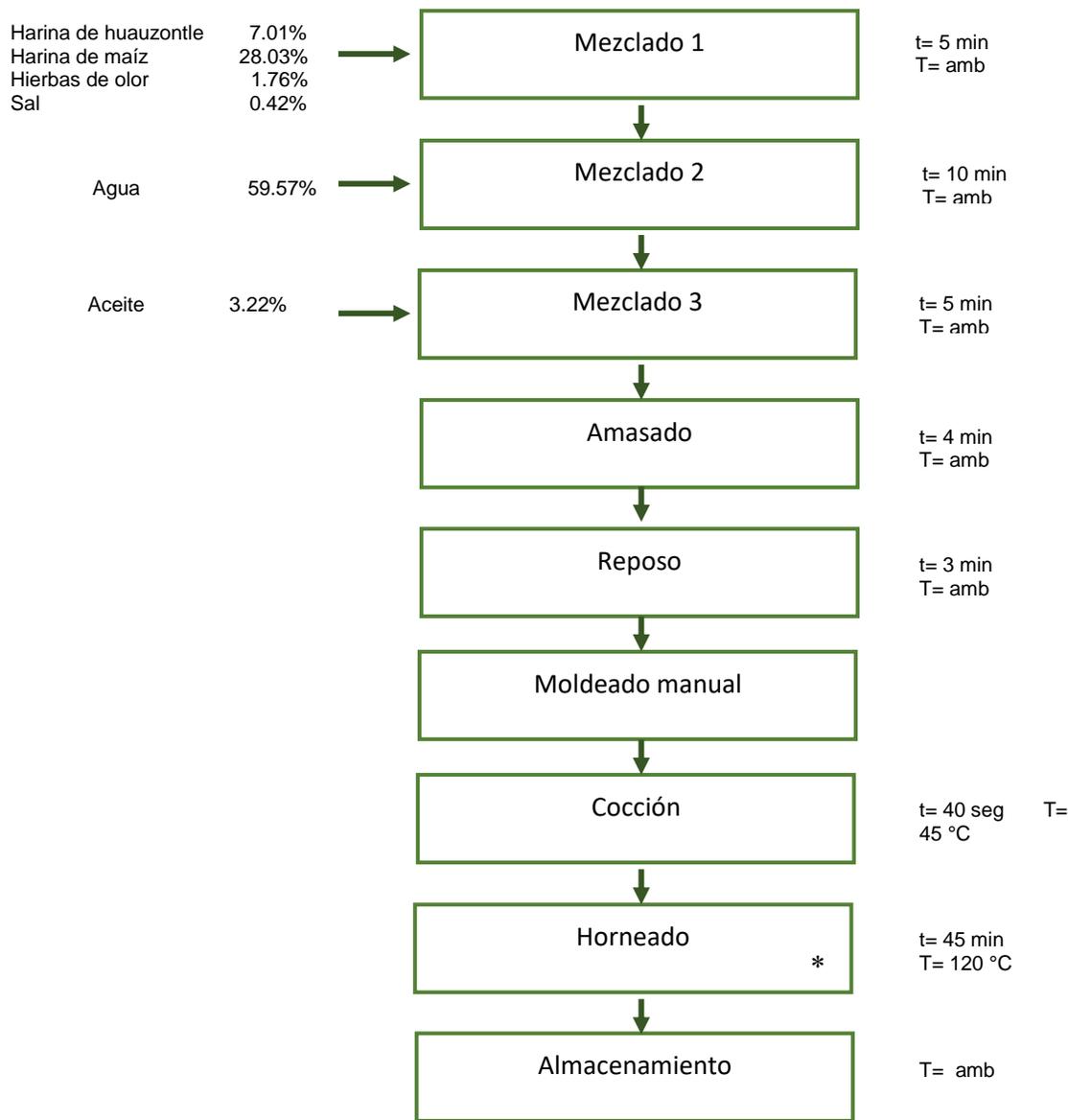
Dando como resultado 6 prototipos, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Prototipos propuestos.

Nº de Prototipo	Harina de huauzontle (%)	Harina de maíz (%)	Condimento
1	15	85	ajo
2	20	80	ajo
3	25	75	ajo
4	15	85	hierbas de olor
5	20	80	hierbas de olor
6	25	75	hierbas de olor

El proceso de elaboración de las tostaditas horneadas tipo nacho, se llevó a cabo como se muestra en el diagrama de proceso que presenta en la Figura 14:





*Punto crítico de control

Figura 14. Proceso de elaboración de tostaditas horneadas funcionales de harina de huauzontle y harina de maíz.

La elaboración de prototipos consistió en un primer mezclado de los ingredientes secos, tales como harina de maíz, harina de huauzontle, hierbas de olor y sal, esto para una mejor incorporación de los mismos, posteriormente en el segundo mezclado se añade agua con un tiempo de mezclado de diez minutos a temperatura ambiente, seguido de un tercer mezclado de aceite durante cinco minutos a la misma temperatura, una vez obtenida la masa se procedió a un amasado durante cuatro minutos, dejando reposar a temperatura ambiente durante tres minutos para, dar paso a un moldeado manual obteniendo la forma y el tamaño requerido.



Posteriormente se realizó una cocción a 45°C durante 40 seg y un horneado a 120°C durante 45 min y finalmente se empacó y almacenó a temperatura ambiente.

2.4.2.5. Selección del prototipo con mejor textura (dureza y crujiente), sabor y color.

Evaluación sensorial de prototipos mediante pruebas afectivas

Se preparó un lote de 200 g de cada prototipo y en el mismo día se llevó a cabo el análisis sensorial. La prueba se realizó a 30 jueces semi-entrenados de ambos sexos de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por medio del cuestionario que se muestra en la Figura 15. A cada juez se le dieron a probar tres de los prototipos y se les pidió que les asignaran el número correspondiente de acuerdo a su elección, enjuagando la boca con agua entre cada prueba. Para determinar cuál de los prototipos tuvo mayor preferencia se consideró la escala que se indica en el cuestionario. Se aplicó un análisis estadístico de bloques incompletos para determinar si hubo una diferencia entre los prototipos respecto a los atributos ya mencionados.

Evaluación sensorial de tostaditas (Tipo nacho) de harina de huauzontle y harina de maíz						
Nombre: _____						
Edad: _____						
Instrucciones: Frente a usted se encuentran 3 muestras codificadas, las cuales deberá probar asignándole el número correspondiente a su elección; enjuagando con agua su boca entre cada prueba.						
	Escala					
1	Me gusta mucho					
2	Me gusta moderadamente					
3	Me gusta poco					
4	Ni me gusta ni me disgusta					
5	Me disgusta poco					
6	Me disgusta moderadamente					
7	Me disgusta mucho					
Atributo	Prototipo					
	1903	0307	2602	1706	2405	0705
Color						
Sabor						
Dureza						
Crujiente						
Comentarios: _____						

¡Gracias por su ayuda!						

Figura 15. Cuestionario de evaluación sensorial para las tostaditas horneadas funcionales (tipo nacho) de harina de huauzontle y harina de maíz.



Objetivo Particular 3

2.4.3. Análisis químico al prototipo elegido

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado. Se aplicó un análisis estadístico descriptivo obteniendo el promedio y la desviación estándar para cada una de las pruebas.

Se realizaron las mismas determinaciones que en las actividades preliminares, utilizando los mismos equipos:

- Determinación de proteína (AOAC, 2000).
- Determinación humedad (NMX-f-083-1986).
- Determinación de cenizas (NMX-f-066-s-1978).
- Determinación de fibra (R. LEES, 1982)

Determinación de grasas; Método soxhlet (NMX-f-545-1992)

Equipo: Extractor de Soxhlet

Fundamento: Se basa en una extracción semicontinua con disolvente donde una cantidad de este rodea la muestra y se calienta a ebullición, una vez que dentro del Soxhlet el líquido condensado llega a cierto nivel es sifoneado de regreso al matraz de ebullición, la grasa se mide por pérdida de peso de la muestra o por cantidad de muestra removida.

$$\% \text{ de Grasa} = \frac{PG - PV}{PM} * 100$$

En donde:

PG = Peso del matraz con grasa seca, en gramos (g)

PV = Peso del matraz con cuerpos a peso constante, en gramos (g).

PM = Peso de la muestra en gramos (g).

Determinación de carbohidratos; por diferencia

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

Donde:

H=% de Humedad

P= % de Proteína

F= % de Fibra

L= % de Lípidos

C= % de Cenizas



Objetivo Particular 4

2.4.4. Análisis microbiológico del prototipo seleccionado

Se realizó al prototipo seleccionado un análisis microbiológico de conteo de mesófilos aerobios en placa (NOM-092-SSA1-1994), coliformes (NOM-113-SSA1-1994) y mohos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994), se realizaron 3 diluciones y 3 de repeticiones cada prueba con su testigo utilizando el agar correspondiente.

Determinación de mesófilos aerobios en placa (NOM-092-SSA1-1994)

Fundamento: Consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio.

Preparación del medio de cultivo:

Suspender los componentes del medio deshidratado que indica el fabricante, en un litro de agua. Hervir hasta total disolución. Distribuir en recipientes de vidrio esterilizables. Esterilizar en autoclave a 121 ± 1.0 °C, durante 15 min. Una vez estéril, enfriar el medio a $45^{\circ}\text{C} \pm 1.0$ °C en baño de agua y mantenerlo a esta temperatura hasta su uso. El medio no debe de fundirse más de una vez. En caso de medios deshidratados seguir las instrucciones del fabricante, esterilizar y ajustar el pH.

Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo de manera que la inoculación, la adición de medio de cultivo y homogenización, puedan realizar cómoda y libremente. Marcar las cajas en sus tapas con los datos pertinentes previamente a su inoculación y realizar el ensayo por duplicado. Después inocular las diluciones de las muestras preparadas.

En las cajas petri, agregar de 12 a 15 mL del medio preparado, mezclarlo mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal hasta lograr una completa incorporación del inóculo en el medio; cuidar que el medio no moje la cubierta de las cajas. Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontal fría. Preparar una caja control con 15 mL de medio para verificar la esterilidad.

El tiempo transcurrido desde el momento en que la muestra se incorpora al diluyente hasta que finalmente se adiciona el medio de cultivo a las cajas, no debe exceder de 20 min. Incubar las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo) por el tiempo y la temperatura que se requieran, según el tipo de alimento y microorganismo de que se trate.

Expresión de resultados:

Las placas de al menos una de tres diluciones deben estar en el intervalo de 25 a 250 colonias. Cuando dos diluciones están en el intervalo apropiado, determinar la cuenta promedio dada por cada dilución antes de promediar la cuenta de las dos diluciones para obtener la cuenta en placa por gramo o mililitro.



Determinación de coliformes (NOM-113-SSA1-1994)

Fundamento: El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo (agar rojo violeta bilis) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares.

Preparación del medio de cultivo:

En caso de medios deshidratados seguir las instrucciones del fabricante, esterilizar y ajustar el pH a 7.4 con ácido clorhídrico 0.1N o con hidróxido de sodio 0.1N a 25°C. Colocar en cajas petri por duplicado 1 mL de la muestra líquida directa o de la dilución primaria, utilizando para tal propósito una pipeta estéril. Repetir el procedimiento tantas veces como diluciones decimales se requiera sembrar, utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución. Vertir de 15 a 20 mL del medio.

Mezclar cuidadosamente el inóculo con el medio como se indicó en el anterior método y permitir que la mezcla solidifique. Preparar una caja control con 15 ml de medio para verificar la esterilidad. Posteriormente invertir las placas y colocarlas en la incubadora a 35°C, durante 24 ± 2 h. Después del periodo especificado para la incubación, contar las colonias con el contador de colonias.

Expresión de resultados:

Placas que contienen entre 15 y 150 colonias características. Separar las placas que contienen el número antes mencionado de colonias características en dos diluciones consecutivas. Contar las colonias presentes. Calcular el número de coliformes por mililitro o por gramo de producto, multiplicando el número de colonias por el inverso de la dilución correspondiente, tomando los criterios de la NOM-092-SSA1-1994. Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa.

Placas que contienen menos de 15 colonias características. Si cada una de las placas tiene menos de 15 colonias características, reportar el número obtenido seguido de la dilución correspondiente.

Placas con colonias no características. Si en las placas no hay colonias características, reportar el resultado como: menos de un coliforme por 1/d por gramo, en donde d es el factor de dilución.

Determinación de mohos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994)

Fundamento: El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3.5 e incubado a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos.



Preparación del medio de cultivo:

Seguir instrucciones del fabricante y después de esterilizar, acidificar a un pH de 3.5 ± 0.1 con ácido tartárico estéril al 10%. 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. Repetir el procedimiento tantas veces como diluciones decimales se requiera sembrar.

Mezclar cuidadosamente el medio como se indicó en la sección anterior. Permitir que la mezcla se solidifique. Preparar una caja control con 15 ml de medio, para verificar la esterilidad. Invertir las cajas y colocarlas en la incubadora a $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Contar las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación. En el quinto día, se seleccionaron 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. Si es necesario, cuando la morfología colonial no sea suficiente, examinar microscópicamente para distinguir las colonias de levaduras y mohos de las bacterias.

Expresión de resultados:

Considerar las cuentas de placas con 10 a 150 colonias como las adecuadas para el informe. Multiplicar 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.

