



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Desarrollo de galletas saladas con chile, sin
gluten elaboradas a base de harina de avena
enriquecida con harina de quinoa

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN ALIMENTOS

P R E S E N T A N

Angel Cruz Luz Eliana

Vega Rodríguez Israel

ASESORA: I.A. Sandra Margarita Rueda Enríquez

COASESORA: Dra. Alma Virginia Lara Sagahón

CUAUTILÁN 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.

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán como un proyecto del Taller Multidisciplinario “Desarrollo de Productos Alimenticios” con apoyo del programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE205314.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

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

**ATN: M. EN A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.**

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

Desarrollo de galletas saladas con chile, sin gluten a base de harina de avena enriquecida con harina de quinoa.

Que presenta la pasante: **Luz Eliana Angel Cruz**
Con número de cuenta: **410039812** para obtener el Título de la carrera: **Ingeniería en Alimentos**

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 15 de Marzo de 2016.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	I.A. Sandra Margarita Rueda Enríquez	
VOCAL	Dr. Enrique Martínez Manrique	
SECRETARIO	M. En C. Araceli Ulloa Saavedra	
1er. SUPLENTE	Lic. Admón. Aurora Reyes Viguera	
2do. SUPLENTE	I.A. Maritza Rocandio Pineda	

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

IHM/cga*



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

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

ATN: M. EN A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

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

Desarrollo de galletas saladas con chile, sin gluten a base de harina de avena enriquecida con harina de quinoa.

Que presenta el pasante: **Israel Vega Rodríguez**

Con número de cuenta: **411074214** para obtener el Título de la carrera: Ingeniería en Alimentos

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

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 15 de Marzo de 2016.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	I.A. Sandra Margarita Rueda Enríquez	
VOCAL	Dr. Enrique Martínez Manrique	
SECRETARIO	M. En C. Araceli Ulloa Saavedra	
1er. SUPLENTE	Lic. Admón. Aurora Reyes Viguera	
2do. SUPLENTE	I.A. Maritza Rocandio Pineda	

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

IHM/cga

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a mis asesoras de tesis I.A Sandra Margarita Rueda Enríquez y la Dra. Alma Virginia Lara Sagahón por dirigir este trabajo, por compartir sus conocimientos, su experiencia, su tiempo y por la confianza brindada.

A los profesores que integran mi jurado, Dr. Enrique Martínez Manrique, M. en C. Araceli Ulloa Saavedra, Lic. Admón. Aurora Reyes Viguera, I.A. Maritza Rocandio Pineda, por el tiempo dedicado a este trabajo, por sus observaciones y consejos.

A mi compañero de tesis Israel Vega Rodríguez por compartir este camino conmigo, por su apoyo, esfuerzo y paciencia durante todo este proceso, pero sobre todo por su invaluable amistad. A nuestra amiga Denise Rubio por estar presente en cada momento, por su apoyo, consejos, motivación, por todas las risas, alegrías, desesperaciones y estrés compartidos, tú también eres parte de esto.

A mis amigos, Julio, Luis, Bruno y Chris, por sus ideas, por su apoyo y por darme ánimos en los momentos complicados, gracias por siempre estar.

A mi familia, por brindarme su apoyo incondicional, por sus consejos y comprensión, por creer en mí, por el gran esfuerzo que han hecho para que haya llegado hasta aquí. Todo esto es por ustedes. Mil gracias.

LUZ ELIANA

AGRADECIMIENTOS

A mis asesoras de tesis la I.A Sandra Margarita Rueda Enríquez y la Dra. Alma Virginia Lara Sagahón por el tiempo dedicado, consejos, paciencia, apoyo y aliento durante el proceso de tesis.

A mi compañera de tesis Luz Eliana Angel Cruz por su apoyo, tiempo, esfuerzo y sobre todo paciencia desde el inicio de este proyecto hasta la conclusión de este, así como su gran amistad que es invaluable, desde LEM III hasta el presente siempre fue y será mi gran amiga. Te quiero.

A nuestra compañera y gran amiga Denise Rubio García por todo el apoyo que me brindó a lo largo de la carrera, por su amistad y grandes consejos que me brinda y sobre todo por todos los momentos grandiosos que disfrutamos juntos. Te quiero.

A mis padres por creer en mí y por el gran apoyo que me han dado desde el inicio de mi vida, por todos los consejos, advertencias, regaños que forjaron la persona de bien que soy ahora, gracias por tanto son mi gran ejemplo a seguir. Los quiero.

A mis amigos y compañeros de la universidad por ser parte de esta etapa que nos ha forjado como profesionistas y nos ha hecho crecer como personas.

A mis mejores amigos Happy, Shaila e Inso por siempre escucharme, apoyarme, aconsejarme y motivarme de seguir adelante día a día. Los amo.

ISRAEL

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

<i>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</i>	1
1.1 Avena	1
1.1.1 Descripción, composición y beneficios.....	1
1.1.2 Harina y otros usos.....	6
1.1.3 Producción y consumo en México	7
1.2 Quinoa.....	8
1.2.1 Descripción, composición y beneficios.....	8
1.2.2 Harina y usos.....	12
1.2.3 Producción y consumo.	13
1.3 Galletas.....	14
1.3.1 Definición.....	14
1.3.2 Producción y consumo en México	14
1.4 Enfermedad celíaca	15
1.4.1 Definición, antecedentes y síntomas	15
1.5 Chile chipotle	18
1.5.1 Antecedentes	18
1.5.2 Definición del producto.....	18
1.6 Alimentos funcionales.....	19
1.6.1 Definición y tipos	19
1.7 Evaluación sensorial.....	21
1.7.1 Definición.....	21
1.7.2 Tipos de pruebas.....	23
1.8 Mercadotecnia	25
1.8.1 Conceptos básicos.	25
1.8.2 Marca, Etiqueta y Envase.....	29
1.9 Desarrollo de un nuevo producto.	30
1.9.1 Definición y ciclo de vida de un producto	30
1.10 Vida útil.....	33
1.10.1 Definición y métodos para su estimación.....	33
<i>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</i>	37

2.1	Objetivos	37
2.1.1	General	37
2.1.2	Particulares	37
2.2	Cuadro metodológico	38
2.3	Materiales y métodos	39
2.3.1	Actividades preliminares	39
2.3.2	Objetivo particular 1.....	45
2.3.3	Objetivo particular 2. Elaboración y evaluación de prototipos.	47
2.3.4	Objetivo particular 3. Análisis químico y microbiológico al prototipo seleccionado.	48
2.3.5	Objetivo particular 4. Estrategia de mercado	51
2.3.6	Objetivo Particular 5. Estudio de vida útil	51
<i>CAPÍTULO III. RESULTADOS ANÁLISIS Y DISCUSIÓN</i>		<i>55</i>
3.1	Resultados de actividades preliminares.....	55
3.1.1	Análisis químico de la materia prima.....	55
3.1.2	Determinación de presencia de gluten en la harina de avena	56
3.1.3	Elaboración de formulación base	56
3.1.4	Caracterización del horno.....	57
3.1.5	Selección de espesor de las galletas	58
3.2	Objetivo particular 1. Estudio de mercado.....	58
3.3	Objetivo particular 2. Evaluación y elaboración de prototipos	60
3.4	Objetivo particular 3. Análisis químico y microbiológico	67
3.4.1	Composición química del prototipo seleccionado.....	67
3.4.2	Análisis microbiológico	68
3.5	Objetivo particular 4. Estrategia de mercado	69
3.5.1	Mezcla de la mercadotecnia	69
3.5.2	ANÁLISIS FODA.....	72
3.6	Objetivo particular 5. Estudio de vida útil	73
3.6.1	Pruebas microbiológicas, físicas y fisicoquímicas	73
3.6.2	Evaluación sensorial de vida útil.....	78
<i>CONCLUSIONES</i>		<i>83</i>
<i>RECOMENDACIONES</i>		<i>85</i>
<i>REFERENCIAS</i>		<i>86</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura morfológica de la avena	2
Figura 2. Hábitos de crecimiento de la quinoa	10
Figura 3. Forma de panoja	11
Figura 4. Formas de grano de la quinoa	11
Figura 5. Usos del grano de la quinoa.	12
Figura 6. Principales productores de quinoa	13
Figura 7. Consumo per cápita en Latinoamérica	15
Figura 8. Intestino delgado normal y atrofiado por enfermedad celiaca	16
Figura 9. Ilustración del secado del chile chipotle	18
Figura 10. Chile chipotle seco.	19
Figura 11. Principal diferencia entre alimento y alimento funcional.	20
Figura 12. Esquema del concepto actual de la calidad sensorial	22
Figura 13. Mezcla de la mercadotecnia y sus sub-mezclas	26
Figura 14. Departamento de marketing de la organización	27
Figura 15. Logos para libre de gluten, alimentos Kōsher y Halal, respectivamente, utilizados en empaques y etiquetas.	30
Figura 16. Ciclo de vida de un producto (CVP)	31
Figura. 17. Diagrama de proceso para la elaboración de galletas saladas con chile chipotle o habanero a base de harina de avena enriquecidas con harina de quinoa.	43
Figura 18. Horno San-Son línea 2000.	44
Figura 19. Cuestionario de la evaluación sensorial para la selección del espesor de las galletas.	45
Figura 20. Cuestionario del estudio de mercado.	46
Figura 21. Cuestionario de la evaluación sensorial para seleccionar prototipo	47
Figura 22. Esquema de los tiempos de almacenamiento a 45 °C para la estimación de vida útil.	53
Figura 23. Cuestionario para la prueba de aceptación en vida útil.	54

Figura 24. Perilla del horno	57
Figura 25. ¿Qué marca de galletas saladas consume?	58
Figura 26. a) ¿En dónde las compra normalmente? b) ¿Con qué frecuencia?	59
Figura 27. ¿Qué presentación prefiere comprar?	59
Figura 28. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por ellas en una presentación de paquete individual?	60
Figura 29. Efecto del Tipo de chile sobre el atributo “sabor”.	61
Figura 30. Efecto de la Proporción de harinas sobre el atributo “sabor”.	62
Figura 31. Efecto de interacción entre la proporción de harinas y tipo de chile sobre el atributo “color”.	63
Figura 32. Gráfica de medias del atributo “Textura”.	65
Figura 33. Representación radial de las medias de los atributos.	66
Figura 34. Producto	69
Figura 35. Marca	69
Figura 36. Diseño de empaque del producto	70
Figura 37. Boceto de empaque secundario del producto	70
Figura 38. Etiqueta del producto	71
Figura 39: Análisis FODA de las galletas SAVENOA ®	73
Figura 40. Humedad del producto a diferentes temperaturas.	74
Figura 41. Dureza del producto a diferentes temperaturas.	77
Figura 42. Cuadro de resultados del análisis de supervivencia para determinar la vida útil sensorial con pruebas aceleradas hecho con el paquete estadístico R.	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición Nutricional de la Avena.	3
Tabla 2. Composición de aminoácidos de grano de avena.	4
Tabla 3. Contenido de algunos aminoácidos presentes en granos de cereales.	5
Tabla 4. Contenido aproximado de micronutrientes en granos enteros de cereales.	6
Tabla 5. Resumen de la producción agrícola y agroindustrial de México en 2005-2010.	7
Tabla 6. Contenido de aminoácidos de diferentes cereales en gramos por c/100 g de proteína.	9
Tabla 7. Parámetros estadísticos de tendencia central y dispersión para características cuantitativas del germoplasma de quinoa de Bolivia.	10
Tabla 8. Ejemplos de alimentos funcionales naturales.	21
Tabla 9. Tiempos de almacenamiento a las diferentes temperaturas de estudio.	52
Tabla 10. Comparación de resultados obtenidos experimentalmente de la composición química de harina de avena y quinoa contra datos bibliográficos.	55
Tabla 11. Formulación base de galletas con chile chipotle y habanero.	57
Tabla 12. Resultados de ANOVA para sabor.	61
Tabla 13. Resultados de ANOVA para color.	63
Tabla 14. Resultados de ANOVA para textura.	64
Tabla 15. Resultados de ANOVA para picor.	65
Tabla 16. Medias de los prototipos para cada atributo.	66
Tabla 17. Composición del prototipo seleccionado	68
Tabla 18. Resultados de análisis microbiológico	69
Tabla 19. Resumen estadístico del modelo ajustado para la relación entre la humedad, la temperatura y el tiempo.	75
Tabla 20. Resumen estadístico del modelo ajustado para la relación entre la dureza, la temperatura y el tiempo.	78

Tabla 21. Resultados de vida útil para cualidades generales a 25°C.	79
Tabla 22. Resultados de vida útil para la variable sabor a 25°C.	81
Tabla 23. Resultados de vida útil de la variable textura a 25°C.	82

RESUMEN

La enfermedad celiaca (EC) o respuesta autoinmune al consumo de gluten afecta a una media de uno de cada 100 personas (el dato más conservador, porque podría abarcar hasta el 3% de la población nacional); se estima que tan sólo el 9% está diagnosticado, y que el volumen aproximado de potenciales celíacos en México, puede alcanzar hasta 1'200,000 (un millón doscientos mil) de sus habitantes en el siguiente estudio se llevó a cabo el desarrollo de una galleta salada con chile libre de gluten elaboradas a base de harina de avena enriquecida con harina de quinoa. Para el desarrollo de la galleta se realizó un estudio de mercado entre la población mexicana encontrando que el 87% consumió galletas saladas. Posteriormente se elaboraron y formularon tres proporciones de harinas, teniendo como la más adecuada una de 80%HA-20%HQ donde se entiende por HA (harina de avena) y HQ (harina de quinoa), ya que en la evaluación sensorial fue la que tuvo mayor preferencia en cuanto textura, picor y sabor. Se determinó la composición química de la harina de avena y la acidez para determinar la calidad de la harina, así como una prueba de gluten; para la harina de quinoa solo se evaluó el contenido de proteínas, al producto obtenido se le evaluó la composición química para conocer su aporte nutricional y un análisis microbiológico para garantizar la calidad sanitaria de este. Se seleccionó un envase de polietileno de alta densidad para conservar el producto y un empaque secundario para protegerlo. Por último, se sometió el producto a unas cámaras climáticas, por 4 meses a 45°C, a 50°C por dos meses y a 55°C por dos meses, con una humedad relativa de 75% en los 3 casos, esto con el motivo de hacer pruebas de vida útil aceleradas donde se determinó la preferencia del consumidor con una evaluación sensorial, un análisis microbiológico para garantizar que no se presentó un crecimiento microbiano y un análisis de dureza.

INTRODUCCIÓN

La avena y la quinoa son dos cereales que presentan beneficios a la salud, ambos cereales contienen un contenido proteico importante para la alimentación humana.

La avena es un cereal que se cultiva casi todas las partes del mundo, aunque se cree que es de origen asiático, este cereal se utiliza para la alimentación humana y animal. Con el desarrollo en el campo de la nutrición la avena fue reconocida como alimento nutritivo a mediados de 1980 por sus efectos en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Ronco, 2013).

La quinoa es un cereal que fue durante miles de años el principal alimento de las culturas antiguas de los Andes, este cereal es producido en países como Perú, Bolivia y Ecuador, siendo el principal productor y exportador Bolivia. La quinoa es un cultivo importante para el consumo humano debido a su sobresaliente balance nutricional en proteínas. Fue domesticada en Bolivia, hace más o menos 7000 años atrás (PROINPA, 2011).

La población mundial exige cada vez más que los alimentos producidos o elaborados contengan ciertos valores nutritivos con beneficios a la salud, estas exigencias por parte de la población hacen que investigadores se den a la tarea de desarrollar productos con características específicas en los alimentos, como alimentos enriquecidos, alimentos adicionados con uno o más compuestos, alimentos funcionales, etc. Los alimentos enriquecidos son aquellos en los cuales la proporción de uno o más de sus componentes (normalmente nutritivos) es superior a la de su composición habitual (Vidal, 2014).

El objetivo de este proyecto es el desarrollo una galleta salada con chile libre de gluten dirigido a la población en general, sin embargo, podrá ser consumida por personas celiacas, que cuyas características nutricionales y la combinación de cereales aporte un contenido proteico importante para beneficio de la salud mexicana.

Para tal fin, se presentará en el trabajo una descripción de los fundamentos teóricos en los cuales se basa la metodología experimental propuesta para el desarrollo del producto, así mismo, se hace una descripción de dicha metodología y se presentan los resultados obtenidos

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Avena

1.1.1 Descripción, composición y beneficios

La avena, como todas las otras variedades de granos, pertenece a la familia *Poaceae*. De entre las variedades de avena cultivadas, la *Avena Sativa L* (Avena Común) es la de mayor importancia comercial y alimenticia para el hombre (Robles, 1983).

Es una planta anual de fecundación autógena que puede adaptarse a una gran variedad de climas semicálidos y fríos. Comúnmente, se siembra en regiones de clima frío seco o frío húmedo. La temperatura de cultivo varía de 4.8°C como mínima, a 31-37°C como máxima, siendo la óptima de 25 a 31°C dependiendo de la etapa de desarrollo, variedad y tipo de planta. Una alta humedad del aire y una alta temperatura limitan el cultivo, ya que propician el desarrollo de enfermedades (Parson, 1989).

Se cree que su origen es asiático y que en tiempos prehistóricos constituía una mala hierba de las cosechas de cebada y trigo. Es usada en consumo animal y humano, históricamente se utilizó con fines medicinales. En 1980 se reconoce como alimento saludable, por sus efectos en la prevención de enfermedades cardiovasculares, con ello se popularizó ampliamente para el consumo humano.

1.1.1.1 Estructura morfológica

El grano de avena es tan complejo como los granos de otros cereales; como miembros de la familia de las gramíneas están organizados de acuerdo a un patrón estructural similar y contienen tejidos con funciones fisiológicas equivalentes, sin embargo, en varios aspectos la avena es química y estructuralmente única. En la Figura 1 se muestra la estructura morfológica del grano de avena.

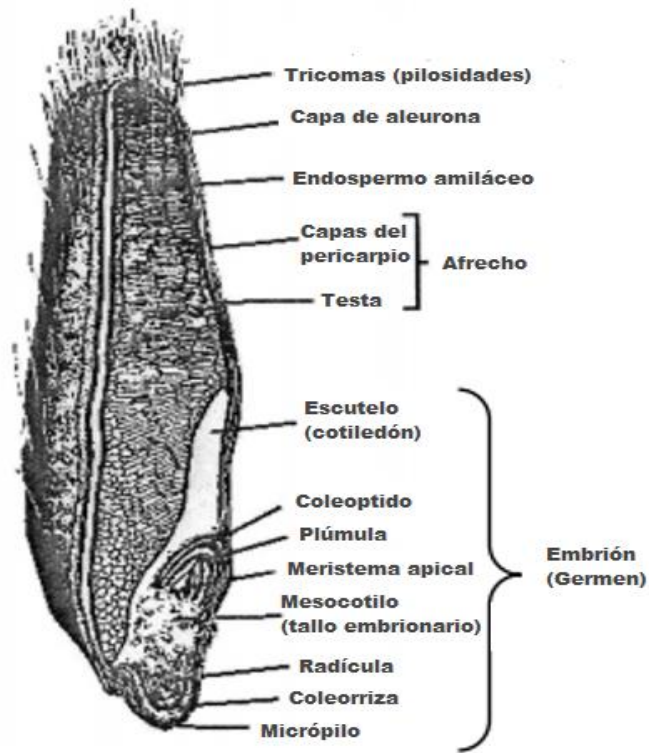


Figura 1. Estructura morfológica de la avena (Bonillas, 2002).

El grano está rodeado por una cáscara que corresponde al 30-40% de la estructura del grano y contiene fibra, proteínas, vitamina, minerales y grasa, cuando ésta se remueve queda el endospermo, que es rico en almidón, equivalente del 50 al 65% del peso del grano y contiene otros carbohidratos, fibra soluble, proteínas y grasa, la otra parte del grano se llama germen, representa alrededor del 3 al 4% de su peso y está compuesta por grasa y antioxidantes. Pero la concentración y distribución de cada constituyente puede variar en función de las condiciones ambientales del cultivo o de la variedad de la avena de que se trate (Burrows, 1986).

1.1.1.2 Valor nutrimental

La avena entera contiene altas cantidades de nutrientes valiosos, mostradas en la Tabla 1, tales como fibra soluble, proteínas, ácidos grasos insaturados, vitaminas y minerales, elevadas concentraciones de fibra dietética con propiedades antioxidantes u otros

fitoquímicos que le otorgan propiedades eficaces contra la enfermedad cardiovascular y algunos tipos de cáncer.

Tabla 1. Composición Nutricional de la Avena

Composición del grano de avena	%
Humedad	13.3
Proteínas	13
Lípidos	7.5
Fibra	10.3
Cenizas	3.1
Calcio (mg/100g)	60
Fósforo (mg/100g)	372
Hierro (mg/100g)	3.8
Zinc (mg/100g)	3.9
Yodo (mg/100g)	16
Tiamina (mg/100g)	0.5
Riboflavina (mg/100g)	0.14
Niacina (mg/100g)	1.3

Fuente: Kirk, 1999

Es el cereal con mayor contenido proteínico y de aminoácidos esenciales, los cuales se muestran en la Tabla 2, además cuenta con la presencia de fibra insoluble y fibra soluble. La primera favorece la actividad intestinal, ayudando a mantener el sistema digestivo saludable. La segunda ayuda a reducir el nivel de colesterol. No hay otro cereal que contenga mayor cantidad de fibra soluble que la avena.

Con relación a la calidad de su proteína, la avena contiene seis de los ocho aminoácidos necesarios para la síntesis correcta de proteínas (Romo, 2007), se considera que su aporte de metionina es importante, comparado contra el de trigo o el de maíz.

Tabla 2. Composición de aminoácidos de grano de avena

Especificación	Avena (granos)
<i>Aminoácidos no esenciales (g/16 g N)</i>	
Ácido glutámico	18.24
Ácido aspártico	7.02
Prolina	4.01
Glicina	3.93
Alanina	3.72
Serina	3.38
<i>Aminoácidos esenciales (g/16 g N)</i>	
Fenilalanina + Tirosina	5.92
Arginina	5.36
Leucina	5.25
Metionina + Cisteína	3.66
Valina	3.31
Lisina	2.76
Treonina	2.59
Isoleucina	2.49
Cisteína	2.40
Tirosina	2.35
Histidina	1.76
Triptófano	1.18

Fuente: Wioletta, 2009

Su valor nutricional es superior al de otros cereales, al ser más rica en aminoácidos indispensables, especialmente lisina y triptófano, ya que al comparar su contenido promedio (2.76 y 1.18 g aminoácido/100g proteína, respectivamente) contra el que posee el maíz (2.50 y 0.60g aminoácido/100g proteína respectivamente) o contra el trigo (2.60 y 1.10g aminoácido/100g proteína), se observa claramente que la proporción dichos aminoácidos presentes en el grano de avena es superior a la de estos dos últimos cereales

(Gil, 2010). En la Tabla 3 se presenta una comparación de los aminoácidos esenciales en el maíz, trigo y avena.

