



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**Waffles funcionales de harina compuesta a
base de frijol (*phaseolus vulgaris l.*) y trigo,
con alto contenido de proteína y fibra**

TESIS

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

PRESENTAN:

OCHOA HERNÁNDEZ DONAJI

AVALOS DELGADO YAKCIRI VIRIDIANA

ASESORA:

M. EN C. SANDRA MARGARITA RUEDA ENRÍQUEZ

COASESORA:

DRA. MARÍA EUGENIA RAMÍREZ ORTIZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2018



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.

ÍNDICE

RESUMEN	1
SUMMARY	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES	5
1.1. El frijol	5
1.1.1. Morfología y estructura	5
1.1.2. Composición y funcionalidad	7
1.1.3. Producción nacional	11
1.2. El trigo	12
1.2.1. Composición	12
1.2.2. Funcionalidad	13
1.2.3. Producción nacional	13
1.3. La inulina	14
1.3.1. Composición	14
1.3.2. Funcionalidad	15
1.3.3. Producción nacional	16
1.4. Los productos de panificación	16
1.4.1. Definición de Waffles	17
1.4.2. Consumo nacional	17
1.5. Alimentos Funcionales	18
1.5.1. Clasificación de Alimentos funcionales	18
1.6. Análisis de perfil de textura (TPA)	19
1.6.1. Parámetros de análisis	20
1.7. Análisis sensorial	21
1.7.1. El estímulo y los sentidos	22
1.8. Pruebas sensoriales	24
1.8.1. Prueba de aceptabilidad	24
1.8.2. Condiciones de aplicación	25
1.9. Mercadotecnia	25
1.9.1. El mercado	26
1.9.2. Estudio de mercado	26
1.10. Atributos del producto	27
1.10.1. Marca	27
1.10.2. Envase	28
1.10.3. Etiqueta	31
1.11. Desarrollo de nuevos productos	31
1.11.1. Metodología	32
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	33
2.1. Objetivos	33
2.1.1. Objetivo general	33
2.1.2. Objetivos particulares	33
2.2. Cuadro metodológico	34
2.3. Materiales y métodos	35

2.3.1.	Actividades preliminares.....	35
2.3.2.	Objetivo particular 1. Estudio de mercado.....	38
2.3.3.	Objetivo particular 2. Selección de prototipo.....	40
2.3.4.	Objetivo particular 3. Análisis al prototipo seleccionado	42
2.3.5.	Objetivo particular 4. Comparación textural y nutrimental	43
2.3.6.	Objetivo particular 5. Empaque	44
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS		45
3.1.	Actividades Preliminares	45
3.1.1.	Análisis químico de harina de frijol	45
3.1.	Objetivo particular 1. Estudio de mercado.....	46
3.2.	Objetivo particular 2. Selección del prototipo.....	51
3.3.	Objetivo particular 3. Análisis al prototipo seleccionado	55
3.3.1	Análisis químico de waffles de frijol	55
3.3.1	Análisis microbiológico de waffles de frijol	55
3.4.	Objetivo particular 4. Comparación textural y nutrimental	56
3.4.1	Comparación textural de waffles de frijol y waffles EGGO	56
3.4.1	Comparación nutrimental de waffles de frijol y waffles EGGO	58
3.5.	Objetivo particular 5. Envase.....	60
3.5.1	Selección de envase y empaque	60
3.5.2	Diseño de marca y etiqueta	63
CONCLUSIONES.....		64
RECOMENDACIONES.....		66
REFERENCIAS		67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química y nutrimental del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	10
Tabla 2. Propiedades funcionales de la inulina y derivados.	15
Tabla 3. Clasificación de productos funcionales.	18
Tabla 4. Parámetros de análisis de perfil de textura.	20
Tabla 5. Clasificación de los sentidos.	23
Tabla 6. Factores para elección de envase.	29
Tabla 7. Ventajas del polipropileno como envase.	30
Tabla 8. Funciones de la etiqueta.	31
Tabla 9. Mallas utilizadas.	36
Tabla 10. Diseño de dos factores completamente aleatorizados.....	40
Tabla 11. Formulaciones de los 6 prototipos de waffles de frijol.....	40
Tabla 12. Análisis químicos y texturales.	42
Tabla 13. Análisis químico de harina de frijol.....	45
Tabla 14. Niveles de significancia por atributo.	52
Tabla 15. Composición química del prototipo seleccionado.	55
Tabla 16. Límites máximos de la NOM-247-SSA1-2008 Y NOM-147-SSA1-1996.	56
Tabla 17. Comparación de las propiedades texturales del prototipo con el producto comercial	58
Tabla 18. Comparación nutrimental del waffle de frijol con el producto comercial.	59
Tabla 19. Propiedades del Polipropileno biorientado (BOOP)	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de una semilla de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	6
Figura 2. Principales estados productores de frijol 2013-2016.	11
Figura 3. Producción nacional de trigo 2014/2015 (%).	13
Figura 4. Estructura química de la inulina: con una molécula terminal de glucosa (β -D-glucopiranosil) (A) y con una molécula terminal de fructosa (β -D-fructopiranosil) (B).	14
Figura 5. Gráfica general del análisis del perfil de textura.	20
Figura 6. Sensograma.....	22
Figura 7. Anatomía del ojo humano.	23
Figura 8. Sección de la piel.....	23
Figura 9. Anatomía del oído.....	23
Figura 10. Esquema de la cavidad nasal.	23
Figura 11. Distribución en la lengua de cada uno de los sabores básicos.	23
Figura 12. Tipos de marcas.....	28
Figura 13. Modelo con pasos en las actividades.	32
Figura 14. Diagrama de proceso para la obtención de harina de frijol.....	36
Figura 15. Diagrama de proceso para la elaboración de waffles de frijol.	38
Figura 16. Encuesta de estudio de mercado para waffles de frijol.....	39
Figura 17. Cuestionario de evaluación sensorial con atributos para waffles de frijol.....	41
Figura 18. ¿Cuanto te preocupa consumir alimentos que ayuden al cuidado de tu salud?	46
Figura 19. ¿Conoces las propiedades nutritivas del trigo y del frijol?	47
Figura 20. ¿Con que frecuencia consumes alimentos saludables?.....	47
Figura 21. ¿Te gustan los waffles?	48
Figura 22. ¿Con que frecuencia consumes waffles?	48
Figura 23. Si te brindaran información sobre el beneficio de consumir waffles de harina de frijol y trigo con alto contenido de proteína y fibra, ¿los consumirías?.....	48
Figura 24. ¿Con que frecuencia consumirías waffles con alto contenido de proteína y fibra?	49
Figura 25. ¿Como sería la manera más accesible y preferible de adquirirlos?	49
Figura 26. ¿En qué tipo de presentación te gustaría encontrar este tipo de producto?	50
Figura 27. ¿Que probabilidad hay de que lo comprase?	50
Figura 28. Gráfica de medinas de agrado general.....	51
Figura 29. Gráfica de cajas. Medianas de olor para 6 prototipos.....	52
Figura 30. Gráfica de cajas. Medianas de color para 6 prototipos.....	52
Figura 31. Gráfica de cajas. Medianas de sabor para 6 prototipos.....	52
Figura 32. Gráfica de medinas de textura	53
Figura 33. Gráfica radial de interacción de prototipos por atributo 20,50 y 80 % de frijol, (c) con inulina y (s) sin inulina.	54
Figura 34. Comparación del análisis de perfil de textura para waffles de frijol vs comerciales.	57

Figura 35. Bolsas de polipropileno biorientado con micro perforaciones.....	60
Figura 36. Diseño de impresión general de 2 dimensiones del envase.....	62
Figura 37. Isologotipo de waffles de frijol "Bizaabe".....	63

RESUMEN

Las nuevas tendencias en la producción de alimentos giran en torno al desarrollo de hábitos alimenticios saludables, esto debido al aumento en la población mexicana de enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes y la hipertensión.

El sector panadero integrado por los productores de pan, centros de investigación, proveedores de ingredientes, etc. Inmersos en esta dinámica que dictan los mercados están, adecuando sus procesos y enfatizando el desarrollo de nuevos productos que satisfagan las demandas del consumidor a través utilización de harinas de diversos cereales (linaza, avena, arroz etc.) y leguminosas (garbanzo y frijol) o aislados de proteína, ácidos grasos Omega-3 o fibras solubles en su producción, es decir compuestos que aporten algo extra a los productos de consumo regular.

Por estas razones el objetivo de este proyecto fue crear una alternativa para los consumidores, a través del desarrollo de waffles funcionales, sustituyendo en un 80% la harina de trigo por harina de frijol y adicionando un prebiótico que funciona como fibra soluble (inulina) para obtener un producto con alto contenido de proteína y fibra.

Para conocer la factibilidad del desarrollo del producto se realizó un estudio de mercado entre la población mexicana preocupada por su salud, encontrando que el 91% de la población consume waffles una vez al mes, pero al tener una alternativa funcional su consumo incrementaría a una vez por semana en un 68%. Posteriormente se realizaron seis formulaciones variando la porción de harina de frijol y trigo (20:80, 50:50, 80:20) y de inulina (1% y sin). Los seis prototipos se compararon mediante una prueba sensorial de aceptabilidad, utilizando la prueba estadística no paramétrica de Friedman; se seleccionó el prototipo que contenía 80% frijol y 20% trigo (028) por su aporte y calidad de proteínas y fibra en comparación con el resto de los prototipos. Para determinar la calidad sanitaria del producto, se realizó el conteo de coliformes totales, mohos y levaduras (NOM-247-SSA1-2008) obteniendo un producto libre de patógenos. Se compararon parámetros texturales y el aporte nutrimental del prototipo con un producto comercial similar, obteniendo en las pruebas de textura un producto más duro y que aporta un 65% más de proteína y cinco veces más de fibra que el producto comercial. Se seleccionó un envase de polipropileno transparente para contener seis piezas de 100 g por envase que para conservar al producto se decidió que fuera de cartón en forma de prisma triangular y se etiquetó de acuerdo a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010(2015) y el manual de etiquetado (COFEPRIS, 2018).

SUMMARY

The new trends in food production revolve around the development of healthy eating habits, due to the increase in the Mexican population of chronic-degenerative diseases such as diabetes and hypertension.

The baker sector integrated by bread producers, research centers, suppliers of ingredients, etc. Immersed in this dynamic that the markets dictate, adapting their processes and emphasizing the development of new products that satisfy the demands of the consumer through the use of flours of various cereals (flaxseed, oats, rice etc.) and legumes (chickpea and beans) or isolates of protein, Omega-3 fatty acids or soluble fibers in their production, that means compounds that contribute something extra to the products of regular consumption.

For these reasons, the objective of this project was to create an alternative for consumers, through the development of functional waffles, replacing wheat flour by 80% with bean flour and adding a prebiotic that functions as a soluble fiber (inulin) to obtain a product with a high content of protein and fiber.

To know the feasibility of product development, a market study was conducted among the Mexican population concerned about their health, finding that 91% of the population consumes waffles once a month, but having a functional alternative their consumption would increase once per week by 68%. Subsequently, six formulations were made varying the portion of bean and wheat flour (20:80, 50:50, 80:20) and inulin (1% and without). The six prototypes were compared by a sensory test of acceptability, using Friedman's nonparametric statistical test; the prototype containing 80% beans and 20% wheat (028) was selected for its contribution and quality of proteins and fiber compared to the rest of the prototypes. To determine the sanitary quality of the product, the total coliforms, molds and yeasts were counted (NOM-247-SSA1-2008). The results were a product free of pathogens. Textural parameters and the nutrimental contribution of the prototype were compared in a texture tests with a similar commercial product. The prototype was harder than the commercial product, providing 65% more protein and five times more fiber. A transparent polypropylene container was selected to contain six pieces of 100g per container which, in order to preserve the product, was decided to be made of triangular prism cardboard and labeled according to NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2015) and the labeling manual (COFEPRIS, 2018).

INTRODUCCIÓN

Se ha reportado que dos terceras partes de la población a escala mundial habitan en lugares donde la obesidad se relaciona con otras enfermedades que causan la muerte, y se ha referido que la mortalidad por diabetes está asociada con la obesidad, enfermedades cardiovasculares y diferentes tipos de cánceres (OMS, 2008). En México más del 70 % de la población adulta (mujeres, 71.9 %; hombres, 66.7 %) entre los 30 y los 60 años, tiene exceso de peso (Olaiz, Rivera, Shamah, Rojas, Villalpando y Hernández, 2006). Los factores principales a los cuales se atribuyen las causas del sobrepeso y la obesidad han sido el aumento en el consumo de alimentos hipercalóricos, ricos en grasas, sal y azúcar y pobres en vitaminas, minerales y fibra (Black, 2008).

La panificación es un área que permite elaborar productos saludables, ya que el pueblo mexicano tiene gusto por el pan, y los waffles son un postre crocante que se hace a partir de una mezcla líquida de leche, harina, huevos y azúcar. Se vierte esta mezcla entre dos planchas calientes, y en 5 minutos ya está listo. En su superficie se le coloca toppings a gusto del cliente, como salsas calientes en otros casos dulces, chocolate, frutilla, crema, helado, frutas, jamón, queso, etc. (Castro, Terán y Sumba, 2000). Se pueden distinguir claramente diversas tendencias en el sector panadero a nivel industrial; utilizando harinas integrales en la formulación de masas panaderas, desarrollo y adición de nuevas enzimas para mejorar las harinas, adicionando ácidos grasos y aislados de proteínas con el fin de obtener productos de alto valor nutricional (Hallberg, 2002).

Actualmente existen en el mercado varias fibras de diferente origen que pueden ser adicionadas a las formulaciones de panificación un ejemplo de estas fuentes es el frijol que incrementa el volumen específico de masas, la cantidad de agua retenida y extiende la vida de anaquel de los productos panificados debido al contenido de proteínas que tiene (Marquart y Cohen, 2005), también, contiene cantidades significativas de vitaminas como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3) y ácido fólico; minerales como hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio, y calcio y fibra dietética, entre otros compuestos. El frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) es originario de México por lo que es costumbre consumirlo a nivel nacional. Es un cultivo de gran importancia por la superficie sembrada, que asciende a 1.85 millones de hectáreas con un volumen de producción de 1.31 millones de toneladas (SIACON, 2003).

Por su parte la harina de trigo contiene entre un 65 y un 70 % de almidones, pero su valor nutritivo fundamental está en su contenido, ya que tiene del 9 al 14% de proteínas; siendo

las más importantes la gliadina y la gluteína (CANIMOLT, 2015). Otro ejemplo de aditivo funcional es la inulina, un prebiótico, es decir, “un ingrediente alimenticio no digerible que produce un efecto beneficioso en el hospedador al estimular el crecimiento selectivo y/o la actividad metabólica de un número limitado de bacterias en el colon” (Gibson, 1995). Adicionalmente el consumo de frijol y otras leguminosas han sido benéficos sobre la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad, enfermedades de los huesos y algunos tipos de cáncer (Kabagambe, Bayln, Ruiz, Siles y Campos, 2005). Consideramos que continuará la tendencia de sustitución de productos, pero buena parte será de derivados del trigo y sus harinas a más productos integrales; también a productos como los panes de otros cereales y leguminosas. Los alimentos se estarán orientando hacia productos “funcionales”, sanos, inocuos, con buena reputación alimenticia (CANIMOLT, 2015). Por esta razón se consideró el desarrollo de waffles funcionales a base de frijol, que brindarán al consumidor una opción de alimentos con un mayor valor nutrimental en comparación con productos similares.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1.1. El frijol

En la República Mexicana existen cerca de 70 variedades de frijol. Es un alimento antiguo. Hasta finales del siglo XIX se aceptó, que el frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) tuvo origen en el nuevo mundo. en la región mesoamericana, específicamente en México y que de ahí se difundieron algunas especies hacia el sur del continente. Los textos españoles del siglo XVI mencionan la presencia del frijol en México: por ejemplo, con base en el Códice Mendocino, que escribe los tributos entregados a Moctezuma Xocoyotzin II. El vocabulario de las lenguas nativas incluía las palabras etl. jetl, o exotl, mientras que en la maya se usa jul y chenek para referirse a esta leguminosa. Se han descubierto semillas. Fragmentos de vainas y plantas de frijol en restos arqueológicos en el valle de Tehuacán Puebla, con antigüedad de 7000 años.

El frijol es un miembro de la familia de las leguminosas *Phaseolaceae*, subfamilia *papilionoideae*. Dentro del grupo de las especies leguminosas. el frijol común es una de las más importantes. Es una planta anual, herbácea intensamente cultivada desde la zona tropical hasta las templadas. Aproximadamente hay 500 variedades estudiadas. Se cree que, de las 1300 especies de leguminosas existentes, sólo cerca de 20 son comúnmente consumidas por los seres humanos (Maldonado, 2005).