Objetivo Particular 5

2.4.5 Evaluación sensorial para conocer el grado de aceptación.

2.4.5.1 Prueba sensorial

Se determinó el grado de preferencia del producto elegido con respecto a uno comercial mediante una prueba sensorial afectiva (de preferencia), para esto se utilizaron las tostadas marca “Charras”, elaboradas con nopal y linaza. La encuesta fue aplicada a personas de la FES Cuautitlán, se realizó a 50 personas de ambos sexos entre 17 a 60 años, se les proporcionó las dos muestras codificadas, agua potable para enjuagar su boca entre cada prueba y el cuestionario correspondiente (Figura 16).



Evaluación sensorial de tostaditas (Tipo Nacho)

Nombre: _____

Edad: _____

Instrucciones: Frente a usted se encuentran 3 muestras codificadas, las cuales deberá probar asignándole el número correspondiente a su elección; enjugando con agua su boca entre cada prueba.

- 1 Me gusta mucho
- 2 Me gusta moderadamente
- 3 Me gusta poco
- 4 Ni me gusta ni me disgusta
- 5 Me disgusta poco

Atributo	1903
Color	
Sabor	
Dureza	
Crujiente	

Atributo	0307
Color	
Sabor	
Dureza	
Crujiente	

Marque con una X ¿Cuál de las dos muestras prefiere o si prefiere ambas?

¿Con que tipo de aderezo o comida acompañaría estas tostaditas? _____

Comentarios: _____

¡Gracias por su ayuda!

tostadas comerciales (Chairtas) de nopai con maiza.

2.4.5.2 Análisis de comparación de medias

Los datos se analizaron por medio de una prueba T pareada. Se realizó una prueba de hipótesis en la cual la hipótesis nula ($H_0: \mu = 0.05$) indica que no hay diferencia significativa entre los atributos del prototipo y el producto comercial, la hipótesis alternativa ($H_1: \mu \neq 0.05$) indica que



al menos existe una diferencia significativa entre los atributos del prototipo y el producto comercial.

Objetivo particular 6

2.4.6 Diseño de envase, determinación del precio del producto y diseño de la etiqueta nutrimental.

2.4.6.1 Diseño del envase

Para las tostaditas horneadas tipo nacho se tomaron en cuenta las características físicas, organolépticas, la composición del producto, las porciones que contiene cada paquete individual y los paquetes que contiene el envase. La presentación debe de ser llamativa, innovadora, y que atraiga al consumidor a adquirirlo, lo que puede ser en función a los colores logrando que el producto se distinga, sea identificado, proporcione nivel, permanezca en la mente del consumidor actuando como incitador de sentimientos por medio de estímulos. El logotipo de la marca debe tener una identidad propia, exclusiva y diferenciadora, este debe tener la fuerza para ser reconocido por encima de la propia marca, incluso llega a ser más exitoso que la propia compañía, el nombre de la marca no debe ser muy común, debe de ser de fácil pronunciación para los consumidores así como relacionarse con el tipo de producto (Cervera, 2003).

2.4.6.2 Diseño etiqueta nutrimental

Una vez seleccionado el envase y el tipo de material del mismo, se procedió a diseñar la etiqueta indicando la marca, slogan, cantidad de producto, ingredientes, información nutrimental tomando en cuenta las especificaciones de la NOM 051-SCF/SSA-2010.

2.4.6.3 Determinación del precio del producto

Se calculó el costo del producto por envase tomando en cuenta el costo de la materia prima, costo de ingredientes, material de empaque y mano de obra (Pérez, 2006).

Objetivo particular 7

2.4.7 Propuesta de estudio de vida útil al producto final

2.4.7.1 Propuesta de estudio de vida útil

La vida útil es la longitud de tiempo que un alimento puede mantener su seguridad y calidad óptima, bajo las condiciones de almacenamiento indicadas. Esta comienza desde el momento en que se fabrica el alimento y depende de muchos factores, como su proceso de fabricación, tipo de envasado, condiciones de almacenamiento y los ingredientes.

El consumo de un alimento del cual no se conoce su tiempo de vida útil puede que implique un riesgo para la salud del consumidor, o que las propiedades sensoriales se encuentren deterioradas hasta hacer que el alimento sea rechazado (Ellis, 1994).



"Vida útil o durabilidad es el período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario y mantiene características sensoriales, físico-químicas, nutricionales y funcionales por encima de un grado límite de calidad, previamente establecido como aceptable".

Los estudios de estabilidad son los que permiten a las empresas de alimentación establecer la vida útil comercial de un alimento. Existen diferentes métodos para calcularla, desde los estudios directos a tiempo real a los estudios de vida útil acelerados y por último los predictivos (Carillo, 2013).

Los estudios acelerados someten al alimento en condiciones controladas de almacenado más altas de las condiciones estándar es decir "abusivas o forzadas", implicando una aceleración en la velocidad de degradación del alimento y por tanto un acortamiento del tiempo de estudio, analizándolos de forma periódica hasta su alteración a límites sensoriales inaceptable (EUFIC, 2013). Los modelos predictivos proporcionan información útil para poder tomar decisiones una de sus aplicaciones es poder predecir la vida útil de alimentos de conservación muy larga (principalmente; esterilizados o congelados) en un periodo de tiempo menor al real, mediante estudios de envejecimiento acelerado (Maidier, 2008).

Desde el punto de vista de la producción de un nuevo producto, el conocimiento de la vida útil es un aspecto muy importante. Esta vida debe al menos exceder el tiempo mínimo requerido de distribución del productor al consumidor (Rahman, 1999). Es por ello que se decidió realizar la propuesta de estudio de vida útil de las tostaditas horneadas tipo nacho de harina de maíz y huauzontle en condiciones aceleradas de temperatura y humedad relativa debido a las características de este tipo de producto, en donde el contenido de humedad es muy bajo y su periodo de almacenamiento es prolongado; ayudando a ganar tiempo para observar el comportamiento del producto y conocer la evolución de las características asociadas a la calidad del mismo. Se propone estimar la vida útil, en este caso en base a la variación del contenido de humedad en el producto, a un análisis microbiológico y a una evaluación sensorial.



CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Objetivo Particular 1

3.1. Estudio de mercado para el desarrollo de tostaditas horneadas (Tipo nacho) de harina compuesta de maíz y huauzontle.

3.1.1 Elaboración y aplicación de encuesta de mercado

Para conocer los posibles consumidores, los competidores existentes y el mercado potencial del producto, fue necesario realizar un estudio de mercado para las tostaditas horneadas tipo nacho de harina compuesta de maíz y huauzontle. Con el fin de tener una idea del porcentaje de la población encuestada que consume tostadas, se aplicó un cuestionario a 50 personas de ambos sexos entre 18-60 años de edad, obteniendo que aproximadamente el 96% de la población las consume.

Se observó que el 86% de la misma población si consume huauzontle, así mismo el 52% sabe que este alimento contiene proteínas por lo cual es un alimento nutritivo. En cuanto a la posibilidad de probar unas tostaditas horneadas (tipo nacho) elaboradas con harina de maíz y huauzontle, el 97 % de los encuestados estarían dispuestos a probarlas (Figura 17).

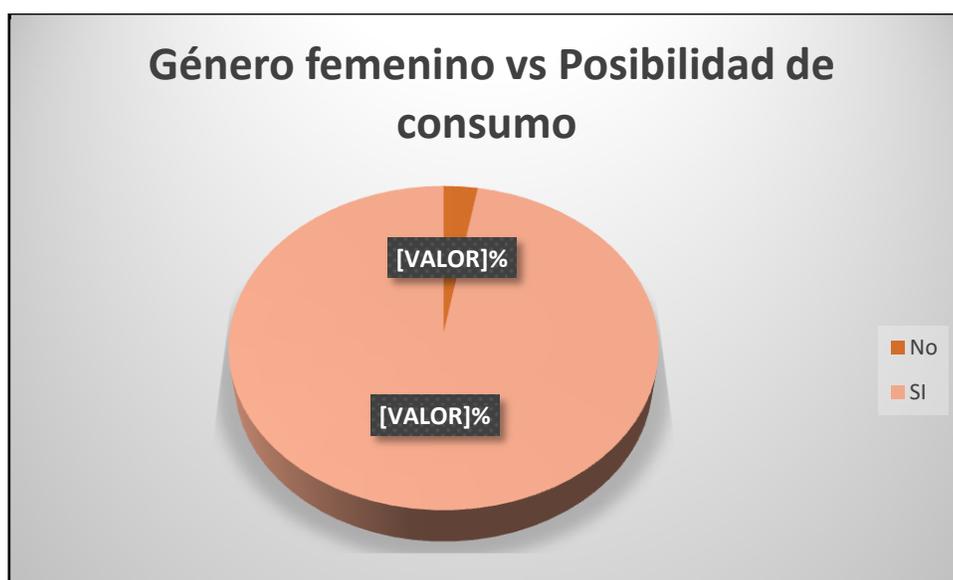


Figura 17. Gráfica de posibilidad de consumo.

Los resultados también indicaron que independientemente del género, la mayoría estaría dispuesta a probarlas. Además, se les cuestionó sobre el lugar donde comúnmente suelen comprar tostadas, y para las amas de casa su punto de mayor acceso a este producto es la tienda (66.7%), mientras que para los estudiantes el 100% indicó que también lo comprarían en el mismo lugar, a diferencia del comerciante cuyo lugar de compra único es el



supermercado, por lo que para las tostaditas el punto de venta predominante sería la tienda y el supermercado, siendo los que tienen mayor facilidad de acceso, sin embargo no se descarta la posibilidad de otros lugares de venta ya que esto depende de la ocupación de los consumidores (Figura 18).

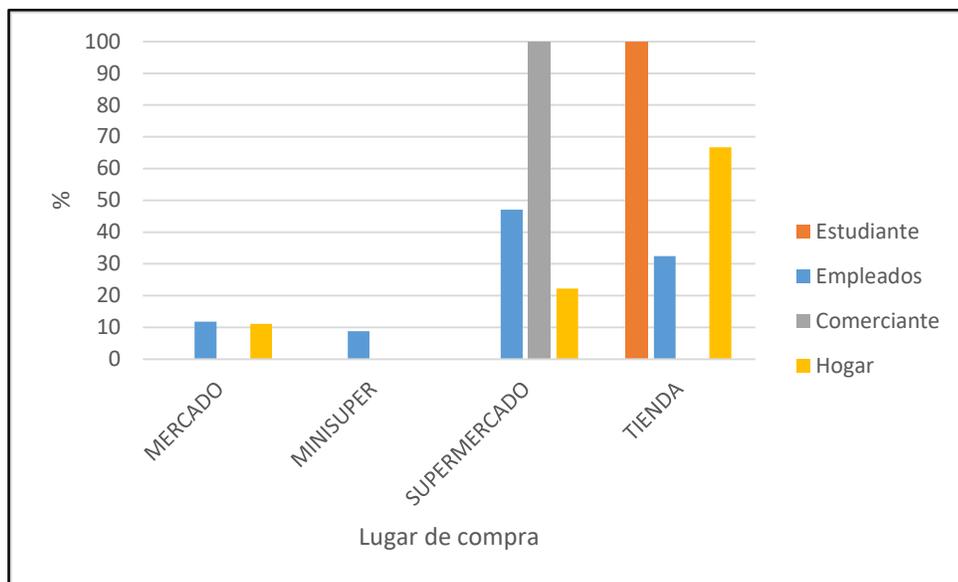


Figura 18. Gráfica de relación de personas y el lugar en dónde suelen comprar las tostaditas respecto a su ocupación.

Con el fin de saber que empaque le agradaría al consumidor, se les pidió que seleccionaran una de las tres presentaciones de la encuesta, obteniendo que el 50% de la población ya sea femenino o masculino prefiere bolsa de celofán, atribuyéndolo a que la mayoría de estos productos se vende en dicho empaque siendo este el más común, sin embargo la caja es considerada como una segunda opción con un 16 % de preferencia entre los encuestados, por tal motivo se determinó que el empaque individual o primario de las tostaditas tipo nacho fuera bolsa de celofán para su consumo por porción así como protegerlo de la humedad y evitar el enranciamiento de los lípidos; La caja como empaque secundario, ya que es de fácil distribución, evita la ruptura de las tostadas y sobre todo le brinda una mejor presentación al producto (Figura 19).

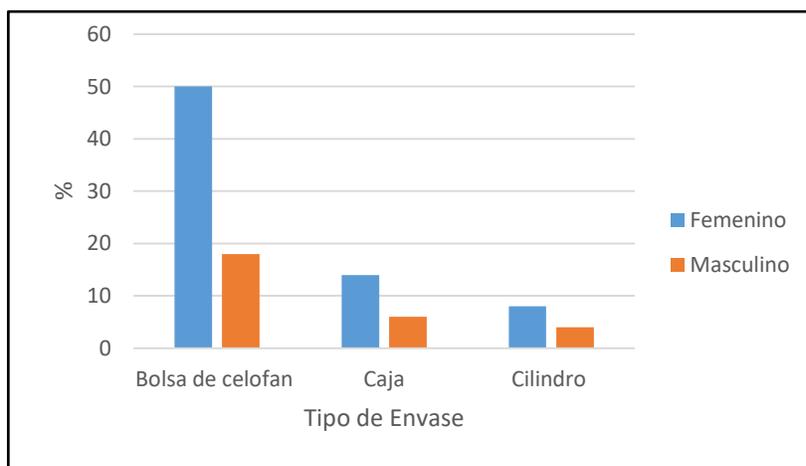


Figura 19. Gráfica en el que se muestra la preferencia respecto a la presentación del producto.