Tabla 3. Contenido de algunos aminoácidos presentes en granos de cereales

Aminoácido esencial (g/100 g de proteína)	Trigo	Maíz	Avena	Quinoa
Lisina	2.60	2.50	2.96	5.60
Treonina	2.80	3.20	3.60	3.50
Metionina + Cisteína	3.60	3.90	4.80	2.40
Triptófano	1.10	0.60	1.26	1.10

Fuente: Wioletta, 2009

En lo que respecta a las fibras alimentarias que contiene la avena, sobresalen los β -glucanos, polisacáridos de estructura lineal, no amiláceos, que constituyen aproximadamente el 85% de la fracción soluble de fibras.

Las cantidades que contiene varían entre 2.3 y 8.5 g/100 g, los que se distribuyen a través del endospermo constituyendo aproximadamente el 75% de las paredes celulares del endospermo. El salvado, la capa más externa del núcleo comestible de la avena tiene un contenido de β -glucanos y fibra dietética no menor a 5.5 y 16%, respectivamente. Dentro de la fibra dietética total al menos un tercio está compuesto por fibra soluble en agua que a su vez está compuesta por polisacáridos como β -glucanos.

Con el incremento con la tasa de diagnóstico de cánceres en personas de todas las edades en fechas recientes, es vital considerar el efecto positivo que los β -glucanos han demostrado tener en la reducción del riesgo de desarrollar células cancerígenas, así como en el control del índice glicémico (IG), la prevención de la resistencia a insulina, la disminución de los niveles séricos de colesterol y prevención de enfermedad coronaria, prevención de daño hepático y promoción del crecimiento de la microflora intestinal beneficiosa. Se ha reportado que la ingesta diaria de 2.1g de β -glucanos reduce el colesterol total en

aproximadamente 10%. La FDA también ha recomendado un consumo diario de 3g de β -glucanos para obtener efectos beneficiosos para la salud (Ronco, 2013).

En cuanto a vitaminas, la avena es particularmente rica en vitamina E (1.65mg vitamina/100 g muestra) y en el grupo B de vitaminas, especialmente B1 (0.70mg de vitamina/100 g muestra), indispensable para el cerebro y el sistema nervioso que controla el aprendizaje y la concentración. La avena contiene también minerales, los cuales se describen en la Tabla 4, como calcio (52 mg/100 g muestra) y hierro (4.20 mg/100g muestra) además de fósforo, magnesio, manganeso, cobre y zinc en mayor cantidad que cualquier otro grano de cereal, minerales que juegan importantes roles en el proceso metabólico.

Tabla 4. Contenido aproximado de micronutrientes en granos enteros de cereales

Micronutriente (mg/100 g)	Maíz	Avena	Centeno
Calcio	30.00	52.00	37.00
Zinc	1.00	2.20	3.40
Cobre	0.20	0.11	0.88
Fósforo	320.00	340.00	380.00
Hierro	3.00	4.20	9.00
Magnesio	170.00	160.00	130.00
Manganeso	0.60	5.10	1.90
Potasio	350.00	4.80	520.00
Sodio	1.00	9.00	2.00

Fuente: Gil, 2010

1.1.2 Harina y otros usos.

La avena grano es única en sus usos y atributos en comparación con la mayoría de los otros cereales de grano. Es utilizada de dos formas, una es con el grano completo; en contraste, el germen y grandes porciones del salvado son removidas de otros granos antes de ser introducidos a procesos de elaboración. Otra forma de uso es procesar la avena a altas

temperaturas para inhibir las enzimas que catalizan los aceites en el grano para preservar el producto contra el enranciamiento. Este tratamiento calorífico también reduce la solubilidad de la proteína, por lo que ésta se aprovecha casi al 100%.

En la industria alimenticia la avena se utiliza primordialmente en cereales y como salvado por su doble contenido de fibra en comparación con la harina común. En productos para hornear se usa por sus propiedades de retención de humedad que mantienen más fresco y durante mayor tiempo el producto, mejorando la consistencia del mismo (Osca, 2007).

Sin embargo, debido a la falta de gluten en su composición no es adecuado su uso para la fabricación de pan, a no ser que se mezcle con harina de otros cereales como el trigo.

1.1.3 Producción y consumo en México

La producción de avena se incrementó a tasa anual de 66.8%, al pasar de 1.4 millones de toneladas a 2.4 en 2012; Chihuahua, Durango y Zacatecas aportaron en conjunto dos de cada tres toneladas del forraje (SIAP, 2013). En la tabla 5 se muestra la producción agrícola de la avena del 2006 al 2010.

Tabla 5. Resumen de la producción agrícola y agroindustrial de México en 2005-2010

Cultivo Otoño - Invierno 2009	Superficie cosechada (Ha)	Producción (ton)	Estado líder	Producción (ton) OI 2009/2010	Producción 2005-2009		
					Promedio	Máxima	Mínima
Maíz grano	1,103,866	6,532,997	Sinaloa	6,696,730	6,258,433	6,612,698	5,685,777
Trigo grano	713,728	3,884,367	Sonora	3,367,707	3,367,707	3,884,367	2,813,884
Sorgo grano	849,327	2,804,583	Tamaulipas	2,928,370	2,397,162	2,804,583	2,151,906
Avena	103,967	2,557,471	Coahuila	2,831,911	2,393,163	2,576,040	2,151,076

(INEGI, 2010)

1.2 Quinoa

1.2.1 Descripción, composición y beneficios.

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) fue durante miles de años el principal alimento de las culturas antiguas de los Andes y está distribuida en diferentes zonas agroecológicas de la región. En la actualidad la quinoa se encuentra en franco proceso de expansión porque representa un gran potencial para mejorar las condiciones de vida de la población del país, de los Andes y del mundo moderno (Rojas & Pinto, 2013).

La amplia variabilidad agroecológica a la cual puede adaptarse la quinoa se refleja en el hecho de que, sin perjuicio de que su cultivo se concentra en los valles altiplánicos de Bolivia y Perú, se le encuentra en algunas regiones costeras del Sur de Chile, hasta los valles andinos del Sur de Colombia, y en pisos altitudinales que van desde el nivel del mar hasta los 4.000 metros sobre el nivel del mar (ALADI, 2014).

La FAO ha declarado que la quinoa contiene el balance de proteínas y nutrientes más cercano al ideal de alimento para el ser humano, por su composición en aminoácidos, mostrados en la Tabla 6, ácidos grasos y minerales. Además, el grano de quinoa es libre de gluten por lo que puede ser consumida por personas celiacas (Conde & Barbera, 2013).

La quinoa es un cultivo que posee características intrínsecas sobresalientes, entre ellas: su amplia variabilidad genética cuyo acervo genético es extraordinariamente estratégico para desarrollar variedades y productos de alta calidad; su capacidad de adaptabilidad a condiciones adversas de clima y suelo donde otros cultivos no pueden desarrollarse; su calidad nutritiva representada por su composición de aminoácidos esenciales, oligoelementos, vitaminas, aceite y fibras, que le convierte en un alimento funcional e ideal para el organismo y; su diversidad de formas de utilización tradicional, no tradicional y en innovaciones industriales (Rojas & Pinto, 2013).

Tabla 6. Contenido de aminoácidos de diferentes cereales en gramos por c/100 g de proteína

Aminoácidos esenciales	Quinoa	Maíz	Avena	Trigo
Histidina	3.2	2.6	2.2	2
Isoleucina	4.4	4	3.8	4.2
Leucina	6.6	12.5	7.1	6.8
Lisina	6.1	2.9	2.96	2.6
Metionina + cistina	4.8	4	4.8	3.7
Fenilalanina + tirosina	7.3	8.6	5	8.2
Treonina	3.8	3.8	3.6	2.8
Triptófano	1.1	0.7	1.26	1.2
Valina	4.5	5	5.4	4.4
Alanina	4.5	7.3	6.2	3.6
Arginina	8.5	4.2	6	4.5
Ácido Aspártico	7.8	6.9	9.6	5
Ácido Glutámico	13.2	18.8	25	29.5
Glicina	6.1	4	6.7	4
Prolina	3.3	9.1	7.5	10.2
Serina	4.1	5.1	6.41	4.8

Fuente: Mosquera, 2009

A continuación, se ejemplifican algunas de las diferentes características que presenta la quinoa y en la Tabla 7 se muestran los parámetros para las características cuantitativas del germoplasma de quinoa:

Tabla 7. Parámetros estadísticos de tendencia central y dispersión para características cuantitativas del germoplasma de quinoa de Bolivia.

Componente	Mínimo	Máximo	Media	SD
Botón floral (días)	38	95	51.72	5.66
50% de floración (días)	60	145	93.5	12.04
Madurez fisiológica (días)	110	209	176.89	19.79
Índice de cosecha	0.06	0.87	0.4	0.12
Diámetro de tallo (mm)	10.16	26.26	17.12	2.66
Longitud de panoja (cm)	15.4	62.8	37.41	8.09
Diámetro de panoja (cm)	2.86	19.42	6.85	1.66
Altura de la planta (cm)	5.4	174.2	110.84	17.51
Diámetro del grano (mm)	1.03	2.66	1.96	0.23
Peso de 100 granos (g)	0.12	0.6	0.27	0.08
Contenido de saponina (cc)	0	10.88	3.16	3.02

Fuente: Rojas & Pinto, 2013

Hábito de crecimiento (Figura 2). - A pesar que la ramificación y hábito de crecimiento son influenciados por la densidad de siembra, se pueden identificar en la colección de germoplasma de quinoa cuatro diferentes hábitos de crecimiento claramente definidos (Rojas & Pinto, 2013)

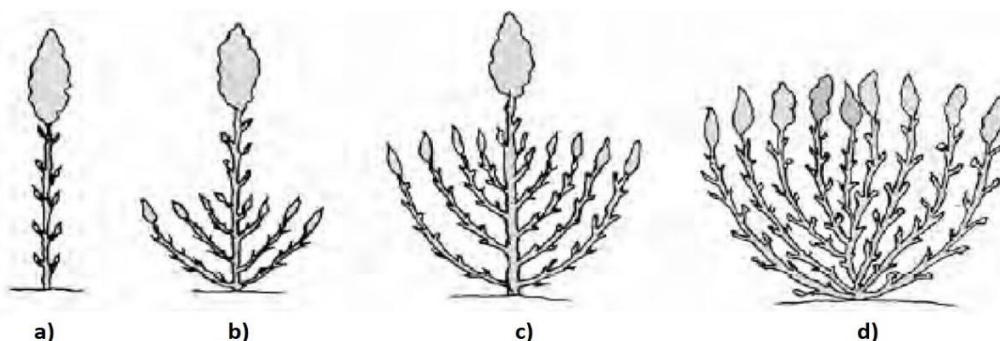


Figura 2. Hábitos de crecimiento de la quinoa: a) Simple; b) Ramificado hasta el tercio inferior; c) Ramificado hasta el segundo tercio y; d) Ramificado con panoja principal de diferenciada, respectivamente. (Rojas & Pinto, 2013)

Forma de la panoja (Figura 3). - Es posible encontrar tres formas de panoja: ‘amarantiforme’, cuando los glomérulos están insertos directamente en el eje secundario y presentan una forma alargada; ‘glomerulada’ cuando los glomérulos están insertos en los llamados ejes glomerulados y presentan una forma globosa e; intermedia, cuando las panojas que expresan ambas características “amarantiforme y glomerulada” (Rojas & Pinto, 2013).

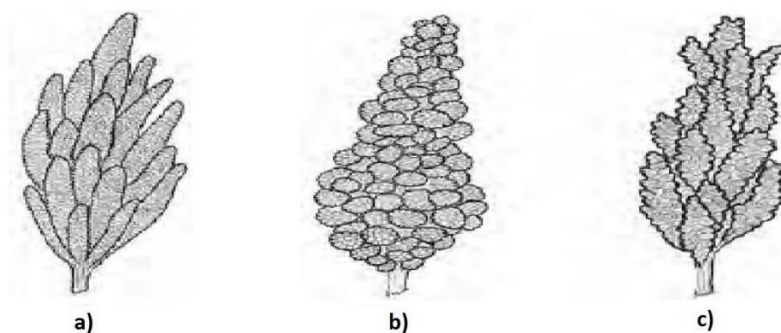


Figura 3. Forma de panoja: a) Amarantiforme; b) Glomerulada; c) Intermedia (Rojas & Pinto, 2013).

En cuanto a la forma del grano de quinoa, mostradas en la Figura 4, en el germoplasma se conservan cuatro formas de grano. Las formas cilíndrica y lenticular por el aspecto del endospermo les convierte en granos que se puede explotar adecuadamente para la elaboración de productos que dependiendo de su contenido de amilosa y amilopectina, se pueden usar adecuadamente para flanes, budines e instantáneos, asimismo, dependiendo del diámetro de gránulo del almidón se pueden usar para la elaboración de expandidos (Rojas & Pinto, 2013).

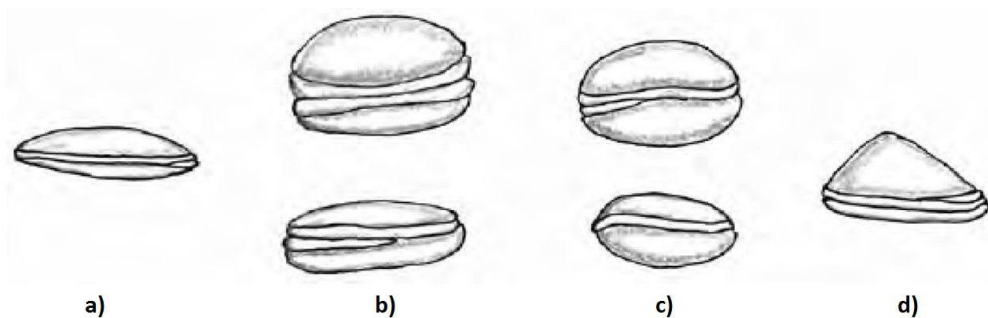


Figura 4. Formas de grano de la quinoa: a) lenticular; b) cilíndrica; c) elipsoidal y, d) cónica, respectivamente (Rojas & Pinto, 2013).

1.2.2 Harina y usos.

La quinoa por su gran contenido proteico sirve para distintos usos en la alimentación humana y existen algunas organizaciones dedicadas al aprovechamiento de las bondades de la quinoa y a su utilización en distintos alimentos (Mosquera, 2009). En la figura 5 se muestran algunos de los usos generales del grano de quinoa.

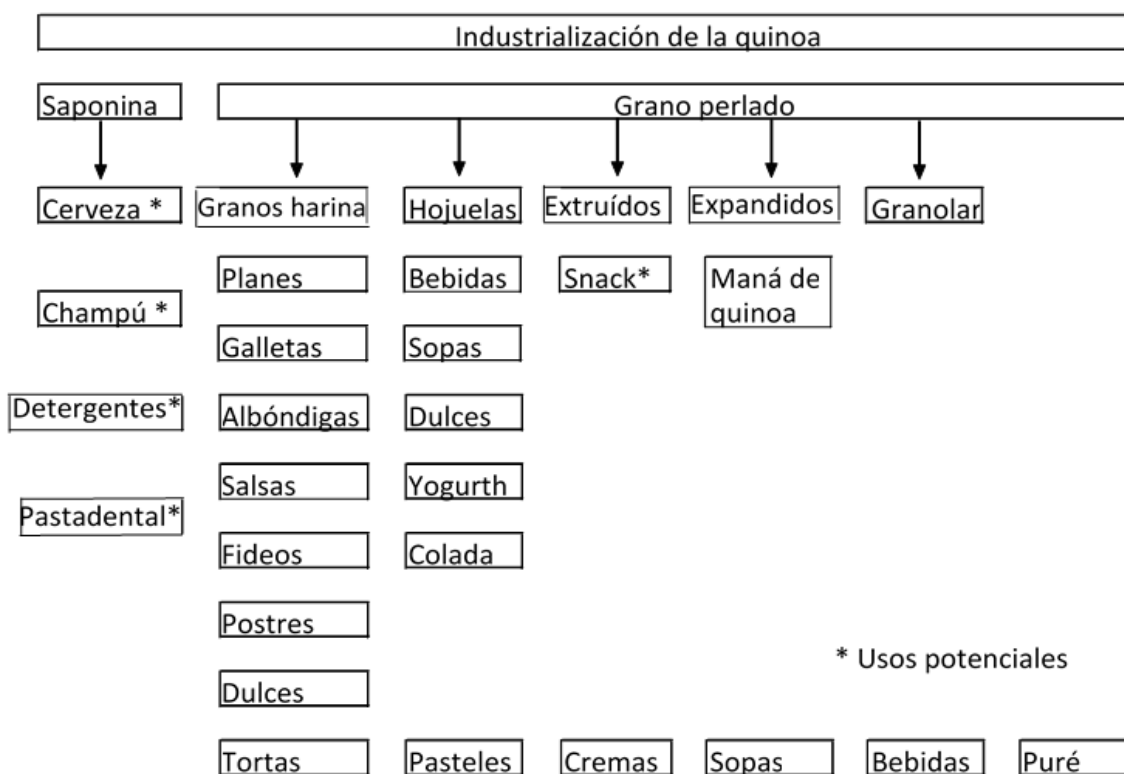


Figura 5. Usos del grano de la quinoa. (Montoya L.A, *et.al*, 2005)

Una de las principales transformaciones del grano de la quinoa es la harina, de la cual existen dos tipos de harinas:

Harina cruda de quinoa. Es el producto resultante de la molienda de la quinoa perlada, su finura dependerá del número de zaranda o malla que se usan en la molienda. Se utiliza en panificación, galletería, repostería, etc.

Harina Tostada de quinoa. Es el producto resultante de la quinoa perlada tostada sometido a un proceso de molienda, se usa en repostería (Sierra & Romero, 2006).

1.2.3 Producción y consumo.

Los principales países productores de quinoa son Bolivia, Perú y Colombia, dejando a México con una escasa producción de este cereal, sin embargo, la cercanía de estos países hace que la importación sea de una manera sencilla y ágil.

En los últimos años, en la que se constata un progresivo aumento de la producción de quinoa, especialmente en los países que han sido tradicionalmente los principales productores, esto es Bolivia, Perú y Ecuador, y se estima que más del 80% de la producción mundial de quinoa se concentra en esos tres países, como se puede observar en la Figura 6 (ALADI, 2014).

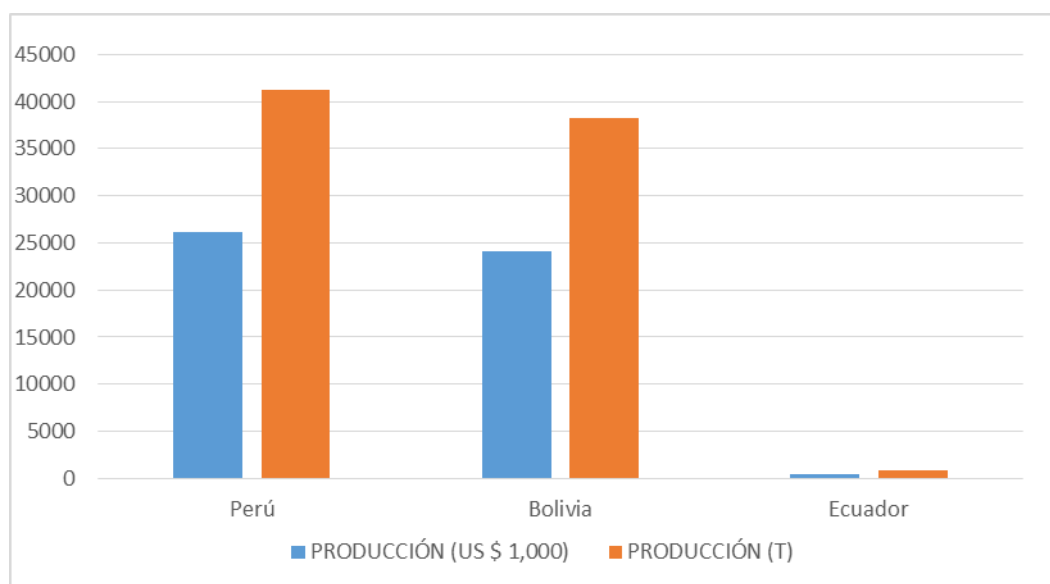


Figura 6. Principales productores de quinoa (FAO, 2012).

Recientemente en México se han iniciado estudios agronómicos para el establecimiento definitivo del cultivo de la quinoa, lo cual podría tener los siguientes alicientes:

1. Debido a su alto contenido proteínico, su empleo podría elevar el nivel nutritivo de harinas y derivados.

2. Un mercado potencia y amplio en el extranjero, sobre todo en E.U (Vega & León, 1991).

Para mantener las capacidades productivas del campo y generar mejores utilidades y mayores rendimientos en las cosechas, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) impulsará en Puebla el cultivo de la quinoa (*chenopodium quinoa*) como parte del proyecto de reconversión de cultivos en el estado (SAGARPA, 2015).

1.3 Galletas

1.3.1 Definición

Se define como galleta, al producto elaborado fundamentalmente, por una mezcla de harina de trigo u otros cereales, grasas, aceites comestibles o sus mezclas y agua, con o sin relleno, adicionada o no de azúcares, de otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos, sometida a proceso de amasado o batido, y otros procesos como fermentación, modelado, troquelado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua (NOM-247, 2008).

1.3.2 Producción y consumo en México

Hoy se estima que a nivel nacional existen más de 30 mil unidades de producción. A nivel nacional de cada 10, nueve operan en la elaboración de pan y pasteles, es decir, el 92.1% por este concepto, galletas y pastas con el 7.4% y molienda de trigo el 0.5%. Cerca de 45 mil establecimientos integran el mercado de la panadería y repostería. En la Industria de horneados, principalmente la producción de galletas, la empresa líder es Gamesa (PepsiCo México Gamesa-Quake) con el 50% del mercado, Bimbo tiene el 35%, Nabisco el 5% y el resto otras empresas (Cuétara, Mac'ma, Galletera de Puebla, Continental de alimentos) (López, 2012). En la Figura 7 se muestra el consumo per cápita de galletas en latino América, teniendo como segundo lugar a México.

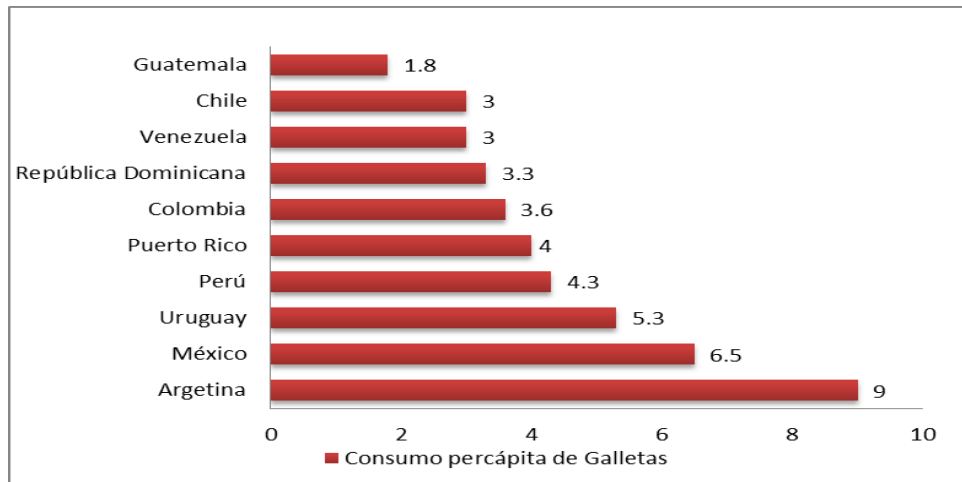


Figura 7. Consumo per cápita en Latinoamérica (López, 2012)

1.4 Enfermedad celíaca

1.4.1 Definición, antecedentes y síntomas

La enfermedad celiaca también denominada esprue celíaco, esprue no tropical y enteropatía sensible al gluten, consiste en una intolerancia permanente a la gliadina y otras proteínas afines, que produce una atrofia grave de las vellosidades intestinales en individuos con una predisposición genética a padecerla (Gil, 2010).