1.1.1. Morfología y estructura

La semilla de frijol presenta formas muy variables, desde esféricas hasta cilíndricas. En los cultivares más comunes la semilla presenta forma arriñonada, correspondiendo la depresión al hilo elíptico en cuyo fondo hay un disco blanco rodeado de una prominencia uniforme ocurúntula (Ver figura 1). La semilla está constituida por dos cotiledones compuestos que contienen carbohidratos (60%) y proteínas (22%), contiene además grasa y minerales. Su contenido en agua es muy bajo (10 a 15%) (Moran ,1969).

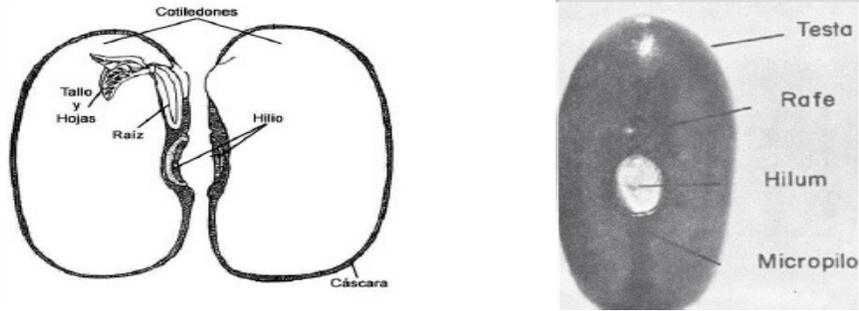


Figura 1. Estructura de una semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

Fuente: Toledo (1995).

- **Testa:** parte fuerte de la semilla y parcialmente impermeable al agua, impide la evaporación excesiva de agua de las partes internas de la semilla e impide la entrada de parásitos.
- **Hilio o hilium:** es una cicatriz que queda al separarse la semilla de su tallo(funículo).
- **Micrópilo:** es un pequeño poro cercano al hilio y a través de este se realiza la absorción de agua.
- **Rafe:** es un bordo en la semilla producido por el encorvamiento contra en funículo. Embrión. El embrión, o planta en miniatura de la semilla, está formado por el cotiledón, el epicotíleo y el hipocotíleo.
- **Cotiledón:** son las hojas de la semilla.
- **Epicotíleo:** parte del eje embrionario que queda arriba de su punto de unión con los cotiledones.
- **Hipocotilo:** queda debajo de su punto de unión con los cotiledones. Al germinar la semilla; las células meristemáticas del hipocotíleo se desarrollan para formar la raíz primaria. La punta del hipocotíleo en crecimiento es la radícula (Hernández, 2008).

La semilla es exalbuminosa, de forma arriñonada. Las partes externas más importantes de la semilla del frijol son: la testa o cubierta, el hilum, el micrópilo y el rafe. La testa corresponde a la capa del ovulo. El hilum es la cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta la semilla con la placenta. El micrópilo es una abertura en la cubierta de la semilla, cerca del hilum; sirve principalmente para la absorción de agua. El rafe proviene de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del ovulo. Internamente, la semilla está constituida solamente por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocotilo, los cotiledones y la radícula (Toledo, 1995).

1.1.2. Composición y funcionalidad

El frijol es la leguminosa de más alto consumo en México ya que tiene características especiales como: alto contenido de proteína, vitaminas B₁ y B₂, niacina, sales minerales, ácidos orgánicos, ceras y lignina (Ortega y Rodríguez, 1976), esto se puede observar en la tabla 1. El consumo de frijol y otras leguminosas han sido benéficos sobre la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad, enfermedades de los huesos y algunos tipos de cáncer (Kabagambe et. al. 2005).

1.1.2.1. *Proteínas*

El frijol aporta mayores cantidades de proteína que los cereales y con una mejor calidad en sus aminoácidos. El porcentaje de proteínas en cultivos de frijol común comercial, con un intervalo de valores de 14 a 30% están reportados en diversas variedades del frijol, además parece que los factores ambientales, tales como la localización geográfica y el cambio de estación pueden substancialmente influir en el contenido proteico de los frijoles (Sharma, et.al., 1978). Estudios sobre variación genética y herencia de composición de aminoácidos han sido centrados sobre el contenido de aminoácidos azufrados metionina y cisteína porque son los aminoácidos esenciales limitantes en las proteínas del frijol (Evans y Boulter, 1978).

Ma y Bliss (1978), Dicen que fraccionando las proteínas del frijol de algunos cultivares encontraron que el % del total de proteínas de ese material contenía 35 a 46% de globulina I o faseolina, 12 a 16 albúminas, 2 a 4 prolaminas y 20 a 30 de albúminas solubles en álcalis. La principal fracción proteica del frijol común es una glicoproteína que constituye del 40 a 60% del total de la proteína. Esta proteína fue primeramente aislada y caracterizada y llamada faseolina por Osborne (Osborne, 1984).

Las lectinas son glicoproteínas con la única propiedad de ser capaces de ligar sacáridos y sacáridos conteniendo proteínas de una manera altamente específica. Además de aglutinar los eritrocitos, las lectinas pueden interactuar con otro tipo de células (Sgarbieri y Whitaker, 1982).

1.1.2.2. *Fibra*

El papel que juega la fibra del frijol como fitoquímico es por su efecto hipocolesterolémico, es decir, porque disminuye hasta un 10% el colesterol en la sangre. También el almidón resistente del frijol puede ejercer el mismo efecto que la fibra. Por otra parte, la fermentación en el colon de la fibra soluble y el almidón resistente que generan ácidos grasos de cadena corta, provoca la disminución de la síntesis hepática del colesterol (Ulloa, et. al., 2007).

La fibra insoluble se compone principalmente de lignina y polisacáridos no almidonosos (hemicelulosa y celulosa). Tiene capacidad de retención de agua y por ende consigue formar mezclas de baja viscosidad, incrementando el llenado gástrico, la masa fecal y también acelera el tránsito intestinal (Escudero y González, 2006).

1.1.2.3. Hidratos de carbono

Las pentosas, polímeros de moléculas de azúcar de 5 carbonos son usualmente encontradas en las cubiertas de ciertas semillas. Las pentosas embeben el agua fuertemente. Algunas semillas de leguminosas son ricas en mananas, polímeros de cadenas larga de azúcar. Las péctinas carbohidratos de polímeros de cadena larga de ácido galacturúrico están unidas entre las paredes celulares (lámina media) de las semillas. Las pectinas son compuestos principalmente de ácido péctico y propectinas y sales de calcio y magnesio. Otros carbohidratos frecuentes en las semillas incluyen estaquiosa (tetrasacárido), rafinosa (trisacárido), sacarosa (disacárido), la reserva se almacena en raíces y tallos, pero no en semillas (Gardner, 1985).

El mayor contenido de carbohidratos es de 50 a 60% del peso seco del frijol común (Sathe, 1985) El rango en contenido de almidón es de 35 a 60% del peso seco del frijol (Maza y Calviño, 1988). El contenido de oligosacáridos de la familia rafinosa (rafinosa, estaquiosa y verbascosa) varía de 2 a 6%; otros carbohidratos del frijol común incluyen las sustancias pécticas arabinogalactanas y xiloglucanas (Reddy y Selunke, 1978).

1.1.2.4. Compuestos fotoquímicos

A los componentes o ingredientes fisiológicos activos de ciertos alimentos denominados nutracéuticos o funcionales se les conoce con el término fitoquímico. A su vez, un alimento nutracéutico o funcional es aquel que, por sus componentes fisiológicos activos, proporciona beneficios más allá de la nutrición básica y puede prevenir enfermedades o

promover la salud. Algunos de los fitoquímicos actualmente reconocidos en el frijol son: polifenoles, ácido fítico, taninos, inhibidores de tripsina y lectinas (Ulloa et. al., 2007).

A. Ácidos fenólicos

Los compuestos fenólicos se clasifican principalmente en ácidos fenólicos (como ácido vainílico, ácido gálico y ácido coumárico) y en flavonoides antocianinas, taninos condensados, flavonoles, catequinas e isoflavonas). Los compuestos fenólicos se clasifican principalmente en ácidos fenólicos (como ácido vainílico, ácido gálico y ácido coumárico) en flavonoides antocianinas, taninos condensados, flavonoles, catequinas e isoflavonas) Xu y Chang (2009) sometieron harinas de frijol pinto y negro a sistemas de cocción y hervido y vapor con o sin presión, evaluando sus contenidos de fenoles totales y capacidad antioxidante. Informaron que el proceso de cocción a vapor con presión retiene e incluso incrementa el contenido de ácidos fenólicos de los frijoles cocidos, tales como el ácido gálico (de 23.35 a 114.57 $\mu\text{g/g}$), ácido 2,3,4-trihidroxibenzoico (de 2.48 a 5.21 $\mu\text{g/g}$), ácido clorogénico (de 195.0 a 212.5 $\mu\text{g/g}$) y vainillina (de 16.92 a 17.69 $\mu\text{g/g}$) entre otros.

B. Antocianinas

Estos compuestos juegan un papel triple son: favorecedores de la fotosíntesis, como protectores contra la depredación y como precursores de la lignina. Se ha reportado que algunas antocianinas diacetiladas inhiben la actividad de α -glucosidasas provocando la reducción de la glucosa postprandial en ratas debido a la supresión de la hidrólisis del almidón en el intestino (Matsui, 2002).

C. Taninos

Los taninos son un grupo de compuestos fenólicos dentro de los flavonoides que generalmente tiene la habilidad para actuar como agentes complejadores de proteínas (Smulikowska et. al., 2001). Diversos autores han demostrado que el contenido de compuestos fenólicos presentes en leguminosas como el frijol común está íntimamente relacionado a la inhibición de radicales libres (Oomah et. al., 2005) Evaluaron el efecto antioxidante de variedades de frijol común mediante extractos etanolicos. Encontraron de un 10 a 46% de inhibición de la per oxidación lipídica, siendo ejercido el mayor efecto antioxidante en la cascarilla de frijol común (Cardador et. al, 2006).

Tabla 1. Composición química y nutrimental del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

Indicadores	Contenido	Requerimientos mínimos diarios (adultos)
Composición química %		
Proteína	14 – 33	
Lípidos	1.5 – 6.2	
Fibra total	14 – 19	
Insoluble	10.1 – 13.4	
Soluble	3.1 – 7.6	
Cenizas	2.9 – 4.5	
Carbohidratos	52 – 76	
Calidad de proteína		
Digestibilidad	52 – 75	
Relación de eficiencia proteínica	0.7 – 1.5	
Aminoácidos esenciales (g/100gproteína)		
Fenilalanina + Tirosina	5.3 – 8.2	6.3
Isoleucina	2.8 – 5.8	2.8
Leucina	4.9 – 9.9	6.6
Lisina	6.4 – 7.6	5.8
Metionina + Cisteína	1.2 – 1.5	2.5
Treonina	4.4 – 7.0	3.4
Triptófano	-	1.1
Valina	4.5 – 6.7	3.5
Vitaminas (mg/100g)		
Tiamina (B1)	0.86 – 1.14	1.5
Riboflavina (B2)	0.14 – 0.27	2.2
Niacina (B3)	1.16 – 2.68	0.019
Piridoxina (B6)	0.34 – 0.64	2.0
Acido fólico	0.17 – 0.58	0.5
Minerales (mg/100g)		
Calcio	9 – 200	800 – 1000
Cobre	0.7 – 1.2	
Fósforo	460	800 - 1000
Hierro	3.8 – 7.6	15
Magnesio	200	300 – 400
Zinc	2.2 – 4.4	15
Otros componentes		
Taninos (mgeq.cat./g)a	9.6 – 131.4	
Inhibidores de tripsina (UIT/mg)b	13 – 29	
Acido fítico (%)	0.6 – 2.7	

Fuente: Paredes, Guevara y Bello (2006).

1.1.3. Producción nacional

En México, la variedad *Phaseolus vulgaris L.* es el segundo producto más importante en el sector agroalimentario, no sólo por ser una fuente de ingresos para miles de productores, sino también por ocupar un lugar importante dentro de la dieta de la población, principalmente la de los estratos sociales de menores ingresos (SIACON-SAGARPA, 2016). En 2015, se cosechó el 92.6 por ciento de las 1.68 millones de hectáreas sembradas de frijol. La producción de frijol en México creció a una tasa promedio anual de 1.6 por ciento entre 2005 y 2015. En las siete principales entidades productoras de frijol se concentró el 76.6 por ciento de la cosecha nacional en 2015: Zacatecas (29.9 por ciento), Durango (11.5 por ciento), Sinaloa (8.7 por ciento), Chihuahua (9.9 por ciento), Chiapas (6.2 por ciento), San Luis Potosí (4.6 por ciento y Guanajuato (5.7 por ciento), (ver figura 2).

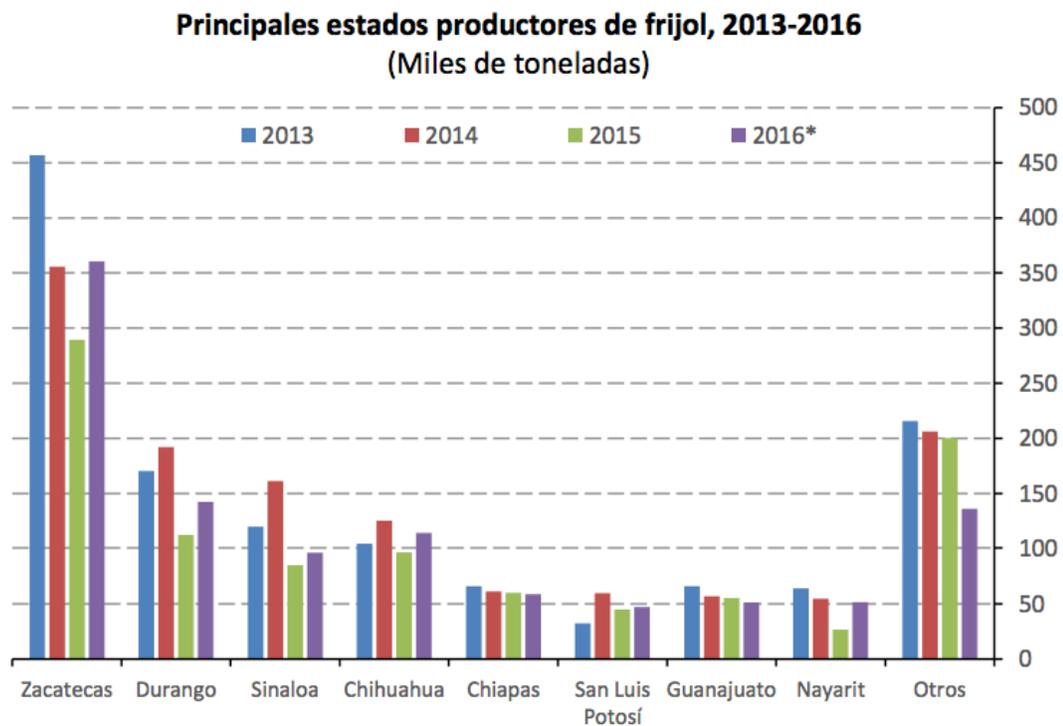


Figura 2. Principales estados productores de frijol 2013-2016.

Fuente: SIAP-SAGARPA (2016).

En ese último año, el rendimiento promedio obtenido en riego fue de 1.52 toneladas por hectárea, mientras que en temporal fue de 520 kilogramos por hectárea. Así, el rendimiento

general de la producción de frijol en México se ubica en 620 kilogramos por hectárea (SIAP-SAGARPA, 2016).

1.2. El trigo

Los cereales son el alimento más consumido en los países en desarrollo y representan una gran proporción de los gastos de hogares de bajos ingresos. El trigo es el cereal más utilizado en la alimentación humana, debido al alto valor energético y a un mayor contenido de proteínas en comparación con el maíz y el arroz. Este cereal se cosecha en prácticamente todo el mundo, aunque en el hemisferio norte hay mejores condiciones para su cultivo (FAO, 2002).

1.2.1. Composición

La composición del grano de trigo puede variar de acuerdo a la región, condiciones de cultivo y año de cosecha. También la calidad y cantidad de nutrientes dependen de las especies de los trigos que influirán en sus propiedades nutritivas y funcionales (Kamal et. al., 2009).

Los hidratos de carbono totales constituyen del 77 al 87% de la materia seca total y son los componentes más importantes, de los cuales aproximadamente el 64% es almidón y el resto, carbohidratos solubles e insolubles que constituyen la fibra dietética. La fracción insoluble está compuesta principalmente por celulosa y hemicelulosa (Kent, 1987).

Las proteínas pueden dividirse en dos grupos: las proteínas del gluten o de almacenamiento y las proteínas que no forman gluten, englobando a la mayoría de las enzimas. Las albúminas y globulinas se encuentran en el germen, el salvado y la aleurona, y en menor proporción en el endospermo, conteniendo un buen balance de aminoácidos. Las prolaminas y gluteninas se encuentran en el endospermo, distinguiéndose por sus altas concentraciones de glutamina y prolina (Gómez, León y Rosell, 2007).