Para conocer el precio que el consumidor estaría dispuesto a pagar por un paquete de tostaditas horneadas tipo nacho de maíz y huauzontle se les propusieron tres diferentes rangos de precios existentes en el mercado. En base a los resultados se percató que si existe relación entre el género y el costo dispuesto a pagar, ya que la opción de 15 a 20 pesos fue el precio preferido por los hombres. Sin embargo las mujeres estarían dispuestas a pagar de 20 a 25 pesos, siendo éste el rango de precio comúnmente registrado entre las diferentes marcas de tostadas. Un estudio realizado por Flórez (2014) indicó que las mujeres tienden a cuidar su alimentación un poco más que los hombres, por lo que ellas estarían dispuestas a pagar más siempre y cuando este producto le aporte un beneficio a la salud, ya sea en cuanto a mayor contenido de proteína o fibra, sin gluten, menos grasa y/o azúcar, mientras que los hombres se inclinan por el precio más barato aunque busquen algún tipo de beneficio (Figura 20).

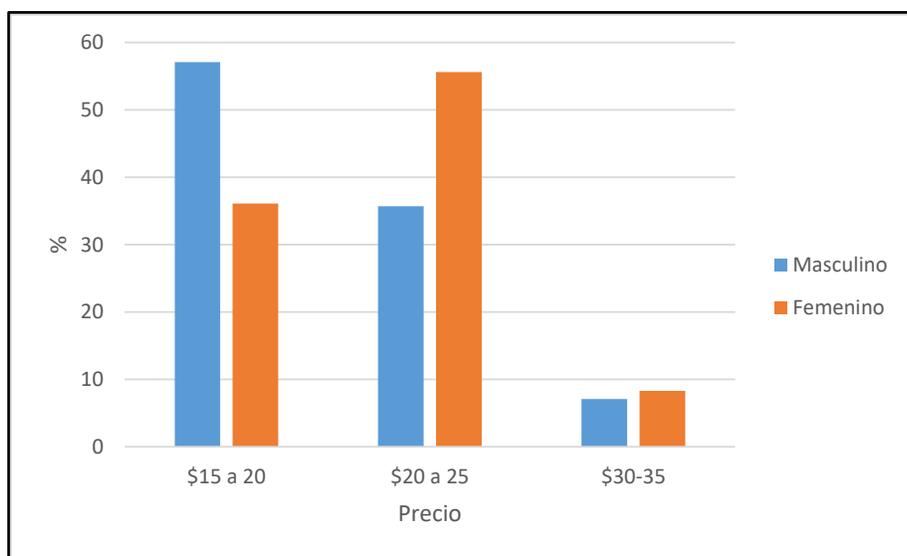


Figura 20. Gráfica de relación entre el género y el precio dispuesto a pagar.

A partir de los resultados obtenidos en el estudio de mercado realizado, se considera que es posible el desarrollo de este proyecto ya que la mayoría de los encuestados estaría dispuesto a consumirlo. Así mismo, se determinó el tipo de empaque individual o primario, el precio aproximado y los principales puntos de venta.

Objetivo Particular 2

3.2.1 Desarrollo de prototipos

3.2.1.1. Obtención de la harina de huauzontle



Con el fin de fijar el color característico del huauzontle se realizó un escaldado a 60°C durante 1 minutos, esta temperatura fue establecida porque ha sido reportado que al someter el huauzontle a una temperatura por arriba de 60°C ocurre el proceso de gelatinización del almidón presente, (la temperatura de gelatinización del almidón del gránulo de huauzontle se lleva a cabo a 68°C) en donde los gránulos de almidón retienen agua y comienzan a hincharse aumentando de volumen, estos se rompen parcialmente y la amilosa y la amilopectina se dispersan en el seno de la disolución generándose una pasta o gel, está pérdida de almidón se ve reflejada posteriormente en la formación de la masa y la textura (Assad, 2014).

Durante el escaldado se utilizó bicarbonato de calcio ya que es empleado especialmente para la protección de la clorofila, debido a que tiene la capacidad de enlazarse con los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} que forman parte de la estructura celular del huauzontle. El átomo central del magnesio es fácilmente reemplazado por hidrógeno, dando lugar a las feofitinas, las cuales son favorecidas por el medio ácido, al igual que la clorofila las feofitinas son en realidad productos de descomposición ya que han perdido un ion pero permanece en la pared celular fijando el color (Rohene, 2014), durante este proceso de escaldado se evita la oxidación de los pigmentos, mientras que en el secado el bicarbonato de calcio controla la acidez.

Posteriormente el huauzontle fue secado a una temperatura de 60°C, durante 5 horas aproximadamente, midiendo el porcentaje de humedad de la muestra cada hora. La curva de secado se presenta en la Figura 21.

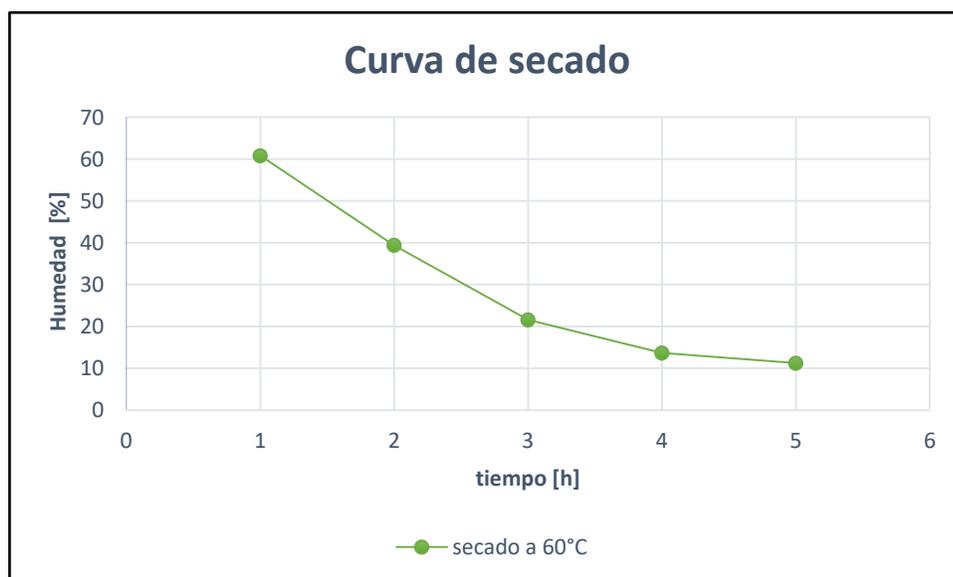


Figura 21. Curva de secado del huauzontle.



En la curva de secado (Figura 21) se puede observar que en un periodo aproximado de 5 horas se obtuvo una humedad final del 11.20%, valor aceptado para harinas de acuerdo a la NOM-247-SSA1-2008. En un estudio realizado anteriormente por Torres, (2014) para la elaboración de harina de huauzontle obtuvieron un valor de 12.35% de humedad final en un periodo de 10 horas a 75 °C, la humedad final reportada es un valor aceptado para harinas de acuerdo a la normatividad vigente, cabe mencionar que el equipo utilizado y las condiciones de trabajo fueron diferentes.

Evaluación de la intensidad de color

Durante el proceso de elaboración de la harina y finalmente de las tostaditas, se tomaron las medidas necesarias para evitar en lo posible la pérdida del color inicial del huauzontle. Para evaluar los cambios en la coloración durante las etapas del proceso se tomaron fotografías al huauzontle fresco, huauzontle escaldado, huauzontle deshidratado y producto final, estas fotografías digitales fueron sometidas al programa Photoshop RGB. Dentro de la escala de Photoshop RGB se mide la intensidad de color para cada uno de los componentes (blanco, rojo, verde, azul y negro), siendo 0 el valor de G para el negro hasta un valor de 255 para el color blanco. Se calculó el promedio de G de cada una de las etapas mencionadas obteniendo un color diferente en cada etapa evaluada, para el huauzontle fresco el color correspondiente al valor de G (126) fue *Green*, para el escaldado el color fue *forestgreen* (G=138), mientras que para el huauzontle seco el color fue *darkgreen* (G=100), y para el producto final el color fue *olive* (G=128), como se indica en la Figura 22.

HTML name	R G B		
	Hex	Decimal	
Green colors			
DarkOliveGreen	55 6B 2F	85	107 47
Olive	80 80 00	128	128 0
OliveDrab	6B 8E 23	107	142 35
YellowGreen	9A CD 32	154	205 50
LimeGreen	32 CD 32	50	205 50
Lime	00 FF 00	0	255 0
LawnGreen	7C FC 00	124	252 0
Chartreuse	7F FF 00	127	255 0
GreenYellow	AD FF 2F	173	255 47
SpringGreen	00 FF 7F	0	255 127
MediumSpringGreen	00 FA 9A	0	250 154
LightGreen	90 EE 90	144	238 144
PaleGreen	98 FB 98	152	251 152
DarkSeaGreen	8F BC 8F	143	188 143
MediumAquamarine	66 CD AA	102	205 170
MediumSeaGreen	3C B3 71	60	179 113
SeaGreen	2E 8B 57	46	139 87
ForestGreen	22 8B 22	34	139 34
Green	00 80 00	0	128 0
DarkGreen	00 64 00	0	100 0



Figura 22. Escala de colores en photoshop (RGB).

Se tomaron los valores de G obtenidos de huauzontle fresco, escaldado y secado y fueron analizados mediante un análisis estadístico de un factor con un diseño en bloques. Tomando como referencia el valor de G del huauzontle fresco y contrastándolo con el valor obtenido en las operaciones del proceso antes mencionadas, se realizó un análisis estadístico de un factor diseño en bloques en el cual la hipótesis nula ($H_0: \mu_E = \mu_S$) indica que no hay diferencia significativa en el cambio de color de las etapas, por otro lado la hipótesis alternativa ($H_i: \mu_E \neq \mu_S$) indica que al menos una es diferente, encontrando diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el valor G del huauzontle fresco y secado, los resultados se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Análisis estadístico de un factor diseño en bloques para las etapas de fresco-escaldado y fresco-secado.

Etapa	valor de P
Escaldado	0.7417
Secado	0.0095

Se ha reportado que el proceso de escaldado influye más que la temperatura de secado, siendo ésta la determinante para evitar la pérdida de color en el producto final, por ello se escaldó a la misma temperatura de secado (Shivhare *et al.*, 2000). La estructura de las moléculas de clorofila tiene dos partes un anillo de porfirina que contiene magnesio y cuya función es absorber luz, y una cadena hidrófoba de fitol cuya función es mantener la clorofila integrada en la membrana, tiene dos tipos de absorción la a y b. Berset y Caniaux (1983) han indicado que al tener una alta relación de clorofila a / clorofila b conservan más su color original, puesto que la clorofila a (principal pigmento verde), es menos estable que la b, es decir que al tener una relación baja de clorofila a/b se produce una mayor velocidad de degradación.

Se ha observado que la clorofila durante el secado se hace más resistente debido a que en el proceso de escaldado se estabiliza y se fija el color por lo que se presenta una pérdida mínima de los pigmentos en el secado (Berset, 1983), es por ello que en el presente trabajo aunque existió diferencia significativa entre el color obtenido del huauzontle fresco y el huauzontle secado, se mantuvo en la escala de verdes sin tornarse a una escala de color café en RGB, además de que visualmente permanece un color agradable.

Asimismo, ha sido indicado que las condiciones de temperatura, tiempo de inmersión y el tipo de solución para el escaldado son de gran importancia para la fijación del color verde, siendo menores las pérdidas de los pigmentos cuando se utiliza una temperatura y tiempo de inmersión menores (Lee 2006). En este trabajo, el valor obtenido de G representa la intensidad



de color que se obtuvo debido al empleo de una temperatura baja para el escaldado, y la fijación entre los iones de Ca^{2+} del bicarbonato de calcio presente en la solución de escaldado y los iones de Mg^{2+} presentes en la pared celular del huauzontle.

Durante el proceso de horneado de las tostaditas el color verde de la masa se tornó menos intenso en el producto final, posiblemente debido al calentamiento con aire caliente a 120°C al que fue sometida y a la pérdida de humedad resultante. Rodríguez (2002), ha indicado que este tratamiento hace que las clorofilas pierdan el magnesio, transformándose en otras sustancias llamadas feofitinas y cambiando su color verde característico por un color verde oliváceo. Este cambio posiblemente también se debe a la adición de la harina de maíz a la mezcla, ya que al someter la masa a temperaturas altas durante el horneado las reacciones de maillard y la hidrólisis del almidón que se producen, generan cierto oscurecimiento (Maga y Liu, 1993).