La primera descripción de esta enfermedad data del siglo II A.C. La palabra celíaco, proviene del término griego que se utilizaba para describir a este tipo de enfermos “*Koliakos*” que significa “*aquellos que sufren del intestino*”. Sin embargo, las investigaciones comienzan a partir del siglo XX (Gómez & Bonastre, 2005).

La relación entre la harina de trigo y la enfermedad celíaca fue establecida por el pediatra holandés Dicke en 1950, quien además demostró que el componente tóxico del trigo para los individuos celíacos es la fracción proteica principal, denominada gluten, y concretamente la gliadina, proteína de la fracción soluble en etanol (prolaminas). Las prolaminas del centeno (secalina) y de la cebada ((hordeína) también inducen la lesión intestinal, pero existen dudas respecto a la prolamina de la avena (avenina). Estudios recientes sugieren que este cereal puede ser consumido por celíacos sin riesgo alguno. La

avena tiene un contenido en prolamina inferior a la del trigo, la cebada y el centeno, y su composición muestra un bajo contenido en el aminoácido prolina. Desde 1996 existe controversia en la inclusión de la avena en las dietas sin gluten. Estudios clínicos posteriores han confirmado que el consumo de avena pura (avenas no contaminadas) en cantidades por encima de 50-70 g/día para adultos y 20-25 g/día para niños no entraña riesgo para la enfermedad celíaca. Quizás el problema derive, a veces, de que las técnicas de cultivo aún incluyen la presencia de otros cereales en los cultivos de avena (Gil, 2010).

La mucosa intestinal cumple con la función de absorber los nutrientes presentes en la dieta, una vez que han sido digeridos por las enzimas digestivas. Si un paciente con esta enfermedad ingiere gluten por descuido, provoca irritabilidad en las vellosidades y microvellosidades intestinales, como se ilustra en la Figura 8, permitiendo una deficiente absorción de los nutrientes como proteínas, grasas, carbohidratos, sales minerales y vitaminas.

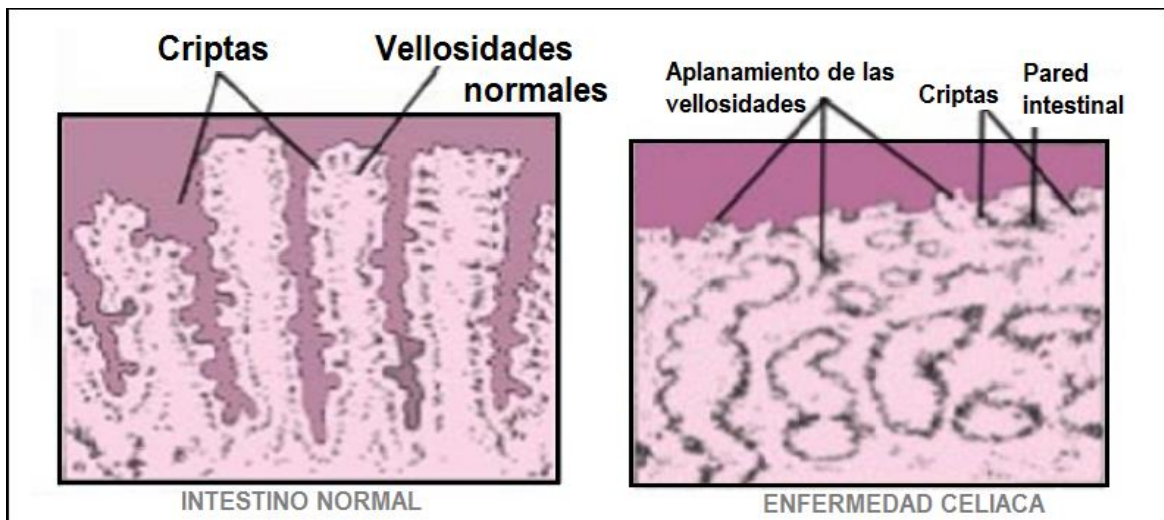


Figura 8. Intestino delgado normal y atrofiado por enfermedad celíaca (ISPCH, 2006)

La enfermedad celíaca puede presentarse de manera variable, algunas personas desarrollan síntomas en la niñez, otras en la edad adulta y puede presentarse de manera más abrupta que en otras. Los síntomas más comunes son (ISPCH, 2006):

- Diarrea crónica

- Pérdida de peso
- Dolor abdominal recurrente e hinchazón
- Gases
- Heces malolientes y pálidas
- Anemia inexplicable
- Calambres musculares y, o dolor en los huesos
- Dolor en las articulaciones
- Sensación de hormigueo y adormecimiento en las piernas.
- Retraso en el crecimiento
- Fatiga
- Erupción dolorosa en la piel
- Pérdida de los períodos menstruales (relacionada con la pérdida de peso excesiva)
- Cambio de color en los dientes o pérdida del esmalte.

1.4.2 Incidencia

La enfermedad celíaca es común a nivel mundial y afecta alrededor de 1:100 y 1:300 personas. La relación entre hombres y mujeres es 2:1 (Intramed, 2005).

Actualmente se acepta que el tamaño total de personas diagnosticadas es más o menos el mismo a nivel mundial. La verdadera prevalencia de la enfermedad celíaca es difícil de establecer, debido a que muchos pacientes presentan síntomas atípicos. La alta prevalencia reportada es en Europa Occidental y en lugares de emigrantes europeos, especialmente América del Norte y Australia. La enfermedad celíaca también se halla en partes del noroeste de la India y puede estar subdiagnosticada en América del Sur, Norte de África y Asia. Es rara en individuos afro caribeños, chinos o japoneses. En la mayoría de los casos hay una leve preponderancia femenina (Bai, 2010).

En México hay estudios realizados por el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán que indican que el 2.6% es el porcentaje de prevalencia de enfermedad celíaca entre los mexicanos, de los cuales 9% sabe que lo son (Celiacos de México, 2011).

1.5 Chile chipotle

1.5.1 Antecedentes

El chipotle o chipotle meco es un jalapeño maduro, seco y ahumado, duro cuerudo, arrugado, café oscuro acentuado con crestas café dorado de unos 7 cm de largo y 2.5 cm de ancho; es muy picoso, se emplea enlatado, en escabeche o adobado, para dar sabor a sopas y pastas o bien, remojado y molido junto con otros ingredientes para albóndigas, camarones o carne.

El chile chipotle se somete a un proceso de secado por ahumado, el cual se ilustra en la Figura 9. El horno de ahumado se construye un hoyo que contiene la fuente de calor con un túnel que lleva a unos compartimientos con la forma de pirámide invertida, con rejillas de varas o alambre sobre las que se colocan los chiles (Olivas, 2013).

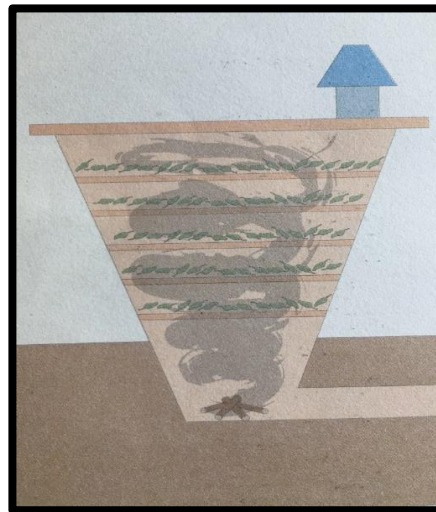


Figura 9. Ilustración del secado del chile chipotle (Olivas, 2013)

1.5.2 Definición del producto.

Según la norma NMX-FF-108-SCFI-2007, se entiende por chile chipotle o chilpotle, al fruto de la planta cultivada del género *Capsicum annum* perteneciente a la familia de las Solanáceas, de las variedades Jalapeño rojos que ha pasado por un proceso de deshidratado

empleando calor y humo de leña, que se caracteriza por tener un olor y sabor ahumado característicos (Figura 10).



Figura 10. Chile chipotle seco

Se trata de un producto de elaboración artesanal de la región centro sur de Chihuahua. Se obtiene a través del secado y ahumado simultáneo de los chiles jalapeños sometiéndolos a los gases.

Son variadas las presentaciones en las que puede encontrarse, ya sea en polvo, seco, en adobo, como salsa o rehidratado, en todo caso, el sabor resulta muy característico, dando, además del toque picante, la caracterización del gusto de la cocina mexicana a una amplia variedad de platillos (Olivas, 2013).

1.6 Alimentos funcionales

1.6.1 Definición y tipos

Se consideran alimentos funcionales aquellos que, con independencia de aportar nutrientes, han demostrado científicamente que afectan beneficiosamente a una o varias funciones del organismo, de manera que proporcionan un mejor estado de salud y bienestar (Bartrina, 2009). En la Figura 11 se muestra un cuadro donde se resumen la diferencia entre un alimento y un alimento funcional.

La Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés FDA) es una agencia gubernamental responsable de regular y garantizar la seguridad de los alimentos. Debido a que la FDA no posee una definición formal de un alimento

funcional, las reglas que regulan estos alimentos funcionales dependen de cómo el fabricante decida comercializar el producto alimenticio al consumidor. Un fabricante puede comercializar sus productos como un alimento completo, alimento enriquecido, alimento fortificado o un alimento mejorado (Ford, 2012).

- La fortificación se ha definido como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen, en general con el objeto de reducir o controlar una carencia de nutrientes. Esta estrategia se puede aplicar en naciones o comunidades donde hay un problema o riesgos de carencia de nutrientes (FAO, 2002).
- Los alimentos enriquecidos son aquellos en los cuales la proporción de uno o más de sus componentes (normalmente nutritivos) es superior a la de su composición habitual (Vidal, 2014).
- Los alimentos mejorados se le denomina así porque se les ha quitado algún componente que los hacía dañinos para la salud o que dificultaba su digestión, o se los ha refinado (Antón, 2005).

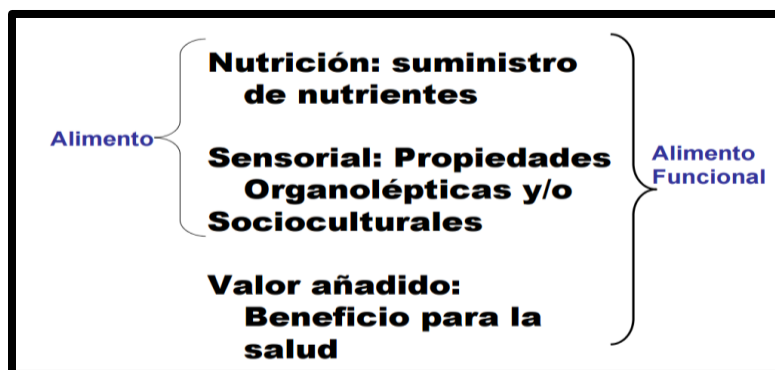


Figura 11. Principal diferencia entre alimento y alimento funcional.

Se pueden encontrar dos tipos de alimentos funcionales, los naturales y los modificados. En los naturales, como lo dice la palabra se encuentran de forma natural en el alimento, en la Tabla 8 se mencionan unos ejemplos de estos; los alimentos funcionales modificados son

aquellos que llevan un proceso como los antes mencionados, en la figura se muestra un diagrama de estos alimentos.

Tabla 8. Ejemplos de alimentos funcionales naturales.

Alimento	Componente	Beneficios
Tomates	Licopeno	Cáncer de próstata e infarto de miocardio
Brócoli	Sulforafano	Cáncer
Zanahoria	Carotenos	Cáncer y Alteraciones visuales
Ajo	Compuestos Organosulfurados	Cáncer
Té	Polifenoles y catequinas	Enfermedades coronarias y algunos tipos de cáncer.
Pescado	Omega-3	Enfermedades coronarias

FUENTE: FESNAD (2007)

En el caso de las galletas de avena con quinoa, son un alimento funcional natural ya que la quinoa contiene aminoácidos esenciales de forma natural, y no contiene gluten. En el caso de la avena, nos ayuda a la digestión por su alto contenido en fibra aparte de tener aminoácidos, que en conjunto con la quinoa hacen que las galletas sean un alimento funcional por su alto contenido en aminoácidos.

1.7 Evaluación sensorial.

1.7.1 Definición

La valoración sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos. Sin embargo, las sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben: dependen tanto de la persona como del entorno. De ahí la dificultad de que, con determinaciones de valor tan subjetivo, se pueda llegar a tener datos objetivos y fiables para evaluar la aceptación o rechazo de un producto alimentario (Sancho & Bota, 1999).

La necesidad de adaptarse a los gustos del consumidor obliga a que, de una forma u otra, se intente conocer cuál será el juicio crítico del consumidor en la valoración sensorial que realizará del producto alimentario. De ahí la importancia del análisis sensorial de los alimentos. Citando la definición de evaluación sensorial que brinda la División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos de Alimentos (IFT) de Estados Unidos de Norteamérica: “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”.

Mediante la evaluación sensorial se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos. A partir de ella se pueden clasificar las materias primas y productos terminados, conocer que opina el consumidor sobre un determinado alimento, su aceptación o rechazo, así como su nivel de agrado, criterios que se tienen en cuenta en la formulación y desarrollo de los mismos. Son diversas las aplicaciones de esta ciencia, la cual desempeña un papel clave en el ciclo de vida de un producto, de ahí que no se concibe el análisis de un alimento, si no va aparejado de la evaluación de sus propiedades organolépticas mediante pruebas sensoriales, destacándose la importancia de dicha disciplina no solo en la actualidad sino también en el futuro (Espinosa, 2007).

En la Figura 12 se representa el concepto que se tiene en la actualidad de la calidad sensorial de los alimentos.

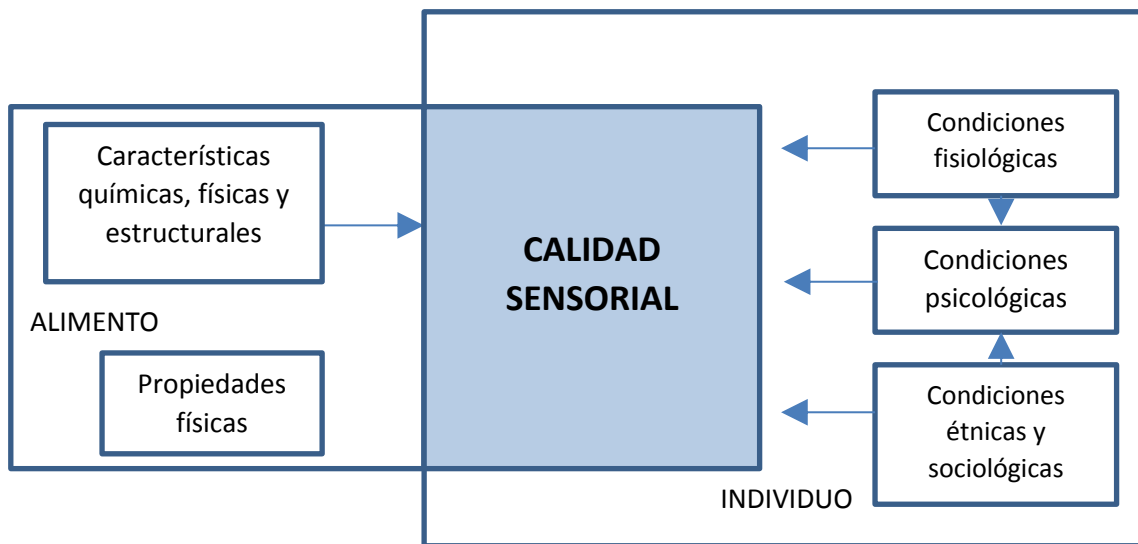


Figura 12. Esquema del concepto actual de la calidad sensorial (Sancho *et al.*, 1999).

1.7.2 Tipos de pruebas

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes tipos de evaluación según sea la finalidad para que se efectúe. Existen tres tipos principales de pruebas: pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas (Anzaldúa, 2005).

1.7.2.1 Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas se dirigen, fundamentalmente hacia los consumidores y pretenden evaluar su aceptación o preferencia por un determinado producto o productos.

En este tipo de pruebas el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto. Son las pruebas que presentan mayor variabilidad en los resultados y estos son más difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales. Es necesario, en primer lugar, determinar si se desea evaluar simplemente preferencia o grado de satisfacción (gusto o disgusto) o si también se quiere conocer la aceptación que tiene el producto entre los consumidores. Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados y éstos deben ser consumidores habituales o potenciales además de ser compradores del alimento en cuestión. Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos (Anzaldúa, 2005):

- **Pruebas de preferencia:** en estas pruebas simplemente se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra. La información que puede obtenerse con esta prueba es limitada, pero se tiene la ventaja de que se lleva a cabo muy rápidamente. Cuando se desea conocer más acerca de la impresión que un producto causa en los jueces, es más recomendable complementar con otro tipo de prueba afectiva (Sancho & Bota, 1999).

Las pruebas de preferencia pueden ser a su vez de preferencia pareada o categorías de preferencia. La prueba de preferencia pareada se usa cuando uno quiere comparar un producto en relación al otro. Este tipo de prueba se aplica a panelistas sin entrenamiento e incluso poco nivel educativo.

También se pueden usar escalas de intensidad de preferencia: prefiere fuertemente, prefiere moderadamente y prefiere (Liria, 2007).

- Pruebas 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 a aspectos culturales, socioeconómicos, de hábitos, etc. Los cuestionarios para esta prueba deberán contener no sólo preguntas acerca de la apreciación sensorial del alimento, sino también otras destinadas a conocer si la persona desearía o no adquirir el producto. Y como ya se mencionó anteriormente para estas pruebas es necesario contar con un mínimo de jueces (Anzaldúa. 2005).
- Prueba de grado de satisfacción: se recurre a estas pruebas cuando se desea evaluar más de dos muestras a la vez o cuando se desea obtener mayor información acerca de un producto. Estos son intentos para manejar más objetivamente datos subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuánto les gusta o disgusta un alimento (Anzaldúa, 2005).

La formulación de la pregunta debe cuidarse en extremo, ya que, en estos casos, puede condicionar la respuesta, sobre todo en los aspectos que no son totalmente diferenciados por el consumidor (Sancho & Bota, 1999).

1.7.2.2 Pruebas discriminativas

Son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que desea conocer si hay o no diferencia entre dos muestras, y en algunos casos, la magnitud o importancia de dicha diferencia (Anzaldúa, 2005). Estas pruebas son utilizadas en control de calidad. Pueden utilizarse jueces semi-entrenados cuando las pruebas son sencillas (Sancho & Bota, 1999). Las pruebas discriminativas más comúnmente empleadas son (Pedrero & Pangborn, 1996):

- Comparación pareada simple
- Triangular
- Dúo-Trío
- Comparación pareada de Scheffé

- Comparaciones múltiples
- Ordenamiento

1.7.2.3 Pruebas descriptivas

En estas pruebas se trata de definir y medir las propiedades del alimento de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento (Anzaldúa, 2005). Los tipos de pruebas descriptivas son: calificación con escalas no estructuradas, calificación con escalas de intervalo, calificación con escalas estándar, calificación proporcional, medición de atributos sensoriales con relación al tiempo, determinación de perfiles sensoriales, relaciones psicofísicas.

1.8 Mercadotecnia

1.8.1 Conceptos básicos.

Se define a la mercadotecnia 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).

Un mercado es el conjunto de consumidores (personas físicas u organizaciones) que comparten una necesidad o un deseo y que podrían estar dispuestos a satisfacer esa necesidad o deseo a través del intercambio de otros elementos de valor.

- Entendemos por mercado el lugar en que asiste las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar la transacción de bienes y servicios a un determinado precio.
- Comprende todas las personas, hogares, empresas e instituciones que tienen necesidades a ser satisfechas con los productos de los ofertantes.
- El mercado está en todas partes donde quiera que las personas cambien bienes o servicios por dinero.

En la mercadotecnia o “marketing” es indispensable saber las necesidades de los consumidores, sin embargo, esta tarea no es nada fácil, ya que, los consumidores no siempre saben lo que quieren y/o necesitan. Una necesidad existe cuando la persona se siente privada, desde el punto de vista fisiológico, de las cosas necesarias para vivir (comida, casa y vestido). Un deseo es una necesidad determinada por los conocimientos, la cultura y la personalidad del individuo. De este modo si se tiene hambre surge la necesidad básica y el deseo de comer algo (Kerin, 2014).

Una vez identificadas las necesidades del consumidor, se prosigue a la mezcla de la mercadotecnia o “marketing mix”, donde se involucran 4 factores conocidos como las 4p’s Producto, Precio, Plaza y Promoción (Product, Price, Place, Promotion, en inglés) (Figura 13).

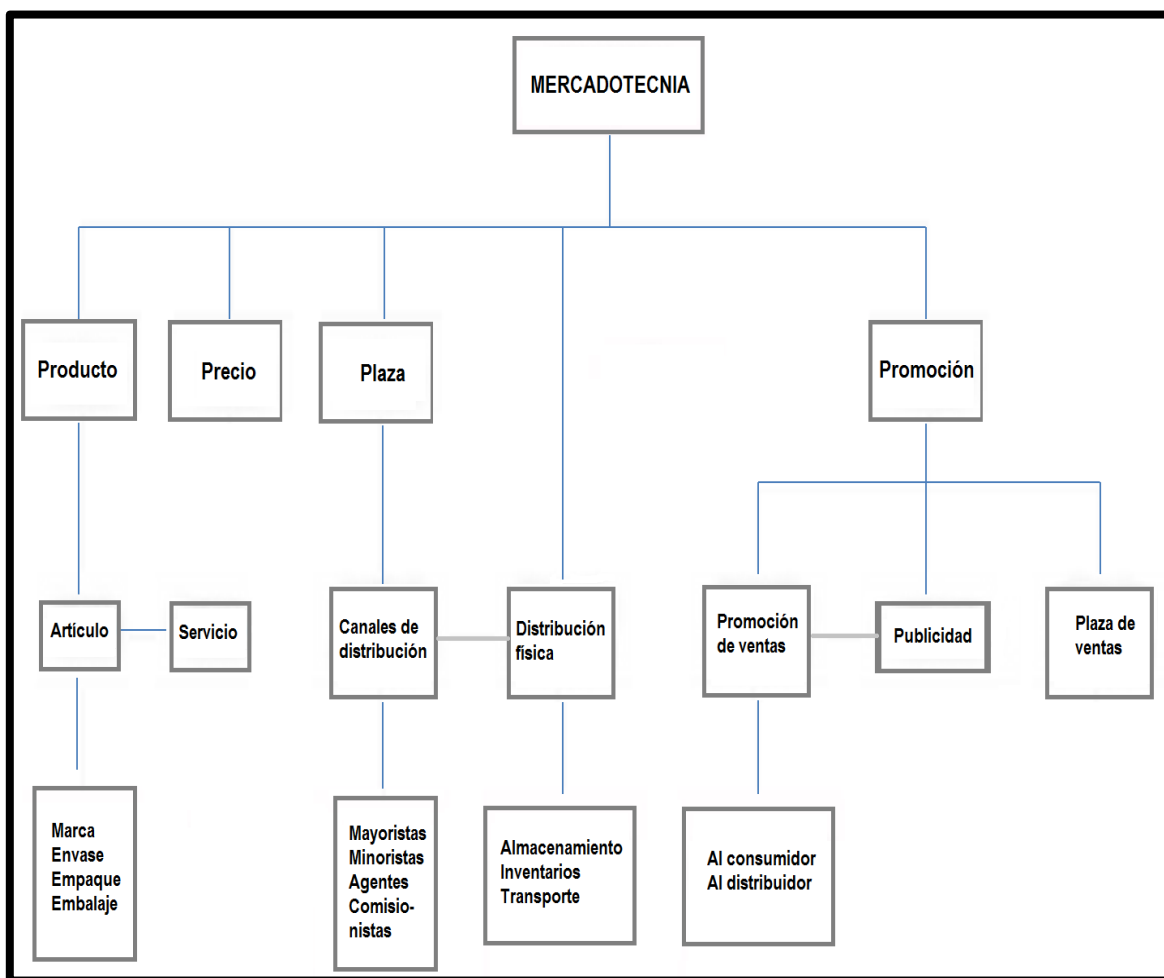


Figura 13. Mezcla de la mercadotecnia y sus sub-mezclas. (Fischer, 2011).