1.2.2. Funcionalidad

Las proteínas son las que otorgan principalmente la capacidad de esponjamiento de la harina de trigo, además del almidón y los lípidos. Las glutelinas y gliadinas forman el gluten que, junto con los lípidos y el agua, son responsables de las propiedades de viscoelasticidad y cohesividad de la masa panadera. El gluten, por su alto contenido en prolina (14% del total de aminoácidos) no posee una conformación helicoidal, favoreciendo que los grupos amida de la glutamina (37% del total de aminoácidos) formen puentes de hidrógeno intra e intermoleculares; sumado a esto, el gluten también es rico en cisteína que permite la formación de puentes disulfuro inter e intramoleculares, los cuales se forman durante el amasado. Las interacciones hidrofóbicas e hidrofílicas ayudan a que los polímeros se orienten longitudinalmente originando una red elástica y cohesiva para la formación del esponjado producido por la generación de CO₂, producto de la fermentación (Kamal et. al., 2009; Badui, 2013).

1.2.3. Producción nacional

Para el año agrícola 2014/2015, la producción nacional de trigo alcanzó los 3 millones 710 mil toneladas, lo que representó un ligero incremento del 0.6%. Para el año agrícola 2015 (ciclos OI 14/15 y PV 15) se tuvo una producción de 3 millones 711 mil toneladas, de las cuales el 92% se concentró en tan sólo 7 entidades federativas: Sonora (43%), Baja California (14%), Guanajuato (10%), Sinaloa (9%), Chihuahua (6%), Jalisco (5%) y Michoacán (5%) (CANIMOLT, 2015) como se muestra en la figura (3).

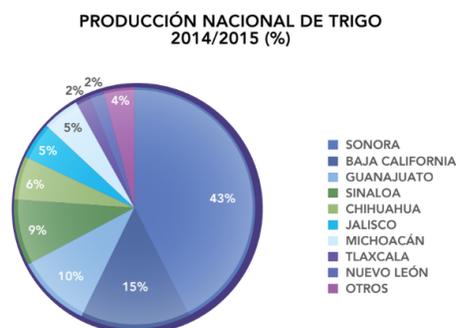


Figura 3. Producción nacional de trigo 2014/2015 (%).

Fuente: CANIMOLT, con datos del SIAP-SAGARPA (2015).

1.3. La inulina

La inulina es un carbohidrato de reserva energética presente en más de 36.000 especies de plantas (Flickinger, Van Loo y Fahey, 2003). Son producidas por la mayoría de las plantas dicotiledóneas como carbohidratos de reserva.

1.3.1. Composición

Se obtiene de manera industrial de Achicoria por extracción de agua caliente. La inulina está constituida por moléculas de fructosa unidas por enlaces β -(2 \rightarrow 1) fructosil-fructosa (ver figura 4), siendo el término “fructanos” usado para denominar este tipo de compuestos (Watherhouse y Chatterton, 1993).

Dada su configuración química, los fructanos no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas humanas, por lo que permanecen intactos en su recorrido por la parte superior del tracto gastrointestinal; no obstante, son hidrolizados y fermentados en su totalidad por las bacterias de la parte inferior del tracto gastrointestinal (intestino grueso, colón). De esta manera, este tipo de compuestos se comportan como fibra dietética (Madrigal y Sangronis, 2007).

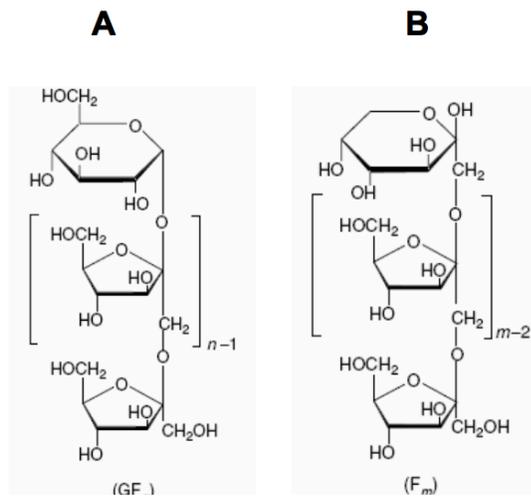


Figura 4. Estructura química de la inulina: con una molécula terminal de glucosa (β -D-glucopiranosil) (A) y con una molécula terminal de fructosa (β -D-fructopiranosil) (B).

Fuente: Franck (2006).

La inulina y sus derivados ofrecen múltiples usos como ingredientes en la formulación de productos como se muestra en la tabla 2. La inulina tiene propiedades similares a las del almidón, mientras que la oligofructosa presenta propiedades más parecidas a la sacarosa (Williams, 1999). En la elaboración de panes de trigo con adición de inulina para sustituir la grasa vegetal no se modificaron las características reológicas de la masa antes de hornear y la calidad sensorial del producto terminado (Wang, Rusel y Benedito, 2002).

1.3.2. Funcionalidad

Tabla 2. Propiedades funcionales de la inulina y derivados.

<i>Aplicación</i>	<i>Funcionalidad</i>
Productos lácteos	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, emulsificantes, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes.
Postres congelados	Textura, depresión en el punto de congelación, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes.
Productos untables	Estabilidad de emulsión, textura y capacidad de ser untado, sustituto de grasas.
Productos horneados	Disminución de aw, sustituto de azúcares.
Cereales de desayuno	Crujencia, capacidad de expansión.
Preparación con frutas (no ácidas)	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, estabilidad de emulsión, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes.
Aderezos de ensaladas	Cuerpo y palatabilidad, sustituto de grasas.
Productos cárnicos	Textura, estabilidad de emulsión, sustituto de grasas.
Chocolate	Sustituto de azúcares, humectante.

Fuente: Franck (2002).

La inulina es un prebiótico, es decir, “un ingrediente alimenticio no digerible que produce un efecto beneficioso en el hospedador al estimular el crecimiento selectivo y/o la actividad metabólica de un número limitado de bacterias en el colon” (Gibson y Roberfroid, 1995). El consumo de inulina se ha relacionado con diversos beneficios a la salud, entre los cuales el de mayor impacto sería el relacionado a la disminución de riesgo de enfermedades cardiovasculares, las cuales constituyen la primera causa de mortalidad en el país. Asimismo, también se han determinado propiedades benéficas en cuanto a enfermedades que afectan a un gran número de la población como son enfermedades del tracto gastrointestinal, osteoporosis, diabetes y cáncer de colon (Marquina y Santos, 2001).

1.3.3. Producción nacional

Se hace énfasis que el mercado potencial es a nivel internacional, identificados por su alta demanda y mayor beneficio económico son los mercados en Estados Unidos y Europa. Se presenta también a consideración el mercado asiático como incursión a un nuevo mercado, tomando como base parte de su cultura alimenticia. En cuestión de exportación, actualmente la industria ha concentrado sus exportaciones hacia los Estados Unidos, en 2007 las exportaciones de inulina hacia este país representaron un 47% del total, pero para 2012 ya representaban un 60%. Los volúmenes exportados en este mismo periodo de tiempo, observaron un cambio en precio de \$0.95 dólares por kilo a \$1.65 dólares por kilo. Un cambio relevante en la industria de la inulina, es el precio de exportación que experimentó un aumento de 71% en el periodo 2007 a 2013 al pasar de \$2.9 dólares por kilo y llegar a \$4.07 dólares en enero 446 mil kilos a 1 millón 332 mil. El precio promedio por kilo en dólares de la inulina se ha mantenido en el rango de \$3.17 dólares a \$3.45 dólares considerando todas las importaciones de inulina en Estados Unidos provenientes de todos los países productores. Con este dato se muestra que el precio de exportación de la inulina proveniente de México se vuelve poco competitivo al rebasar esta barrera de precios (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2007).

1.4. Los productos de panificación

Se refieren a los obtenidos de las mezclas de harinas de cereales o harinas integrales o leguminosas, agua potable, fermentados o no, pueden contener: sal comestible, mantequilla, margarina, aceites comestibles hidrogenados o no, leudante, polvo para hornear, especias y otros ingredientes opcionales tales como , azúcares mieles, frutas, jugos u otros productos comestibles similares , pueden o no emplea aditivos para alimentos; sometidos a un proceso de horneado o cocción o fritura; con o sin relleno o con cobertura, pueden ser mantenidos a temperatura ambiente , en refrigeración o en congelación según sea el caso (CANIMOLT, 2015).

1.4.1. Definición de Waffles

Especie de torta que al cocinarse su masa queda crujiente, parecida a una galleta, que se cocina entre dos placas calientes, llamadas Waffleras. Hecho a base de una mezcla líquida de leche, harina y huevo. En su superficie se le coloca toppings a gusto del cliente, como salsas calientes en otros casos dulces como dulce de leche, chocolate, frutilla, crema, helado, frutas, crema chantilly, jamón, queso, etc. (BID, 2009).

1.4.2. Consumo nacional

Las medidas emprendidas por el Gobierno Federal para el combate al sobrepeso y la obesidad han afectado en cierta medida el consumo de algunos productos de la panificación industrial, especialmente por el Impuesto Especial para Productos y Servicios (IEPS) que grava los productos que tienen un mayor contenido de carbohidratos (azúcares) y grasas; las ventas de pan blanco e industrial han presentado un comportamiento positivo en lo general, compensando en cierta medida la pérdida de volumen de otros productos como el pan dulce, elaborados por nuestra industria.

Las galletas se han convertido en un alimento de suma importancia en la alimentación básica del mexicano, como alimento complementario de las comidas (galletas saladas), o bien como un postre (galletas dulces), por sus características de fácil disponibilidad y precios accesibles para todos los bolsillos.

Las galletas saladas son un producto que aparentemente se ha beneficiado de la caída en las ventas de otros segmentos de los que compran panificación industrial, ello bajo la percepción de los consumidores de ser una alternativa saludable y por su facilidad de distribución, venta y conservación, se ha venido posicionando como una creciente opción para el acompañamiento de los alimentos o como parte de algunos platillos.

Como reflejo de ello, para el año 2015 las ventas de galletas saladas ascendieron a 157 mil toneladas, volumen que representó un crecimiento del 23% con relación al año anterior. De igual manera, el valor de las ventas ascendió a 4 mil 255 millones de pesos, lo que representa un incremento real del orden del 27% anual (CANIMOLT, 2015).

1.5. Alimentos Funcionales

La definición del ILSI (1998) establece que un alimento puede ser considerado funcional si se ha demostrado de manera satisfactoria que posee un efecto beneficioso sobre una o varias funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, siendo esto relevante para la mejoría de la salud y el bienestar y/o la reducción del riesgo de enfermar. Es importante destacar que los Alimentos Funcionales han de seguir siendo ante todo un alimento, por lo que no se consumirán en forma de píldoras, cápsulas, polvos, etc. (Ver tabla 3).

1.5.1. Clasificación de Alimentos funcionales

Según el ILSI (1998), un alimento funcional puede ser:

- Un alimento natural.
- Un alimento al que se le ha agregado o eliminado un componente por alguna tecnología o biotecnología.
- Un alimento donde la naturaleza de uno o más componentes ha sido variada.
- Un alimento en el cual la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes ha sido modificada. Cualquier combinación de las anteriores posibilidades.

Tabla 3. Clasificación de productos funcionales.

Tipo	Definición
Productos Fortificados	Son alimentos suplementados en forma significativa en su contenido natural de nutrientes esenciales (tienen que indicarse en el rótulo) .
Productos Enriquecidos	Son aquellos a los que se han adicionado nutrientes esenciales, no encontrados normalmente en dicho alimento.
Productos	Alimento del cual un componente perjudicial ha sido removido, reducido o substituido con otra substancia con efectos benéficos (por ejemplo, la

alterados	reducción de grasas saturadas) .
Productos mejorados	Alimento en el cual uno de los componentes ha sido naturalmente mejorado mediante condiciones especiales de crecimiento, manipulación genética o de otras formas

Fuente: Clara (2010).

1.6. Análisis de perfil de textura (TPA)

La textura es un atributo de calidad utilizado en la industria de los alimentos, tanto en frescos como procesados, para evaluar la aceptabilidad y la calidad; entre las características principales encontramos la dureza, que es importante especialmente en frutas y verduras, ya que estima la frescura de ellas (Konopacka y Plochanski, 2004).

En la actualidad, el método instrumental comúnmente utilizado es el análisis del perfil de textura (TPA), que imita las condiciones a que se somete el material durante el proceso de masticación (Scott-Blair, 1958). Con respecto a los productos alimenticios, esto implica comprimir el producto por lo menos dos veces y cuantificar los parámetros mecánicos de las curvas de fuerza–deformación (Chen y Opara, 2013).

Son curvas que supervisan y registran los eventos característicos espaciales o temporales de muestras durante las mediciones de textura de alimentos. El TPA configura un 'puente' de medida objetiva a la sensación subjetiva y hace que las características de textura de alimentos sean más predecibles (Chen y Opara, 2013). Obteniendo estas curvas podemos obtener una simulación del esfuerzo de la mandíbula al morder, dando a conocer el comportamiento del alimento con respecto a la fuerza aplicada. La figura 5 muestra un ejemplo de una curva típica de este análisis.

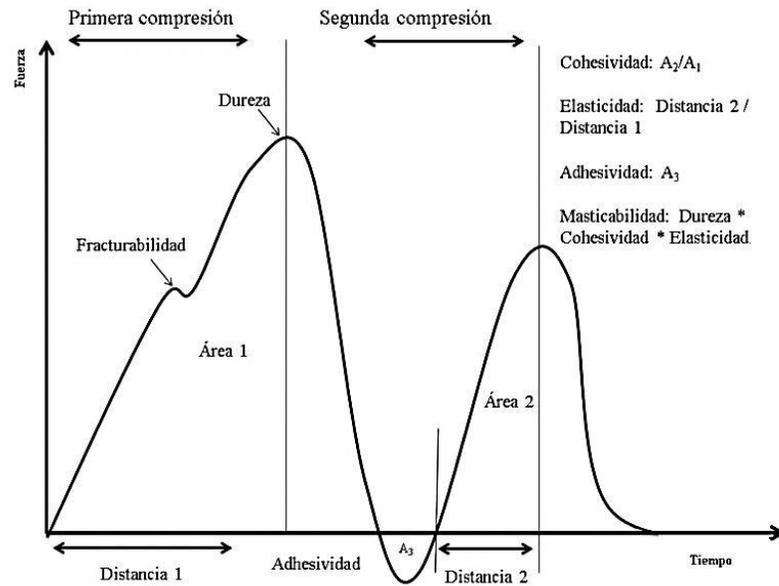


Figura 5. Gráfica general del análisis del perfil de textura.

Fuente: Hleap & Velasco, (2010).

1.6.1. Parámetros de análisis

Los parámetros básicos a determinar en el análisis del perfil de textura fueron establecidos de acuerdo a Szczesniak (1963) y Bourne (1978) calculados con base en la Tabla 4.

Tabla 4. Parámetros de análisis de perfil de textura.

Parámetro	Definición	Determinación	Unidades
Fracturabilidad	Fuerza necesaria para fracturar la muestra	Fuerza en la primera ruptura significativa de la muestra.	Newton (N)
Dureza	Fuerza necesaria para lograr una deformación determinada	Máxima fuerza durante el primer ciclo de compresión	Newton (N)

Adhesividad	<p>“Fuerza” de los enlaces internos que mantiene la estructura de una muestra [Szczeniak, 1963]. Representa la resistencia de un material a una segunda deformación con relación a como este se comportó en un primer ciclo de deformación. Mide el trabajo realizado en la segunda compresión dividido entre el trabajo durante la primera compresión [Bourne, 1968].</p>	<p>Área negativa después del primer ciclo de compresión. Representa el trabajo necesario para separar la superficie del equipo y la muestra</p>	Joule (J)
Cohesividad	<p>Capacidad que tiene una muestra deformada para recuperar su forma o longitud inicial después de que la fuerza ha impactado en ella.</p>	<p>Relación entre el área positiva del segundo ciclo de compresión (A_2) y el área positiva del primer ciclo (A_1). Excluyendo la porción de áreas durante la descompresión de la muestra [Szczeniak, 1963; Bourne, 1978]</p>	Relación A_2/A_1
Elasticidad	<p>Capacidad que tiene una muestra deformada para recuperar su forma o longitud inicial después de que la fuerza ha impactado en ella.</p>	<p>El cociente L_2/L_1</p>	<p>Adimensional. Una longitud dividida por la otra longitud.</p>
Gomosidad	<p>Fuerza necesaria para desintegrar una muestra de alimento semisólido a un estado tal que facilite su ingesta.</p>	<p>Producto de la dureza y la Cohesividad</p>	Newton (N)
Masticabilidad	<p>fuerza necesaria para masticar un alimento sólido hasta un estado tal que permita su ingesta</p>	<p>Producto de la dureza, Cohesividad y elasticidad</p>	Newton (N)

Fuente: Szczeniak (1963) y Bourne (1978).

1.7. Análisis sensorial

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

El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Lawless y Heymann, 2010).