La escala de RGB puede ser comparable con la escala de color Pantone el cual es un sistema estandarizado de identificación y correspondencia de color, de referencia a nivel mundial y utilizado frecuentemente en la industria alimentaria (Chuchuca, 2012). Al realizar la comparación entre ambas escalas para las tostaditas, se obtuvo un valor de color verde de 2306C (Pantone). Asimismo, la intensidad de verde (G) de las tostaditas tipo nacho ($G=128$) se comparó con un estudio realizado en frutos y hortalizas verdes maduras (color verde), en donde reportaron valores de G de 113 a 130 para tomates, con esto se puede notar que el color verde de las tostaditas tipo nacho se mantuvo a pesar de transcurrir por las diferentes etapas del proceso (López y Gómez 2004).

Rendimiento de la harina de huauzontle

Partiendo de lotes de 2.50 kg de huauzontle fresco, durante la limpieza se retiraron hojas ramas y tallos alcanzando una merma de 1.54 kg. Los 956 g de flor obtenidos fueron lavados, desinfectados, escaldados y secados, logrando obtener 482 g de huauzontle seco. Posteriormente se llevó a cabo la molienda obteniendo 135 g de harina sin tamizar, al pasarlo por la malla N°200 se logró obtener 126.1 gramos de harina de huauzontle. Al realizar el cálculo necesario, se determinó que el rendimiento fue de 13%.

Se comparó este rendimiento con el obtenido de la harina de cebada en un trabajo realizado por Márquez (2007), ya que su contenido de almidón se asemeja al de la flor de huauzontle; el rendimiento que reportaron con la cebada fue de 11.05%, este valor se encuentra por debajo del obtenido para la harina de huauzontle, debido posiblemente a que la cebada presenta mayor cantidad de impurezas así mismo en su estructura existen minúsculos espacios de aire que dan al endospermo su apariencia almidonosa (Serna, 2001).



También se consideró el rendimiento de chícharo, Servet (2004) lo obtuvo a partir del peso total de la vaina, sus impurezas, así como la humedad de la harina, encontrando un rendimiento de 23.4 %, siendo éste mayor al obtenido con el huauzontle. Sin embargo habría que tomar en cuenta que la vaina que es lo único que se le retira al grano, es muy ligera por lo cual la merma es menor.

3.2.1 Determinación de la composición química de la harina de huauzontle

La harina de huauzontle proporciona fibra, proteína y minerales siendo este último el que se presenta en mayor proporción con respecto a la harina de maíz debido a que el huauzontle para su crecimiento prefiere tipos de suelos ricos en materia orgánica y nitrógeno favoreciendo la absorción de los nutrientes disponibles, fijándolos y poniéndolos a disposición de las plantas. Fija principalmente el fósforo (P₀₄) calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) (García A, 2010).

Para conocer la composición química de la harina de huauzontle se realizó un análisis químico para proteína, humedad, fibra cruda, cenizas, y lípidos, realizando por triplicado cada determinación, obteniendo la desviación estándar de los datos. En la Tabla 12 se muestra la composición química de la harina elaborada.

Tabla 12. Composición química de la harina de huauzontle.

Composición de la harina de huauzontle (%)				
Componente	Experimental Harina		Bibliográfico Fresco	Bibliográfico Harina
	\bar{X}	S		
Humedad	11.22	0.02	74.20	-----
Proteína	19.47	0.19	5.25	20.34
Fibra cruda	12.9	0.96	3.12	12.10
Cenizas	14.19	0.43	3.40	13.18
Lípidos	-	-	0.57	2.20



Carbohidratos	-	-	13.46	52.18
---------------	---	---	-------	-------

Fuente del dato bibliográfico: Muñoz, 2014.

Como se esperaba, en los datos bibliográficos (Muñoz, 2014) y los experimentales, al disminuir la humedad del huauzontle se incrementaron los valores de proteína, fibra y cenizas (Tabla 12). En la harina elaborada de huauzontle se obtuvo una ligera variación en el contenido de proteína y cenizas, con respecto al dato bibliográfico, en el caso de fibra y cenizas los valores son semejantes. Cabe mencionar que el autor no reporta desviación estándar, tamaño de muestra, ni condiciones experimentales. Asimismo, el valor obtenido de humedad en la harina de huauzontle, se encuentra en el valor máximo que permite la norma para las harinas (NOM-247-SSA1-2008). Al compararse con un estudio sobre el desarrollo de una pasta funcional para sopa a base de harinas de huauzontle, quinoa y sémola de trigo, en donde la composición química de la harina elaborada de huauzontle presenta valores menores en cuanto a humedad (8.54%), proteína (17.68%), fibra (10.24%), y cenizas (5.68%) (Hernández e Inzunza, 2016), dichas variaciones podrían estar relacionadas con el origen del cultivo, frescura y condiciones de trabajo.

La calidad proteica dependerá del valor biológico de sus proteínas y esta a su vez de la composición de aminoácidos y de las proporciones entre ellos, una proteína es de alta calidad o tiene un alto valor biológico cuando es rica en aminoácidos esenciales Aunque cada vez existen más estudios sobre este pseudocereal e incluso se conoce los aminoácidos presentes, pocos han sido dirigidos al conocimiento del tipo y funcionalidad de las proteínas que contiene; en un trabajo encontraron que el huauzontle posee tipos de proteínas semejantes al amaranto tales como albúminas y globulinas ya que pertenecen a la misma familia *Amaranthaceae* (Miranda *et al.*, 2012). Con el fin de conocer la posible calidad proteica de la harina elaborada en este proyecto así como el aporte que brindará al producto final se utilizó como referencia un análisis de aminoácidos realizado por Evonik (Tabla 7 ubicada en el capítulo de antecedentes) el cual se llevó a cabo en una muestra de harina de huauzontle obtenida de un estudio en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos, donde se reporta el porcentaje de aminoácidos presentes con un contenido de proteína cruda del 19.5%, presentando una mayor cantidad de leucina 1.42%, lisina 1.14%, fenilalanina 0.99% y valina 0.97% considerados aminoácidos esenciales, ácido glutámico 2.03%, ácido aspártico 1.66%, arginina 1.12% y glicina 1.04% como aminoácidos no esenciales.

En dos estudios independientes realizados por Delgado (2009) y García (2011), ambos mencionan que el huauzontle presenta alto nivel de aminoácidos, ocho de los cuales son considerados esenciales (principalmente la lisina), estos datos coinciden con el estudio antes mencionado, donde se observa que el aminoácido en mayor proporción es la leucina seguido de la lisina, los cuales se consideran aminoácidos esenciales, además de presentar alto contenido de ácido aspártico y ácido glutámico los cuales son indispensables para la



desintoxicación del sistema sanguíneo su mantenimiento y crecimiento celular respectivamente (Ruiz, 2015).

3.2.2. Determinación de cenizas y proteína de la harina de maíz

Se realizaron las determinaciones de cenizas y proteína con las técnicas antes mencionadas para conocer su aporte nutricional al producto final. En la Tabla 13 se muestran los datos experimentales del análisis químico de la harina de maíz en comparación de los datos bibliográficos.

Tabla 13. Composición de la harina de maíz.

Composición química de la harina de maíz (%)		
	Experimental	Bibliográfica
Humedad	9.17	11.0*
Proteína	7.57	8**
Cenizas	1.5	1.5*

Fuente del dato bibliográfico: NMX-F-046-S-1980.

*valores máximos; **valores mínimos

Se puede observar que los datos experimentales de proteína y cenizas son semejantes a los datos teóricos, en cuanto al valor de proteína el valor experimental está ligeramente por debajo de los valores mínimos que se reportan, debido probablemente al proceso de obtención de la harina y/o la variedad del maíz, la FAO ha reportado contenidos de proteínas que van de 5.2 a 13.7% dependiendo de la variedad de maíz (Cortez y Altamirano 1972).

Las proteínas están compuestas por aminoácidos, del tipo y la cantidad de aminoácidos esenciales que aporte, determinan la calidad proteica del alimento, para el caso de la harina de maíz, el aminoácido esencial leucina es el que se encuentra en un porcentaje mayor, el cual es necesario para el desarrollo del organismo, seguido del ácido glutámico el cual es vital para el sistema nervioso central, actuando como estimulante del sistema inmunitario, prolina que es importante para el colágeno presente en cartílagos, tendones y piel, y la alanina que se encarga de promover la inmunidad por su acción estimulante de los anticuerpos, estos son aminoácidos no esenciales como se muestra en la Tabla 3 en el capítulo uno de antecedentes (Peña, 2004).

3.2.1.2 Elaboración de los prototipos

Los prototipos se desarrollaron de acuerdo al diseño mencionado en la Tabla 10 capítulo dos, se pesaron los ingredientes para obtener las distintas formulaciones con las cuales se preparó la masa de cada prototipo, las únicas variaciones para la elaboración de las tostaditas fueron



los porcentajes de la harina de maíz y de huauzontle para cada uno de los condimentos establecidos (ajo y hierbas de olor), los demás ingredientes tales como el agua, el aceite, la sal y ambos condimentos se mantuvieron constantes (Tabla 9 capítulo dos), el proceso de elaboración para las tostaditas tipo nacho se llevó acabo de acuerdo al diagrama de proceso que se presenta en la Figura 14.

Para su elaboración se requirieron tres mezclados el primero fue para la completa incorporación y homogenización de los ingredientes secos evitando su acumulación en la mezcla, en el segundo mezclado se hidrataron los ingredientes secos y en esta etapa de la elaboración de la masa fue muy importante agregar la cantidad exacta de agua para la correcta preparación, en el último mezclado se agregó un porcentaje de aceite para mejorar la textura y consistencia de la masa, los tiempos en cada mezclado fueron establecidos en el diagrama de proceso por medio de la experimentación, finalmente para el amasado y reposo se tomaron en cuenta las condiciones sugeridas para la elaboración de tortillas que presentaba el empaque de la harina nixtamalizada minsa.

Debido a que el huauzontle fue sometido a un proceso de escaldado con la finalidad de preservar su color, no fue necesario utilizar colorantes en ningún prototipo elaborado, obteniendo el color característico de la materia prima.

El huauzontle una vez seco requirió de diversas moliendas para obtener el tamaño de partícula deseado (malla N°200), se percató que al tener esta abertura de malla la harina resultante se incorporaba fácilmente en la mezcla con harina de maíz nixtamalizado ayudando a la formación de la masa ya que al disminuir el tamaño de partícula se incrementa la cohesividad, cabe mencionar que al tener un tamaño de partícula de 0.250 mm (malla N°60) para la harina de huauzontle no se lograba la incorporación con harina de maíz (Fernández *et al.*, 2008).

Para los prototipos elaborados como ya se mencionó anteriormente fue necesaria la incorporación de aceite para mejorar la textura y consistencia de la masa ya que al formar las tostaditas sin aceite y llevarlas directamente a cocción, la masa se secaba demasiado formando grietas en la superficie ocasionando su ruptura.

Para el prototipo con mayor cantidad de huauzontle (25%), se obtuvo un sabor amargo al final, predominando el sabor del huauzontle mientras que en concentraciones menores (15%, 20%) el sabor del huauzontle se percibía pero sin llegar a amargar (Figura 23).





Figura 23. Tostaditas de maíz y huauzontle.

Al mezclar harina de maíz nixtamalizada y harina de huauzontle se obtuvieron las características adecuadas para la formación de la masa, las condiciones de temperatura seleccionada para las operaciones de escaldado y secado de huauzontle posiblemente evitaron la pérdida de almidón contenido en el grano de huauzontle, el cual al hidratarse con el agua que se añade pudo haber contribuido a la cohesión y consistencia durante la formación de la masa y finalmente de la tostadita. Ha sido reportado que en los gránulos de maíz nixtamalizado el grado de gelatinización del almidón afecta la absorción de agua, desarrollándose buena consistencia cuando se tiene suficiente almidón gelatinizado, ya que de esto dependen las propiedades de adhesividad y cohesividad necesarias para poder elaborar las tortillas (Salinas *et al.*, 2003). Al combinar ambas harinas se favoreció la textura y elasticidad de la masa ya que se ha observado que estas propiedades son aportadas por las prolamina, mientras que las glutelinas y la albúmina presentes en el grano de maíz se encargan de la formación de la matriz proteínica en la que se encuentran inmersos los gránulos de almidón tanto del huauzontle como del maíz contribuyendo a la textura de la masa (Sánchez, 2007).

Para la elaboración de las tostaditas, el aceite juega un papel importante ya que tiene gran influencia en el sabor, en la textura y en la calidad del producto final, mejorando la estabilidad de almacenado, puesto que los lípidos actúan como lubricante e interactúan con las proteínas y el almidón durante el mezclado, horneado y enfriado.

Así mismo, en el proceso de elaboración de las tostaditas, se llevó a cabo una pre cocción en un sartén de teflón porque si se sometían directamente al proceso de horneado estas se quebraban y se formaban grietas en la superficie aún con la presencia de aceite en su composición, posiblemente debido a que la temperatura empleada en esta etapa provocaba la rápida evaporación del agua contenida en la masa, impidiendo que se llevara a cabo la cohesión dentro de su estructura. Formándose finalmente con todos los ingredientes una malla compleja heterogénea dentro de una fase acuosa continua (Gómez *et al.*, 1987).

3.2.1 Selección del prototipo con mejor textura (dureza y crujiente), sabor y color.



La evaluación sensorial de los prototipos se realizó a 30 estudiantes de ambos sexos de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por medio del cuestionario que se muestra en la Figura 14 del capítulo dos. Los datos obtenidos de la escala asignada de los diferentes atributos se analizaron mediante una prueba de bloques incompletos sin embargo no hubo diferencia significativa entre los prototipos en cuanto a los atributos de sabor, color, dureza y crujiente ($P>0.05$), Tabla 14.