- **Producto:** Este aspecto se refiere al diseño del producto que satisfará las necesidades del grupo para el que fue creado. Es muy importante darle al producto un nombre adecuado y un envase que, además de protegerlo, lo diferencie de los demás (Fischer, 2011).

La estrategia de producto es una de las más importantes de la mezcla de mercadotecnia, ya que los productos fracasarán si no se satisfacen los deseos, necesidades y expectativas de los consumidores. En la figura 14 se describen los pasos para generar un marketing del producto.

Se puede considerar un producto como un conjunto de atributos fundamentales unidos en una forma identificable. También podemos decir que producto es “cualquier cosa que se pueda ofrecer a un mercado para su atención, adquisición, uso o consumo y que pudiera satisfacer un deseo o una necesidad”.

De todo esto podemos deducir que producto es un conjunto de atributos tangibles e intangibles que satisfacen una necesidad, deseos y expectativas.

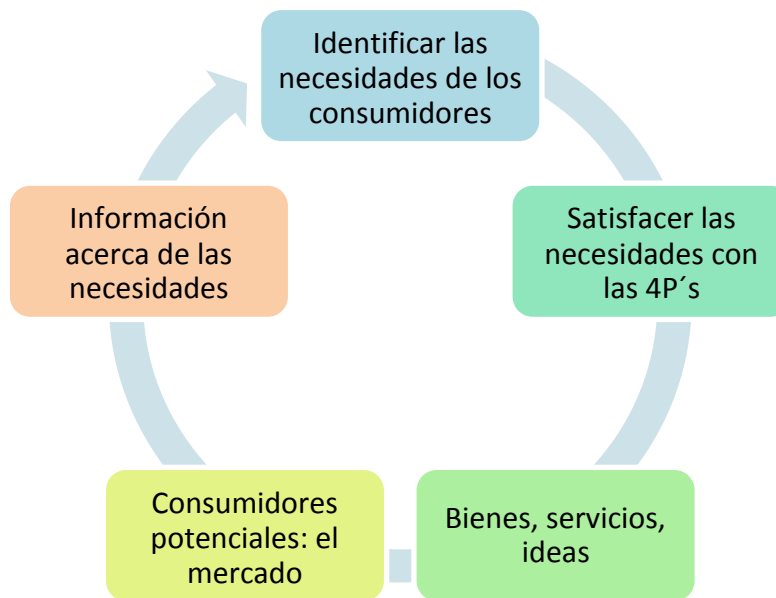


Figura 14. Departamento de marketing de la organización. (Fischer, 2011).

- **Precio:** Es necesario asignar al producto un precio que sea justo para las necesidades tanto de la organización como del mercado.

La fijación de precios plantea una doble perspectiva. Por una parte, es un instrumento que estimula la demanda; por otra, es un factor determinante de la rentabilidad de la empresa a largo plazo (Talaya, 2008).

- **Plaza:** En la distribución o plaza es necesario establecer las bases para que el producto llegue del fabricante al consumidor; estos intercambios se dan entre mayoristas y detallistas. Es importante el manejo de materiales, transporte, almacenaje, todo esto con el fin de tener el producto óptimo al mejor precio, en el mejor lugar y al menor tiempo.

El canal de distribución es una estructura compleja que integra un conjunto de funciones y determinado número de niveles de intermediarios que participan en la realización de estas funciones. Esto permite relacionar la producción y el consumo, la oferta y la demanda creando utilidades de tiempo, lugar y posesión a los consumidores al salvar “distancia” que separa a los bienes y servicios que ofrece la empresa (Talaya, 2008).

- **Promoción:** Es dar a conocer el producto al consumidor. Se debe persuadir a los clientes de que adquieran los artículos que satisfagan sus necesidades. Los productos no sólo se promueven a través de los medios masivos de comunicación, también por medio de folletos, regalos y muestras, entre otros. Es necesario combinar estrategias de promoción para lograr los objetivos, incluyendo la promoción de ventas, la publicidad, las relaciones públicas, etcétera. (Talaya, 2008). La promoción de ventas es dar a conocer los productos en forma directa y personal, además de ofrecer valores o incentivos adicionales del producto a vendedores o consumidores. Este esfuerzo de ventas no es constante como en el caso de la publicidad, sin embargo, los responsables de la mercadotecnia con frecuencia la utilizan para mejorar la eficacia de otros elementos de la misma. La promoción de ventas también se emplea con el objeto de lograr aumentos inmediatos en esta. (Talaya, 2008).

1.8.2 Marca, Etiqueta y Envase.

La marca, el envase y el logotipo se consideran el ropaje de cualquier producto, por lo que deben estar dentro del sistema producto/mercado. Sin embargo, estos tres elementos externos del producto son factores meramente publicitarios en vista de que se utilizan como un atractivo de venta del mismo.

- Marca

Una decisión fundamental en el marketing de los productos es la administración de la marca, actividad en la que una organización emplea un nombre, frase, diseño o símbolos, o combinaciones de estos, para identificar sus productos y distinguirlos de los competidores. Un nombre de marca es cualquier palabra o elemento (diseño, sonido, forma o color) o combinación de estos, que se emplea para distinguir los bienes o servicios de un vendedor (Kerin, 2014)

Las marcas son el nombre que da identidad a la empresa, servicio o producto. Según Kerin, 2014 hay 5 criterios para seleccionar un buen nombre de marca:

- El nombre debe sugerir los beneficios del producto.
- El nombre debe ser recordable, distintivo y positivo.
- El nombre debe corresponder con la imagen de la empresa o del producto.
- El nombre no debe tener ninguna restricción legal o regulatoria.
- El nombre debe ser sencillo.

- Empaque/Envase y Etiqueta

El empaque de un producto es cualquier contenedor en el que se ofrece para su venta y que incluye una etiqueta con información relevante para el consumidor. Una etiqueta es una parte integral de empaque, la cual identifica el producto o marca, quién, dónde y cuándo lo hizo, como debe usarse, cuál es su contenido y sus ingredientes. En forma muy importante, la primera exposición del consumidor a un producto son el empaque y la etiqueta (Kerin, 2014).

El propósito del empaque/envase y etiqueta aparte de dar una información valiosa al consumidor tiene como objetivo ser una protección al producto y dar una información

detallada de la información nutrimental y/o dietética de este; donde se incluyen sellos y símbolos requeridos por la normalización de cada país o de sellos comerciales de calidad para su aprobación. También consta de logos especiales como lo son los logos de libre de gluten (gluten free), alimentos Kösher y alimentos Halal, representados en la Figura 15.



Figura 15. Logos para libre de gluten, alimentos Kösher y Halal, respectivamente, utilizados en empaques y etiquetas.

Algunos de los retos a cumplir o desafíos por parte de los diseñadores de empaques y etiquetas son:

- Necesidad continúa de conectarse con los clientes.
- Preocupación por el medio ambiente.
- Inquietudes por la salud, seguridad y la protección.
- Reducción de los costos.

1.9 Desarrollo de un nuevo producto.

1.9.1 Definición y ciclo de vida de un producto

El desarrollo de un nuevo producto, es una tarea sistemática que consiste en introducir o adicionar valor agregado a un producto con el fin de cubrir el nivel de satisfacción de las necesidades y deseos de los consumidores (Salas, 2014).

Un nuevo producto o el desarrollo de un nuevo producto según Kirberg, 1991 desde el punto de vista de los clientes es una adición a las alternativas disponibles en este momento. Sin embargo, para las empresas, los nuevos productos son aquellos que son diferentes para la compañía y pueden incluir grandes modificaciones del existente, réplicas de los competidores, adquisiciones o productos verdaderamente originales e innovadores. Es decir, podemos distinguir tres categorías de nuevos productos.

- Novedosos
- Sustituciones
- Imitaciones

El ciclo de vida de un producto es un concepto de gran importancia en el proceso de su comercialización, dado que la existencia de productos competidores, el comportamiento del mercado y la situación del entorno cambian a lo largo del tiempo durante todo este proceso. El análisis del ciclo de vida de un producto y de todas sus características debería permitir, por tanto, diseñar una política de comercialización adecuada para cada producto y mercado, como se puede observar en la Figura 16.

El ciclo de vida de un producto es un proceso cronológico que transcurre desde su lanzamiento en el mercado hasta su desaparición (Godás, 2006).

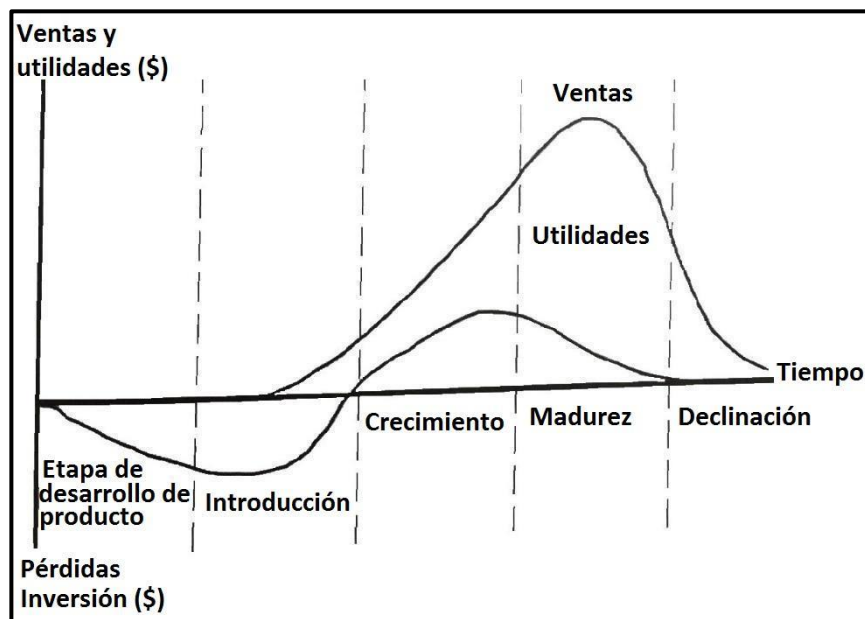


Figura 16. Ciclo de vida de un producto (CVP). (Godás, 2006).

Las fases en las que se divide este ciclo son: Fase de introducción, fase de crecimiento, fase de madurez y fase de declive.

- Fase de introducción: El nuevo producto es conocido y las ventas iniciales son bajas, por ello las empresas realizan grandes inversiones publicitarias, lo que conlleva un incremento de los costos y el encarecimiento de producto. La empresa obtiene pérdidas en esta etapa.

Características de la fase de introducción:

- Volumen bajo de ventas y beneficios
 - Importante inversión técnica, comercial y de comunicación para el lanzamiento del producto
 - Posibles barreras de entrada al mercado
 - Competencia escasa o nula
- Fase de crecimiento: Si el producto tiene éxito, las ventas incrementan rápidamente. Otras empresas de la competencia comienzan a producir el bien y su oferta aumenta. En esta fase, las empresas tratan de diferenciar sus productos de los de la competencia, para aumentar sus ventas. El uso del bien o del servicio se generaliza entre los consumidores.

Características de la fase de crecimiento

- Crecimiento importante de las ventas
 - Incremento rápido de los beneficios, que llegan a su punto más alto al término de esta fase
 - Las actuaciones comerciales y publicitarias se destinan a la mayoría del mercado
 - Mejoran los procesos de producción y aparecen nuevas versiones del producto
 - Período de costes elevados y reinversión de beneficios
 - Empiezan a aparecer nuevos competidores en número creciente
- Fase de madurez: Cuando un producto en su fase de madurez, la mayoría de los consumidores potenciales ya lo poseen y la demanda se estabiliza. Las

empresas, ante la escasa demanda, tratan de reducir los costes para mantener el margen de beneficio.

Características de la fase de madurez

- Las ventas siguen creciendo, pero a menor ritmo
 - Los beneficios empiezan a descender
 - Las técnicas de fabricación están muy perfeccionadas, con unos costes de fabricación bajos
 - El número de competidores es alto
 - Los precios empiezan a descender
 - Comercialmente es importante la diferenciación de producto
- Fase de declive: El producto es retirado del mercado (Arciniega, 2010).

Características de la fase de declive

- Las ventas disminuyen de forma importante
- Los beneficios son bajos o negativos
- No existe inversión tecnológica
- La competencia es escasa
- Los precios tienden a estabilizarse o se incrementan
- La distribución pasa de intensiva a selectiva

1.10 Vida útil.

1.10.1 Definición y métodos para su estimación

La vida útil de un alimento representa aquel período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables.

Entre las muchas variables que deben considerarse en la vida útil de un alimento están: la naturaleza del alimento, su composición, las materias primas usadas, el proceso a que fue sometido, el envase elegido para protegerlo, las condiciones de almacenamiento y distribución y la manipulación que tendrá en manos de los usuarios. Es bien conocido que

estas condiciones pueden influenciar negativamente los atributos de calidad de los alimentos (Man, 2000).

El productor debe definir una calidad mínima aceptable (MAQ, por sus siglas en inglés) para cada producto. Ésta dependerá del nivel de degradación. La seguridad de los alimentos es tanto un requisito legal como fundamental, todos los alimentos expuestos deben ser seguros; la Ley de Seguridad Alimentaria prohíbe la venta de alimentos que: sean peligrosos para la salud, sean inadecuados, estén contaminados, tengan un etiquetado erróneo (Potter & Hotchkiss, 1995).

La vida útil para un producto se evalúa cuando se requiere estudiar los efectos de algunos factores específicos como las condiciones de almacenamiento, de proceso, materiales de empaque y el efecto de algunos aditivos en el alimento.

Un estudio de vida útil consiste en realizar una serie de controles preestablecidos en el tiempo, de acuerdo con una frecuencia establecida, hasta alcanzar el deterioro elegido como limitante o hasta alcanzar los límites prefijados (Hough, 2005).

Existen varias metodologías para el estudio de vida útil (Man, 2000):

- Estudio bibliográfico: es la estimación de la vida útil basándose en la vida útil de un producto similar ya reportado.
- Tiempo de recambio: es el tiempo promedio que un producto permanece en los anaqueles. Se estima haciendo un registro de las ventas del producto en las tiendas.
- Estudio de punto final: se toman muestras al azar del producto que está almacenado en las condiciones óptimas para el mismo y se realizan pruebas para estimar la calidad, en diferentes días para poder determinar el momento en el que el producto ya no es aceptable o consumible.
- Pruebas de envejecimiento acelerado ASLT: Se llevan a cabo en laboratorios especializados donde las condiciones ambientales se controlan con el fin de reproducir un deterioro en el producto de manera más rápida.

1.10.1.1 Pruebas aceleradas de vida útil

Este método es aplicable para productos en los que la vida de anaquel anticipada es larga. Es una manera de comprimir la vida de anaquel de un producto dentro de un lapso de tiempo, modificando las temperaturas de almacenamiento; acelerando los cambios que ocurren durante su almacenamiento para estimar la vida útil a una temperatura de almacenamiento real (Man, 2000).

Cuando un alimento se somete a condiciones ambientales en las que uno de los factores se mantenga en un nivel superior al normal, el grado de deterioro se acelerará, por lo que se observarán signos en el alimento que indicarán cuando ya no es apto para el consumidor (Taub, 1988).

El producto en estudio debe almacenarse en el mismo empaque en el que se va a producir a gran escala y comercializar, todos estos empaques deben estar almacenados bajo las mismas condiciones. El número de muestras a analizar dependerá del tipo de producto y de las pruebas a realizar. Cabe señalar que es importante que los resultados sean interpretados con cuidado debido a que no es aplicable a todos los productos.

Los puntos clave al diseñar un ensayo de vida útil son el tiempo durante el cual se va a realizar el estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo y los controles que se van a llevar a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante. Generalmente se cuenta con poca información previa, por lo que se deben programar controles simultáneos de calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial (Hough, 2005).

1.10.1.2 Diseño del estudio de pruebas aceleradas de vida útil

Para diseñar un estudio de vida útil se debe (Hough, 2005):

- Seleccionar la temperatura, humedad e iluminación que se van a emplear en el mismo. Hay que seleccionar tanto las temperaturas de ensayo del producto, como la temperatura de almacenamiento del control (testigo).

- Determinar los descriptores críticos del producto, es decir, las características que limitan la vida útil del producto, ya sea por disminución durante la vida comercial (contenido en vitaminas, funcionalidad de un aditivo, carácter crujiente, olor típico, etc.) o por aumento del mismo (pardeamiento, carga microbiana, olor o sabor extraño, sabor rancio, etc.)
- Determinar el número de muestras necesarias para el ensayo. Es un punto crítico en el caso de las pruebas sensoriales ya que en ellas se usa una cantidad importante de muestras.
- Definir las condiciones de almacenamiento del control o testigo. El testigo se debe mantener a condiciones tales que se mantenga inalterado durante todo el estudio, en el caso de no poder mantener un control inalterado a lo largo del estudio, se recomienda ir sustituyéndolo por producto fresco.
- Seleccionar el diseño experimental. Existen dos tipos de diseños aplicables a los estudios de vida útil, el diseño básico y el diseño escalonado.

a) Diseño básico: consiste en almacenar un lote de muestra en las condiciones seleccionadas e ir haciendo un muestreo en los tiempos prefijados. En cada muestreo se realizan todos los análisis correspondientes.

La ventaja de diseño básico es que se trabaja con un único lote de producción.

Las desventajas del diseño básico son que hay que reunir al panel de evaluadores y consumidores varias veces (en cada tiempo de muestreo), lo que implica mayor trabajo y mayor costo. Los evaluadores sensoriales van intuyendo el objetivo del estudio y hay un error de expectativa.

b) Diseño escalonado: Consiste en almacenar diferentes lotes de producción en las condiciones seleccionadas a diferentes tiempos, de forma de obtener en un mismo día todas las muestras con los diferentes grados de deterioro y en ese día analizarlas.

La ventaja de emplear el diseño escalonado es que todos los ensayos se realizan en un solo día (se reúne al panel de evaluadores y se reclutan los consumidores una sola vez) y además no se necesita almacenar un control.

La desventaja del diseño escalonado es que al trabajar con varios lotes de producción es difícil definir cuál se toma como testigo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Objetivos

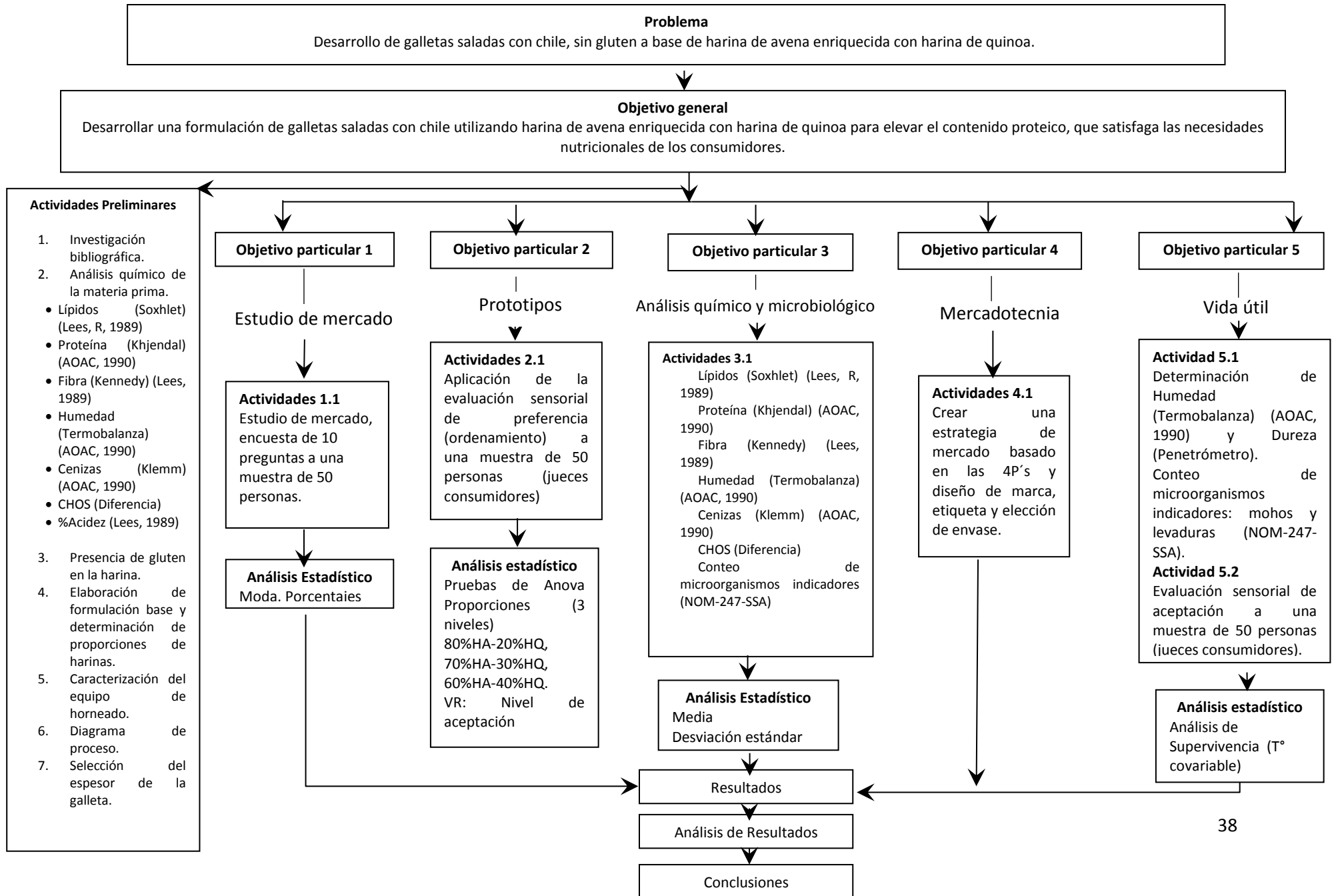
2.1.1 General

Desarrollar una formulación de galletas saladas con chile utilizando harina de avena enriquecida con harina de quinoa para elevar el contenido proteico, que satisfaga las necesidades nutricionales de los consumidores.