1.7.1. El estímulo y los sentidos

Cuando un estímulo alcanza los órganos sensoriales es convertido en una señal nerviosa que viaja hasta el cerebro (Gallegos, 2010). Debido a experiencias previas en la memoria, el cerebro puede interpretar, organizar e integrar la sensación recibida en una percepción obteniéndose una respuesta. Sin embargo, es común que dos personas o más puedan tener una respuesta diferente a un mismo estímulo. Esto se puede deber a que existe una variación en la sensación recibida y en la sensibilidad que presenta cada ser humano, o la interpretación que el cerebro hace del estímulo (Meilgaard et. al., 1999), (Ver figura 6). Los sentidos son los medios con los que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea, como lo es la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído (Ver tabla 5).

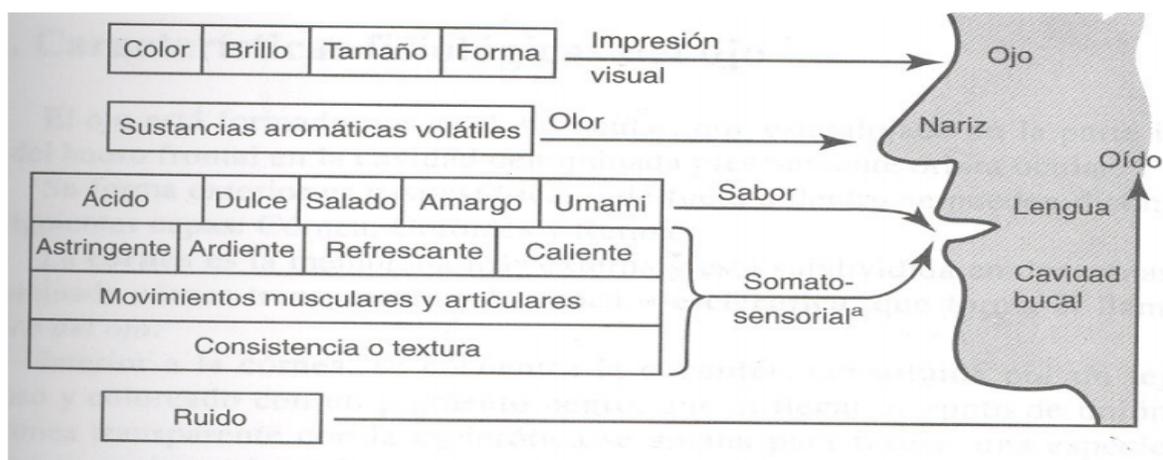
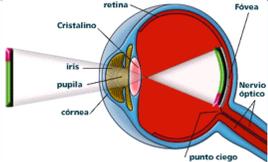
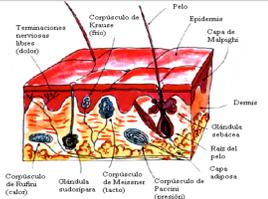
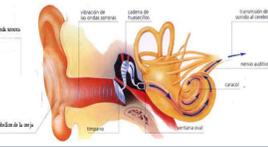
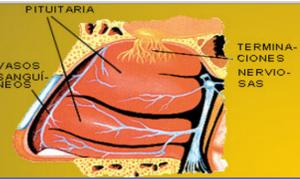
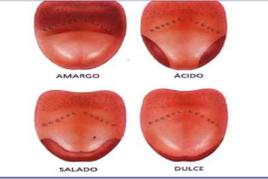


Figura 6. Sensograma.

Fuente: Sancho et. al. (2002).

Tabla 5. Clasificación de los sentidos.

clasificación	SENTIDO	DEFINICIÓN	IMAGEN
	Vista	<p>La visión se realiza a través de los ojos, que se ubican en las cavidades orbitarias de la cara. Cuentan con unas células fotorreceptoras, es decir, sensibles a la luz, que al ser estimuladas por esta mandan impulsos al cerebro para que los interprete (Ver figura 7).</p> <p>A través de este sentido se percibe las propiedades sensoriales externas de los productos alimenticios como lo es principalmente el color, aunque también se perciben otros atributos como la apariencia, la forma, la superficie, el tamaño, el brillo, la uniformidad y la consistencia visual (textura)</p>	 <p>Figura 7. Anatomía del ojo humano.</p>
Físicos	Tacto	<p>La dermis también presenta dos capas: la capa papilar, con numerosos vasos sanguíneos y nervios, y la capa reticular, en donde se encuentran las glándulas sebáceas, productoras de sebo o grasa, y los receptores táctiles de las terminaciones nerviosas: los corpúsculos de Vater - Pacciní, Ruffini, Meissner y Krause, (Ver figura 8), que permiten percibir el calor, frío, presión, forma, movimiento y demás estímulos táctiles externos.</p>	 <p>Figura 8. Sección de la piel</p>
	Oído	<p>En el oído interno existe una cavidad en forma de espiral, el caracol auditivo o cóclea, separada del oído medio por la ventana oval. Permite percibir atributos como la crujencia. (Ver figura 9).</p>	 <p>Figura 9. Anatomía del oído.</p>
Químicos	Olfato	<p>Para estimular las células olfatorias es necesario que las sustancias sean volátiles, es decir, han de desprender vapores que puedan penetrar por las fosas nasales, y que sean solubles en agua para que se disuelvan en el moco y lleguen a las células olfatorias. Estas transmiten un impulso nervioso al bulbo olfatorio y, de este, a los centros olfatorios de la corteza cerebral, que es donde se aprecia e interpreta la sensación (Ver figura 10).</p> <p>Los atributos que se perciben con el sentido del olfato son el olor y el aroma</p>	 <p>Figura 10. Esquema de la cavidad nasal.</p>
	Gusto	<p>La lengua que es un órgano musculoso que además de su función gustativa, participa en la deglución articulación de las palabras. Toda su superficie a excepción de la base, está recubierta por una mucosa, en cuya cara superior se encuentran las papilas, los receptores químicos de los estímulos gustativos (Ver figura 11).</p> <p>Este atributo hace referencia a la combinación de tres propiedades: olor, aroma y gusto.</p>	 <p>Figura 11. Distribución en la lengua de cada uno de los sabores básicos.</p>

Fuente: Hernández (2005).

1.8. Pruebas sensoriales

Según Hernández (2005), la evaluación sensorial de alimentos, da respuesta a un bagaje de preguntas que sobre la calidad de un producto se puedan formular. Se hace referencia principalmente a si existen o no diferencia ente dos o más muestras o productos (pruebas discriminativas), se trata de describir y medir las diferencias que se puedan presentar (pruebas descriptivas) y por último se pretende conocer el grado de preferencia, de gusto o disgusto y de satisfacción que pueda presentar un panelista por un producto determinado.

1.8.1. Prueba de aceptabilidad

Las pruebas de aceptación también se conocen como de nivel de agrado (hedónicas) (Clark et. al., 2009). La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo) (Watts et. al., 1989). Para determinar la aceptabilidad de un producto se pueden usar pruebas de ordenamiento, escalas categorizadas y pruebas de comparación pareada (Amerine et. al.,1965).

1.8.1.1. *Prueba de aceptabilidad por ordenamiento*

En esta prueba se les pide a los panelistas que ordenen las muestras codificadas, con base a su aceptabilidad. Usualmente, no se permite la ubicación de dos muestras en la misma posición. Para esto se entregan a cada panelista tres o más muestras en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de tres dígitos. Todas las muestras se presentan simultáneamente, en un orden balanceado o en un orden aleatorio. En esta prueba es posible saborear las muestras más de una vez (Ramírez, 2012).

A. Análisis estadístico

Los datos se analizan, sumando el total de los valores de posición asignados a cada muestra y determinando las diferencias significativas entre muestras comparando los totales de los valores de posición de todos los posibles pares de muestras utilizando la

prueba de Friedman.

Newell y MacFarlane (1987), publicaron tablas de Diferencias Críticas Absolutas de la Suma de Rangos para las Comparaciones de "Todos los Tratamientos" a un Nivel de Significancia de 5% y Diferencias Críticas Absolutas de la Suma de Rangos para las comparaciones de "Todos los Tratamientos" a un Nivel de Significancia de 1% con la información necesaria para realizar esta prueba (3-100 panelistas y 3-12 muestras). Las diferencias entre todos los posibles pares se comparan con el valor crítico de una de estas tablas, con base a un nivel de significancia determinado y al número de panelistas y muestras empleadas en la prueba. Si la diferencia entre los pares totales de valores de posición es superior al valor crítico de la tabla, se concluye que el par de muestras es significativamente diferente al nivel de significancia seleccionado (Watts, 1989).

1.8.2. Condiciones de aplicación

De acuerdo a Anzaldúa (1994), para lograr que los resultados de la evaluación sensorial sean objetivos, es decir, no totalmente dependientes de las observaciones e informes de un individuo, y verificables por otros, es indispensable asegurar las siguientes condiciones:

1. Local adecuado de cata o degustación.
2. Presentación y preparación de las muestras según el tipo de producto y la capacidad de los catadores.
3. Selección del tipo de prueba sensorial en función de los objetivos del ensayo.
4. Utilización de catadores correctamente seleccionados, adiestrados y evaluados en función del tipo de prueba en la que participarán.
5. Empleo de métodos estadísticos y de cálculo de los resultados en concordancia con el tipo.

1.9. Mercadotecnia

Una de las definiciones más reconocida la aporta Kotler (1998), él dice que la mercadotecnia es un proceso social y administrativo por el que individuos y grupos obtienen lo que necesitan y desean a través de la creación y el intercambio de productos y de valor con otros.

1.9.1. El mercado

Se define como el conjunto de todos los compradores reales y potenciales de un producto o servicio. Estos compradores comparten una necesidad o deseo determinados que se pueden satisfacer mediante relaciones de intercambio.

A la división de un mercado en grupos distintos de compradores con diferentes necesidades, características y conductas que podrían requerir mezclas separadas de productos o de mercadotecnia se le denomina segmentación de mercado.

Las variables de segmentación más comúnmente utilizadas en el mercado individual son las siguientes:

- Demográficas
- Socioeconómicas
- Psicográficas
- Por tipo de uso Estilos de vida. (Kotler, Philip, Armstrong y Gary, 2007).

La segmentación del mercado se orienta a los clientes y, por lo tanto, es congruente con el concepto de marketing. Al segmentar un mercado, primero identificamos los deseos de los clientes en un submercado y entonces decidimos si es práctico crear una mezcla de marketing para satisfacer tales deseos.

1.9.2. Estudio de mercado

Además de tener en cuenta los puntos más fuertes y los más débiles de su proyecto de empresa, el emprendedor debe realizar un estudio de mercado.

La realización de un estudio de mercado proporcionará información sobre los clientes, la competencia, las prácticas habituales de trabajo en el sector, etc. Estos datos le serán de mucha utilidad para evitar caer en los errores propios de la inexperiencia.

Entre las distintas formas de recopilar información de interés, se pueden citar Internet, prensa y publicaciones especializadas, organismos oficiales, asociaciones de empresarios, cámaras de comercio y encuestas (AGESTIC, 2014).

1.10. Atributos del producto

Una vez definido el producto y establecidos los distintos niveles y tipos que hay, veremos los factores que lo diferencian de los de la competencia. Los principales son la marca, el envase y el producto ampliado (Muñiz, 2018).

1.10.1. Marca

La Asociación Americana de Marketing (2013) define la marca como “el nombre, término, símbolo o diseño, o combinación de ellos, que trata de identificar los bienes o servicios de un vendedor o grupo de vendedores y diferenciarlos de los competidores”.

La marca es un elemento que debe rellenarse de valores, de asociaciones concretas y positivas, de conceptos que, en conjunto, creen una personalidad para esa marca, como si de una persona se tratara.

De esta manera, el mercado nos reconoce en el sentido más amplio, sabe qué compra y a quién. Además de ser un instrumento de protección legal y de apoyo a la estrategia comercial. La marca se compone de:

- ❖ **Logotipo**: grafismo empleado para distinguir una marca, producto, empresa o cualquier organización o conmemoración. En general, combina el nombre completo y otros elementos (símbolos o emblemas) con un grafismo y colores determinados.
- ❖ **Nombre**: parte de la marca que se pronuncia.

Las condiciones que debe cumplir un nombre de marca, desde el punto de vista del Marketing. Que sea:

- Sencilla y corta, porque hay una tendencia a abreviar los nombres por parte de los compradores
- Fácil de leer y de pronunciar
- Fácil de reconocer y de recordar
- Asociable al producto o a los beneficios que este aporte
- Eufónica (que suene bien)
- Diferenciada de las marcas de los Competidores Legalmente protegible Extensible (a otros entornos, segmentos y productos) (Pérez y Pérez, 2006)

Hay diferentes tipos de marcas como se explica en la figura 12.

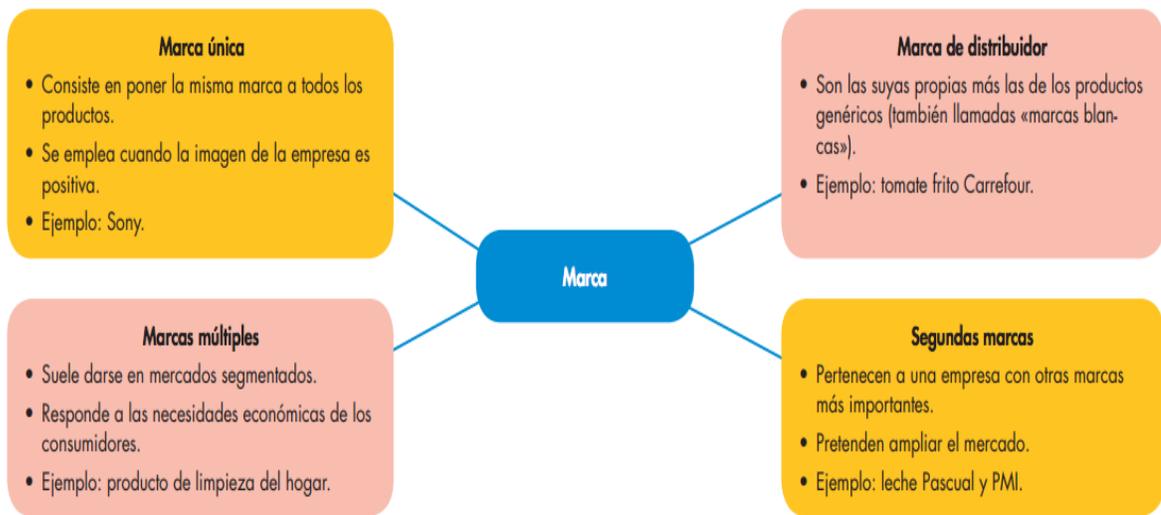


Figura 12. Tipos de marcas.

Fuente: Pérez y Pérez (2006).

1.10.2. Envase

Pérez (2012), lo define como el envoltorio que tiene contacto directo con el contenido de un producto, tiene la función de ofrecer una adecuada presentación, facilitando su manejo, transporte, almacenaje, manipulación conservación y distribución.

Esto, más las connotaciones simbólicas integradas al producto, reforzando su imagen, son la meta que cubren la forma más la imagen gráfica que se le proporciona al envase que es la presentación comercial del producto, contribuye a la seguridad de éste durante el desplazamiento, y logra su venta; le otorga una buena imagen y lo distingue de la competencia. El empaque es la manera de presentar el producto terminado en el punto de venta.

1.10.2.1. Factores para elección de envase.

Si lo pensamos, poder almacenar correctamente alimentos ha supuesto uno de los mayores avances de la humanidad. El problema era evidente: ¿cómo protegemos el valioso contenido de agentes atmosféricos, contaminantes externos, insectos y demás amenazas durante la manipulación, almacenaje y transporte? Encontrar soluciones eficientes y

baratas para conseguir que el esfuerzo de la caza o de la cosecha no se eche a perder de una temporada a otra, es cuestión de vida o de muerte (Nicola, 2016). En la tabla 6 se presentan algunas consideraciones para la elección de envases.

Tabla 6. Factores para elección de envase.

Producción	Mercancía	Usuario
<ul style="list-style-type: none"> -Moldes factibles para ser producidos. -Material nacional. -Forma rápida y sencilla. -Fabricación rentable. -Dimensiones modulares para estiba y almacenaje. - Forma de distribución óptima y eficacia 	<ul style="list-style-type: none"> -Máxima protección. - Máxima seguridad. - Embalaje neutral (sin existir cambios en el producto). -Resistencia al traslado. -Resistencia a golpes o fricciones. -Seguridad mecánica 	<ul style="list-style-type: none"> -Que sea fácil de maniobrar. - De fácil vaciado. -De convencimiento para el usuario. 21 -De fácil apertura. -Facilidad para el entendimiento de instrucciones de información

Fuente: Pérez (2012).

1.10.2.2. Propiedades del plástico como envase.

Los plásticos son sustancias orgánicas de alto peso molecular que se sintetizan generalmente a partir de compuestos de bajo peso molecular. También pueden obtenerse por modificación química de materiales naturales de alto peso molecular (en especial la celulosa). La mayoría de los compuestos denominados “plásticos” son polímeros sintetizados a partir de compuestos orgánicos (Frías, Ize y Gavilan, 2003).