Tabla 14. Resultado de análisis estadístico de la evaluación sensorial.

Atributo	Valor P
Color	0.207541
Sabor	0.566434
Dureza	0.737313
Crujiente	0.751922

Al no haber encontrado diferencia significativa en el análisis estadístico anterior en los cuatro diferentes atributos de los prototipos, se optó por analizar los resultados de acuerdo al promedio de la escala utilizada en la evaluación sensorial para los seis prototipos, los resultados se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Resultado del promedio de la evaluación sensorial.

Atributo	\bar{X}
Color	2.23
Sabor	2.51
Dureza	2.51
Crujiente	2.07
Desv.Estándar	0.2179

Como se puede observar en la Tabla 15 los promedios se encuentran en la escala de me gusta moderadamente y me gusta poco que se encuentra en la tabla de la Figura 15 capítulo dos, debido a que los promedios de cada atributo de la evaluación sensorial fueron muy cercanos, se seleccionó el prototipo número cinco (80% maíz-20% huauzontle) de acuerdo al aporte nutricional que proporciona la harina de huauzontle, así mismo al color que se presentaba visualmente en el producto final, sin embargo se seleccionó el condimento de hierbas de olor y no el de ajo ya que resaltaba el sabor del huauzontle proporcionando un sabor diferente en el paladar del consumidor, esto se vio reflejado en el apartado de comentarios de la encuesta de evaluación sensorial en la Figura 15.

Objetivo Particular 3



3.3.1. Análisis químico al prototipo elegido

Se realizó un análisis químico al prototipo elegido, determinando humedad, proteína, fibra cruda, cenizas, lípidos y carbohidratos con las técnicas mencionadas en la metodología experimental. La Tabla 16 muestra la composición química de las tostaditas tipo nacho con harina de maíz y huauzontle en comparación con dos tostadas funcionales y dos botanas comerciales, no se comparó con un producto igual porque aunque si existe actualmente en el mercado no sirve como referencia para poder establecer alguna comparación, puesto que su composición química no está reflejada en su empaque.

Como referencia en cuanto a productos funcionales los cuales podrían ofrecer al consumidor beneficios a la salud se encontró una tostada de maíz con alga y una botana de maíz y frijol bayo las cuales dentro de este tipo de tostadas existentes poseen un mayor contenido de proteínas, fibra y cenizas, para el caso de las botanas comerciales se consideraron los totopos de maíz con sal y frituras de maíz nixtamalizado con chile y limón por ser las que se consumen comúnmente por la población y de las cuales se obtiene una cantidad muy escasa de proteínas, fibra y cenizas.

Tabla 16. Comparación de la composición química de las tostaditas tipo nacho de huauzontle vs botanas funcionales y comerciales.

Composición química de tostadas (%)						
Componente	Experimental Tostaditas tipo nacho		Tostadas de maíz con alga (<i>Ulva Clathrata</i>)	Tostadas de maíz y frijol bayo	Totopos de maíz con sal	Frituras de maíz nixtamalizado con chile y limón
	\bar{X}	S				
Humedad	3.65	0.0925	9.42	-	-	-



Proteína	9.82	0.1900	5.25	20.34	7	6
Fibra cruda	17.55	0.3173	3.44	10.5	-	-
Cenizas	7.60	0.1404	2.6	2.58	-	-
Lípidos	6.15	0.0678	1.03	13.40	24	35
Carbohidratos	55.24	-	72.85	59.78	66	54

Tostadas de maíz con alga (*Ulva Clathrata*), SAGARPA, 2010.

Botanas de maíz y Frijol bayo, Quintero, 2014.

Totopos y frituras de maíz, PROFECO, 2012.

El valor de fibra cruda (17.55%) obtenido en las tostaditas tipo nacho de harina de maíz y huauzontle fue mayor que para las tostadas de maíz con alga (3.44%) y maíz con frijol bayo (10.5%), esto se debe a que uno de los principales beneficios del huauzontle es el alto contenido de fibra, se observa que el porcentaje de cenizas es superior con respecto a las dos tostadas funcionales teniendo un 5% de diferencia esto posiblemente se atribuye a que el huauzontle es una especie exigente en el tipo de suelo en el que se desarrolla, durante el crecimiento de este pseudocereal se absorben y fijan ciertos minerales tales como; calcio, magnesio, fósforo, sodio y potasio. En el caso de las proteínas los datos indican que las tostaditas tipo nacho tienen mayor proporción respecto a las tostadas de maíz con alga y a las botanas comerciales esto dado a que el huauzontle proporciona mayor contenido de proteínas debido a sus beneficios nutricionales, y a la proporción empleada de harina de maíz y huauzontle en el presente proyecto, cabe mencionar que el contenido de proteínas fue menor en cuanto a las tostadas de maíz y frijol bayo, posiblemente debido de frijol utilizado en la formulación.

Como ya se mencionó anteriormente se buscó comparar con botanas comúnmente consumidas por la población, en donde cabe resaltar que no se reportan valores de fibra cruda y cenizas, sin embargo el contenido de lípidos tanto de los totopos de maíz con sal como de las frituras de maíz con chile y limón es superior en un 18% y 29% respectivamente en relación a las tostaditas tipo nacho, (los valores fueron obtenidos al realizar la diferencia del contenido de lípidos), esto se debe a que el producto fue horneado y no se le agregó un gran porcentaje de grasa a su composición, estas características generan una importante ventaja para el consumidor ya que actualmente se buscan botanas/tostadas bajas en grasa, haciendo de este producto una opción saludable teniendo en cuenta que la tendencia líder que hoy en día busca el consumidor va enfocada a productos funcionales que generen salud y/o bienestar esto se reporta en un estudio de tendencias y oportunidades en el sector alimentario del estado de México, en donde tanto grandes, medianas y pequeñas empresas ubican como su primer interés; salud y bienestar (productos funcionales) seguido de alimentos bajo el perfil de gourmet o sofisticados (COMECYT, 2016).



La harina compuesta por huauzontle y maíz se considera de buena calidad proteica debido al contenido de aminoácidos esenciales, en la Tabla 17 se puede observar que en mayor cantidad se presenta leucina, valina, seguida de ácido glutámico y prolina que pertenecen a los no esenciales, dichos valores fueron calculados con la información obtenida de los aminoácidos presentes tanto en la harina de maíz como en la harina de huauzontle, Tablas 3 y 6 respectivamente ubicadas en antecedentes capítulo uno, por lo que se considera que ésta sería la composición de aminoácidos presentes en el producto final.

Las proteínas cumplen varias funciones importantes en nuestro organismo tales como transporte de oxígeno, hacen que los nutrientes sean absorbidos y metabolizados de mejor manera, promueven el crecimiento y reparación de tejidos y células, ayudan al funcionamiento de vitaminas y minerales, componen las hormonas esenciales para la reproducción (Peña, 2004).

Tabla 17. Posibles aminoácidos presentes en la tostadita tipo nacho.

Tostaditas de harina compuesta de maíz y huauzontle			
Aminoácidos esenciales	AA (%) en CP	Aminoácidos no esenciales	AA(%)en CP
Isoleucina	0.1793	Alanina	0.3172
Leucina	0.4491	Arginina	0.2244
Lisina	0.1659	Ácido Aspártico	0.2928
Metionina	0.0795	Ácido Glutámico	0.7236
Fenilalanina	0.1755	Glicina	0.2102
Treonina	0.142	Prolina	0.379
Triptófano	0.0143	Serina	0.1855
Valina	0.1972	Tirosina	0.1088
Histidina (niños)	0.1105	Histidina (adultos)	0.1105

Con base a este resultado se consideraría que es un producto alto en proteína, funcional y de gran beneficio a la salud.

Objetivo Particular 4

3.4.1. Análisis Microbiológico del prototipo seleccionado

Se realizó un análisis microbiológico para la determinación de microorganismos indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso tales como mesófilos aerobios, coliformes totales y hongos y levaduras. Realizando 3 repeticiones por cada dilución, cada prueba con su testigo correspondiente. Al transcurrir el tiempo de incubación no se desarrollaron unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de coliformes totales en agar Mac conkey, de igual manera no hubo crecimiento de unidades formadoras de colonias



por gramo (UFC/g) de mohos y levaduras en agar papa - dextrosa acidificado, incubadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 5 días en las tostaditas tipo nacho. Como se puede observar las UFC de mesófilos está por debajo de lo que permite la norma, lo cual podría indicar que las buenas prácticas de manufactura se ven reflejadas en la calidad higiénica del producto considerándolo un alimento apto para el consumo humano. Los resultados de los análisis microbiológicos se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Análisis microbiológico.

Análisis	Tostaditas tipo nacho	harina de maíz
Mesófilos aerobios UFC/g	425	100,000
Coliformes totales UFC/g	0	100
Mohos UFC/g	0	1000

Fuente: NOM-247-SSA1-2008.

Objetivo Particular 5

3.5.1 Evaluación sensorial para conocer el grado de aceptación del producto.

3.5.1.2 Prueba sensorial

Para conocer el grado de aceptación de la tostadita horneada tipo nacho se utilizó una tostada comercial con la finalidad de comparar los atributos característicos de la misma, los resultados del tratamiento estadístico obtenidos a partir de las calificaciones de la evaluación sensorial indican que no hubo diferencia significativa (Tabla 19) entre los diferentes atributos de sabor, color, dureza, sin embargo en cuanto a lo crujiente si se presentó diferencia significativa ($P < 0.05$). Por tal motivo se realizó un gráfico de cajas para conocer dentro de la escala de me gusta mucho a me disgusta mucho (Figura 15, capítulo dos) que tanto gustaba este atributo en cada una (Figura 24).

Tabla 19. Resultado de análisis estadístico de la evaluación.

Atributo	Valor P
Color	0.2525
Sabor	0.7302
Dureza	0.3584



Crujiente	0.01425
-----------	---------

Al comparar la preferencia del atributo crujiente de las tostaditas de harina de huauzontle y maíz contra las tostadas charras se puede observar en la gráfica que la mediana de las tostaditas de huauzontle se encuentra en la categoría de “me gusta mucho” en comparación con las tostadas comerciales Charras que se encuentran en la calificación de “me gusta moderadamente” (Figura 23).

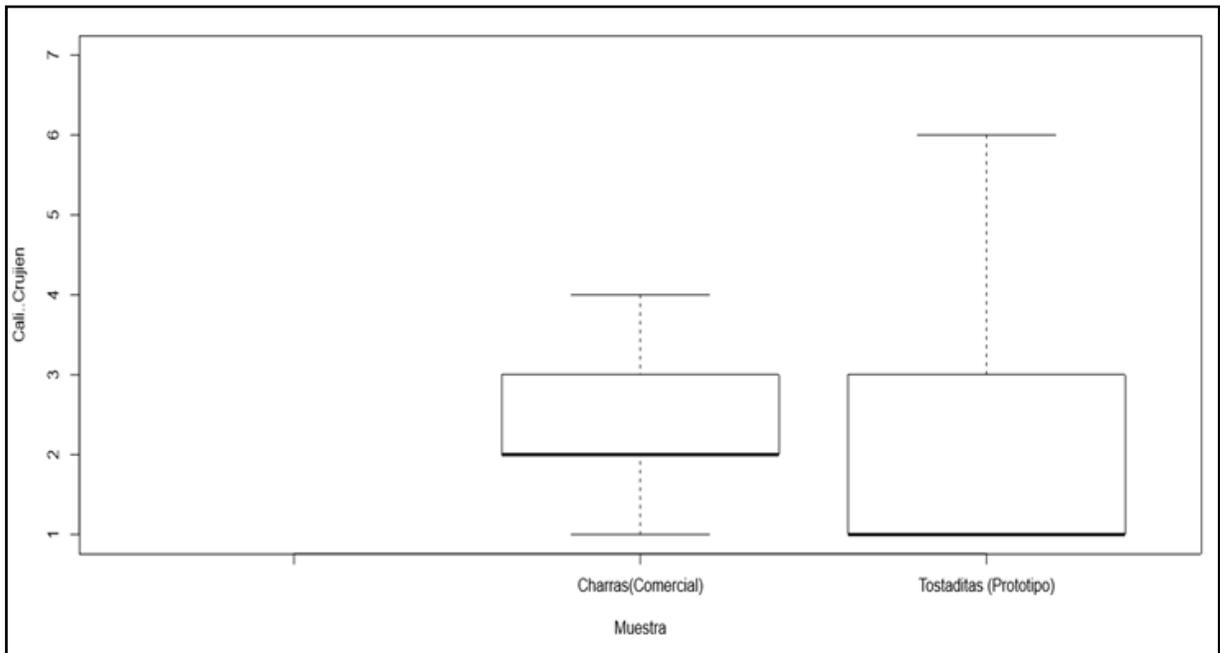


Figura 24. Gráfico de comparación de la escala de me gusta mucho a me disgusta mucho con respecto al atributo crujiente.

Dentro de la encuesta se preguntó con qué alimento acompañaría este tipo de producto obteniendo como respuesta con un dip, queso para nachos, frijoles, y tinga con lo cual se considera que este producto puede ser consumido como botana o para acompañar alimentos.