2.1.2 Particulares

- 1.** Evaluar mediante un estudio de mercado la factibilidad del desarrollo de galletas saladas con chile sin gluten a base de harina de avena enriquecida con harina de quinoa dentro de una muestra poblacional con rango de edad de 10 a 60 años, para determinar el mercado meta.
- 2.** Elaborar prototipos de galletas variando las proporciones de la mezcla de harinas (80% HA-20%HQ, 70% HA-30%HQ, 60%HA-40%HQ) y tipo de chile (Chipotle y Habanero) para seleccionar la mejor formulación por medio de una evaluación sensorial de ordenamiento.
- 3.** Determinar la composición química del prototipo seleccionado y realizar pruebas microbiológicas (mesófilos, coliformes, mohos y levaduras) para asegurar el aumento de contenido proteico, obtener valores para la tabla nutricional y evaluar su calidad sanitaria.
- 4.** Aplicar un plan mercadológico a partir de la mezcla de la mercadotecnia (4Ps) para la comercialización de las galletas saladas con chile sin gluten a base de harina de avena enriquecida con harina de quinoa.
- 5.** Determinar la vida útil del producto para estimar el tiempo de consumo preferente mediante pruebas aceleradas en una cámara climática a 3 diferentes temperaturas y 6 tiempos diferentes y evaluarlo con pruebas fisicoquímicas y sensoriales de aceptación.

2.2 Cuadro metodológico



2.3 Materiales y métodos

2.3.1 Actividades preliminares

2.3.1.1 Investigación bibliográfica.

Se realizó la investigación documental necesaria para poder realizar el proyecto, así como para el planteamiento del problema y de los objetivos, la creación del cuadro metodológico y para el tratamiento estadístico de los datos que se obtuvieron durante la experimentación.

2.3.1.2 Análisis químico de la materia prima.

Se realizó un análisis químico proximal a la harina de avena, de la quinoa únicamente se cuantificó la proteína, ya que sólo nos interesa el contenido proteico de ésta, utilizando la misma metodología que la avena debido a que ambos son cereales. Cada prueba se repitió por triplicado y se calculó el promedio. Los métodos utilizados se describen a continuación.

- **Humedad por termobalanza (AOAC, 1990)**

Equipos:

Termobalanza Análoga marca Ohaus

Termobalanza Digital marca Ohaus modelo MB45.

- **Cenizas por método de Klemm (Lees, 1989)**

Equipos:

Mufla marca Blue M modelo M25A-2A

Balanza analítica marca August Sauter GmbH D-7470 Albstadt 1-Ebingen

Cálculos: $\% C = \frac{m_2 - m_1}{p} * 100$

Dónde:

m_2 = Peso del crisol con las cenizas (g).

m_1 = Peso del crisol vacío (g).

p = Peso de la muestra (g)

- **Fibra bruta por método de Kennedy (Lees, 1989).**

Equipos:

Mufla marca Blue M modelo M25A-2A

Estufa marca Mapsa modelo HDP-334

Digestor marca Labconco modelo 30001

Bomba de vacío marca Siemens tipo 1RF3 052-4YC31

Cálculos:

$$\%Fibra = \frac{p1 - p2}{p3} * 100$$

Dónde:

$P1$ = Peso del crisol con residuo seco (g).

$P2$ = Peso del crisol con la ceniza (g).

$P3$ = Peso de la muestra (g).

- **Proteína por método de Micro Kjeldahl (AOAC, 1990)**

Equipo:

Digestor marca Labconco

Destilador marca Figursa modelo DMK-650

Cálculos:

$$\%N = \frac{(ml\ HCl - ml\ blanco) * N * 14.007 * 100}{mg\ muestra}$$

Dónde:

%N= % de Nitrógeno

N= Normalidad del HCl

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ N} * \text{Factor}$$

Factor = 6.25

- **Lípidos por método de Extracto etéreo Soxhlet (Lees.1989)**

Equipo:

Destilador para Soxhlet marca Electrothermal modelo MK1

Estufa marca Mapsa modelo HDP-334

Balanza analítica marca August Sauter GmbH D-7470 Albstadt 1-Ebingen

Cálculos:

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100$$

Dónde:

m= peso de la muestra

m₂= Peso del matraz solo

m₁= Peso del matraz con grasa

- **Carbohidratos por diferencia**

Cálculos: CHOS= 100 - (%Grasa + %Proteínas + %Cenizas + %Humedad + %Fibra)

- **% Acidez por titulación ácido-base**

Además del análisis químico proximal a la harina de avena se realizó la determinación de acidez para comprobar la calidad de ésta.

Cálculos:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{\text{mlNaOH} * N * \text{meq ac. láctico} * 100}{g \text{ muestra}}$$

2.3.1.3 Determinación de la presencia de gluten en la harina de avena

Para la determinación de gluten en la harina de avena se siguió la metodología de acuerdo a Lees, 1989.

Se realizó esta actividad ya que, en algunas referencias consultadas, citaban que la avena contiene gluten, sin embargo, en otras referencias afirman lo contrario, con esta prueba confirmamos que la harina de avena utilizada en nuestro producto no contiene gluten.

2.3.1.4 Elaboración de formulación base

En esta actividad se realizaron dos formulaciones, una con chile chipotle y otra con chile habanero, variando la proporción de las harinas avena-quinoa, así como el porcentaje de los ingredientes en función de las características de la masa, es decir, hasta obtener una masa consistente, que no fuera “chiclosa” y por lo tanto, fácil de moldear, además se buscó obtener galletas que después de horneadas no se deshicieran y fueran crocantes, con una proporción de chile que fuera del gusto del público.

Para la elaboración de las galletas se siguió el diagrama de proceso que se presenta en la Figura 17, el cual se realizó con base en diferentes métodos de preparación de galletas saladas, variando las condiciones y siguiendo los procesos que se describen en a continuación. Se variaron los tipos de chile (habanero y chipotle), sin embargo, el proceso es el mismo para ambos tipos.

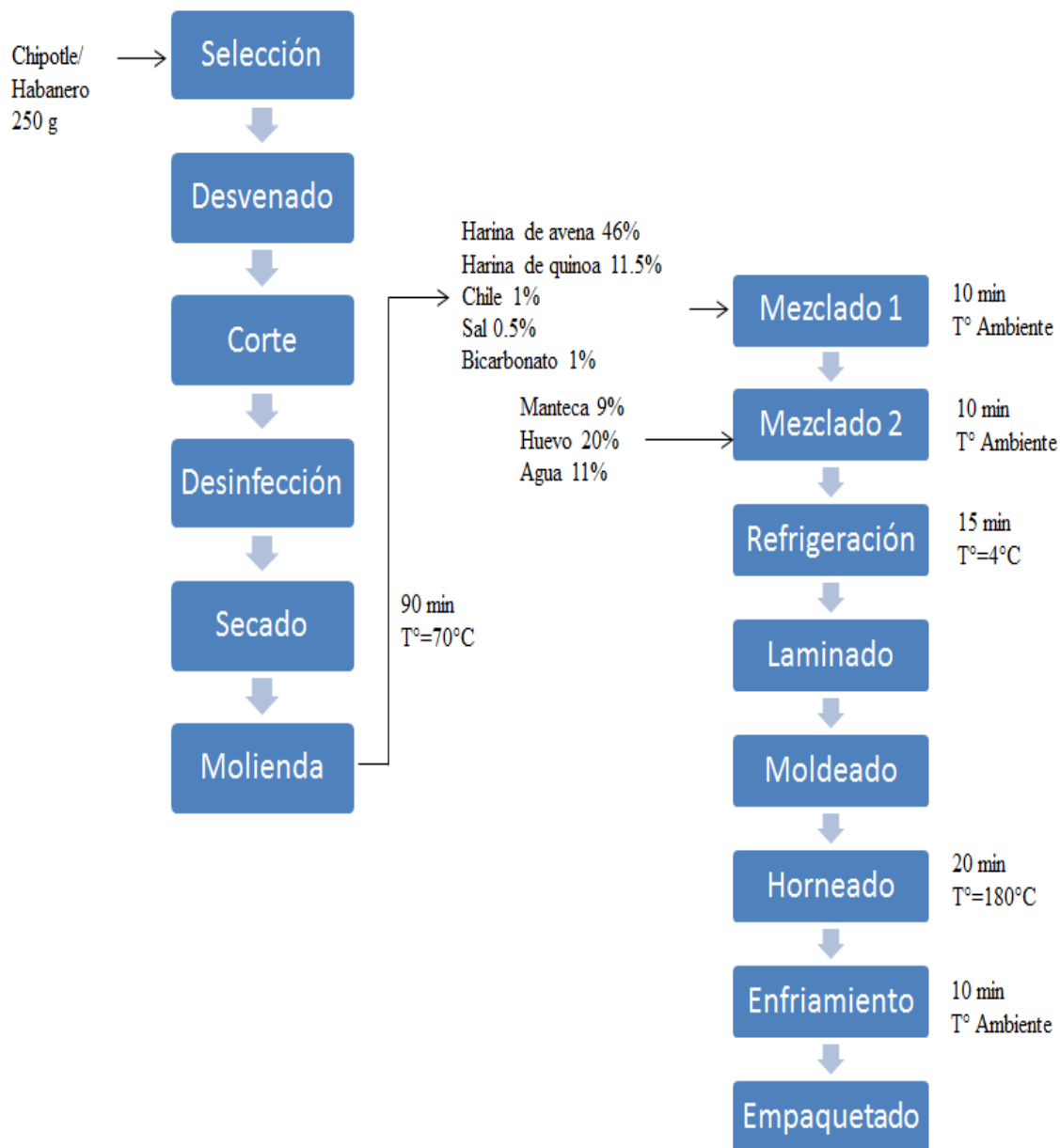


Figura. 17. Diagrama de proceso para la elaboración de galletas saladas con chile chipotle o habanero a base de harina de avena enriquecidas con harina de quinoa.

Para la determinación de las proporciones, se tomó en cuenta el costo y la existencia de la harina de quinoa, ya que el lugar donde se adquirió, una tienda de productos naturistas, es un negocio pequeño que no contaba con cantidades suficientes para poder darnos abasto, así como el precio de esta era de \$170 pesos mexicanos por kilogramo de harina, de tal

forma que era un costo demasiado alto para poder estar utilizando cantidades del más del 50% de harina de quinoa en la formulación.

2.3.1.5 Caracterización del horno

Para el proceso de horneado se utilizó un horno de gas marca San-Son línea 2000 (Figura 18), el cual se evaluó en un tiempo constante con la finalidad de alcanzar la temperatura deseada y saber si se mantenía en el tiempo determinado, esto para asegurar un adecuado horneado de las galletas.



Figura 18. Horno San-Son línea 2000.

2.3.1.6 Selección del espesor de las galletas

Se realizó una evaluación sensorial de preferencia a 30 jueces para determinar el espesor que más les agradara a los consumidores, los espesores propuestos fueron de 4mm y 2mm. El formato del cuestionario que se aplicó para la prueba se muestra en la Figura 19:

Sexo M F Edad_____

A continuación se le presentan dos muestras de galletas a base de harina de avena,
Marca con una X la muestra de tu preferencia de acuerdo al grosor.

Muestra GSA2 Muestra GSA4

_____ _____

¡Gracias!

Figura 19. Cuestionario de la evaluación sensorial para la selección del espesor de las galletas

2.3.2 Objetivo particular 1

Actividad 1.1 Desarrollo del estudio de mercado.

Se realizó un estudio de mercado a 50 personas de sexo indistinto en la Ciudad de México, con la finalidad de saber si las personas conocían las propiedades de los cereales empleados en el producto.

La encuesta se planeó de manera sencilla para poder obtener información sobre el consumo de galletas saladas en la ciudad de México, con qué frecuencia es el consumo, dónde las compran y en qué presentación las consumen.

Debido a que las diversas propiedades nutricionales de la avena y la quinoa pueden ser útiles para personas de cualquier edad, se decidió aplicar el estudio de mercado a personas en un rango de edad de 10 a 60 años, además de que, por ser un producto libre de gluten, también puede ser consumido por quienes padecen enfermedad celiaca.

El formato del cuestionario que se aplicó en la encuesta se muestra en la Figura 20.

ESTUDIO DE MERCADO

Instrucciones: Indique con una "X" su respuesta. Gracias.

1.- ¿Sabís que algunos cereales como el trigo contienen gluten y que algunas personas pueden ser intolerantes a este?

SI NO

2.- ¿Usted o su familia consumen galletas saladas?

SI NO

¿Por qué? _____

3.- ¿Qué marca de galletas saladas consume?

a) Saladitas c) Salmas e) Ritz

b) Habaneras d) Crackets f) Otra _____

4.- ¿En dónde las compra normalmente?

a) Tienda c) Tiendas especializadas

b) Supermercado d) Otro _____

5.- ¿Con qué frecuencia las consume?

a) Una vez por semana c) Más de dos veces por semana

b) Dos veces por semana d) Una vez al mes

6.- ¿Qué presentación prefiere comprar?

a) Paquete individual c) Caja con paquetes individuales

b) Paquete familiar

7.- ¿Consumo productos de avena?

SI NO

¿Con qué frecuencia?

a) Una vez por semana c) Más de dos veces por semana

b) Dos veces por semana d) Una vez al mes

8.- ¿Conoce la quinoa y sus beneficios?

SI NO

9.- ¿Consumiría galletas saladas sabor chipotle elaboradas a base de harina de avena y quinos?

SI NO

10.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por ellas en una presentación de paquete individual?

a) de \$7 a \$10 c) de \$16 a \$20

b) de \$11 a \$15 d) \$21 o más

Figura 20. Cuestionario del estudio de mercado.

2.3.3 Objetivo particular 2. Elaboración y evaluación de prototipos.

Una vez teniendo la formulación final y las condiciones del proceso para la elaboración de las galletas, se efectuó un experimento para evaluar los efectos de las proporciones de harinas de avena y quinoa y del tipo de chile sobre las propiedades sensoriales textura, sabor, color y picor.

Edad ____ Sexo ____

Galletas Saladas con picante a base de harina de avena y harina de quinoa

Lea cuidadosamente las instrucciones. Frente a usted se le presentan 6 muestras de Galletas Saladas, pruebe de izquierda a derecha y enumere de acuerdo a la siguiente tabla la frase que mejor describa su opinión acerca de las características que se le piden del producto que acaba de probar:

1	Me disgusta muchísimo	5	Me gusta ligeramente
2	Me disgusta moderadamente	6	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta ligeramente	7	Me gusta muchísimo
4	NI me gusta, ni me disgusta		

Muestra	Color	Textura	Sabor	Picor
1384				
3763				
6942				
8579				
6932				
2587				

De acuerdo a las características anteriores, ordene de manera decreciente (mayor a menor) de acuerdo a su preferencia sobre las muestras.

1	
2	
3	
4	
5	
6	

¡Gracias!

Figura 21. Cuestionario de la evaluación sensorial para la selección de prototipo.

Para esto se propusieron 3 diferentes porcentajes de la harina de avena (HA) y de la harina de quinoa (HQ) para la mezcla de las harinas, las variaciones fueron: 80% HA-20% HQ, 70%HA-30%HQ, 60%HA-40%HQ. Los tipos de chile fueron habanero y chipotle, obteniendo un experimento factorial 3x2 con seis prototipos o tratamientos.

Se realizó una prueba sensorial de aceptabilidad con escala estructurada a 50 jueces semientrenados con apoyo de una hoja de respuestas para la elección de un prototipo final. El cuestionario se muestra en la Figura 21.

Los resultados de la prueba sensorial se analizaron mediante un análisis de varianza para un diseño factorial 3x2 en bloques completos aleatorizados, considerando a cada juez como un bloque, ya que cada juez evaluó a los seis prototipos. El análisis se realizó con el paquete de cómputo estadístico R (R core team, 2015). Se entenderá que cuando se menciona la letra “R” se referirá a esta cita.

2.3.4 Objetivo particular 3. Análisis químico y microbiológico al prototipo seleccionado.

Se realizó un análisis químico proximal al prototipo seleccionado, obteniendo una muestra homogénea, suficiente y representativa para las pruebas a realizar. Los métodos utilizados para cumplir este objetivo son los mismos métodos utilizados para el análisis de la materia prima descritas en la actividad preliminar 2, haciendo repeticiones por triplicado y reportando el promedio.

También se hizo un análisis microbiológico, por medio de conteos de mesófilos, coliformes, mohos y levaduras, el cual se describe a continuación:

Todo el material utilizado durante el análisis microbiológico se esterilizó en una autoclave a $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, durante 15 min.

- **Bacterias mesófilas aerobias conteo en placa (NOM-247-SSA1-2008)**

Materiales y equipo: Incubadora marca GCA Corporation

Autoclave marca Presto modelo de 21 L

Reactivos:

Agar nutritivo- La preparación de este se realizó de acuerdo a las indicaciones del proveedor.

Hidróxido de sodio- para neutralizar la solución de agar nutritivo.

Conteo:

Después de la incubación, se contaron las placas que se encuentren en el intervalo de 25 a 250 colonias. Las placas de al menos una de tres diluciones deben estar en el intervalo de 25 a 250. Se calculó la cuenta promedio por gramo o mililitro de dicha dilución y reportar.

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.

Informe de la prueba:

Reportar como: Unidades formadoras de colonias, UFC/g o ml, de bacterias aerobias en placa.

- **Coliformes conteo en placa (NOM-247-SSA1-2008)**

Materiales y equipos: Incubadora marca GCA Corporation

Autoclave marca Presto modelo de 21

Reactivos:

Agar MAC CONKEY- Se preparó la muestra de acuerdo a las indicaciones del proveedor.

Hidróxido de sodio- para neutralizar la muestra.

Conteo:

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.

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.

Informe de la prueba:

Informar: UFC/g o ml en placa de agar rojo violeta bilis, incubados a 35°C durante 24 ± 2 h.

En caso de emplear diluciones y no observar crecimiento, informar utilizando como referencia la dilución más baja utilizada, por ejemplo, dilución 10-1.

En caso de no observar crecimiento en la muestra sin diluir se informa: "no desarrollo de coliformes por ml".

- **Mohos y levaduras conteo por placa (NOM-247_SSA1-2008)**

Materiales y equipos: Incubadora marca GCA Corporation

Autoclave marca Presto modelo de 21 L.

Reactivos:

Agar papa-dextrosa- Se preparó la muestra según lo indica el proveedor.

Ácido tartárico- Agregar 0.1ml ya estéril para neutralizar la muestra.

Conteo:

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

Multiplicar por el inverso de la dilución.

Informe de la prueba:

Unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro (UFC/g o ml) de mohos en agar papa dextrosa acidificado, incubadas a 25 ± 1°C durante 5 días.

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

2.3.5 Objetivo particular 4. Estrategia de mercado

2.3.5.1. Mezcla de la mercadotecnia

En esta actividad se realizó una propuesta del marketing mix, teniendo en cuenta la previa investigación bibliográfica sobre mercadotecnia, se propuso el nombre de la marca, slogan, diseño de empaque y etiqueta. Se realizó un análisis FODA para ubicar el posicionamiento de nuestro producto en el mercado, proponiendo varios métodos de publicidad y promoción.

Se seleccionó también el material de empaque del producto. Las cajas contarán con un diseño nuevo e innovador hechas de cartón debido a su bajo costo y a que se puede adaptar fácilmente a las necesidades de las galletas; el empaque primario consta de una bolsa de polietileno de alta densidad sellada y será la encargada de mantener su frescura y calidad hasta el momento de su consumo.

2.3.6 Objetivo Particular 5. Estudio de vida útil

2.3.6.1 Pruebas microbiológicas, físicas y fisicoquímicas

Para la conservación de la calidad sensorial incluida la textura de los alimentos de humedad baja-intermedia se requiere seleccionar materiales especiales de empaque que maximicen la vida útil del producto (Seymour & Efstratios, 1986). Debido a esto se eligió un empaque de polietileno de alta densidad.

Los descriptores que se eligieron para determinar el tiempo máximo de vida útil fueron los de humedad y dureza, ya que estos juegan un papel importante dentro del producto porque la humedad es un factor del crecimiento microbiano y la dureza que, a pesar de depender de la humedad, es un parámetro indicador de la calidad sensorial de un producto (Seymour & Efstratios, 1986), donde la dureza es directamente proporcional a la humedad del producto.

Para determinar la vida útil del producto de manera precisa se deben emplear periodos de tiempo y condiciones ambientales que se pueden presentar durante el almacenamiento y distribución, aunque estas pruebas pueden ser muy largas y costosas, por lo tanto, se emplean pruebas aceleradas que ofrecen una estimación del tiempo de vida útil (Seymour & Efstratios, 1986).

Se realizó un experimento en condiciones aceleradas para estimar la vida útil de las galletas. Las temperaturas empleadas fueron 45°C, 50°C y 55°C, con tiempos de almacenamiento de 101, 53 y 56 días respectivamente. El almacenamiento a 45°C se hizo en una cámara climática marca FIGURSA, Modelo CH-6040. El almacenamiento a las temperaturas de 50°C y 55°C se hizo en una cámara marca CRAFT, Modelo HUMI-CAB-60. Se utilizó un diseño escalonada modificado, ya que se empleó un lote único de galletas.

Posteriormente se tomaron muestras de este lote para someterlas a las condiciones aceleradas. Los tiempos de muestreo se pueden observar en la Tabla 9. En la figura 22 se esquematiza este procedimiento para la temperatura de 45°C, se realizó de la misma manera para las temperaturas de 50°C y 55°C.

Tabla 9. Tiempos de almacenamiento a las diferentes temperaturas de estudio.

DÍAS		
Temperatura (°C)		
45	50	55
101	53	56
73	45	46
54	39	35
35	31	25
17	17	17
7	7	7
0	0	0

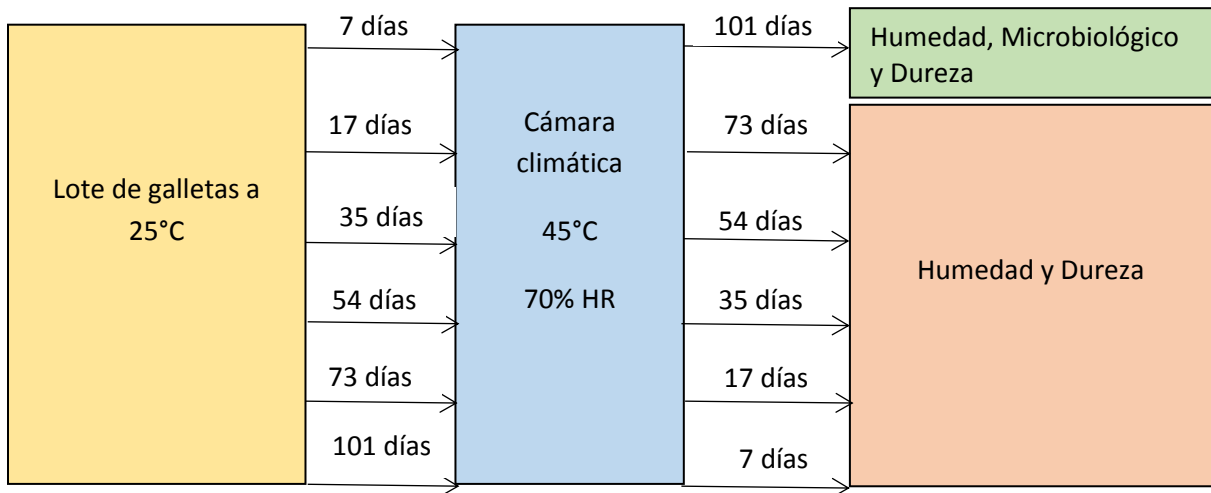


Figura 22. Esquema de los tiempos de almacenamiento a 45 °C para la estimación de vida útil.