Elasticidad: Facultad del material de recuperar su forma original, después de ser sometido a un esfuerzo. PVC plastificado presenta baja elasticidad y se estira muy bien, el PS tiene elasticidad elevada y se estira con dificultad.

Estabilidad dimensional: Depende de la humedad relativa y por ella envases y embalajes pueden alargarse o retraerse.

Deslizamiento: Deslizamiento de la superficie por frotamiento con otros plásticos o superficies que toca en la máquina de envasado. Hay mejora cuando se usa aditivos. Hay alto, medio y bajo.

Permeabilidad al aceite y la grasa: La apariencia del envase se deteriora por el contacto con materias grasas o el producto contiene grasas.

Opacidad y brillo de la superficie: Algunos productos exigen envases transparentes y de aspecto brillante (MINCETUR, 2012).

Existen diversos tipos de envase de plástico en la utilización en alimentos, pero los más utilizados en productos donde se requiere ver el contenido, como el polipropileno que tiene esta y otras características con las presentadas en la tabla 7.

Tabla 7. Ventajas del polipropileno como envase.

Ventajas del Polipropileno (PP)
<ul style="list-style-type: none">- Más rígido que el PE, con mayor resistencia a la ruptura- T° de ablandamiento alcanza los 150°C, útil para esterilización de productos.- Puede calentarse o hervirse junto con bocadoillos.- Es perfectamente transparente e impermeable a la humedad y mayoría de aromas.- Difícil de termosellar a menos que esté coextruido con PE.- La aplicación más común es en sacos y costales tejidos (tipo rafia).

Fuente: MINCETUR (2012).

1.10.2.3. Propiedades del cartón como empaque.

Durante mucho tiempo, papel y cartón han sido los materiales clave para toda la industria del embalaje. El uso de papel y cartón está en aumento, a pesar de la llegada de la era digital, y está jugando un papel importante en la sociedad moderna. En la actualidad, la mayor parte de los materiales de envasado mundiales se compone de papel y cartón, ocupando alrededor del 40% del mercado en volumen siendo éstos las principales materias primas para empaque de productos alimenticios de todo el mundo (Maldonado, 2015).

Rigidez: El cartón es el único material capaz de producir mayor rigidez por unidad de peso, sin ella el cartón no podría cumplir la función de proteger el contenido del envase.

Fuerza de compresión: Los empaques de cartón deben de tener una adecuada fuerza de compresión para evitar que se afecten o derrumben cuando se apilan uno sobre otro.

Lisura de Superficie: Mide como de lisa es la superficie de cartón. Es importante para alcanzar resultados de impresión y barnizados satisfactorios.

Estabilidad Bidimensional: Resistencia de una lámina de cartón a los cambios dimensionales debido a la modificación de una de sus propiedades.

Fuerza de Superficie: Capacidad del cartón para tolerar fuerzas en su superficie, Ej.: la pegajosidad de la tinta durante su impresión (MINCETUR, 2012).

1.10.3. Etiqueta

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2015, define a un envase como “Cualquier rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, escrita, impresa, estarcida, marcada, grabada en alto o bajo relieve, adherida, sobrepuesta o fijada al envase del producto preenvasado o, cuando no sea posible por las características del producto, al embalaje”, en la tabla 8 se muestran las funciones que debe cumplir una etiqueta.

Tabla 8. Funciones de la etiqueta.

Funciones
1) Identificación del producto.
2) Descripción e información acerca de este
3) Graduación en función a su calidad juzgada
4) Promoción mediante diseños y frases promocionales que la distinguen del resto
5) Cumplimiento de las leyes, regulaciones y normativas vigentes para su industria o sector

Fuente: Kotler y Keller (2006).

1.11. Desarrollo de nuevos productos

Es una tarea que consiste en introducir o adicionar valor a los productos a fin de que cambien o incrementen sus características para cubrir o acrecentar el nivel de satisfacción de las necesidades y deseos de quien lo consuman. También se puede decir que es la tarea sistemática que tiene como propósito generar nuevos satisfactores ya sea

modificando algún producto ya existente o generando otros completamente nuevos y originales (Lerma,2010).

1.11.1. Metodología

Según Saren (2007), identificar las actividades es un modelo que permite analizar la innovación de manera más precisa (Ver figura 13). “Los procesos se pueden dividir en otras actividades, secuencias de manera hipotética”, quien identifica 3 actividades básicas en este modelo:

- a. Generación de ideas, usando varias fuentes.
- b. Desarrollo de la idea o solución del problema, invención.
- c. Implantación, llevar la solución al mercado, envolviendo desarrollo de tareas de diferentes percepciones (ingeniería, producción, mercadeo, etc.) para que la solución se desarrolle de una manera más objetiva.

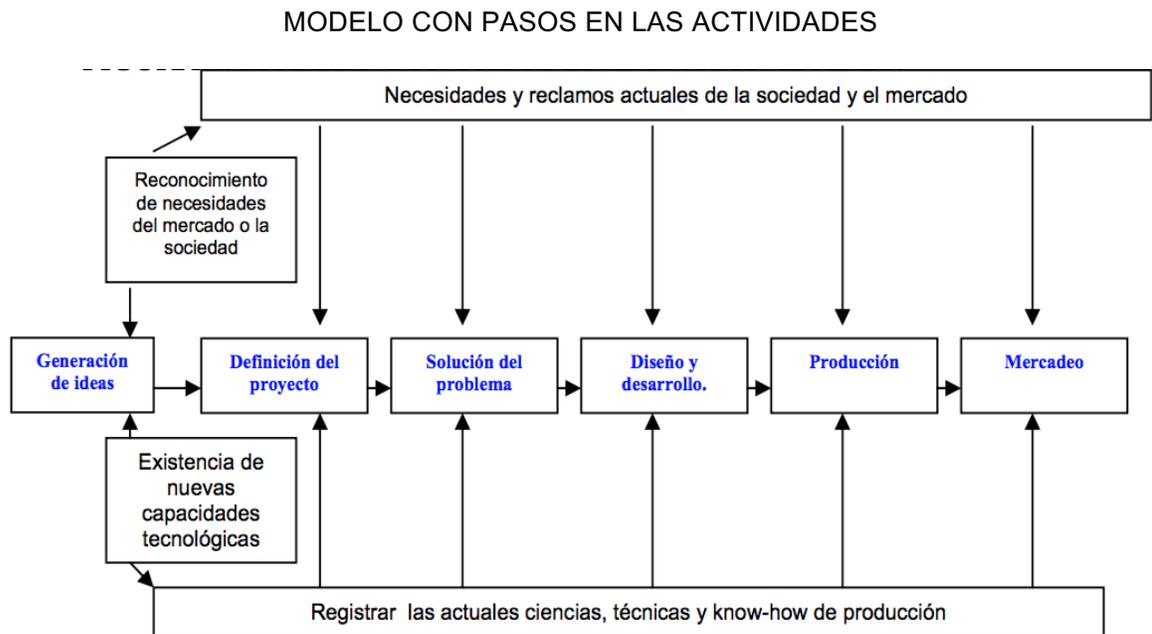


Figura 13. Modelo con pasos en las actividades.

Fuente: Fuente: SAREN (2007).

Existen otro tipo de modelos que involucran más las variables del mercado como comportamientos del consumidor, y variables de la oferta como los cambios y avances de la tecnología, que afectan la generación de nuevas marcas y producto

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Objetivos

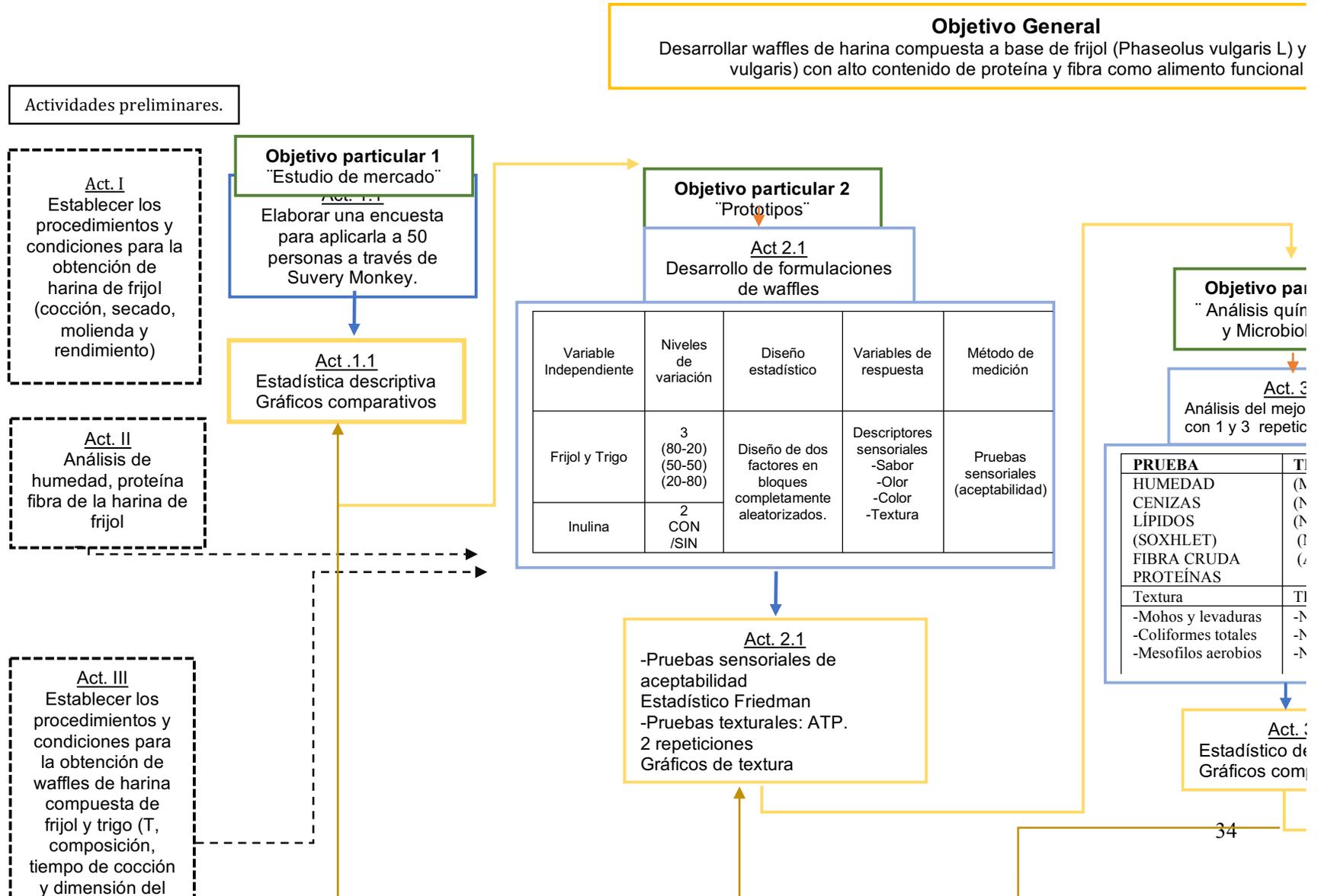
2.1.1. Objetivo general

Desarrollar waffles funcionales de harina compuesta a base de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y trigo (*T. vulgaris*) con alto contenido de proteína y fibra para contribuir a la buena alimentación del consumidor.

2.1.2. Objetivos particulares

- 1)** Realizar un estudio de mercado mediante una encuesta en línea, dirigida al consumidor para determinar la factibilidad del desarrollo de waffles de harina compuesta a base de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y trigo, con alto contenido de proteína y fibra como alimento funcional.
- 2)** Desarrollar diferentes formulaciones de waffles variando la concentración de harina de frijol (20%,50% 80%) y trigo (80% ,50% ,20%) y el contenido de inulina (1% y sin), para seleccionar el prototipo con mayor grado de aceptación mediante una prueba sensorial de aceptabilidad.
- 3)** Realizar al prototipo elegido un análisis químico proximal y pruebas de textura (TPA), para determinar su valor nutrimental y sus características físicas, así como análisis microbiológicos (Hongos, mesofilos aerobios y coliformes totales) para conocer la calidad higiénica del producto.
- 4)** Comparar el prototipo seleccionado con un producto comercial a través de pruebas de textura (TPA), para observar el que posea las mejores características texturales, y el contenido nutrimental.
- 5)** Elegir el envase que cumpla con los requerimientos de conservación del producto, diseñar su etiqueta de acuerdo a la norma (NOM-051-SCFI/2010 (2015)) y del manual de etiquetado (COFEPRIS,2018), así como desarrollar la marca y logotipo de waffles funcionales de harina compuesta a base de frijol y trigo con alto contenido de proteína y fibra para lograr posicionar el producto.

2.2. Cuadro metodológico



2.3. Materiales y métodos

2.3.1. Actividades preliminares

2.3.1.1. Obtención de harina de frijol

Se elaboró la harina de frijol como se describe a continuación y se muestra en la figura 14. A través de la siguiente metodología.

Selección: Se utilizaron 4.5 kilogramos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris L.*) marca Querétaro Schettino® a los cuales se les realizó una selección visual para la eliminación de materia extraña dando como peso final 4.319 kilogramos.

Lavado: Los frijoles seleccionados se sometieron 3 lavados manuales con agua de servicio para la eliminación de suciedad.

Cocción: una vez lavados se sometieron a un remojo en agua purificada por 3 horas y posteriormente a una cocción en una olla a presión marca T-Fal® en 3 litros de agua purificada por cada kilo de frijol limpio, se escurrieron eliminando el líquido de cocción, para su posterior reposo en charolas de aluminio de (32x45x6 cm.) con agujeros con una distancia de 1 cm. Entre agujeros por 12 horas a temperatura ambiente.

Secado: Para el secado del producto obtenido después de la cocción se llevó a cabo la metodología descrita por Téllez, Arellano y Buendía (2009). Brevemente, primero se realizó un triturado en un procesador de alimentos marca KitchenAid® modelo K5SS por 5 min; la pasta obtenida se extendió sobre charolas de aluminio de (32x45x6 cm.) para su posterior secado por 3.5 horas a 75°C en una estufa de circulación de aire forzado marca Drying Oven® modelo DHG-9203A.

Molienda: Al producto obtenido del secado, se le realizó una molienda en un molino de cuchillas marca KRUPS® modelo GX4100IIV por 3 min. Para la obtención de la harina se utilizaron las mallas Tyler presentes en la tabla 9.

Tabla 9. Mallas utilizadas.

Malla	Diámetro (mm)
20	0.84
40	0.425
60	0.250

Se calculó el rendimiento de la harina de frijol obtenida después de la molienda con la ecuación 2.1.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} (100) \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Almacenado: La harina obtenida se guardó en una bolsa de plástico hermética para evitar contacto con la humedad del medio, se etiquetó con fecha de elaboración y se almacenó a temperatura ambiente.

El siguiente diagrama representa la secuencia utilizada en la obtención de harina de frijol.

OBTENCIÓN DE HARINA DE FRIJOL

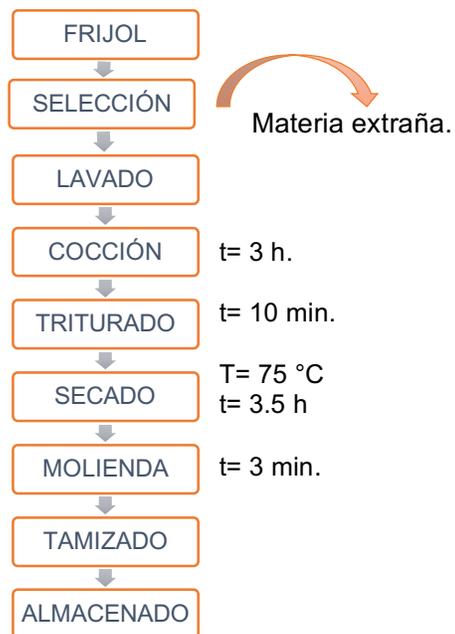


Figura 14. Diagrama de proceso para la obtención de harina de frijol.

2.3.1.2. Análisis químicos de la materia prima.

A la harina de frijol obtenida. se le determinaron las técnicas de humedad, fibra cruda y proteína. A estos resultados se les aplicó un tratamiento estadístico el cual fue el cálculo de las medias de tendencia central (promedio, desviación estándar y coeficiente de variación). Se determinó el porcentaje de humedad presente en la harina de frijol mediante la termobalanza análoga, colocando una muestra de 10 g obteniendo resultados directos y realizando tres repeticiones.

Se determinó el porcentaje de proteína presente, mediante el método Micro-kjeldahl descrito en la AOAC (12.1.07-1984), llevando a cabo tres repeticiones.

Se determinó el porcentaje de fibra cruda presente, mediante el método de Kennedy, que Less (1980) describe, utilizando una muestra de 0.5 g, realizando dos repeticiones.