Objetivo particular 6

3.6.1 Diseño de envase, determinación del precio del producto y diseño de la etiqueta nutricional.

3.6.1.1 Diseño del envase

Para las tostaditas horneadas tipo nacho se tomó en cuenta el paso de oxígeno y humedad, el cual afecta directamente a este tipo de producto por lo que se requiere un envase que evite el



paso de oxígeno y de humedad para evitar el intercambio al producto; así mismo se consideró un envase opaco que no permita el paso de la luz para evitar rancidez o cambios de color. El tamaño del envase fue seleccionado por las porciones que contiene cada paquete individual.

Como se muestra en la Figura 25 el envase seleccionado para las tostaditas horneadas tipo nacho lo compone el envase individual que consta de una bolsa de Foil de Aluminio flexible esta bolsa tiene las siguientes características:

- ✓ Diseño: caja de cartón con paquetes individuales de Foil de Aluminio.
- ✓ Material contenedor: bolsa contenedora individual y caja de cartón como envase secundario
- ✓ Superficie lisa
- ✓ Color café
- ✓ Carece de toxicidad para los alimentos
- ✓ No genera olor ni sabor alguno en los alimentos
- ✓ No absorbe líquidos, ni se contrae ni expande
- ✓ Impermeable a las grasas
- ✓ Es sanitario, pues evita el crecimiento microbiológico
- ✓ Aísla de los rayos de luz que causan oxidación, rancidez, pérdida de sabor, decoloración.



Figura 25. Empaque primario.

Se puede emplear el envase secundario ver Figura 26 que consta de una caja de cartón ya que es un material que permite proteger a las tostaditas de cualquier fractura en su presentación además tiene las siguientes características:

- ✓ Es conveniente para los distintos modos de transporte
- ✓ Material ligero y compacto
- ✓ Tiene rigidez
- ✓ Bajo costo
- ✓ Mejora la presentación del producto.





Figura 26. Empaque secundario.

Por lo antes mencionado en la descripción de la metodología experimental en la actividad 6.1 se tiene un envase con las siguientes características, Figura 27.

- ✓ Capacidad: la bolsa contendrá 6 tostaditas horneadas tipo nacho, en una caja con 8 paquetes cada caja teniendo un total de 150 g por caja.
- ✓ Tamaño: dimensiones 12x10x7 cm



Figura 27. Diseño de envase.

Se buscó que el empaque fuera atractivo para el consumidor al igual que sea un material que permita la conservación del mismo, beneficiando el transporte, evitando las pérdidas del producto por daños físicos del envase, además es de color café, lo cual evita rancidez del producto manteniendo las características por más tiempo.

El envase principal garantiza que el producto se encuentre completamente sellado sin contacto con el exterior. El envase secundario permite la fácil distribución y acomodo del producto (Araoz, 2009).



3.6.1.2 Diseño etiqueta nutrimental

La etiqueta se realizó de acuerdo a los lineamientos como lo marca la NOM-051-SCF/SSA-2010, resaltando su alto contenido en fibra e incluyendo toda la información que debe contener un envase para una tostadita tipo nacho, así como la declaración de la información nutrimental que contiene el producto por porción de 3g, Figura 28.

INFORMACIÓN NUTRIMENTAL	
<i>Tamaño de porción:</i>	<i>1 pieza (3g)</i>
<i>Porciones por paquete:</i>	<i>8</i>
<i>Cantidad por porción</i>	
Contenido energético	(42 KJ)10 cal
Grasas (Lípidos)	1 g Grasa saturada 0.20g
Grasas Trans	0g
Grasa Polinsaturada	0g
Grasa Monoinsaturada	0g
Colesterol	0mg
Sodio	13mg
Carbohidratos (Hidrato de Carbono)	2g
Fibra dietética	0.5g
Azúcares	0g
Proteínas	0.30g

Figura 28. Información Nutrimental.

Se trata de una etiqueta impresa directamente en el envase en la Tabla 20 se muestran las características de la etiqueta desarrollada, Figura 29 y 30.

Tabla 20. Características de la etiqueta.

CARACTERÍSTICAS		ESPECIFICACIONES
Tipo		Impresa en el envase



<p>Elementos de la NOM-051-SCFI/SAA1-2010, (2015).</p>	<p>Denominación del producto: tostaditas horneadas tipo nacho de harina de huauzontle y harina de maíz</p> <p>Marca: Duprotva TM</p> <p>Lote: se marcará una clave indeleble que permanecerá al frente del rótulo y permitirá la rastreabilidad del producto.</p> <p>Consumo preferente: se colocará la fecha estipulada al día, mes, año, para su consumo preferente.</p> <p>Lista de Ingredientes: antecedido de la palabra ingredientes</p> <p>Numerado en orden cuantitativo decreciente</p> <p>Contenido neto: de acuerdo a las especificaciones de la NOM-030-SCFI-2006</p> <p>País de origen</p> <p>Condiciones de conservación</p> <p>Información nutrimental por porción</p> <p>Etiquetado frontal nutrimental</p>
<p>Elementos gráficos</p>	<p>Logotipo, slogan</p>
<p>Otros elementos</p>	<p>Código de barras, indicativos: “producto 100% Mexicano”</p> <p>Leyendas: “Hecho en México”</p> <p>Sabor del producto: huauzontle y maíz.</p>





Figura 29. Etiqueta parte delantera.



Figura 30. Etiqueta parte trasera.

3.6.1.3 Determinación del precio del producto



Se observa en la Tabla 21 el costo del producto por un envase de 150g de tostaditas tipo nacho de huauzontle y maíz, cabe destacar que no se tomaron en cuenta el gasto de servicios, como luz, gas, agua, ni el desgaste de los equipos.

Tabla 21. Precio directo.

Ingrediente	Cantidades (kg)	Precio/ kg	Pesos
harina de huauzontle	0.006	20	0.12
harina de maíz	0.024	11	0.264
agua	0.05666	7	0.3897
aceite	0.00306	26	0.07956
condimento	0.00166	200	3.23
sal	0.00004	10	0.0004
Total por 150 g			\$4.08
con envase			\$5
precio al público			\$15

Considerando una presentación de 150g de tostaditas tipo nacho el precio del producto se fijó en \$ 4.10, se debe considerar como costos indirectos la luz, agua, gas etc., de igual manera se debe considerar la ganancia del producto, se comparó con otros productos en el mercado ya que su precio oscila de los 10 a 15 pesos por lo que es una opción viable para el público y considerando que en la encuesta de mercado los consumidores estaban dispuestos a pagar entre 15 y 20 pesos por las tostaditas funcionales agregando una ganancia del 20%, teniendo como resultando un margen de \$8 en los cuales se pueden incorporar los costos indirectos y de comercialización.

Objetivo particular 7

3.7.1 Propuesta de estudio de vida útil al producto desarrollado

3.7.1.2 Propuesta de estudio de vida útil

La propuesta para estimar la vida útil de las tostaditas (tipo nacho) es por medio de un diseño escalonado a condiciones aceleradas de temperatura y humedad relativa, el cual consiste en elaborar tres lotes de ocho muestras cada uno y almacenarlo a las condiciones establecidas de estudio (30, 40, 45, 50°C y 70% HR), llevando a cabo un muestreo a diferentes tiempos. Para este caso de estudio se propone analizar una muestra cada semana durante un periodo de tiempo de dos meses para cada condición de temperatura y humedad relativa, este periodo de tiempo es establecido para productos secos en condiciones aceleradas (Castro, 2014), en cada



muestreo se realizará un análisis químico de humedad además de que al término de los dos meses se realizará un análisis microbiológico y una evaluación sensorial.

Para poder determinar que el alimento mantiene el 100% de calidad en un tiempo “x” se propone la siguiente metodología:

- 1.- Se deberá fijar una variable crítica la cual para este tipo de productos secos es la humedad, ya que ésta afecta directamente en la dureza y crujiente, ambos son los principales atributos sensoriales de las tostadas (Anzueto, 2012).
- 2.-Las muestras de cada lote elaborado se colocarán en una cámara climática a una temperatura y humedad relativa (30 °C-70 HR, 40 °C-70 HR, 45 °C-70 HR, 50 °C-70 HR) cada una con un tiempo de estudio de dos meses, al finalizar la semana se tomará una muestra de cada lote y ese mismo día se realizará el análisis químico (humedad).
- 4.-La humedad se determinará por el método de estufa (NMX-f-083-1986), el valor crítico de humedad ya no será aceptable cuando éste alcance un máximo del 6% adicional a la humedad inicial del producto (Anzueto, 2012).
- 5.-Se realizará un análisis microbiológico a los dos meses especialmente de mohos y levaduras siguiendo la NOM-247-SSA1-2008 ya que el producto está elaborado a base de harinas y es más viable su crecimiento, para saber si es apto para el consumo humano y posteriormente realizar una evaluación sensorial.
- 6.-La evaluación sensorial medirá el cambio de los atributos sensoriales (dureza, color, sabor, crujiente, aroma) con respecto al tiempo, al llegar a la variable crítica es lo que se le conoce como tiempo de vida útil. Pasado ese tiempo, el alimento se considera que al alimento se encuentra en la etapa de deterioro.

3.4.7.2 Evaluación sensorial para determinar el deterioro de los parámetros sensoriales de las tostaditas tipo nacho

Para la evaluación sensorial se propone que se realice a 40 jueces semi-entrenados con un rango de edad de 22 a 55 años de edad entre estudiantes y trabajadores, mediante una prueba de aceptación (ver Figura 31), llevando a cabo un análisis de supervivencia en donde si el 50% de los consumidores muestreados rechazan el producto, se determinaría en ese momento que el producto ya no permanece con las características sensoriales aceptables, estableciendo la fecha de caducidad.



Evaluación sensorial de tostaditas (tipo nacho)

Edad: _____ Nombre: _____

Instrucciones: Frente a usted se encuentra una muestra la cual deberá probar y responder si o no a cada pregunta evaluando cada atributo. Enjuagar su boca antes y después de probar la muestra.

¿Le gusta el color?

Si No

¿Le gusta el sabor?

Si No

¿Le gusta su dureza?

Si No

¿Le gusta lo crujiente?

Si No

Figura 31. Cuestionario de evaluación sensorial para vida útil.



CONCLUSIONES

Con respecto al estudio de mercado los resultados nos muestran que el 86% de los encuestados consume el huauzontle una vez por semana, por lo tanto las tostaditas horneadas (tipo nacho) con harina de maíz y huauzontle serían aceptadas por los consumidores además de que la mayor parte de ellos (97%) están interesados en adquirir el producto.

Al escaldar el huauzontle con carbonato de calcio se mantuvo el color verde en el proceso de obtención de harina, de acuerdo a la escala de verdes de Photoshop obteniendo las medias de la intensidad de G, de igual manera el color para el producto final fue aceptable con el color olive. En cuanto al rendimiento para la obtención de harina de huauzontle fue de 13% y se puede observar que es alto en comparación para la obtención de harina de cebada.

En cuanto al análisis químico se puede concluir que el producto final (80% maíz-20% huauzontle) proporciona un mayor aporte nutrimental a los consumidores respecto a otros productos de botanas de maíz que existen en el mercado obteniendo un porcentaje mayor de proteína (9.82%), fibra (17.55%) y cenizas (7.60%) así mismo reducido en grasa, con respecto al balance de aminoácidos presentes en el producto final se considera que es de buena calidad proteica debido a su contenido de aminoácidos esenciales que le proporcionan tanto el huauzontle como el maíz, por lo anterior se puede clasificar a la tostadita tipo nacho como un producto funcional y de gran beneficio a la salud.

El producto cumple con las especificaciones de calidad higiénica por lo que se considera apto para su consumo ya que al realizar las pruebas microbiológicas el crecimiento de colonias en mesófilos está por debajo de lo permitido en la normatividad de harinas, de igual manera no se presentaron crecimiento de coliformes, mohos y levaduras.

Los resultados de la evaluación sensorial muestran que la tostadita tipo nacho es preferida en cuanto al atributo crujiente en el cual estadísticamente existió diferencia significativa ($P < 0.05$) con respecto a la tostada comercial, sin embargo no hay evidencia suficiente para decir que las tostaditas se prefieren más que la comercial, en cuanto a los atributos color, sabor, dureza gusta tanto como la comercial por lo que se puede competir en el mercado, siendo el huauzontle una buena opción a utilizar para elaborar este tipo de productos.

El diseño de la etiqueta se realizó en base a la normatividad mexicana vigente además de contar con un diseño original y representativo del producto.

En comparación a los productos funcionales comerciales el costo de las tostaditas se mantiene por debajo del precio existente en el mercado el cual es de \$15 por una presentación de 150g (no incluyendo insumos).



RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un proyecto especialmente enfocado al estudio de vida útil de las tostaditas tipo nacho con la metodología propuesta en este trabajo para poder determinar su fecha de caducidad, así como la realizar la caracterización física de la harina de huauzontle (tamaño de partícula o granulometría) para seguir desarrollando productos a base de esta harina ya que como se mencionó anteriormente contiene un alto porcentaje de proteína, fibra y cenizas.