Al finalizar el tiempo de estudio se determinó la dureza de las galletas con ayuda de un penetrómetro de precisión, siguiendo el método descrito en el manual de dicho equipo, así mismo se determinó el contenido de humedad de las muestras por Termobalanza (AOAC, 1990).

Se realizaron también pruebas microbiológicas (conteo de mohos y levaduras) únicamente a la muestra con el tiempo de almacenamiento más largo de cada temperatura es decir los días 101, 53 y 56, suponiendo que, si esta muestra no está contaminada, las subsecuentes tampoco lo estarán ya que provienen del mismo lote, lo anterior para determinar si podían utilizarse en las pruebas sensoriales, el método utilizado fue el mismo que el descrito en el Objetivo 3.

El comportamiento de los atributos dureza y contenido de humedad con respecto al tiempo y la temperatura se analizó mediante un análisis de regresión múltiple. La selección del modelo más apropiado se realizó con el método “hacia atrás” es decir del modelo más complejo al más sencillo. El análisis se hizo con el paquete de cómputo estadístico R (R core team, 2015).

Actividad 5.2 Aplicación de evaluación sensorial de aceptación para estudio de vida útil.

Se realizó una evaluación sensorial de aceptación a 60 jueces para determinar la aceptación del producto en base a sus características organolépticas, para estimar la vida útil sensorial de este. La hoja de respuestas para la prueba de la evaluación sensorial se muestra en la Figura 23.

Edad _____ Sexo _____

Galletas Saladas con picante a base de harina de avena y harina de quinoa

Lea cuidadosamente las instrucciones. Frente a usted se le presentan 18 muestras de Galletas Saladas, pruebe de izquierda a derecha y enumere de acuerdo a la siguiente tabla la frase que mejor describa su opinión acerca de las características que se le piden del producto que acaba de probar:

1	Me disgusta muchísimo	5	Me gusta ligeramente
2	Me disgusta moderadamente	6	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta ligeramente	7	Me gusta muchísimo
4	NI me gusta, ni me disgusta		

Muestra	Color	Textura	Sabor
2407			
1234			
4487			
5291			
3690			
1411			
3020			
7288			
9599			
1724			
5632			
6127			
8316			
9143			
6007			
4089			
7817			
8331			

Figura 23. Cuestionario para la prueba de aceptación en vida útil.

CAPÍTULO III. RESULTADOS ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados de actividades preliminares

3.1.1 Análisis químico de la materia prima.

En esta actividad preliminar se obtuvo el análisis químico proximal de las principales materias primas del proceso, la harina de avena y la harina de quinoa, a continuación, en la Tabla 10 se muestran los resultados obtenidos en comparación a los reportados en la bibliografía.

Tabla 10. Comparación de resultados obtenidos experimentalmente de la composición química de harina de avena y quinoa contra datos bibliográficos.

COMPOSICIÓN	HARINA DE AVENA		HARINA DE QUINOA	
	Resultados	Referencia bibliográfica	Resultados	Referencia bibliográfica
Proteínas	10.69	12.1	11.99	10.21-18
Grasa	8.78	3.1-10.9		
Cenizas	2.46	1.20-2.51		
Humedad	8.85	11.2		
Carbohidratos	60.52	60.4-70.3		
Fibra	8.77	9.67-10		

Venegas, 2009 (Avena); Rojas & Pinto, 2013 (Quinoa).

La harina de avena utilizada presenta una humedad de 8.85, por lo que cumple con la NOM-247-SSA1-2008 que indica un porcentaje de humedad en harinas menor al 15%. El contenido de proteína fue bajo respecto al reportado bibliográficamente, lo cual puede

atribuirse a que el contenido de proteína está influenciado por las variedades del grano, así como por el lugar y las condiciones de cultivo. El contenido de grasa está dentro del intervalo bibliográfico, este contenido depende de factores genéticos y del medio ambiente, según el grano con el que se elabora la harina, se puede concluir que esta harina es de un grano descascarado ya que lo reportado por (Venegas, 2009) los granos de avena semi-descascarados se encuentran en un valor de porcentaje de grasa entre 6.25 y 8.40%; donde nosotros tenemos un valor mayor de 8.78. El contenido de carbohidratos se encuentra en el límite del intervalo bibliográfico, en el cual se incluyen azúcares, esto depende del contenido graso del grano. La fibra con un valor de 8.77 es bajo respecto a la consultado a la bibliografía que reporta un valor entre 9.67 y 10%, esto se atribuye a que como se mencionó en el contenido de grasa es un grano que se considera descascarado, por lo tanto, no contiene el pericarpio donde se concentra mayor cantidad de fibra.

3.1.2 Determinación de presencia de gluten en la harina de avena

De acuerdo a la actividad realizada para determinar la presencia de gluten como indica Lees, 1989, podemos mencionar que no se encontró contenido de gluten en la harina de avena ya que no se presentó ninguna formación de aglutinamiento de la harina en el agua, así mismo, no se presentó elasticidad ni cohesión en la masa formada.

3.1.3 Elaboración de formulación base

En la Tabla 11 se pueden observar las dos formulaciones que se usaron para la elaboración de las galletas, teniendo variación en la cantidad de chile, en la formulación para chile chipotle con un porcentaje del 0.5% y para chile habanero con un porcentaje del 0.3%, esto se debe a que el chile habanero tiene un grado de picor entre 100,000 y 1 millón de unidades en la escala Scoville y el chile chipotle tiene un grado de picor entre 5,000 y 50,000 unidades en la escala Scoville (Rohrig, 2013), de tal forma que si se mantenía la misma formulación en los chiles (0.5%), las galletas con habanero picarían mucho más, compensando el porcentaje en la mezcla de harinas.

A partir de la formulación base y a las condiciones explicadas en la metodología de este objetivo se propusieron las siguientes proporciones (80% HA-20% HQ, 70% HA- 30% HQ y 60% HA- 40% HQ).

Tabla 11. Formulación base de galletas con chile chipotle y habanero.

INGREDIENTES	HABANERO	CHIPOTLE
	%	%
Mezcla de harinas	57.9	57.7
Huevo	20	20
Agua	11	11
Manteca	9	9
Bicarbonato	1	1
Sal	0.8	0.8
Chile	0.3	0.5

3.1.4 Caracterización del horno

La perilla del horno utilizado no contaba con una graduación que indicara la temperatura, por lo que para su caracterización se tuvo que determinar a qué nivel de ésta se obtenía la temperatura deseada, es decir, a qué altura de la perilla la temperatura del horno se mantiene constante a 180°C como se muestra en la Figura 24.

Para ello se introdujo un termómetro (0-250°C) por intervalos de 20 minutos, moviendo la perilla y señalizando la temperatura a la que llegaba al finalizar el tiempo en cada intervalo. Se realizó este procedimiento hasta llegar a los 180°C.



Figura 24. Perilla del horno.

3.1.5 Selección de espesor de las galletas

En el caso de la selección de espesor un 57% prefirió el espesor de 2mm y un 43% prefirió el espesor de 4mm, esto indica que no se presenta una preferencia por ninguno de los dos, no hay una diferencia significativa ya que los valores que se obtuvieron en el análisis estadístico en R commander (Fox, 2005) fueron “p” = 0.58 para ambos espesores dado que este valor no es menor a 0.05 se concluye que no hay evidencia suficiente para elegir un espesor. Sin embargo, se eligió el espesor de 2 mm ya que la gente encuestada comentaba que se sentía más como las galletas saladas comerciales.

3.2 Objetivo particular 1. Estudio de mercado

El estudio de mercado para el producto se realizó a una muestra de 60 personas, el 53% de la muestra eran hombres donde la edad de las 60 personas encuestadas se encontraba dentro de un rango de edad de 21-30 años con un 44%.

El producto resulta ser factible ya que hay un gran consumo de galletas saladas por parte de las familias mexicanas con un 87%, teniendo como sus preferidas la marca comercial Crackets con un 33%, en segundo lugar, la marca comercial Saladitas con un 30%, como se muestra en la Figura 25.

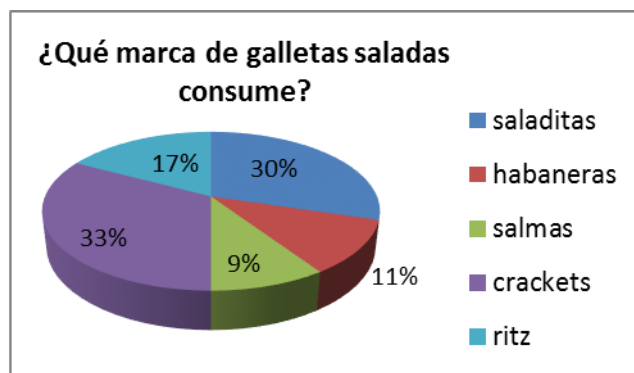


Figura 25. ¿Qué marca de galletas saladas consume?

La población normalmente adquiere este tipo de productos en los supermercados con un 59% de preferencia como se muestra en la Figura 26, justificando que para la gente es mucho más práctico adquirir estos productos en estos lugares que en otros; teniendo un

consumo de más de dos veces por semana con un 31%, esto muestra que en México hay un gran consumo de galletas saladas, lo cual beneficia al desarrollo de este producto.

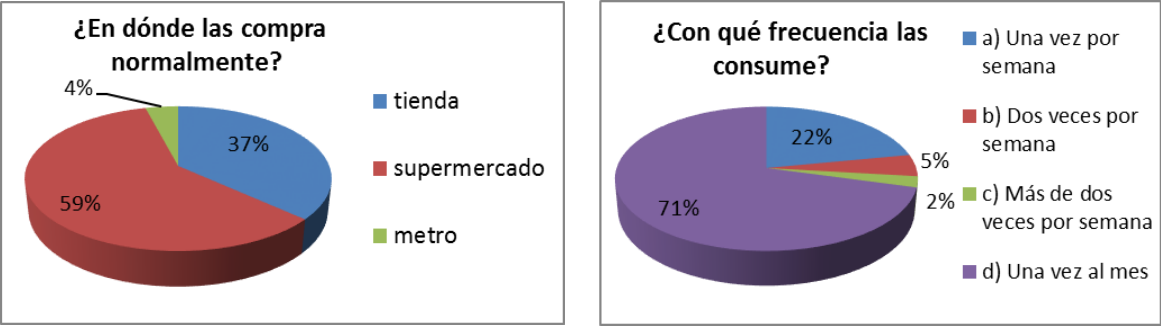


Figura 26. a) ¿En dónde las compra normalmente? b) ¿Con qué frecuencia?

La presentación más viable para distribuir el producto es la de cajas con paquetes individuales, con un 37% de preferencia como se muestra en la Figura 27, sin embargo, los resultados para los paquetes individuales y paquete familiar no muestran una diferencia amplia, haciendo de las tres presentaciones una manera viable de distribución y presentación.

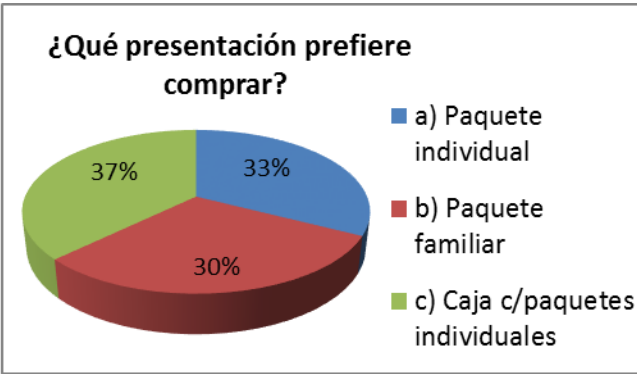


Figura 27. ¿Qué presentación prefiere comprar?

Se sabe gracias al estudio de mercado que el 78% de la población consume productos de avena, esto tiene un impacto positivo en el desarrollo del producto ya que la gente está acostumbrada a la existencia de productos elaborados con avena, donde el 62% conoce los beneficios que la avena proporciona a la salud, así como los beneficios de la quinoa. El 60% de la muestra consumiría las galletas saladas con chile elaboradas a base de harina de avena y enriquecida con harina de quinoa, sin embargo, el 40% no consumiría el producto

justificando que tal vez este sería picoso, lo cual no es normal para una galleta salada, aun así, se espera que tenga un impacto positivo dentro del consumo de la población, ya que aporta muchos beneficios a la salud. La Figura 28 muestra que el 70% está dispuesto a pagar un precio de entre \$7-10 por paquete individual, que comparado con la competencia están a un precio medio, y podría hacer competencia con las marcas comerciales más consumidas en México como lo son “Crackets” y “Saladitas”.

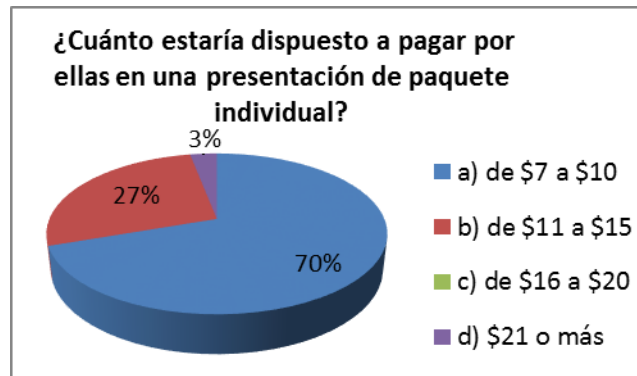


Figura 28. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por ellas en una presentación de paquete individual?

3.3 Objetivo particular 2. Evaluación y elaboración de prototipos

Para evaluar el efecto de la formulación de prototipos sobre los atributos sensoriales sabor, color, textura y picor se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en R commander (Fox, 2005). En las tablas de ANOVA que se reportan se muestran las significancias de los efectos principales de la proporción de harinas de quinoa y amaranto, del tipo de chile y de la interacción entre la proporción de harinas y el tipo de chile sobre los atributos mencionados.

Tabla 12. Resultados de ANOVA para sabor

SABOR

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr (>F)	
Chile	1	11.2	11.213	7.571	0.00637	**
Prop.harinas	2	9.1	4.57	3.086	0.04748	*
Juezf	49	305.1	6.227	4.205	3.77E-14	***
Interacción Chile:Prop	2	6.1	3.063	2.068	0.12859	
Residuales	245	362.9	1.481			

Códigos de nivel de significancia: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ''

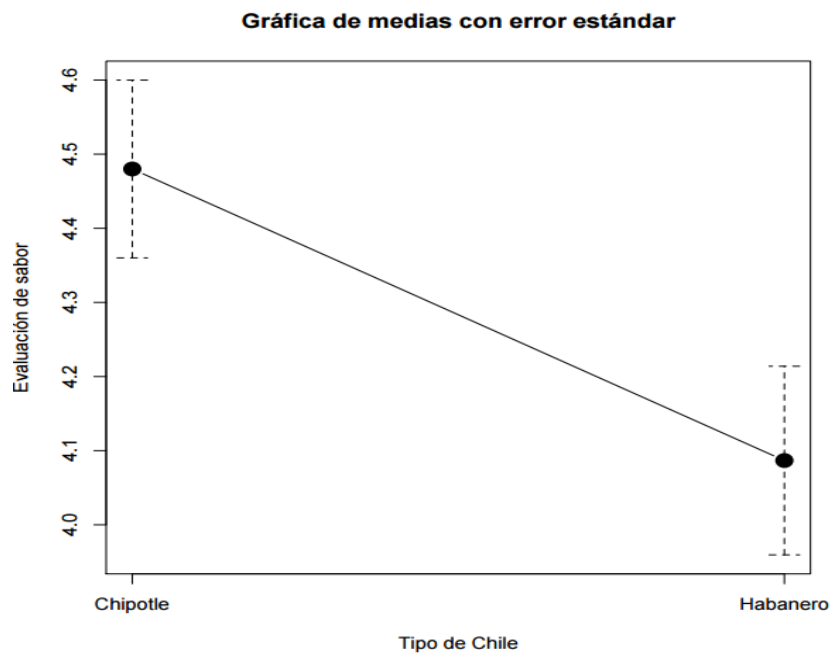


Figura 29. Efecto del Tipo de chile sobre el atributo “sabor”.

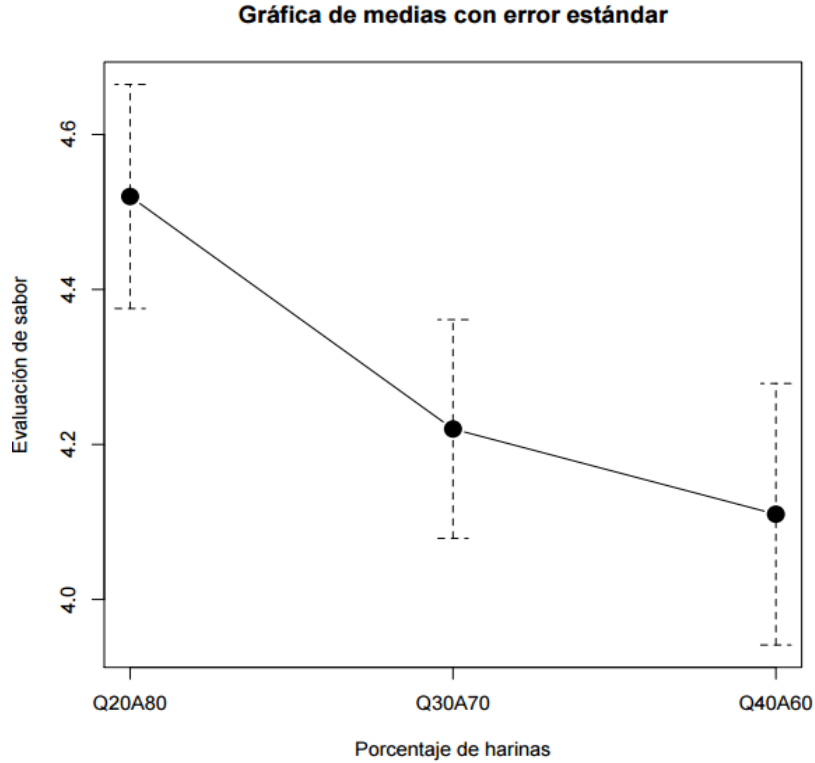


Figura 30. Efecto de la Proporción de harinas sobre el atributo “sabor”.

Se encontró que el tipo de chile y la proporción de harinas afectan de forma independiente al sabor ($p < 0.05$, Tabla 12). El chile que tuvo mayor preferencia promedio fue el chile chipotle como se puede apreciar en la Figura 29.

En la Figura 30 se puede observar que la preferencia media del sabor disminuye conforme disminuye la proporción de avena y aumenta la de quinoa, la preferencia promedio del prototipo con 80% de avena es significativamente mayor que la del prototipo con 60% ($p < 0.05$). Cabe señalar que, aunque existe diferencia estadísticamente significativa, la diferencia en calificación promedio es tan solo de 0.4 unidades.

Tabla 13. Resultados de ANOVA para color.

COLOR

Efecto	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr (>F)	
Chile	1	2.80	2.803	3.122	0.0785	.
Proporción harinas	2	0.85	0.423	0.472	0.6246	
Juezf	49	183.70	3.749	4.176	5.09E-14	***
Interacción Chile:Prop	2	6.89	3.443	3.835	0.0229	*
Residuales	245	219.96	0.898			

Códigos de nivel de significancia: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ''

Si $Pr (>F) < 0.05$ se considera que si hay efecto significativo. En la tabla anterior se observa que el efecto de interacción del chile y la proporción de harinas sobre el color es significativo.

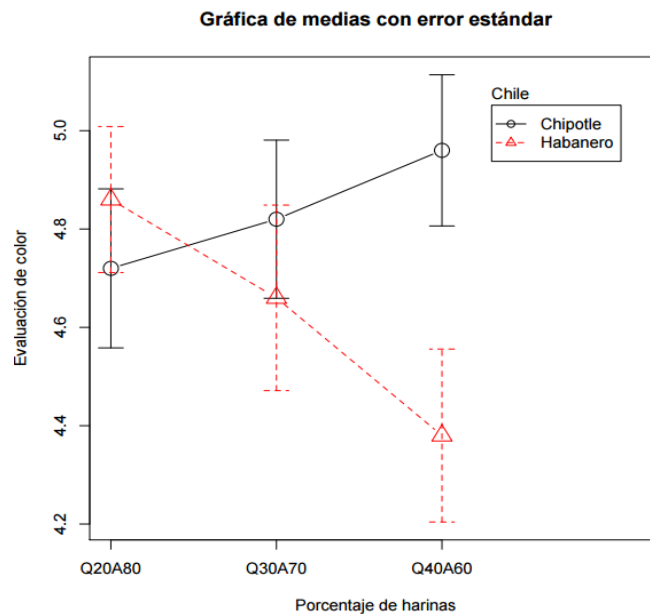


Figura 31. Efecto de interacción entre la proporción de harinas y tipo de chile sobre el atributo “color”.

Con respecto a la evaluación del color, se obtuvo que el efecto de la proporción de harina depende del tipo de chile utilizado, ya que el efecto de interacción entre proporción de harinas y chile sobre el color fue significativo (Tabla 13). En la Figura 31 se nota que la aceptación del color en las galletas de chile chipotle tiende a subir conforme aumenta la proporción de quinoa, en cambio con habanero la aceptación del color disminuye conforme aumenta la proporción de quinoa. Las preferencias promedio de color más alta la tienen las galletas con chile chipotle sin importar la proporción de harina. Las galletas con chile habanero y proporción de harinas 80:20 tuvieron una evaluación promedio significativamente más alta que las otras galletas con chile habanero ($p < 0.05$).

Tabla 14. Resultados de ANOVA para textura.