2.3.1.3. Elaboración de waffles de frijol

Se elaboraron los waffles de frijol de la siguiente manera; primero se colocaron los ingredientes secos (harina de frijol, harina de trigo Tres Estrellas®, polvo para hornear REXAL®, inulina Preventy®, sal y grasa vegetal inca®) en el bowl de la batidora marca KidchenAid® modelo K45SS y se batieron por 2 minutos, mientras se incorporaron lentamente, el huevo y la leche GreatValue® para continuar batiendo por otros 8 min y llevar a cabo la cocción en una wafflera BlackandDecker® por 6 min. Después de un reposo por 30 min a temperatura ambiente se empaquetaron en bolsas herméticas y se almacenaron en frío.

ELABORACIÓN DE WAFFLES GENERAL

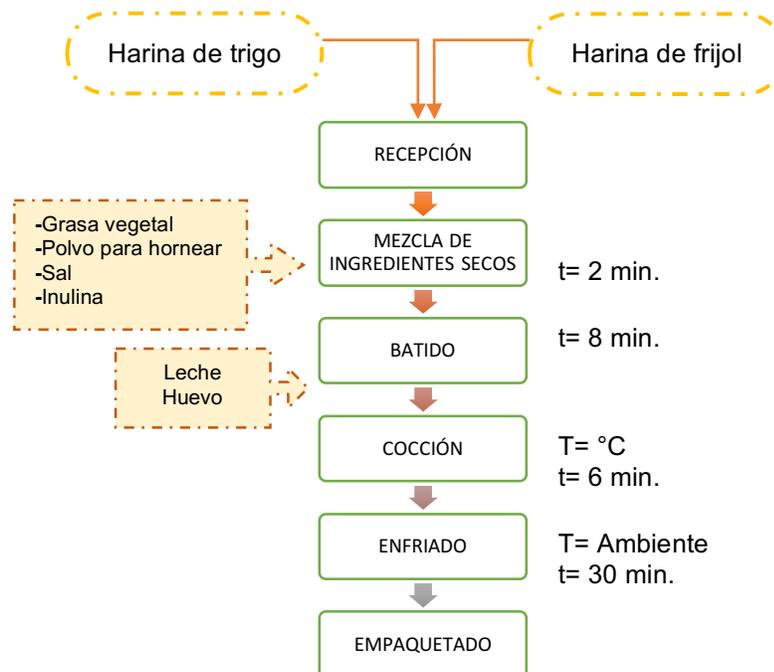


Figura 15. Diagrama de proceso para la elaboración de waffles de frijol.

2.3.2. Objetivo particular 1. Estudio de mercado

2.3.2.1. Aplicación de encuesta de mercado

Con la finalidad de conocer la factibilidad del desarrollo de “Waffles funcionales a base de harina de frijol y trigo con alto contenido de proteína y fibra” se realizó una encuesta a los consumidores potenciales del producto.

El estudio de mercado se llevó a cabo por medio de una encuesta en línea a través de Survey Monkey a 70 personas de 18 años de edad en adelante preocupadas por el consumo de alimentos saludables, encontrados en grupos de facebook como (salud plus y salud y comida sana). El cuestionario se presenta en la figura 16.

Los resultados obtenidos de cada preguntase fueron interpretados y analizados con gráficas de pastel.

WAFLES DE FRIJOL Y TRIGO CON ALTO CONTENIDO DE PROTEININA Y FIBRA

1. Según las siguientes opciones, ¿Cuánto te preocupa consumir alimentos que ayuden al cuidado de tu salud?

ME PREOCUPA ME PREOCUPA MUCHO ME PREOCUPA POCO NO ME PREOCUPA

2. ¿Con que frecuencia consumes alimentos saludables?

DIARIAMENTE SEMANALMENTE QUINCENALMENTE MENSULAMENTE OTRO

3. ¿Conoces las propiedades nutritivas del trigo y del frijol?

SI NO

4. ¿Te gustan los waffles?

SI NO

Si tu respuesta anterior fue NO, agradecemos mucho tu atención. Aquí termina la encuesta, gracias.

5. ¿Con que frecuencia consumes waffles?

DIARIO UNA VEZ A LA SEMANA DOS VECES AL MES UNA VEZ AL MES

6. Si te brindaran información sobre el beneficio de consumir waffles de harina de frijol y trigo con un alto contenido en fibra y proteína, ¿Los consumirías?

SI NO

7. ¿Con que frecuencia consumirías waffles con alto contenido alto en fibra y proteína?

DIARIO UNA VEZ A LA SEMANA DOS VECES AL MES UNA VEZ AL MES

8. Para ti como consumidor, ¿Cómo sería la manera más accesible y preferible de adquirirlos?

INTERNET SUPER MERCADOS TIENDAS DE CONVENIENCIA RESTAURANTES OTRO

9. ¿En qué tipo de presentación te gustaría encontrar este tipo de producto?

INDIVIDUAL 6-10 PIEZAS 10-30 PIEZAS OTRO

10. Partiendo de la base que el precio de este producto le pareciera aceptable... ¿qué probabilidad hay de que lo comprase?

DESDE AHORA EN UN TIEMPO ESPERARÍA NO LO COMPRARÍA OTRO

Figura 16. Encuesta de estudio de mercado para waffles de frijol.

2.3.3. Objetivo particular 2. Selección de prototipo

Se elaboraron 6 prototipos de waffles siguiendo la metodología descrita en la figura 15, variando la combinación de harinas de frijol al (20%,50%,80%) y trigo al (80%, 50%,20%) con y sin la adición de inulina para evaluar el efecto de la proporción de harina de frijol en la preferencial del consumidor, utilizando el diseño experimental de dos factores completamente aleatorizados como se muestra en la tabla 10. Se realizaron 6 formulaciones respecto el diseño estadístico, a cada prototipo se le asignó un código para la realización de la prueba sensorial (Ver tabla 11).

Tabla 10. Diseño de dos factores completamente aleatorizados.

Harina de frijol (%)	Harina de trigo (%)	Inulina
20	80	CON
50	50	CON
80	20	CON
20	80	SIN
50	50	SIN
80	20	SIN

Tabla 11. Formulaciones de los 6 prototipos de waffles de frijol.

INGREDIENTES/ CÓDIGO	PROT.1 (396)	PROT.2 (157)	PROT.3 (028)	PROT.4 (624)	PROT.5 (407)	PROT.6 (952)
Harina de frijol	6%	14.8%	23.6%	6%	14.7 %	23.5%
Harina de trigo	23.6%	14.8%	6%	23.5%	14.7%	6%
Inulina	0.6%	0.6%	0.6%	0%	0%	0%
Leche entera	51.6%	51.6%	51.6%	52%	52%	52%
Huevo	11%	11%	11%	11.3%	11.3%	11.3%
Polvo para hornear	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
Manteca vegetal	6%	6%	6%	6%	6%	6%
Sal	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%

Para evaluar el efecto de, la proporción de frijol y la inulina sobre la aceptación sensorial se aplicó una prueba de aceptabilidad de los prototipos (Ver figura 17), a 80 jueces semientrenados.

Se realizó un cuestionario en el cual se ordenó de mayor a menor el agrado de los atributos, agrado general, sabor, color, olor y textura. Para el análisis de resultados se aplicó el método no paramétrico de Friedman (Newell y MacFarlane,1987) para una comparación múltiple de medianas con el software de computo estadístico gratuito y su paquete RCommander (2018).

Nombre: _____

Fecha: _____

Frente a usted se presentan 6 muestras de waffles de frijol y trigo. Por favor observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha indique el agrado en el que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra. Con base a lo que perciba y lo que para usted sea de mayor agrado, ordene de manera descendente siendo el 1 la muestra que más le gusta y la 6 que menos le gusta, escriba **los códigos de la muestra** correspondiente en la línea de cada atributo.

Calificación para cada atributo				
AGRADO GENERAL	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
1.-	1.-	1.-	1.-	1.-
2.-	2.-	2.-	2.-	2.-
3.-	3.-	3.-	3.-	3.-
4.-	4.-	4.-	4.-	4.-
5.-	5.-	5.-	5.-	5.-
6.-	6.-	6.-	6.-	6.-

Comentarios:

Figura 17. Cuestionario de evaluación sensorial con atributos para waffles de frijol.

2.3.4. Objetivo particular 3. Análisis al prototipo seleccionado

Se seleccionó un prototipo según los resultados obtenidos del punto 2.3.3.1., a este se le realizaron análisis químicos (humedad, proteínas, carbohidratos lípidos, fibra cruda y cenizas), texturales (TPA) y microbiológicos (coliformes totales, mesófilos aerobios, mohos y levaduras).

2.3.4.1. Análisis químicos y texturales

La determinación de fibra cruda y proteína se llevaron a cabo mediante las técnicas mencionadas en la tabla 12. Para la determinación de grasa se utilizó el método de Soxhelt descrito en NMX-F-089-S-1978, con dos repeticiones y para cenizas el método de Klemm según lo establecido en la NMX-F-066-S-1978, ambas pruebas con dos repeticiones; por último, la determinación de carbohidratos se llevó a cabo por diferencia.

Los análisis texturales se llevaron a cabo en un texturometro SHIMADZU® con 12 muestras de 2 lotes diferentes de waffles de frijol. Se obtuvieron los parámetros de análisis de perfil de textura, dureza, cohesividad, elasticidad, y masticabilidad (Ver tabla 4). Los resultados obtenidos se graficaron con el programa cargado en el texturometro, además se calculó el promedio, la desviación estándar y coeficiente de variación.

Tabla 12. Análisis químicos y texturales.

DETERMINACIÓN	MÉTODO	CÁLCULO
Textura	ATP Texturometro	Directo
Carbohidratos	Diferencia	Directo
Proteína	Microkjeldahl (AOAC 12.1.07-1984)	$\% N = \frac{(HC_{lml} - Blancoml)(NHCl_{lml})(0.014)}{muestra (g)} (100)$ $\% P = (\%N)(6.25)$
Cenizas	Klemm NMX-F-066-S-1978	$\% Cenizas = \frac{(P - p)}{M} (100)$
Fibra	Kennedy	$\% Fibra\ cruda = \frac{[(P_s - P_p) - (P_c - P_{cp})]}{M} (100)$
Grasa	Soxleth (NMX-F-089-S-1978)	$\% Extracto\ etéreo = \frac{P - p}{M} (100)$

2.3.4.1. Análisis microbiológicos

Se llevaron a cabo los análisis de los microorganismos que a continuación se describen, con tres repeticiones por duplicado y un testigo. En la determinación de Mesófilos aerobios se utilizó la NOM-092-SSA1-1994, utilizando como medio de cultivo agar nutritivo incubados a 35°C haciendo conteo cada 24 horas por 3 días. Para la determinación de coliformes totales en placa, se llevó a cabo la metodología descrita en la NOM-113-SSA1-1994, utilizando como medio de cultivo agar Mac Conkey, incubados a 35°C durante 3 días haciendo conteo cada 24 horas. Finalmente, para Mohos y levaduras se siguió lo establecido en la NOM-111-SSA1-1994, utilizando como medio de cultivo agar papa dextrosa, incubados a 25°C cada 24 horas durante 3 días.

2.3.5. Objetivo particular 4. Comparación textural y nutrimental

2.3.5.1. Prueba textural a un producto comercial

Se realizó un análisis de perfil de textura a waffles comerciales marca Eggo® por medio del texturometro SHIMADZU® utilizando la geometría cilíndrica de 1 pulgada, a 1 lote con 5 muestras a temperatura ambiente. Se midió la dureza, cohesividad, elasticidad, y masticabilidad.

2.3.5.1. Comparación del prototipo con un producto comercial

Se realizó una comparación textural del prototipo de waffle de frijol y el waffle Eggo®. A través de la curva típica de TPA de dos mordidas de masticación y los parámetros de dureza, cohesividad, elasticidad, gomocidad y masticabilidad.

Para la comparación de aporte nutrimental, se tomaron los datos de las etiquetas de ambos productos y se elaboró una tabla comparativa para observar de manera clara las diferencias nutrimentales que ambos productos ofrecen y comprobar la intención del desarrollo de waffles de frijol.

2.3.6. Objetivo particular 5. Empaque

Se llevó a cabo el diseño de algunos elementos de mercadotecnia para la posible comercialización de waffles de frijol tomando en cuenta las características del producto.

2.3.6.1. *Envase y empaque*

Se eligió el material del envase considerando sus características de conservación, respecto al contenido proteico y graso del waffle, además de otras necesidades intrínsecas del producto (contenido de humedad y color), se tomó en cuenta el origen y deposición residual de este material es decir que contara con un sello de reciclaje.

La elección del envase y el estudio de mercado dieron como resultado, la decisión de tener un empaque para contener el envase de 6 piezas. Para su diseño se pensó en un prisma triangular para garantizar la forma del producto por porción, además de ser una figura agradable a la vista tiene buena estructura para el almacenamiento y la distribución. Para la elección del material de este empaque se consideró su peso, estabilidad y resistencia tomando en cuenta su tamaño, Además de diseñar la posición del etiquetado, es decir las caras, el suaje y el tipo de impresión correcto para hacer más atractivo del producto.

2.3.6.2. *Marca y etiqueta*

Se diseñó la marca del producto considerando elementos del diseño como: público objetivo, misión, valor, confianza y comunicación; así como un logotipo tomando en cuenta (la autenticidad, la claridad, el mensaje, el color y la tipografía) en su elaboración.

La elaboración de la etiqueta se llevó a cabo con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2015 donde se tienen las especificaciones generales de etiquetado de alimentos y el manual de etiquetado (COFEPRIS, 2018).

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Actividades Preliminares

3.1.1. Análisis químico de harina de frijol

El rendimiento obtenido de la harina de frijol fue de 82.9%. La tabla 13 muestra los resultados obtenidos de humedad, proteína y fibra cruda en la harina de frijol, comparando los datos obtenidos con datos de distintas fuentes bibliográficas, esto para asegurar el aporte de proteína y fibra de la materia prima empleada en la elaboración de waffles funcionales.

Tabla 13. Análisis químico de harina de frijol

Medición	Resultados		Resultados en literatura
HUMEDAD	5.0%±0.23	%C.V.=0.0816	1.6-11.25 %
		S.D.=0.4082	
FIBRA CRUDA	3.94%±0.28	%C.V.=0.1025	4.67%
		S.D.=0.4	
PROTEINA	23.1%±0.46	%C.V.=0.0348	23.79 %
		S.D.=0.8051	

La harina de frijol que se obtuvo, presenta una humedad del 5%, teniendo resultados similares a los reportados por Ramírez y López, 2010 en su trabajo Alimentos funcionales: principios y nuevos productos. Además de cumplir con la NOM-247-SSA1-2008 que indica un porcentaje de humedad en harinas menor al 15%.

El contenido de proteína y fibra fueron diferentes en comparación con lo reportado con Hernández, Rocha, Márquez, Talamas, Galicia y Torres (2016), debido a que los autores no reportan intervalos, quizá las diferencias se deban a la técnica de medición o variabilidad inherente al frijol ya que el % de proteína depende de la expresión genética, la cual controla la síntesis y acumulación de la fracción protéica, estos genes controlan otros factores, tales como adquisición de nutrientes, vigor de la planta, maduración, rendimiento de la semilla,

tamaño de la semilla, síntesis y acumulación del almidón en la semilla. También factores, tales como localización, geografía y estación del año (Osborne, 1984), afectan el % de fibra.

3.1. Objetivo particular 1. Estudio de mercado

El estudio de mercado se realizó a de 70 personas de 18 años en adelante, las cuales pertenecían a grupos específicos preocupados por el consumo de alimentos saludables.

En la figura 18 se muestra que el 51% de la población encuestada se preocupa mucho por el consumo de alimentos saludables, por lo tanto, buscan productos que aporten energía y contribuyan a la ingesta de nutrientes.

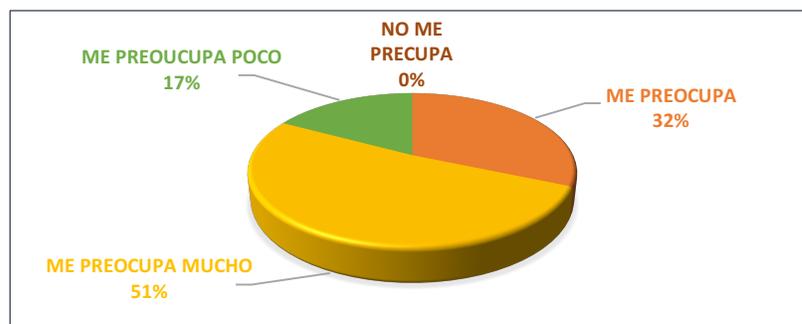


Figura 18. ¿Cuanto te preocupa consumir alimentos que ayuden al cuidado de tu salud?

De acuerdo a la encuesta realizada el dato obtenido en la figura 19 muestra que el 60% de la población está familiarizada con los beneficios del frijol lo que nos indica que es un producto de sabor conocido y consumido. Esta información puede ser utilizada como parte de la promoción del producto ya que el 40% de los encuestados no conoce estos beneficios.