BIBLIOGRAFÍA

- Anzaldúa, A. "La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica." Acribia, Zaragoza. 2005.198 pp.
- Álvares D., S.M., Zapico T., J. y de Aguiar Carrazedo T., J.A, (2008), Adaptación de la escalada hedónica facial para medir preferencias alimentarias de alumnos.
- Anzueto Carlos Rafael, 2012; Actividad del Agua: Concepto e Importancia; consultado el 12 de mayo del 2012: disponible en: <http://www.revistaindustriyalimentos.com/r25/enportada.html>. (2015).
- Aranceta,J y Serra,LI. (2008). Guía de Alimentos funcionales. Sociedad Española nutrición comunitaria.
- Araoz, M. (2009). Guía de envases y embalajes. septiembre 09, 2016, de Ministerio de comercio exterior y turismo Sitio web: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/188937685rad66DEB.pdf>
- Assad, M., Ramírez,M., y Tecante,A. (2014). Physicochemical, Functional, Thermal and Rheological Characterization of Starch from huauzontle seeds. *Agrociencia*, 48, 15.
- Ashwell, M.2004 conceptos sobre los Alimentos Funcionales.ILSI.Europe.
- Asriazarán, I y Martínez, A. (1999). *Alimentos, composición y propiedades*. Madrid,España: Mc Graw-Hill.
- AOAC. (2000).*Oficial Methods of Analysis Assocation of Official Analytical A.O.A.C.*, Volume II, 17a Ed,Willian, Horwitz,Washington D.C.,U.S.A.
- Ayala, C. 1977. *Efecto de localidades en el contenido de proteínas en quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*.Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú. 97 p.
- Baena Gracia Veronica, Moreno Sanchez Maria de Fatima. . (2010). decisiones sobre producto, precio, distribución, comunicación y marketing directo.. En Instrumentos de marketing (222). España: UOC.
- Barrón Y. M. R., Villanueva V. C., García M. M. R. y Colinas L. M. (2011). Valor nutricio y contenido de saponinas en germinados de Huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.), Calabacita (*Cucurbita pepo* L.) Canola (*Brassica napus* L.) y Amaranto (*Amaranthus leocarpus* S. Watson Syn. *hypochondriacus* L.), *Rev. Chapingo*, México. Serie Horticultura, Vol. 15, Núm. 3, pp. 237- 243
- Bemiller JN, Paschall. (1984).STARCH. *Chemistry and Technology*.2da ed.San Diego:Academic press.432-456 pp.
- Berset, C.; Caniaux, P. 1983. Relationship between color evaluation and chlorophyllian pigment content in dried parsley leaves. *Journal of Food Science* 48,1854-1857.
- Bressani, R. y Mertz, ET 1958. Los estudios sobre la proteína de maíz. IV. Proteínas y aminoácidos contenidos de diferentes variedades de maíz. *Cereal Chem.*, 35: 227-235.



- Borges T. J., Bonomo C. R., Paula D. C., Oliveira C. M. y Cesário C. M. (2010). Physicochemical and nutritional characteristics and uses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Temas agrarios* Vol. 15: (1), pp. 9-23.
- Burge RM y Duensing WJ.(1989).Processing and dietary fiber ingredient applications of corn bran. *Cereal Food world*.
- CANACINTRA. (2012). *Programa de intensificación sustentable*. Marzo 6,2016, de CIMMYT Sitio web: <http://conservacion.cimmyt.org/index.php/noticias/493-expo-canacindra-2012>
- Carrillo, A. 1992. *Anatomía de la semilla de Chenopodium berlandieri ssp. nuttalliae (Chenopodiaceae) Huauzontle*. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Botánica. Montecillo, México. 87 p.
- Carrillo, M. (2013). *Vida Útil de los Alimentos*. Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 2, 25.
- Casado y Sellers. (2006). Dirección de Marketing. España: ECU.
- Cartie R, Rytz A, Lecomte A, Poblete F, Krystlik J, Belin E and Martin N. Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. *Food Quality Preference* 2006; 17:562-571.
- Castro, E. (2014). Determinación de parámetros Texturales en galletas. Agosto,18,2016, de Facultad de ciencias químicas de Chile Sitio web: <file:///C:/Users/Gusano/Desktop/seminario,%20reporte%20final%20y%20protocolo/vida%20util%2084%20dias.p>
- Cervera, A. (2003). *Envase y Embalaje*. Madrid: ESIC.
- Chuchuca., Dick, A. (2012).Implementación y Validación de una Metodología Económica para la Medición de Color Aplicada en Alimentos (tesis de pregrado). Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Ecuador.
- Clark, S., Costello, M., Drake, M. y Bodyfelt ,F.W, (2009). *The sensory evaluation of dairy products*. 2nd ed, New York.
- Cortés, A. y Wild-Altamirano, c.1972. Contribution a la Tecnología de la harina de maíz. En R. Bressani, JE Braham y M. Behar, eds. Majoramiento nutricional del maíz. Pub. INCAP L-3, p. 90-106.Guatemala, el INCAP.
- Cowieson AJ.2005.Factors that affect the nutritional value of maize for broilers.*Animal Feed Sci Technol*.119.
- COMECYT. (2016). Estudio de Tendencias y Oportunidades para el sector de Alimentos Procesados Del Estado de México. Septiembre 09, 2016, de FUMEC Sitio web: <http://fumec.org.mx/v6/htdocs/alimentos.pdf>
- De la Cruz T. E. Mapes S. C, Laguna C. A., García A. J. M., López M. A., González J. J. y Falcón B. T. (2008). Ancient underutilized pseudocereals- potential alternative for nutrition and income generation, In Smartt J. and Haq N. (Edits.), International symposium on new crops and uses: their role in rapidly changing world, pp- 186-203.



- De la Cruz T. E. (2010). Aplicación de la radiación al mejoramiento de los cultivos en Escobar A L., Monroy G. F., Morales R. P. y Romero Hernández S. (Edits.), 2010, Actividad Científica y tecnológica en el ININ, México, pp. 381-394.
- De la Cruz, T.E,Xingú L.A.,García A.J.M,German V.I y German V.G(2010).Aplicación de técnicas moleculares en el estudio de huauzontle, cultivo prehispánico alternativo para zonas agrícolas, Rev.Div.Contacto nuclear ININ,pp 6-12.
- Delgado P., Adriana I., Palaciones C., Jaime H. y Betancourt G. C. (2009). Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (*Chenopodium quinua* Willd.).Colombia, Agronomía Colombiana Vol. 27, Núm. 2, pp. 159-167
- Dolores Segura Pachón y col. (2010). GUÍA PRÁCTICA DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL Industrias agroalimentarias. Europa: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- Drake, M.A. Sensory analysis of dairy foods. Journal of Dairy Science, (2007), vol. 90. No. 11, p. 141-163.
- Elías LG. Concepto y tecnologías para la elaboración y uso de harinas compuestas. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana 1996; 121(2):179-182.
- Estévez *et al.*, (2003). Evaluación nutricional y almacenamiento acelerado a 37 °C de mezclas de frijol y maíz fritos. Archivos Latinoamericanos, 53, 70-73.
- EUFIC (2013). Normas de la industria alimentaria: la importancia del APPCC. EUFIC, Alimentación hoy en día núm. 85.
- EVONIK, Industries AG, 2015.
- Falcón B.T.,Vázquez A.O.,Luna G.M.A,De la Cruz T.E Luna C.P y García A.J.M.,(2007).*Ácidos Grasos en semillas de chenopodium berlsndieri ssp. Nuttallie raza local huauzontle*,ININ-SUTIN,Congreso técnico científico Dr.Carlos Veléz Orón (Resúmenes),pp.93.
- Farjas. (2008), Sobre los Alimentos Funcionales, Revista Española de Salud Pública, núm. 3, vol.77, pp. 313-316.
- FAO. (1964). Concepto y tecnologías para la elaboración y uso de harinas compuestas. Junio 2016, de INCAP Sitio web: <http://www.incap.org.gt>
- FAO.2016. El maíz en la nutrición humana. Colección FAO: *Alimentación y nutrición*, N°25.
- Ferratto, J. 2003. Importancia de la gestión de la calidad en frutas y hortalizas, situación y perspectivas. Presentación Feria Internacional de la Alimentación. FIAR. Rosario.
- Fernández et al. (2008). Evaluación de las Distribuciones de Tamaño de Partícula de Harina de Maíz Nixtamalizado por medio de RVA. ©Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales, 3, 6.
- Fischer, L. (2011). *Mercadotecnia*. México: Mc Graw-Hill.
- Fischer Laura y Espejo Jorge, 2004.Mercadotecnia.México: Mc Graw-Hill.



- Fletcher. (2016). Fibra Dietética. Agosto 27,2016, de ILSI Sitio web: http://ilsi.eu/wp-content/uploads/sites/3/2016/06/CM_fibre_Spanish.pdf
- Flores R. D. A. (2012). *Estudio de radiosensibilidad en colectas sobresalientes de Chenopodium y Amaranthus*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México, México, 105 p. Forestal, La Paz, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Roma, Italia. 51 p.
- Flórez, J. (2014). Análisis de Consumo de los Alimentos Funcionales. Exploración de Percepción de Producto, Marca y Hábitos de Consumo a partir de los Cereales light. agosto 07, 2016, de UDES Sitio web: http://repository.poligran.edu.co/bitstream/10823/569/1/ANALISIS_DE_CONSUMO_DE_LOS_ALIMENTOS_FUNCIONALES.pdf
- Fonseca V. y Al. Operaciones Unitarias II en la Industria de Alimentos. UNAD.2007.
- Frías, R. S., (2013). El Huauzontle, un tesoro olvidado de gran valor alimenticio. Estado de México. Gastronomía Cocina Temática. <http://suite101.net/article/hierbas-deliciosas-los-quelites-a41198#.V5oi0bjhC00>.
- Fuentes F. F., Maugham P. J. y Jellen E. R. (2009). *Diversidad genética y recursos genético para el mejoramiento de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*, Rev.Geogr. Valpaso, No 42, Chile, 20-33.
- García AJM., Mapes SC., De La Cruz TE., Laguna CA., Flores RDA., Velazco LDB., Germán VI., Germán VG., y Xingu LA. 2009. Las Chías de México: Cultivos de gran importancia en el desarrollo de las culturas prehispánicas. Curso Taller, Estrategias para la conservación de las plantas en vías de domesticación. Jardín Botánico Del Instituto de Biología. UNAM.
- Gallardo, M.; Gonzales, A. y Ponessa, G. 1997. Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa Willd.*(Quinoa). *Chenopodiaceae*. *Lilloa* 39, 1 (1997).
- García A., Eulogio De La Cruz T., Cristina Mapes S., Antonio Laguna C., Diana A. Flores R., D.Benjamín Velazco L. y Maricela Ibáñez Montiel (2010). Conocimiento y aprovechamiento de los pseudocereales nativos de México. Día de los jardines Botánicos. Ciudad Universitaria, México. pp.
- García A. J. M., De la Cruz, T. E y Cristina M. S., (2009). Cultivo de chías *Chenopodium* y *Amaranthus* en la meseta purépecha conservando el germoplasma y promoviendo la sustentabilidad, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Contacto Nuclear.
- García A. J. M. y De la Cruz T. E. (2011). Las chías de México, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Rev. Div. Contacto Nuclear, México pp. 14-18
- García, J. M. y De la Cruz, E. 2011. Las chías de México, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Rev. Div. Contacto Nuclear, México pp. 14-18
- García, L (2013). *Extracción y caracterización fisicoquímica y funcional del almidón de semilla de huauzontle (Chenopodium berlandieri Moq.)*. Tesis de maestría. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, Veracruz.