TEXTURA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr (>F)	
Chile	1	16.33	16.333	14.605	0.000168	***
Proporción harinas	2	3.61	1.803	1.612	0.201503	
Juezf	49	236.88	4.834	4.323	1.12E-14	***
Chile:Prop	2	2.73	1.363	1.219	0.297300	
Residuales	245	274.00	1.118			

Códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '' 1						

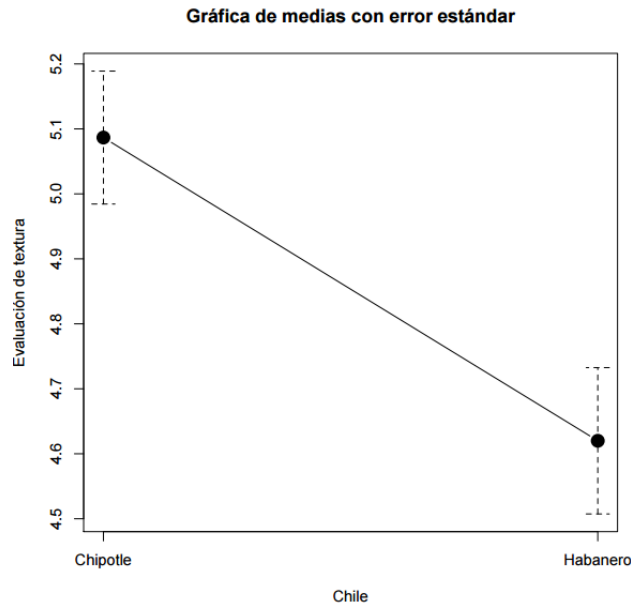


Figura 32. Gráfica de medias del atributo “Textura”

Hay un efecto significativo del tipo de chile sobre la textura ($p < 0.05$, Tabla 14). Como se puede ver en la Figura 32, la preferencia de la textura fue mayor con el chile chipotle que con el habanero ($p < 0.05$). Este efecto fue independiente de la proporción de harinas. No se obtuvo evidencia de un efecto significativo de la proporción de harinas sobre la textura (Tabla 14).

Tabla 15. Resultados de ANOVA para picor.

PICOR

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr (>F)	
Chile	1	0.2	0.163	0.116	0.734	
Proporción harinas	2	1.5	0.760	0.540	0.584	
Juezf	49	274.0	5.591	3.972	4.24E-13	***
Chile:Prop	2	4.6	2.293	1.629	0.198	
Residuales	245	344.9	1.408			

Códigos: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '*' 0.1 '.' 1

Por último, en relación al picor, las variables no tuvieron ningún efecto es decir ni las proporciones de harinas ni el tipo de chile tienen algún efecto en la preferencia de picor.

En la Tabla 16 y la Figura 33 se muestran las medias de los prototipos para cada atributo.

Tabla 16. Medias de los prototipos para cada atributo.

	HA80HQ20C	HA70HQ30C	HA60HQ40C	HA80HQ20H	HA70HQ30H	HA60HQ40H
SABOR	5	4	4	5	5	4
TEXTURA	5	3	5	5	5	5
PICOR	6	4	4	5	4	4
COLOR	5	4	3	5	5	5

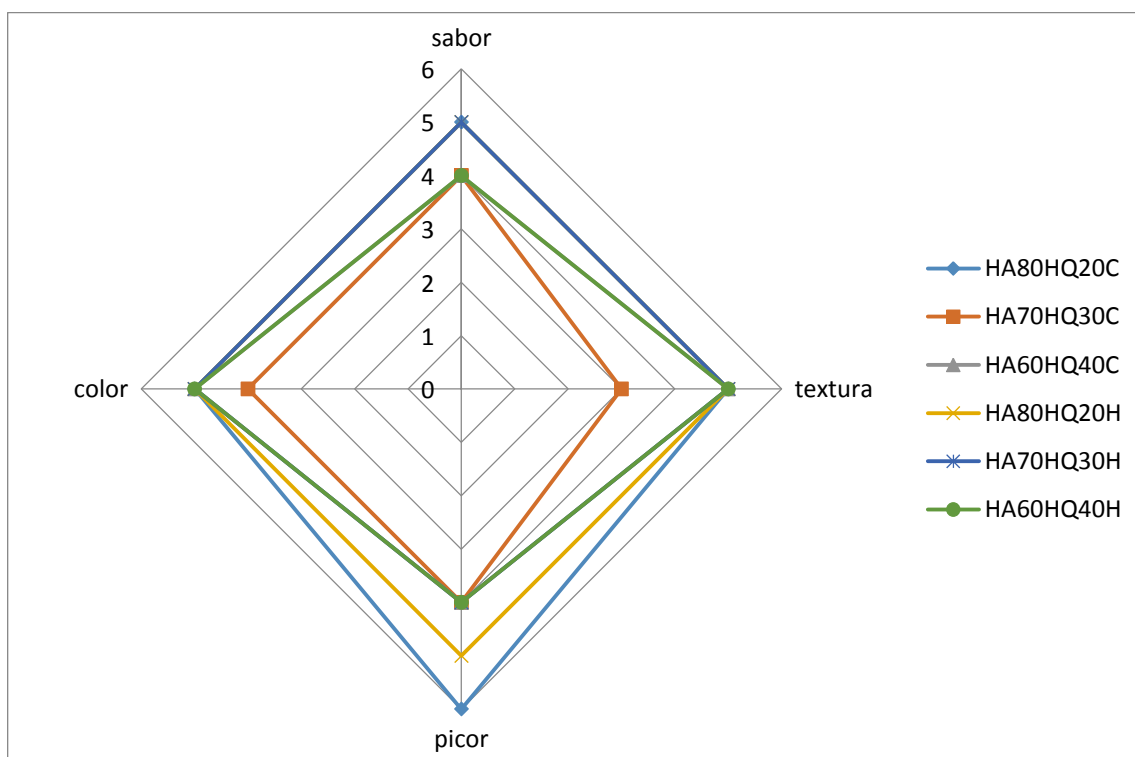


Figura 33. Representación radial de las medias de los atributos.

En conclusión, a partir del análisis de la evaluación sensorial se encontró que el chile que tuvo mayor preferencia promedio fue el chile chipotle. La preferencia media del sabor más alta fue la del prototipo con 80% de avena y 20% de quinoa. En cuanto al color y la textura, la preferencia promedio más alta la tienen las galletas con chile chipotle. Considerando lo anterior se decidió seleccionar el prototipo con chile chipotle y proporción de harinas 80:20.

3.4 Objetivo particular 3. Análisis químico y microbiológico

3.4.1 Composición química del prototipo seleccionado

Como se muestra en la Tabla 17, la humedad obtenida para la galleta elaborada es de 1.6, lo cual se le atribuye a la pérdida de humedad durante el proceso de horneado, que se realizó a una temperatura mayor a 100°C, lo que causó la evaporación de esta. Tomando en cuenta que los ingredientes utilizados para la elaboración de las galletas son de humedad baja, y donde en la formulación no hay ingredientes que retengan la humedad, el dato obtenido es razonable. Lo establecido por la norma oficial mexicana NOM-247-SSA1-2008 los productos como galletas deben de tener un contenido de humedad no mayor al 15%, donde nuestro producto está dentro de este límite. El contenido proteico es mayor respecto al contenido de las materias primas utilizadas, esto se atribuye a que hubo un enriquecimiento con la harina de quinoa y a que el huevo aporta proteínas al producto, este aumento también se atribuye a que se tiene un contenido bajo de humedad. El producto contiene una cantidad de 21.12% de grasa, lo cual se elevó por la adición de la manteca vegetal, este contenido de grasa puede afectar la vida útil del producto ya que se puede presentar un enranciamiento. Se obtuvo un resultado de 52% en el producto, lo cual es bajo respecto a la materia prima, esto se atribuye a que el contenido graso aumentó y los carbohidratos dependen del contenido graso.

Tabla 17. Composición del prototipo seleccionado

COMPOSICIÓN	RESULTADOS (%)
Proteína	12.1840
Lípidos	21.125
Cenizas	2.6616
Humedad	1.645
Carbohidratos	52.05
Fibra	9.7

3.4.2 Análisis microbiológico

Durante el proceso de elaboración del producto se lavaron, enjuagaron y se desinfectaron todos los utensilios, charolas y recipientes utilizados, la mesa de trabajo se desinfectó con una solución de cloro, con el fin de evitar contaminación cruzada y que se reprodujeran microorganismos que pudieran enfermar a los jueces en la evaluación sensorial. Como se muestra en la Tabla 18, los resultados en unidades formadoras de colonias por gramo del producto son de cero, aparte de que durante el proceso de elaboración se tuvo extremo cuidado de evitar contaminación cruzada, fue de mucha ayuda que las materias primas utilizadas como las harinas vienen en empaques sellados, así como el bajo contenido de humedad reduce el crecimiento microbiano. En el proceso de horneado se alcanza una temperatura de 180°C durante 20 min, condiciones óptimas para matar los microorganismos, atribuimos los resultados de 0 UFC/g de cada microorganismo analizado a las razones antes mencionadas.

Tabla 18. Resultados de análisis microbiológico

MICROORGANISMOS	UFC/g
Mesófilos	0
Coliformes	0
Mohos y levaduras	0

3.5 Objetivo particular 4. Estrategia de mercado

3.5.1 Mezcla de la mercadotecnia

- **PRODUCTO:** Galleta salada con chile elaborada a base de harina de avena y enriquecida con harina de quinoa (Figuras 34 y 35). Este producto busca satisfacer la necesidad del consumidor en cuanto calidad de proteínas se refiere, ya que la quinoa contiene todos los aminoácidos esenciales, también busca ofrecer una alternativa en el mercado de galletas saladas, teniendo como objetivo que la población consuma una galleta enriquecida proteicamente, con las propiedades de la avena y la quinoa.



Figura 34. Producto



Figura 35. Marca

Envase: Las cajas contarán con un diseño nuevo e innovador hechas de cartón debido a su bajo costo y a que se puede adaptar fácilmente a las necesidades de las galletas (Figuras 36 y 37); el empaque primario consta de una bolsa de polietileno de alta densidad sellada y será la encargada de mantener su frescura y calidad hasta el momento de su consumo.



Figura 36. Diseño de empaque del producto

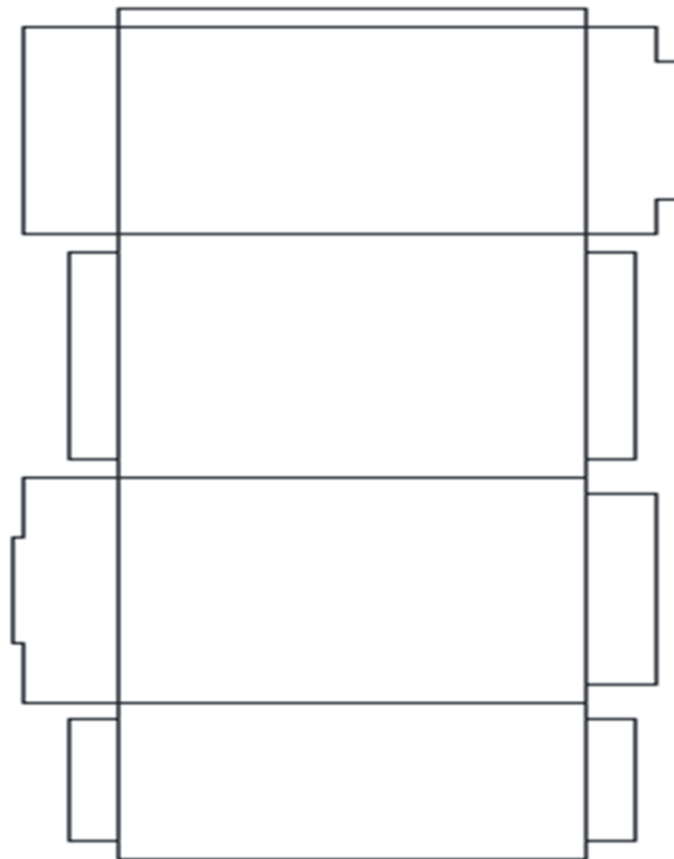


Figura 37. Boceto de empaque secundario del producto

ETIQUETA: Se hace uso de una etiqueta descriptiva, como se muestra en la Figura 38, ya que esta brinda información objetiva acerca del uso del producto, su hechura y otras características que son importantes en la mercadotecnia del producto.

Tamaño de porción (4 galletas)	28 g
Porciones por envase	9
	%
Proteínas	12.18
Grasa	21.12
Carbohidratos	52.05
Minerales	2.28
Fibra	9.97

Figura 38. Etiqueta del producto

- **PRECIO:** Presentación 250g: \$43.00 00/100 M.N.

De acuerdo a que el producto está en una etapa de introducción de acuerdo al ciclo de vida de un producto, la fijación de precio se basará en hacerle frente a las competencias, es decir fijar el precio dentro del intervalo de las principales marcas de galletas saladas existentes en el mercado; esperando de los consumidores una aceptación del producto en cuanto a precio se refiere.

- **PLAZA:**

➤ **Canales de distribución:** Las galletas se distribuirán en supermercados, tiendas de conveniencia y tiendas tradicionales.

- **Distribución:** El producto se pretende distribuir en la zona centro de la República Mexicana.
- **Frecuencia de mayor consumo:** D.F y Zona Metropolitana.
- **Impulso:** Hombres y mujeres preferentemente de los 20 años de edad en adelante. Población celíaca en general. Fase introductoria con anuncios en canales de TV de paga con horario vespertino.

- **PROMOCIÓN:**

La promoción que se manejara será una promoción estratégica agresiva, de la cual se utilizará la distribución puerta a puerta para asegurar que el consumidor haya probado la marca.

- Sociedades con las principales tiendas departamentales y de autoservicio de las zonas consideradas, así como con centros nutricionales.
- Creación de una página web donde se muestren los componentes y beneficios de SAVENOA® así como líneas de atención telefónica al consumidor.
- Publicidad en páginas concurridas de internet.
- Descuentos o promociones en la fase introductoria de SAVENOA®.

3.5.2 ANÁLISIS FODA

El análisis FODA es un análisis donde se detectan las Fortalezas, Oportunidades, Amenazas y Debilidades, por las iniciales de estas características se denomina FODA, las fortalezas nos indican los puntos favorables que se tienen del producto, las oportunidades son los aspectos positivos que podemos aprovechar de las fortalezas, las debilidades se refieren a los factores críticos negativos que se deben eliminar o reducir y por último las debilidades son aquellos factores críticos externos. A continuación, en la Figura 39 se muestra el análisis FODA que se le realizó al producto elaborado.

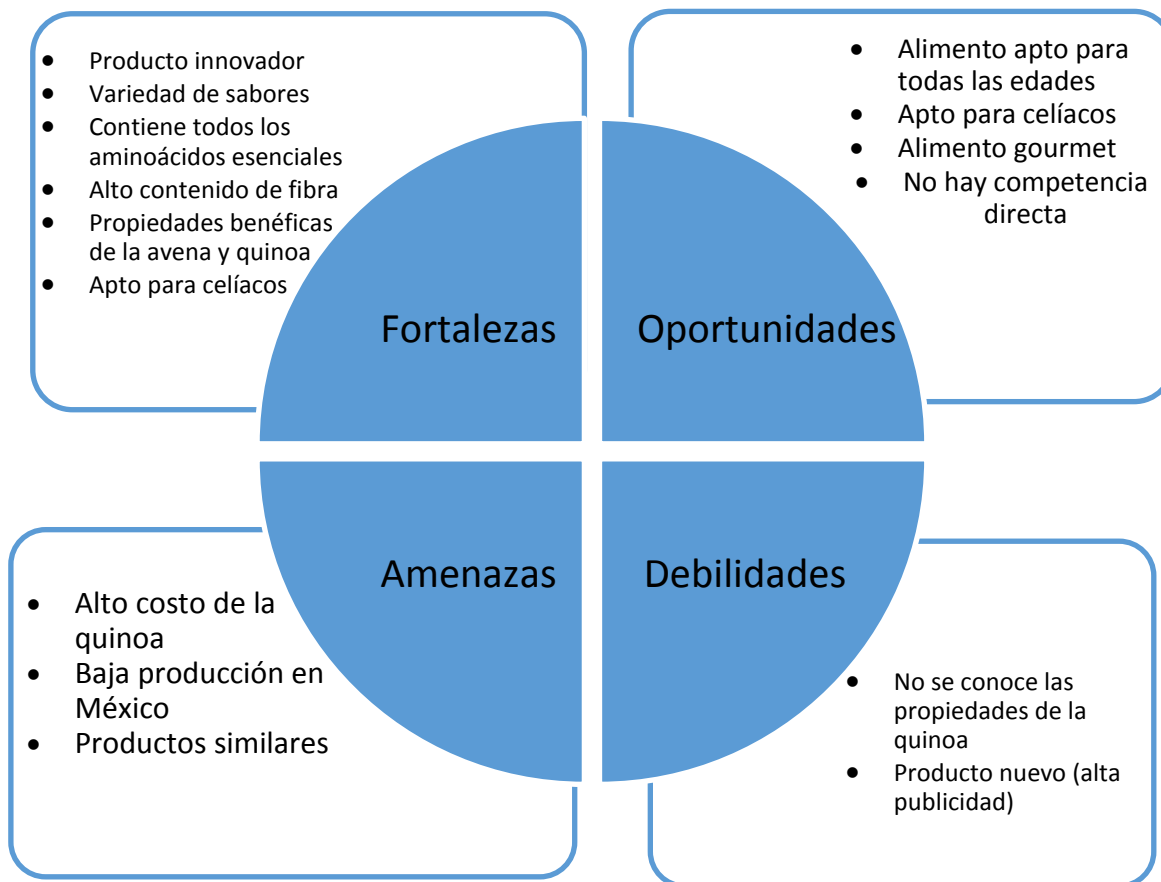


Figura 39: Análisis FODA de las galletas SAVENOA®

3.6 Objetivo particular 5. Estudio de vida útil

3.6.1 Pruebas microbiológicas, físicas y fisicoquímicas

- Resultados de pruebas microbiológicas.

Se encontraron 0 UFC/g de mohos y levaduras en las muestras analizadas, esto se debe a que desde la elaboración del producto se evitó la contaminación cruzada ya que al empacar se verificó que estuviera bien sellado, esto para evitar que se contaminara el producto mientras se encontraba en la cámara climática. El empaque utilizado ayudó a que el producto no adquiriera humedad en las condiciones y el tiempo experimentados, teniendo una humedad máxima de 6% aproximadamente que es una humedad baja para el desarrollo de microorganismos.

- Resultados de humedad del producto.

En el gráfico de la Figura 40 se muestra el aumento de la humedad con respecto al tiempo a las temperaturas de 45°C, 50°C y 55°C. El contenido de humedad máximo obtenido fue de aproximadamente 6.8%, 3.4 % y 4.8 %, respectivamente. Estos contenidos de humedad son menores que el contenido máximo establecido por la norma mexicana que es de 8% (NMX-F-006-1983). El objetivo del experimento fue establecer un modelo de la cinética de ganancia de humedad para poder predecir, a la temperatura regular de almacenamiento que es de 25°C, el tiempo en el cual el contenido de humedad es más alto que el especificado en la norma.

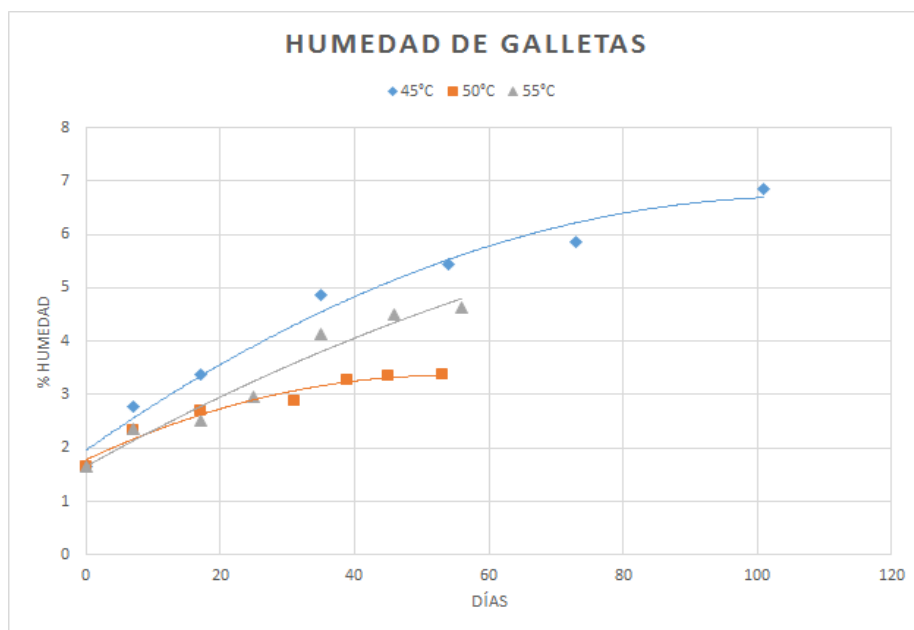


Figura 40. Humedad del producto a diferentes temperaturas.

Por medio del análisis de regresión se encontró que el siguiente modelo cuadrático fue el que mejor describe el comportamiento observado:

$$H = 84.70 + 0.06ti - 3.27te - 0.0002ti^2 + 0.03te^2,$$

donde H es el porcentaje de humedad, ti y te son el tiempo y la temperatura de almacenamiento respectivamente. El coeficiente de determinación R^2 fue de 0.91, lo cual es un indicio del buen ajuste de los datos al modelo, la Tabla 19 muestra el resumen del análisis de regresión. Sin embargo, al utilizar el modelo para predecir el comportamiento a

25°C se obtienen resultados irreales, por ejemplo, que la humedad inicial es de 22 %. Por lo tanto, este modelo es inapropiado para una extrapolación y para la estimación de la vida útil a 25°C.

El modelo, sin embargo, nos muestra que hay un intercambio de humedad y que este porcentaje aumenta, aunque existe la incertidumbre del momento en que se llega a un equilibrio. Se recomienda repetir el experimento en períodos más largos.

Tabla 19. Resumen estadístico del modelo ajustado para la relación entre la humedad, la temperatura y el tiempo.

Coefficiente de	Coefficiente de la variable estimado	Error estándar	Estadística t	Valor p
Intercepto	84.79	19.568	4.333	5.14*10 ⁻⁴
<i>ti</i> (Tiempo)	0.062	0.009	6.397	8.85*10 ⁻⁴
<i>te</i> (Temperatura)	-3.280	0.785	-4.178	7.1*10 ⁻⁴
<i>ti</i> ²	-0.0002	0.0001	-1.693	0.109
<i>te</i> ²	0.0322	0.008	4.115	8.12*10 ⁻⁴
Error estándar residual 0.4114 con 16 grados de libertad				
R cuadrada ajustada 0.92				
Estadística F con 4 y 16 grados de libertad 57.48, valor p: 2.72*10 ⁻⁹				

Los modelos más utilizados para extrapolar y predecir son aquellos en los cuales los descriptores del deterioro del alimento tienen cinética de orden cero o primero, y si el efecto de la temperatura sobre las cinéticas sigue el modelo de Arrhenius dado por la siguiente ecuación:

$$\ln k = \ln k_{ref} - \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right)$$

donde k_{ref} es la constante de la cinética de reacción a la temperatura de referencia T_{ref} , E_a es la energía de activación aparente (J/mol) y R es la constante de los gases (8.31 J/K/mol) (Pergiovani L. Y Limbo S, 2012). La interpretación de la energía de activación es diferente

a la que se da en cinética química, ya que los alimentos son complejos e intervienen muchas reacciones. Los resultados indican que el efecto de la temperatura en la cinética del porcentaje de humedad es diferente al descrito por el modelo de Arrhenius. La cantidad de agua que se transmite desde el exterior hacia el alimento, es regulada por el envase, y depende de: el grosor de sus paredes, su área superficial, y de la difusión del vapor de agua a través de sus paredes, que a su vez depende de las interacciones de las moléculas de agua con la matriz permeable. Esto lleva a requerir de modelos más complejos en los que es necesario conocer entre otras variables, los coeficientes de permeabilidad de los polímeros de los que están hechos los envases (Pergiovani L. Y Limbo S, 2012). Otra recomendación es continuar la investigación con diferentes envases, de los cuales se conozcan sus propiedades de permeabilidad.