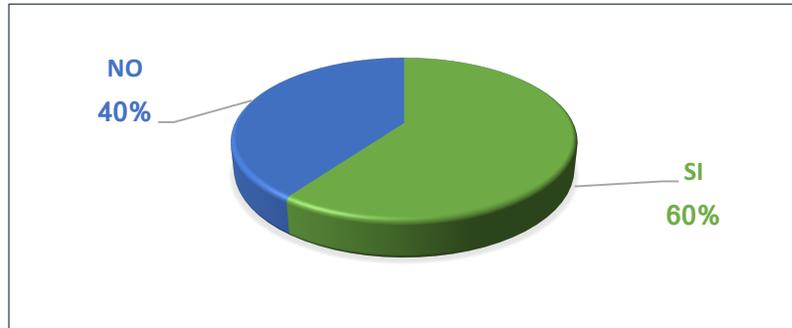


Figura 19. ¿Conoces las propiedades nutritivas del trigo y del frijol?

El 53% de la población consume alimentos saludables diariamente (Ver figura 20) esto nos indica que nuestro producto podría convertirse en un elemento de consumo regular en la dieta de los consumidores teniendo un impacto positivo para el desarrollo mismo, ya que los consumidores estarían dispuestos a adquirirlo.

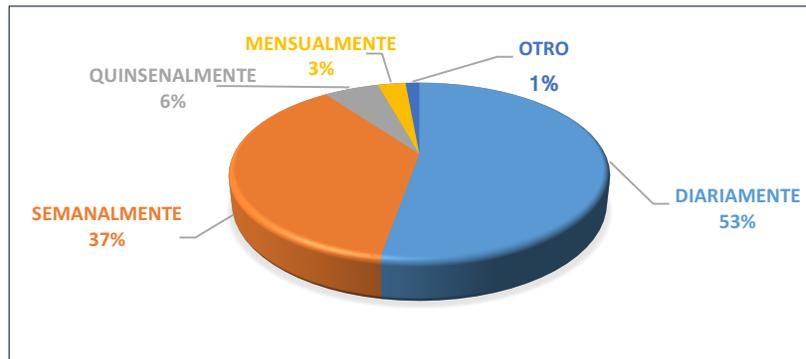


Figura 20. ¿Con que frecuencia consumes alimentos saludables?

Como se puede observar en la figura 21 los consumidores gustan de los waffles en un 91% y con esto comprobamos que tenderían a comprar el producto ya que gustan de él.

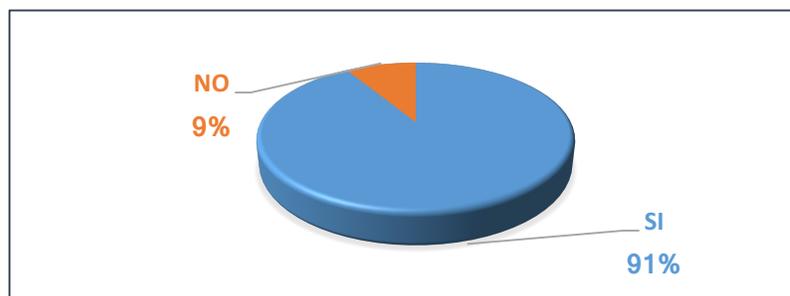


Figura 21. ¿Te gustan los waffles?

La figura 22 nos muestra que el 81% de la población no consume waffles de manera regular. Pero si se les brindara la información pertinente acerca de los waffles de frijol y los beneficios que tendrían al adquirir estos productos, el 68% de la población los consumiría (Ver figura 23), es decir, para las personas encuestadas es de gran importancia el tener dicha información, para poder cumplir con las demandas de nuestros consumidores se plantearía la opción de redactar párrafos que contengan esta información impresa en el empaque.

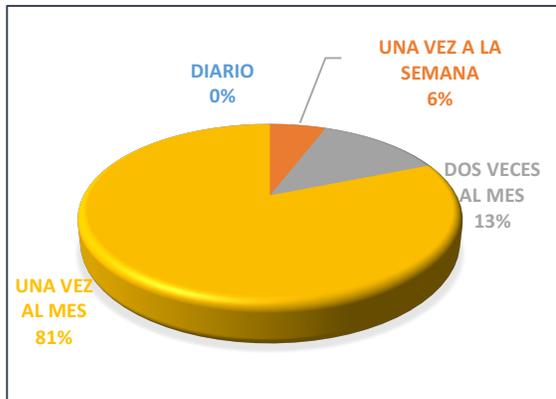


Figura 23. ¿Con que frecuencia consumes waffles?

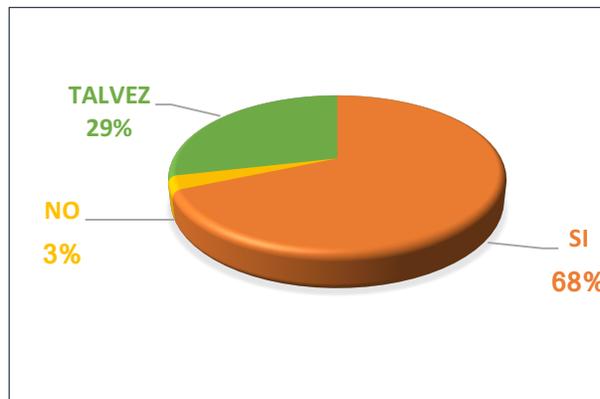


Figura 22. Si te brindaran información sobre el beneficio de consumir waffles de harina de frijol y trigo con alto contenido de proteína y fibra, ¿los consumirías?

El 37% de la población considera que el consumo de waffles con alto contenido de proteína y fibra sería de una vez por semana (Ver figura 24), es decir se adquirirían con más regularidad que los waffles que existen en el mercado actualmente, lo cual nos indica que puede ser un producto competitivo buscando el posicionamiento del mismo.

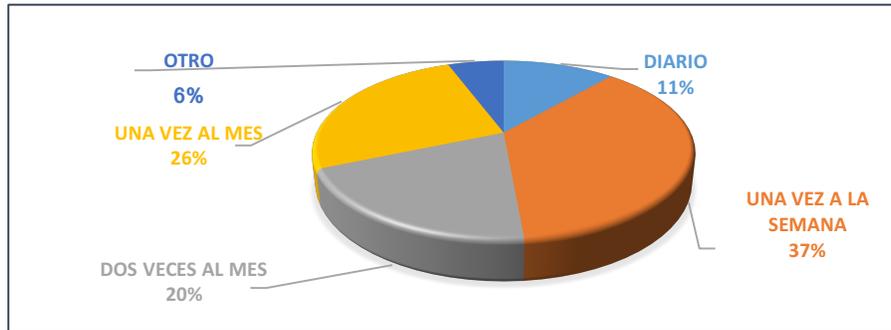


Figura 24. ¿Con que frecuencia consumirías waffles con alto contenido de proteína y fibra?

Para los encuestados la manera más accesible de adquirir este producto con un 57% son los supermercados o en tiendas de conveniencia con un 29% (Ver figura 25).

Cumplir con esta demanda del consumidor sería posible gracias a la comercialización del producto, ya que se utilizaría un empaque de 6 a 10 piezas que es la presentación que el 62% de la población prefiere (Ver figura 26) y el que se encuentra de manera más común en los supermercados, además de lanzar una presentación individual para tiendas de conveniencia y así satisfacer al 32% que prefiere esta presentación.

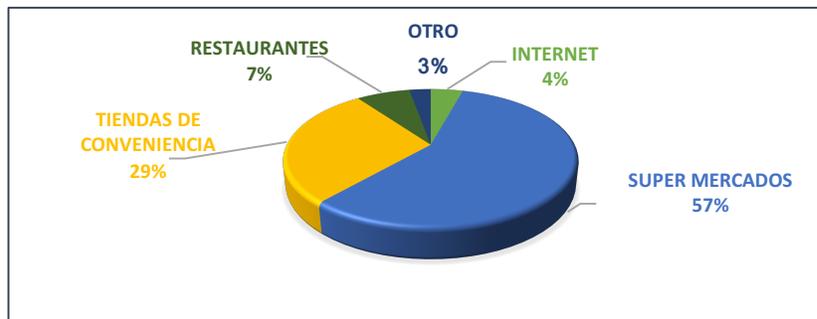


Figura 25. ¿Como sería la manera más accesible y preferible de adquirirlos?

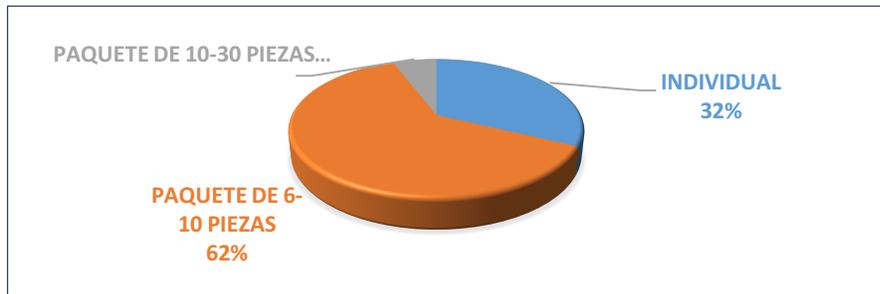


Figura 26. ¿En qué tipo de presentación te gustaría encontrar este tipo de producto?

La posibilidad de comprar este producto en cuanto este en el mercado es de un 24 % (Ver figura 27) esto puede deberse a que es un producto innovador y no están familiarizados con el, pero esto nos comprueba que es un proyecto viable

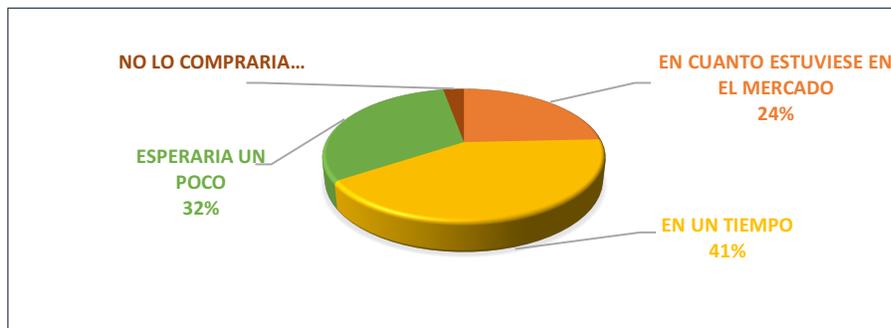


Figura 27. ¿Que probabilidad hay de que lo comprese?

A través de este estudio de mercado logramos comprobar la factibilidad del proyecto, ya que como se pudo observar la mayor parte de la población se preocupa por su salud al consumir alimentos que le aporten un mayor valor nutricional además de gustar de los productos de panificación como los waffles y de estar familiarizados con el sabor del frijol.

3.2. Objetivo particular 2. Selección del prototipo

Los prototipos tuvieron niveles de preferencia muy similares. Las medianas obtenidas de la prueba sensorial de aceptabilidad se obtuvieron en un rango de 3 a 4 la prueba se realizó a 80 jueces semientrenados con las 6 formulaciones de waffles de frijol.

En la gráfica de la figura 28, se presentan las medianas del agrado general, donde se observa que los resultados no aportan evidencia suficiente para decir que un prototipo se prefiera más que otro ($p=0.08199$).

Aunque no se puede elegir el prototipo estadísticamente, la mediana (3.0) que representa la de mayor agrado le pertenece al prototipo con mayor cantidad de frijol con inulina.

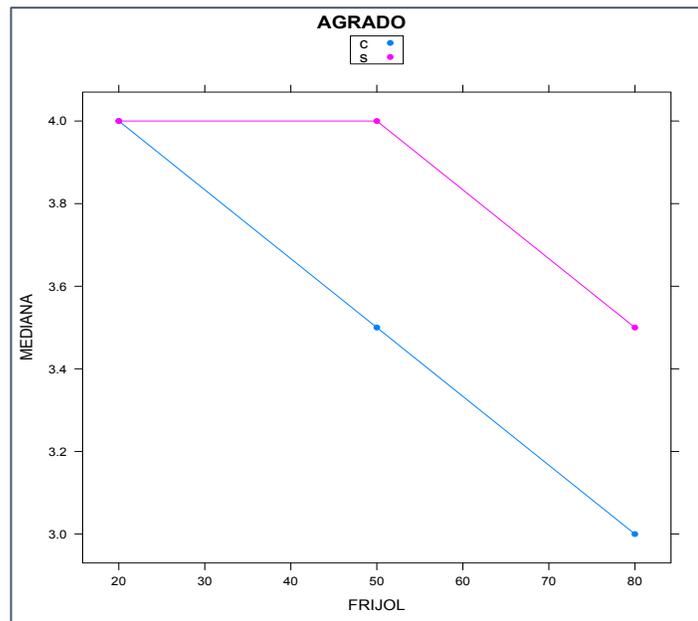


Figura 28. Gráfica de medinas de agrado general.

La evaluación sensorial, se realizó por atributos. En los atributos de olor color y sabor se encontró que los prototipos tuvieron una preferencia más o menos igual. Las medianas de preferencia estuvieron en el rango de 3-4. Los prototipos con medinas de 4 fueron 396 (20% frijol 80% trigo con inulina), 407 (50% frijol y 50% trigo sin inulina), 624 (20%frijol y 80% trigo sin inulina), 028 (80% frijol y 20% trigo con inulina) y 952 (80% frijol y 20% trigo).

En la tabla 14 se muestran los resultados de la prueba estadística de Friedman, considerando un nivel de significancia de 0.05, se observa que no hubo diferencia

significativa en los atributos olor, color y sabor.

Tabla 14. Niveles de significancia por atributo.

Atributo	Significancia
OLOR	P=0.2764
COLOR	P=0.2935
SABOR	P=0.2935
TEXTURA	P=0.0044

En las figuras 29, 30 y 31 se muestra el diagrama de cajas que indica la dispersión de las respuestas de los jueces, para los atributos de olor color y sabor respectivamente no mostraron diferencia significativa en las medianas, por ende no se puede decir que se prefiere una muestra sobre otra en estos atributos.

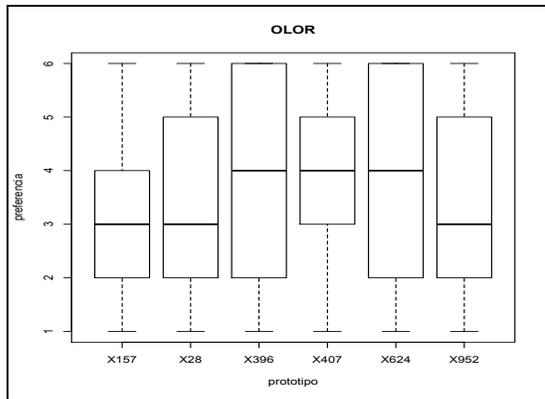


Figura 30. Gráfica de cajas. Medianas de olor para 6 prototipos.

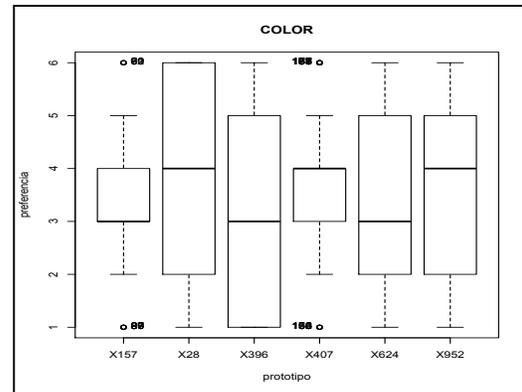


Figura 29. Gráfica de cajas. Medianas de color para 6 prototipos.



Figura 31. Gráfica de cajas. Medianas de sabor para 6 prototipos.

La textura fue el atributo que mostró significancia teniendo un valor de $p=0.004465$, que indico la existencia de un prototipo preferido, en este caso fue el (396) es decir el que tiene mayor cantidad de trigo (80%) y menor de frijol (20%) con inulina y el de que menos agrado fue el 952 que es de mayor cantidad de frijol (80%) y menos de trigo (20%) (Ver figura 32). Se llevaron a cabo pruebas de textura al prototipo seleccionado para una comparación con un producto comercial similar. Lo que nos permitirá dar las recomendaciones pertinentes para cumplir con las demandas del consumidor.