- Gastélum P. (2009). Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. Agosto 13, 2016, de TECNOCIENCIA Sitio web: <http://tecnociencia.uach.mx/numeros/numeros/v3n1/data/AnalisisSensorialdeAlimentos.pdf>
- Germán V. I. (2009). Caracterización molecular de 23 colectas de Huauzontle *Chenopodium berlandieri* ssp. *nuttalliae* Mediante RAPDS (Random amplified polymorphis) en el Valle de Toluca. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México, México, pp. 1-30, 34-40.
- Gómez, M. H., L. W. Rooney, R. D. Waniska, and R. L. Pflugfelder. 1987. Dry corn masa flours for tortilla and snack food production. *Cereal Foods World* 32: 372-377.
- Gómez, M. H., R. D. Waniska, and L. W. Rooney. 1991. Starch haracterization of nixtamalized corn flour. *Cereal Chem.* 68: 578-582.
- González A.U. 1995. El maíz y su conservación. Ed. Trillas. México
- G. Luis Elías. (1975). Concepto y tecnologías para la elaboración y uso de harinas compuestas. . Junio 2016, de INCAP Sitio web: <http://www.incap.org.gt>
- Güemes. (2015). *Alimentos Funcionales*. En Aproximación a una nueva alimentación (238). Madrid: inutcam.
- Hernández Alarcón Elizabeth. (2005). Evaluación sensorial. Colombia: UNAD.
- Hernández, A., e Inzunza M. (2016). Desarrollo de una pasta funcional tipo tallarín a base de harinas de huauzontle, quinoa, y sémola de trigo. (Tesis de licenciatura).Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Hernández-Espinosa Nayelli, Mónica Reyes-Reyes Mónica, González-Jiménez Francisco Erik. (2015). Importancia de las proteínas de almacenamiento en cereales (Prolaminas). *Vertientes*, 18, 5.
- ILSI Europe Addition of Nutrients to Food Task Force (2001). Addition of Nutrients to Foods: Nutritional and Safety Considerations. *ILSI Europe Report Series*. ILSI Press, Washington, DC, USA.
- ILPES. (2006). Estudio de mercado. En Guía para la presentación de proyectos (71-80). España: Siglo XXI de España editores, S.A.
- INEGI. (2015). Estadísticas a propósito del día mundial de la alimentación. Junio 2016, de INEGI Sitio web: <http://www.inegi.org.mx/>
- Industria Alimentaria. (2009). En El Mundo De Los Snacks. Agosto 12, 2016, de Copyright Sitio web: <http://www.industriaalimenticia.com/articles/83159-en-el-mundo-de-los-snacks>
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1975. Concepto de Tecnologías para la elaboración y uso de harinas compuestas. Guatemala, INCAP.
- Isaías,FM, Hernández,A.N,De la Cruz H,J, y Chaires,M.L. (2008). Chemichal Composition of seeds from Huauzontle and their use in the food industry. Septiembre 19,2016, de 3rd International Congress Sitio web:



http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/2005/1/Garcia_Perez_LR_MT_Agroindustria_2013.pdf

- Kotler, P. y Armstrong, G. (2008) *Marketing*. Pearson Educación.Mexico.
- Lawless, H.T y Heymann, H, (2010). *Sensory evaluation of food; principles and practices*. 2nd ed. New York.
- LEE, H. S., D. van Hout, M. Hautus y M. O'Mahony. 2007. Can the same - different test use a β criterion as well as τ criterion? *FoodQuality and Preference*.
- Lee, J.H. y S.J. Schwartz. 2006. Pigments in plant foods. p. 14.1-14.13. In: Hui, Y.J. (ed.). *Handbook of science, technology and engineering*. Taylor & Francis, Boca Raton, FL. 1000 p.
- Lerma, A. (2010). *Desarrollo de nuevos productos. Una visión integral*. (4ª Ed.). México: Editorial Cengage Learning Editores.
- López A., Aguilar M. I., Gómez R.M. y Lozano R. (2005). Marcadores SSR (microsatélites) como herramienta en el diagnóstico de pureza varietal en berenjena, judía y pepino, Universidad de Almería, Almería pp.1
- López, A y Gómez. 2004. Comparasion of color indexes for tomato ripening. *Hortic. Bras.*22:534-537.
- López, P. (2011). *Efectos de microondas e infrarrojo en la calidad maltera de la cebada*. Tesis doctoral. Programa de posgrados del centro de la república. Universidad autónoma de Querétaro.
- Mairer, N. (2008). *Estudios de predicción de la vida útil en productos alimentarios preparados*. Agosto, 2016, de Azti, Tecnalia Sitio web: http://www.nasdap.ejgv.euskadi.eus/contenidos/informacion/resultado_07/es_dapa/adjuntos/FOODPREDICT.
- Maga J. A. y Liu M. B. 1993. Hopi blue corn extrusion. *Elsevier Science (Food Flavors, Ingredients and Composition)*. Ed. Charamlambous G.
- Manfugás Espinosa Julia. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Cuba: Universitaria.
- Margaret,A. (2005). *Conceptos Sobre los Alimentos Funcionales*. USA: ILSI Europe.
- Martínez, I. (2006). *El Precio. Tipos y Estrategias de fijación*. México: MBA.
- Martínez, L y Peralta, J. (2005). Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quínoa en Colombia. *Revista de las Ciencias Administrativas y Sensoriales*, 25, 103-119.
- Martínez, G.N.C. 2005. *Caracterización física y bromatológica de pseudocereales: Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae y Amaranthus spp.* Tesis de Licenciatura en Universidad Autónoma del Estado de México. 82 p.
- Márquez, A. (2007). *Elaboración y evaluación de un producto de panificación con harina de cebada (tesis de licenciatura)*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Estado de México.



- Matz, S.A. 1997. *Snack Food Technology*. third edition. USA, Pan-Tech International. 450 p.
- Miranda M., Vega G. A., Quispe F. I. Rodríguez M. J. Maureira H. y Martínez E. A. (2012). Nutritional aspects of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ecotypes from three geographical areas of Chile, *Chilean Journal of Agricultural Research* 72(2), pp-175-181.
- Mondino M. C., J. Ferrato. 2006. El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. Publicación cuatrimestral. *Agromensajes de la Facultad*. Universidad Nacional del Rosario. 18: 04
- Mora, M., Infante, R., Espinoza, J.A. y Predieri, S. (2006). Actitudes y preferencias de consumidores chilenos e italianos hacia los damascos. *Economía Agraria*, vol. 10, no.1, p.83-96.
- Morrow, B. 1991. The rebirth of legumes. *Journal of Food Technology*.US. (96): 21.
- Mujica A. y Jacobsen Sven E. (2006). La quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) y sus parientes silvestres, *Botánica Económica de los Andes Centrales*, M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius y H. Balslev (Edits.), pp. 449-457.
- Muñiz, R.. (2010). Producto y precio. En *Marketing en el Siglo XXI* (442).Centro de Estudios Financieros.
- Muñoz C. M. 2014. *Composición de Alimentos*. Segunda Edición. Editorial McGraw Hill. México, D.F. 365 p.
- Nindjin C, Otokore C, Hauser S, Tschannen A, Farah Z and Girardin O. Determination of relevant sensory properties of pounded yams (*Dioscorea* spp.) using a locally based descriptive analysis methodology. *Food Quality Preference* 2007; 18:450-459.
- NMX-F-046-S-1980, Harina de maíz nixtamalizado Norma Mexicana.
- NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. foodstuff determination of ashes. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- NMX-F-083-1986. Alimentos. Determinación de humedad en productos alimenticios. foods. moisture in food products determination. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- NMX-FF-034/2-SCFI-2003, productos alimenticios no industrializados – para uso humano - cereales - maíz amarillo para elaboración de almidones y derivados - especificaciones y métodos de prueba
- NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria.
- NORMA Oficial Mexicana nom-092-ssa1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa
- NORMA Oficial Mexicana nom-113-ssa1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.



- NORMA Oficial Mexicana nom-111-ssa1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- NORMA Oficial Mexicana nom-130-SSA1-1995, bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometido a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.
- Núñez, M. (2013). METODOS DE ESTIMACION DE LA VIDA UTIL DE LOS ALIMENTOS. agosto 23, 2016, de CICTA Sitio web: https://www.researchgate.net/publication/264933994_METODOS_DE_ESTIMACION_DE_LA_VIDA_UTIL_DE_LOS_ALIMENTOS
- Olivas-Gastélum R., Guadalupe Virginia Nevárez-Moorillón y María Guadalupe Gastélum-Franco. 2009: Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. *Tecnociencia Chihuahua*.
- Parrilla Corza, P. 2002. A través de los sentidos. Revista Énfasis Alimentación Latinoamérica. Año VIII. Edición No. 3 Junio-Julio 2002.
- Peña, A et al., Arroyo, A. (2004). Bioquímica. México: Limusa.
- Pérez, D. (2006). El precio; Tipos y estrategias de fijación. agosto 23, 2016., de eoi Sitio web: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45110/componente45108.pdf
- Pérez-Navarrete C., Cruz-Estrada R.H., Chel-Guerrero L. y Betancur-Ancona D. (2006). Caracterización física de extrudidos preparados con mezclas de harinas de maíz QPM (*Zea mays* L.) y frijol lima (*Phaseolus lunatus* L.). *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 5: 145-155
- Picallo, A. 2007. El análisis sensorial como herramienta de calidad carne y productos cárnicos de cerdo. Jornadas Regionales de Actualización en el Sector Lácteo y Porcino. Tandil, Argentina.
- Platt-Lucero, L.C. 2006. *Efecto de la Goma Xantana en las Características Viscoelásticas y Texturales de la Masa y la Tortilla Elaboradas con Harinas Nixtamalizadas de Maíz Obtenido por el Proceso de Extrusión*. Tesis de maestría. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora.
- PROFECO. (2012). Frituras al Desnudo. Junio 12, 2016, de revistadelconsumidor Sitio web:http://red.ilce.edu.mx/sitios/tabletas/familia/Laboratorio_Frituras.pdf



- Proyecto Eclair, 2015. Nuevas Tecnologías de conservación de frutas y hortalizas: Atmósferas Modificadas. Ediciones Mundi-Prensa. 220 p.
- Pflugfelder, R. L., L. W. Rooney, and R. D. Waniska,. 1988. Dry matter losses in commercial corn masa production. *Cereal Chemistry*. 65:262-266.
- Quintero, A, .Rosendo., G, Navarro. A., Navarrete. (2014). Caracterización de una tortilla tostada elaborada con maíz (*Zea mays*) y alga (*Ulva clathrata*) como prospecto de alimento funcional. *Nutrición Comunitaria*, 1, p 28.
- Rahman MS. and Labuza TP. (1999). Water activity and food preservation. . New York: Marcel Dekker.
- Ramsés,A . (2006). *Mercadotecnia*. México: Trillas.
- R. Lees. (1982). *Análisis de los alimentos, métodos analíticos y de control de calidad*. España: ACRIBA.
- Rohene. (2014). Análisis de las características de los diferentes pigmentos fotosintéticos y accesorios que se encuentran en los diferentes tipos de vegetales. Febrero 19, 2016, de MÉXICO Sitio web: <http://www.academia.edu/872752A/Análisis>
- Rodríguez, M, 2002. El color de los alimentos. México: www.consumaseguridad.com
- Roger Kerin, Hartley Steven, Rudelius William, Theng Lau Geok. (2009). Marketing. Asia: McGraw-Hill.
- Ruiz. (2015). Aminoácidos esenciales y no esenciales. septiembre 21, 2016, de demedicina Sitio web: <http://demedicina.com/aminocidos-esenciales-y-no-esenciales/>
- SAGARPA, (2014).Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. México.
- SAGARPA, (2010).Botana a base de frijol con alto valor nutricional y nutracéutico. México
- Salinas M, Patricia Pérez Herrera, Jorge Castillo Merino y Luis A. Álvarez Rivas *et al.* (2001). Cambios físico-químicos del almidón durante la nixtamalización del maíz en variedades con diferente dureza de grano. *Latinoamericanos de nutrición*, 2, 53.
- Sánchez F. C., Salinas M. Y., Vázquez C. M. G.,. (2007). Efecto de las prolaminas del grano de maíz (*Zea mays* L.) sobre la textura de la tortilla. *SciELO*, 57, 7.
- Sanderson, J., Pared, JS, Donaldson, GL y Cavins, JF, 1978. Efecto de procesamiento alcalino de maíz en sus aminoácidos. *Cereal Chemistry*, m. 55: 204-213.
- Serna-Saldivar,S.R.O. (2001).Química almacenamiento e industrialización de los cereales.DF.México:AGT.
- Servet, A. (2004). Determinación de algunas características agrícolas en variedades de chícharo (*Pisum arvense* L.) en Tekirdag (Turquía). *Condiciones ecológicas*. *Cubana de Ciencia Agrícola*, 38, 5.
- SIAP-SAGARPA, (2016). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. México.
- Siegfried G, Müller A and Ardoíno A. Proyecto Gestión de Calidad en Fábricas de Embutidos. Procesamiento de carnes y embutidos. Manual Práctico de Experiencias.



Departamento de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. Organización de los Estados Americanos (OEA); 2006.

- Shivhare et al. (2000). Efecto Tiempos Y Procesos De Cocción En El Contenido De Clorofila De Varios Vegetales. . Agosto 03, 2016, de UANL Sitio web: www.respyn.uanl.mx/especiales/2008/ee-08-2008/documentos/A003.pdf
- SFA. (2011). Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México. Junio 22, 2016, de SAGARPA Sitio web: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/estudios_economicos/escenariobase/perspectivalp_11-20.pdf
- Tamayo C. H. L. (2010). *Caracterización molecular inter e intra genotípica de 16 accesiones de Chenopodium quinoa (quinua) mediante la técnica de ISSR*, Tesis de Master Scientiae, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, 84 p.
- Torres, E. (2009). *El mundo de los snack*. Junio 8, 2016, de Industria Alimentaria Sitio web: <http://www.industriaalimenticia.com/articles/83159-en-el-mundo-de-los-snacks>
- Torres. (2014). Sopa funcional tipo crema de Huauzontle (*Chenopodium Nuttalliae*) (Tesis de licenciatura). UNAM, Cuautitlán Izcalli.
- Torres, S.G. 2009. De la Producción de Maíz al Consumo Social de la Tortilla. Universidad Nacional Autónoma de México. Coordinación de Humanidades. Colección Alternativas, México, D.F. pp 31.
- TORTINECA, Industria alimentaria. Manual de proceso de operaciones de manufactura. 2010. Guatemala.
- Valadés, J. (2016). El huauzontle, un gran alimento olvidado. Agosto 16, 2016, de About, Inc. Sitio web: <http://remediosnaturales.about.com/od/Dietas-Y-Terapias/tp/Siete-beneficios-del-tomate.htm>
- Watson, SA. 1987. Structure and composition corn, chemistry and technology. AACC. 53-82.
- Xingú L.A. (2010). *Caracterización del germoplasma de huauzontle (Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae) en estado de México mediante técnicas moleculares (SSR)*, Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México, pp 26-27.