Los experimentos con pruebas aceleradas son exploratorios y las estimaciones hechas se deben comprobar siempre en condiciones regulares de almacenamiento.

Dado que el aumento de los valores de humedad es relativamente pequeño, podemos concluir que el empaque cumplió con su función y pudo evitar el crecimiento microbiano.

- Resultados de dureza del producto.

La relación entre humedad y dureza se muestra en la Figura 41, el coeficiente de correlación entre humedad y dureza fue de -0.7. El coeficiente de correlación dice que, aunque existe una asociación entre la dureza y la humedad, esta asociación es débil.

Esta medición se hizo con el fin de establecer la dureza de las galletas cuando tienen 8% de humedad, que es el valor máximo establecido por la norma mexicana. Pero debido a la debilidad de la relación entre humedad y dureza los valores predichos se obtienen con una incertidumbre grande y poco práctica.

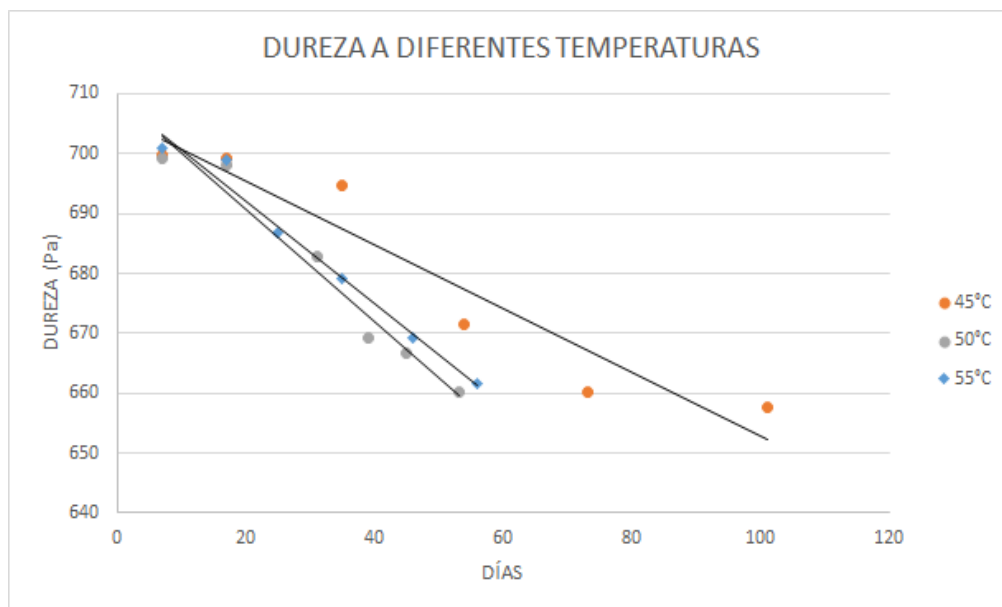


Figura 41. Dureza del producto a diferentes temperaturas.

Se observó un comportamiento lineal de la dureza con respecto a la temperatura y el tiempo. El modelo ajustado fue:

$$D = 683.07 + 1.52T_i + 0.49T_e - 0.045T_i * T_e$$

Dónde D es la dureza, T_i es el tiempo y T_e es la temperatura. En la Tabla 20 se resumen los resultados del análisis de regresión. El coeficiente de determinación ajustado fue 0.92 lo cual indica que 92 % de la variabilidad de los datos se explican por la variabilidad del tiempo y la temperatura. El efecto de interacción significativo está dado por el coeficiente del producto $T_i * T_e$ y muestra las diferentes tasas de pérdida de dureza a las temperaturas probadas, estas tasas fueron 3.5, 3.8 y 4 dureza/día, respectivamente para las temperaturas de 45°C, 50°C y 55°C.

Cabe destacar que las tasas y sus diferencias, aunque significativas son pequeñas y además es necesario el valor crítico de dureza para predecir la vida útil. Por otro lado, el efecto lineal del tiempo muestra que la pérdida de dureza tiene una cinética de orden cero, y el efecto lineal de la temperatura indica que el comportamiento es distinto al del modelo Arrhenius. El modelo obtenido es interesante por su sencillez, se recomienda continuar la

investigación y experimentar en periodos más largos para comprobar las capacidades predictivas del modelo.

Tabla 20. Resumen estadístico del modelo ajustado para la relación entre la dureza, la temperatura y el tiempo.

Variable	Coefficiente de la variable estimado	Error estándar	Estadística t	Valor p
Intercepto	683.075	25.594	26.689	$2.9 \cdot 10^{-13}$
Ti	1.521	0.597	2.589	0.0214
Te	0.494	0.520	0.950	0.358
Interacción Ti*Te	-0.046	0.012	-3.694	0.00241

Error estándar residual 4.552 con 14 grados de libertad
R cuadrada ajustada 0.92
Estadística F con 3 y 14 grados de libertad 69.57, valor p: 1.1e-8

3.6.2 Evaluación sensorial de vida útil

Para evaluar la vida útil sensorial se cuestionó la aceptación en general y también la aceptación tomando en cuenta los atributos sabor y textura del producto almacenado en distintos tiempos.

Se recuerda brevemente que el método de análisis, llamado análisis de supervivencia, consiste en encontrar un modelo que describa la distribución de probabilidad del tiempo para rechazar el producto almacenado a diferentes temperaturas. Si se encuentra un modelo apropiado, éste se utiliza para estimar la vida útil haciendo una predicción por extrapolación en la temperatura regular de almacenamiento. En la Tabla 21 se muestra un resumen de la estimación de la vida útil para 10%, 25% y 50% de rechazo, tomando en cuenta la aceptación en general. Para 50 % de rechazo se tiene una vida útil de 267 días, es decir cerca de 9 meses. La Tabla 21 muestra también el intervalo de 95% de confianza para

esta estimación. La interpretación del intervalo de confianza dice que es el intervalo en donde con una probabilidad de 0.95 se puede encontrar el valor real del parámetro estimado, en este caso, la vida útil sensorial. Se puede observar que el intervalo de confianza obtenido es muy amplio (de 69 a 1025 días) y es poco práctico.

Los resultados parciales del análisis de supervivencia para estimar la vida útil se muestran en el cuadro de la Figura 42. Determinar el tipo de censura que presentan los datos es la primera etapa del análisis. El proceso de censura eliminó 60% de datos, ya que de 180 datos iniciales (60 jueces por cada temperatura) se utilizaron solo 73. Los datos que se descartan son los datos en los que el juez rechazó el producto fresco (Hough, 2007). Esto significa que a una gran proporción del grupo de jueces no les gustó el producto fresco. El tamaño tan reducido de la muestra con la que se hizo el análisis de supervivencia puede ser la razón de la gran amplitud del intervalo de confianza.

Tabla 21. Resultados de vida útil para cualidades generales a 25°C.

Porcentaje	Estimado	ic bajo	ic alto	Error estándar
10	96.14245	24.85839	371.8411	66.34985
25	156.18592	40.96959	595.4183	106.63809
50	267.77781	69.95193	1025.0604	183.39354

Es importante señalar que esta forma de evaluar la vida útil se recomienda para consumidores, es decir para personas que habitualmente consumen el tipo de productos que se evalúan (Hough, 2010). Con productos novedosos se puede usar esta metodología, sin embargo, para poder estimar la vida útil con mayor precisión se recomienda seleccionar a personas que les guste el producto.

Los resultados que se pueden ver en Figura 42 son: la estadística “loglike” que se usa para seleccionar el modelo más apropiado, el modelo con menor “loglike” es el que se selecciona; el modelo seleccionado fue el modelo “lognormal”; los parámetros estimados

del modelo seleccionado, aquí también se da el intervalo de 95% de confianza; la prueba chi cuadrada que compara el modelo completo que incluye la temperatura con el modelo reducido sin la temperatura como covariable, el resultado es el valor p de la prueba, si es menor al 0.05 quiere decir que el modelo con la temperatura como covariable es significativo; la temperatura a la cual se va a predecir la estimación de la vida útil en grados Celsius; la vida útil estimada para 10%, 25% y 50% de rechazo, con el intervalo de 95% de confianza y error estándar; y por último una prueba chi cuadrada para comparar el modelo ajustado de Arrhenius con la restricción de que la desviación estándar es independiente de la temperatura con el modelo sin restricción en la desviación estándar, aquí el valor p debe ser mayor a 0.05 para decidir que el modelo de restringido es apropiado.

```

$loglike
modelos          logliks
1 weibull        82.57353
2 loglogistic    81.74290
3 lognormal      81.09950
4 gaussian       87.68668

$modelo
[1] "lognormal"

$musig
value      beta0  sigma  beta1
1 estimado -11.65579 1.1691085 4974.169
2 ic 95 % bajo -35.46409 0.8538962 -2700.956
3 ic 95% alto 12.15251 1.6006801 12649.294

$chiprob
[1] 0.2072534

$predecir.para
[1] 25

$vus

Porcent      Estimado      ic bajo  ic alto      Error est.
10           34.10276      4.739805 245.3683    34.33560
25           69.34537      9.827249 489.3312    69.13097
50           152.57420     21.447166 1085.4061   152.73444

$chiArrhenius
[1] 0.08838509

```

Figura 42. Cuadro de resultados del análisis de supervivencia para determinar la vida útil sensorial con pruebas aceleradas hecho con el paquete estadístico R.

- Resultados de la evaluación de la vida útil sensorial de acuerdo al sabor del producto.

Si se estima la vida útil como el tiempo de almacenamiento para el cual el 50% de los consumidores rechaza el producto porque no les gusta el sabor, la vida útil estimada de las galletas es de 196 días, aproximadamente seis meses y medio. Esta es una vida útil más corta que por el grado en general. Quiere decir que el sabor es un atributo crítico para la vida útil sensorial.

En la tabla 22 se muestra la vida útil estimada y se puede ver que, al igual que con la aceptación en general, se presenta el problema de ser muy poco precisa ya que el intervalo de 95 % de confianza es muy amplio y poco práctico. Es probable que haya un enranciamiento de las galletas y por eso se deteriore el sabor. Quizá otro atributo que se puede evaluar es específicamente el del sabor rancio.

El intervalo de 95% de confianza muy amplio se puede deber a que el proceso de censura de datos eliminó, como en el caso de la aceptación en general más de la mitad de los datos.

Tabla 22. Resultados de vida útil para la variable sabor a 25°C.

Porcentaje	Estimado	ic bajo	ic alto	Error estadístico
10	48.98206	6.466389	371.0327	50.60237
25	94.64155	12.91936	693.3023	96.15627
50	196.74259	69.95193	1449.6292	200.4733

- Resultados de la evaluación sensorial de la vida útil de acuerdo a la textura del producto.

En la textura se puede apreciar una diferencia muy grande en cuanto a la estimación de vida útil, como se muestra en la Tabla 23, donde el estimado en días para el 50% de rechazo es de 4313, lo cual equivale a 11.8 años de vida útil, que es un tiempo de vida demasiado

grande para un alimento de este tipo, y poco realista. También aquí se tuvo el problema de que el proceso de censura eliminó más de la mitad de los datos y como consecuencia se tiene un modelo poco útil para hacer extrapolaciones. No obstante, se puede decir que parece ser que la textura influye menos que el sabor en la determinación de la vida útil.

Tabla 23. Resultados de vida útil de la variable textura a 25°C.

Porcentaje	Estimado	ic bajo	ic alto	Error estadístico
10	1055.911	130.7228	8529.10	1125.450
25	2134.085	239.3389	19028.74	2382.240
50	4313.164	419.1614	44382.39	5129.961

CONCLUSIONES

Los resultados de las pruebas realizadas al prototipo seleccionado demuestran el éxito obtenido en el proyecto, que incluye obtener un alimento funcional, enriquecido con proteínas de alta calidad, apto para celíacos y que sea aceptado por el público en general.

Con los resultados obtenidos en el estudio de mercado, se concluye que se debe hacer una introducción del nuevo producto, es decir difundir las propiedades de la avena y la quinoa, ya que, aunque el 62% de las personas dice tener conocimiento al respecto, se debe incrementar este número para ampliar el mercado.

De acuerdo a las pruebas sensoriales realizadas, el prototipo que tuvo mayor preferencia por los consumidores fue el que corresponde a la formulación con chile chipotle y combinación de harinas 80/20 (80% harina de avena, 20% harina de quinoa). Se pudo concluir que, al no tener familiaridad con el sabor, es necesario mejorar el nivel de aceptación al producto entre la población.

En la parte mercadológica se encuentra como mejor opción un marketing mix que haga competencia a las principales marcas en el mercado, teniendo como respaldo el contenido proteico y la calidad de las proteínas para hacerles frente, como la principal fortaleza del producto.

Las propiedades de la galleta (sabor y textura) juegan un importante papel en la elección sobre una comercial a la nuestra. En este caso es difícil concluir ya que no existe un producto comercial parecido al nuestro que utilice la misma materia prima. Sin embargo, se dieron buenos comentarios sobre el sabor de nuestro producto.

Con el resultado de las pruebas microbiológicas se puede demostrar el efecto del seguimiento puntual de las buenas prácticas de manufactura consiguiendo así un producto microbiológicamente inocuo aún después de someterlo a pruebas de vida útil acelerada.

Los materiales usados son de costo tal que el producto final no tiene como ventaja competitiva el precio a cliente final, razón por la cual se comercializaría como producto de calidad gourmet y enalteciendo las propiedades nutricionales y de calidad.

A partir de las pruebas realizadas de vida útil del producto se concluye que tiene un periodo de consumo acorde a productos de este tipo (267 días). Cabe destacar la importancia del empaque utilizado, el cual concluimos que fue efectivo, ya que no dejó que penetrara mucha humedad, lo que fue vital para que no hubiera crecimiento microbiano en el producto y se pudiera conservar mejor.

RECOMENDACIONES

Tomar en cuenta el crecimiento de la producción y aceptación de la quinoa en México, lo que ofrecerá un mejor horizonte mercadológico a mediano plazo, por lo que a futuro será necesario repetir el análisis de mercado teniendo en cuenta las nuevas condiciones de costo y aceptación de este cultivo.

Para futuros estudios de vida útil acelerada se recomienda aumentar el tiempo del experimento, ya que en este caso la calidad del producto no se vio afectada de manera importante, por lo que realmente no se llegó al final de la vida útil.

Así mismo se recomienda ampliar el número de jueces para la evaluación sensorial en el estudio de vida útil, además de seleccionar a aquellos que sean consumidores frecuentes de productos enfocados a la conservación de la salud, para evitar el rechazo por predisposición.

Asegurar la estandarización de los equipos y procedimientos para garantizar resultados confiables y la replicación del experimento.

REFERENCIAS

- ALADI (Asociación Latinoamericana de Integración), O. d. (2014). *Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua*. Santiago.
- Alimentación. (2012). *La industria de alimentos en México*. Recuperado el 1 de junio de 2015, de <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/63590-la-industria-alimentos-mexico>
- Alimentos.org. (2015). *Aminoácidos de la avena*. Recuperado el 1 de junio de 2015, de <http://alimentos.org.es/aminoacidos-avena>
- Antón, Marysol. Alimentos mejorados. *La Nación* [en línea]. 6 agosto 2005. [fecha de consulta: 1 de junio de 2015]. Disponible en: <<http://www.lanacion.com.ar/727733-alimentos-mejorados>>.
- Anzaldúa, A. (2005). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Arciniega, C. M. (2010). *Mercadotecnia para la carrera de diseño y comunicación visual*. México.
- Bai J. *Guía práctica de la organización Mundial de Gastroenterología. Enfermedad Celiaca*. 2010. Vol.21
- Bai J., Zeballos E. (2010.) *Guía práctica de la organización mundial de Gastroenterología. Enfermedad celiaca. Guía clínica*. WGO Practice Guideline on Celiac Disease [Official Spanish translation of the WGO].
- Bartrina, J. A. (2009). *Alimentos funcionales y salud en la etapa infantil y juvenil*. Panamericana.

- Burrows B.D. (1986). *Oats*. Chemistry and Technology. E. American Association of cereal chemists.; St.Paul MN, pp. 33-116.
- Bonillas, R.A. (2002). *La avena y sus efectos hipocolesterolémicos*. Quaker Oats Companu Acrchives. 42:47-69.
- Celiacos de México (2011). *El gluten, otra vez*. Recuperado el 27 de febrero de 2015, de <http://celiacosdemexico.org.mx/e.l-gluten-otra-vez.html>.
- Conde, J., & Barbera, E. (2013). *Fermentación Ácido láctica del extracto de quinua*. Congreso Científico de la Quinua. (pág. 11). La paz Bolivia.
- Espinosa. J. (2007). *Evaluación Sensorial*. La Habana, Cuba: Editorial universitaria.
- FAO. (2012). *Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua*.
- FESNAD (2007). *Alimentos funcionales*. Recuperado el 1 de junio de 2015 de https://www.asturias.es/Astursalud/Ficheros/AS_Salud%20Publica/AS_Promocion%20de%20la%20Salud/Programas%20de%20Educaci%C3%B3n/Infancia%20y%20adolescencia/presentacion.pdf
- Fischer, L. (2011). *Mercadotecnia*. McGraw-Hill.
- Ford, A. (2012). *Alimentos funcionales*. University of Florida.
- Fox, J. (2005). The R Commander: A Basic Statistics Graphical User Interface to R. *Journal of Statistical Software*, 14(9): 1--42.

- Gil Angel (2010) Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los alimentos Volumen 2. 2ª Ed. Madrid: Médica Panamericana. Pp 97-138.
- Godás, L. (2006). *El ciclo de vida del producto*. Offarm.
- Gómez y Bonastre, O. (2005) Elaboración de productos para enfermos celíacos. *Revista tecnológica e Higiene de los Alimentos*. 365: 40-45
- Hough, G. Fisman, S. *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. Madrid, España: CYTED.
- ISPCH, (2006). Instituto de Salud Pública de Chile. *Especial de Enfermedad Celíaca*. Disponible en: <http://www.ispch.cl/documentos/tenga/celiaca.pdf>
- Kerin R. A. (2014). *Marketing* (Undécima edición). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Kirberg, A. S. (1991). *Mercadotecnia: Desarrollo de nuevos productos*.
- Kirk R. S, Sawyer R (1999) *Pearson's composition and analysis of foods*, 9ªed. Addison's-Wesley LingmanInc, Harlow, England. p.285
- Lees R. (1989) Análisis de los alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad. (2da. ed) Zaragoza:Acribia.
- Liria, M. R. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*, Lima: Agrosalud.
- López, R. E. *Economía Mexicana*. 25 de septiembre de 2012. [Recuperado el 1 de junio de 2015] de <http://rafagueta.blogspot.mx/2012/09/economia-del-pan.html>

- Montoya L.A., Martínez L., Peralta J. (2005). *Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Mosquera, H. F. (2009). *Efecto de la inclusión de harina de quinua (Chenopodium quinoa wild) en la elaboración de galletas*. Bogotá: Univerisdad Nacional De Colombia.
- Man, D. 2000. *Scientific principles of shelf-life evaluation*. En: Shelf-Life evaluation of foods. London: Blackie A &P, pp. 3-23
- NOM-247. (2008). 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.
- Olivas, R. (2013). *Producción de chile chipotle de calidad uniforme utilizando gas combustible y leña*. Universidad Autónoma de Chihuahua. [Recuperado el 1 de junio de 2015] en: <http://www.gastronomiaycia.com/2009/01/29/chipotle/>
- Osa, JM. *Herbáceos extensivos: cereales*. 2a. ed., Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia, 2007. pp. 138-139.
- Parson, D. B. *Manuales para la educación agropecuaria*. Trigo, cebada y avena. 2ª Edición. SEP/Trillas.México D.F, pp.1-28, 1989.
- Pedrero, D; Pangborn, R, (1996). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Métodos analíticos”. Editorial Alhambra Mexicana. México.

- Pergiovani L.; Limbo S (2012). Packaging-Food Interactions in Shelf Life Modeling. In Shelf Life Assessment of Food. Nicoli María Cristina Ed. CRC Press.
- Potter, N; Hotchkiss J. (1995). *Food Science*. New York: Chapman & Hall. 5ta ed, pp 114-115.
- PROINPA (2011). *La quinua, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. FAO. Bolivia.
- Reyes E. (2006). Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región andina. *AVANCES Investigación en Ingeniería*. (5). Disponible en: http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-5/r5_art10.pdf
- Robles, R. (1983). *Producción de granos y forrajes*. 4ª Edición. Editorial Limusa. México D.F. pp. 267-280.
- Rojas, W; Pinto, M. (2013). *La diversidad genética de quinua de Bolivia*. Consejo Científico de la Quinua, (pág. 15). La paz-Boliva.
- R Core Team (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rohrig, Brian. *Chili Picante: Muy Picante!* ChemMatters [en línea]. Diciembre 2013. [fecha de consulta: 1 junio 2015]. Disponible en: <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/resources/highschool/chemmatters/spanishtranslations/chemmatters-dec2013.pdf>
- Romo, S., et al. *Potencial nutricional de harinas de quinua (Chenopodium quinoa w), variedad piartal en los andes colombianos (segunda parte)*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol. 5 (2), 2007, pp. 45-47.

- Ronco, Ana. (2013). *La nutritiva y saludable avena y su aporte de beta glucanos*. Universidad de Chile, INTA.
- SAGARPA. *Impulsarán SAGARPA y UTO cultivo de quinoa en Puebla*. 26 de enero de 2015. [Recuperado el 1 de junio de 2015] de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/puebla/boletines/Paginas/B2601R15.aspx#>
- Sancho, J; Bota, E. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Ediciones Universitat de Barcelona. Barcelona, España.
- Salas, O. T. (2014). *Aspectos técnicos a considerar en el desarrollo de nuevos productos*. (pág. 67). México.
- Seymour & Efstratios. (1986). *Interaction of water with flavor constituents of bakery products*. The Shelf life of food and beverages. Elsevier Science Publishers, 303-312.
- Sierra, L. M., & Romero, C. E. (2006). *Utilización de la harina de quinua (Chenodium quinoa wild) en el proceso de panificación*. Bogotá: Universidad de la Salle.
- Talaya, E. A. (2008). *Principios del Marketing*. Madrid: ESIC.
- Taub, I. (1988). *Food Storage Stability*. Washington, D.C.: CRC Press.
- Venegas, O. (2009). *Propiedades funcionales de la harina de avena*. La Habana.
- Vidal, M. C. (2014). *Manual de nutrición Kelloggs*.

- Wioletta B., *et al.* *Chemical composition and nutritive value of husked and naked oats grain.* Journal of Cereal Science, Vol. 49, 2009. Pp. 413-418.