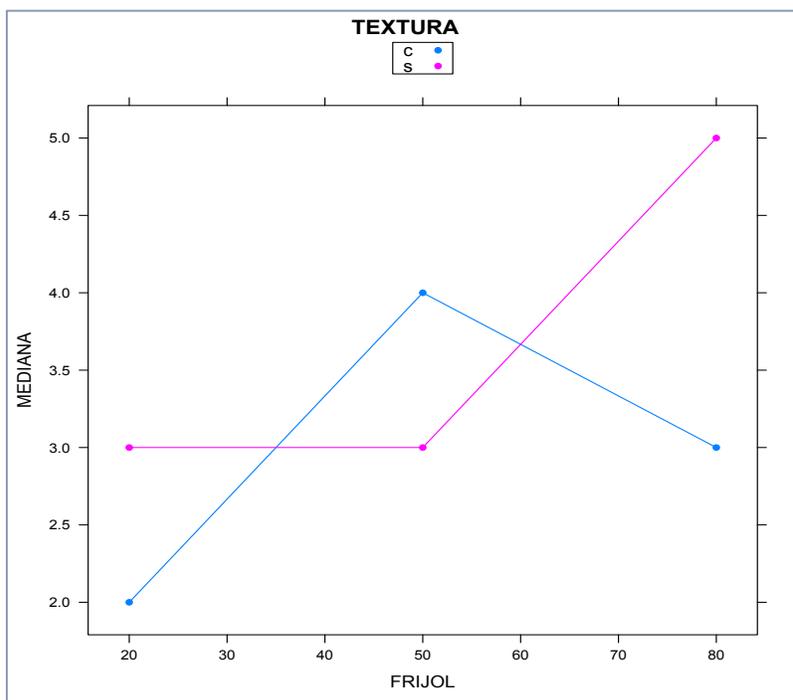


Figura 32. Gráfica de medinas de textura

Un resumen integral de los resultados se muestra en la figura 33, donde se ve que los prototipos de waffles de frijol entre sí, gustan más o menos igual en el color, olor y sabor pero que encuentran diferencias importantes en textura. Es decir, la proporción frijol-trigo y la presencia de inulina no tuvieron efecto en la apariencia por olor, color y sabor. En cambio, la preferencia por textura depende de la proporción trigo-frijol.

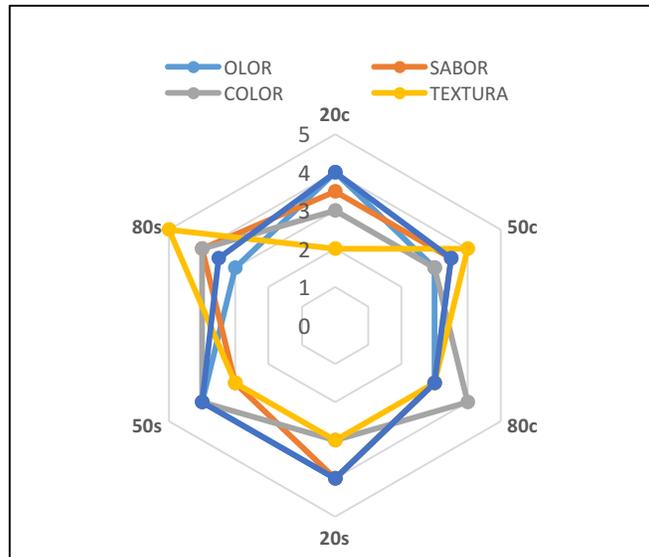


Figura 33. Gráfica radial de interacción de prototipos por atributo 20,50 y 80 % de frijol, (c) con inulina y (s) sin inulina.

Ya que la finalidad del proyecto es desarrollar un producto funcional y con alto contenido nutricional, se decidió elegir aquel que tiene en su formulación mayor contenido de frijol y fibra, esto es el prototipo (028) con 80% de frijol y 20% de trigo con inulina que es el que aportará mayor cantidad de nutrientes además de tener características deseables en los atributos de olor color y sabor.

3.3. Objetivo particular 3. Análisis al prototipo seleccionado

3.3.1 Análisis químico de waffles de frijol

Como se observa en la tabla 15, la humedad obtenida para el waffle de frijol elaborado es de 44.66% que comparación con 41.26% en hotcakes enriquecidos con okara (Rosales, 2008) son resultados similares lo cual se atribuye a la cantidad de leche (51%) y huevo (11%) agregado a la formulación.

Tomando en cuenta los ingredientes utilizados el contenido proteico se redujo en comparación con la materia prima, pero por el lado contrario al enriquecer con un prebiótico como la inulina, aumento el contenido de fibra.

El producto tiene un contenido graso de 12.7% por la adición de la manteca vegetal, esto puede causar el enranciamiento del producto y así afectar su vida útil.

Tabla 15. Composición química del prototipo seleccionado.

Medición	Resultados	
HUMEDAD	44.66%±0.39	C.V.=0.0153 S.D.=.6835
GRASA	12.7%±0.26	C.V.=0.0297 S.D.=0.38
FIBRA CRUDA	12.8%±0.14	C.V.=0.0155 S.D.=0.2
PROTEINA	9.93±0.33	C.V.=0.0582 S.D.=0.5781
CENIZAS (MINERALES)	1.41±0.15	C.V.=0.1560 S.D.=0.22
CARBOHIDRATOS	18.39	

3.3.1 Análisis microbiológico de waffles de frijol

Con respecto a los resultados obtenidos para la cuantificación de: mesofilos aerobios, coliformes totales, mohos y levaduras en placa se reportaron cero unidades formadoras de colonias (UFC), por cada dilución realizada 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} para cada cultivo, por tal

resultado se cumplen con las especificaciones microbiológicas de la NOM-247-SSA1-2008 Y NOM-147-SSA1-1996. (Ver tabla 16)

Tabla 16. Límites máximos de la NOM-247-SSA1-2008 Y NOM-147-SSA1-1996.

Especificaciones	Límite máximo	Waffles
<i>Mesofilos aerobios</i>	10000 UFC/g	0 UFC/g
<i>Coliformes totales</i>	20 UFC/g	0 UFC/g
<i>Mohos</i>	50 UFC/g	0 UFC/g
<i>Levaduras</i>	50 UFC/g	N.C.
<i>Salmonella spp en 25g</i>	Negativo	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Negativo	Negativo
<i>Staphylococcus aureus</i>	100 UFC/g	No Cuantificado

Con respecto a la composición química de waffles de frijol es un producto con alto % de humedad, esto hace que se vuelva un alimento susceptible al crecimiento de bacterias hongos y levaduras. Al contabilizar las UFC y no encontrar incidencia de estos, se demuestra que las prácticas de higiene, así como la manipulación de las materias primas fueron las correctas para el proceso en la elaboración de waffles de frijol, por esta razón no se considera un factor de riesgo el consumo de los waffles, descartando que funjan como vehículo de algún microorganismo patógeno asegurando la integridad y salud del consumidor, cumpliendo con esto las especificaciones de la normatividad mexicana.

3.4. Objetivo particular 4. Comparación textural y nutrimental

3.4.1 Comparación textural de waffles de frijol y waffles EGGO

Las diferencias entre las formulaciones del prototipo elegido y un producto comercial no solo se reflejan en la composición química sino también en las propiedades texturales de ambos productos como se puede observar en la figura 34, donde se presentan los datos obtenidos de los parámetros de textura importantes en este producto.

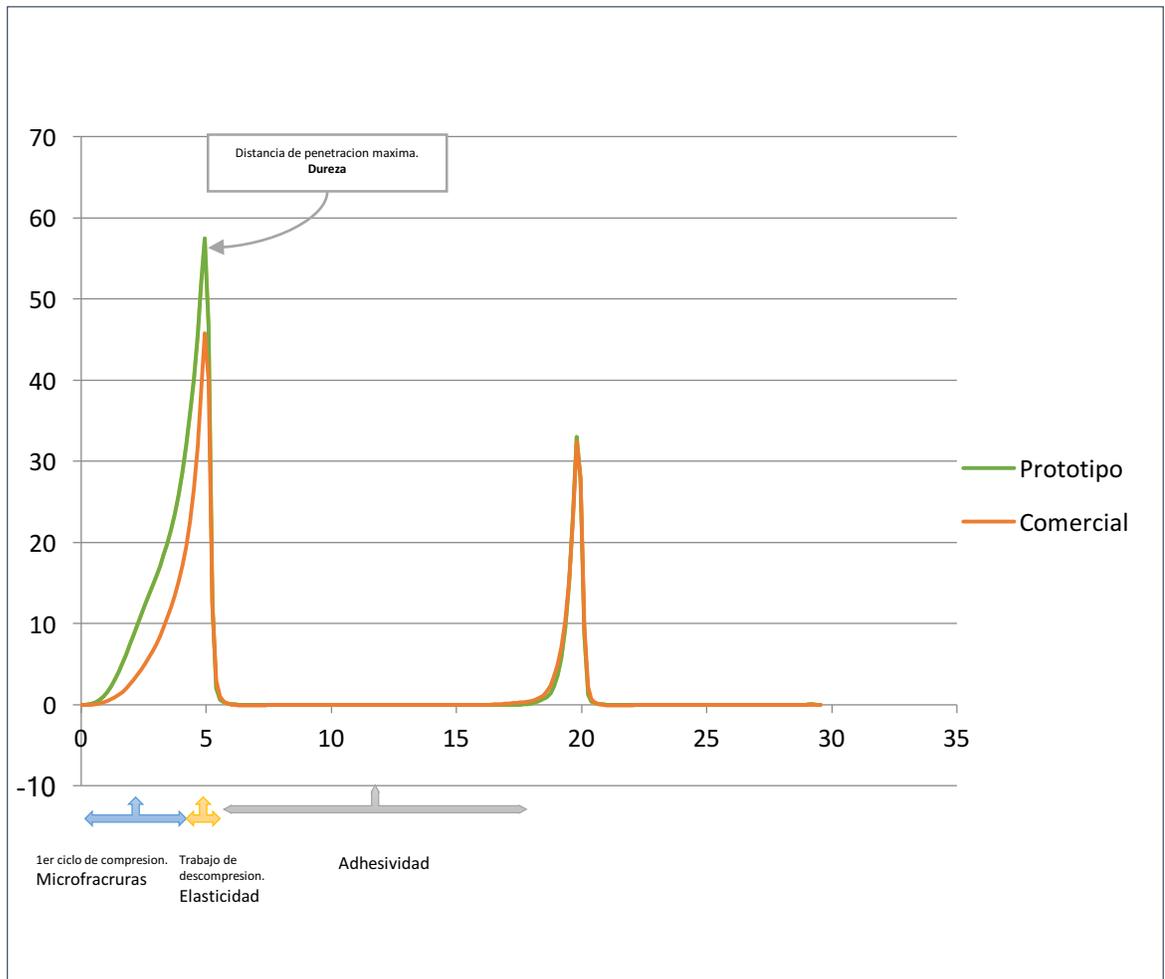


Figura 34. Comparación del análisis de perfil de textura para waffles de frijol vs comerciales.

La presencia de la proteína en waffles del frijol (9.9%) provocó una masa menos elástica ya que las lectinas del frijol son glicoproteínas con la única propiedad de ligar sacáridos de una manera altamente específica (Sgarbieri y Whitaker, 1982).

Además, se obtuvo una masa seca esto es atribuible a la fibra insoluble del frijol (3.9%) que se compone principalmente de lignina y polisacáridos no almidonosos (hemicelulosa y celulosa) que tienen capacidad de retención de agua (Escudero y González, 2006) impidiendo desarrollar la viscosidad en la mezcla.

Se observa que el producto de frijol es más duro, que se fractura con facilidad, mostrando baja cohesividad, cohesivo como se puede observar en la figura 34 donde se observan microfracturas en el primer ciclo de compresión a diferencia del producto comercial que

contiene harina de trigo con glutelinas y gliadinas que forman el gluten, junto con los lípidos y el agua, son responsables de las propiedades de viscoelasticidad y cohesividad de la masa panadera además las interacciones hidrofóbicas e hidrofílicas ayudan a que los polímeros se orienten longitudinalmente originando una red elástica y cohesiva para la formación del esponjado producido por la generación de CO₂ (Kamal, 2009; Badui, 2013) Ninguno de los productos mostró propiedades adhesivas como resulta propio de estos.

Tabla 17. Comparación de las propiedades texturales del prototipo con el producto comercial

Parámetro/unidad	Prototipo		Comercial	
DUREZA (N)	57.44±1.802	C.V=0.0776	45.79±0.217	C.V=0.0087
		S.D=2.5485		S.D=0.308
COHESIVIDAD	0.2101±0.006	C.V=0.0430	0.1734±0.2632	C.V=0.3995
		S.D=0.0090		S.D=0.0693
ELASTISIDAD	0.2492±0	C.V=0	0.2442±0.003	C.V=0.0204
		S.D=0		S.D=0.005
GOMOSIDAD (N)	8.4804±0.055	C.V=0.0093	8.4099±1.6787	C.V=0.2822
		S.D=0.0789		S.D=2.3740
MASTICABILIDAD (N)	2.1130±0.015	C.V=0.0102	2.0976±0.419	C.V=0.2827
		S.D=0.0216		S.D=0.5931

Al estar los parámetros de dureza, cohesividad y adhesividad intrínsecamente relacionados con la gomosidad y la masticabilidad (Ver Tabla 17), se pudo observar que los jueces semientrenados de la prueba sensorial notaron estas diferencias en el esfuerzo de masticación y es por eso que los atributos de textura prefirieron el waffle con mayor contenido de trigo, el cual contiene gluten y permite hacer masas viscoelásticas más agradables a la masticación.

3.4.1 Comparación nutrimental de waffles de frijol y waffles

EGGO

Cuando hablamos de las diferencias entre un waffle de frijol y uno comercial no podemos pasar por alto la composición química. A partir de los resultados del análisis químico proximal (ver tabla 18), se pudo observar que el contenido graso tuvo un aumento del 30%,

en el waffle de frijol esto puede deberse al % de grasa vegetal añadida en la formulación de waffles de frijol y la diferencia de la utilización de aceite vegetal en el producto comercial. El contenido de carbohidratos presente en el producto comercial es de 43% lo cual atribuye al azúcar añadido en su formulación, esto corresponde al doble de lo obtenido para waffles de frijol, debido a los ingredientes como la leche y el huevo los cuales dentro de su naturaleza contienen azúcares

Tabla 18. Comparación nutricional del waffle de frijol con el producto comercial.

Medición	Prototipo (%)	Comercial (%)
HUMEDAD	44.66	37
GRASA	12.7	9.7
FIBRA CRUDA	12.8	2.2
PROTEÍNAS	9.93	6
CENIZAS (MINERALES)	1.41	2.9
CARBOHIDRATOS	18.39	43

El contenido de fibra en waffles de frijol fue 5 veces mayor en comparación al producto comercial, siendo de 12.8 y 2.2 por ciento respectivamente, esto debido a la sustitución de harina de trigo por harina a base de frijol en un 80%, así como la adición de un agente prebiótico (inulina), dando como resultado un producto con alto contenido en fibra ya que para asignar esa clasificación a los productos debe cumplir con los 5 g de fibra/porción tal como lo indica la “guía para leer etiquetas” (Alvarez, 2014). El papel que juega la fibra del frijol como fitoquímico es por su efecto hipocolesterolémico, es decir, porque disminuye hasta un 10% el colesterol en la sangre (Ulloa et. al., 2007).

Otro resultado de gran relevancia fue el incremento del 65% en el porcentaje de proteína en el waffle de frijol, esto se atribuye a las materias primas que por su naturaleza tienen alto contenido de proteínas con mejor calidad en sus aminoácidos que los cereales, la principal fracción proteica del frijol común es una glicoproteína que constituye del 40 a 60% del total de la proteína llamada faseolina 12 a 16 albúminas, 2 a 4 prolaminas y 20 a 30 de albúminas solubles en álcalis (Osborne, 1984).

Con base en los resultados obtenidos, podemos decir que el objetivo del proyecto se cumplió ya que se logró elaborar un waffle que aporta mayor contenido nutricional al consumidor por su contenido de proteína y fibra.

3.5. Objetivo particular 5. Envase

3.5.1 Selección de envase y empaque

El envase se seleccionó a partir de las propiedades químicas de los waffles de frijol ya que por su contenido graso y proteico son propensos a la oxidación (particularmente de lípidos que alteran el aroma) y a reacciones no enzimáticas que provocan pardeamiento causando cambios en la apariencia, sabor y textura (Man y Jones, 1994) Este aspecto es de gran importancia ya que puede representar pérdidas no solo económicas sino también de valor nutrimental ya que se sabe que los ácidos grasos poliinsaturados son poseedores de varios dobles enlaces son susceptibles a la oxidación (Bernal, Mendoza y Mancini, 2003) creando la posibilidad de generar radicales libres y así afectar al producto.

Se decidió utilizar un envase de polipropileno (Ver figura 35) que además de su resistencia a la ruptura su capacidad para calentarse junto a el producto, la impermeabilidad a la humedad y aromas externos presenta otras propiedades importantes las cuales se encuentran enlistadas en la tabla 19.



Figura 35. Bolsas de polipropileno biorientado con micro perforaciones.

Fuente: QUIMINET.com, (2018)

Tabla 19. Propiedades del Polipropileno biorientado (BOOP)

- Alta transparencia y brillo
- Buenas propiedades mecánicas
- Fácil de procesar (impresión, laminación)
- Buena maquinaabilidad en las líneas de envasado
- Excelente permeabilidad al vapor de agua
- Amplio rango de espesores
- Diferentes temperaturas de sello
- Diferentes niveles de COF
- Cavitados con diferentes densidades
- Buena relación costo/performance
- Versatilidad,
 - Transparente plano,
 - Transparente coextruido,
 - Metalizada barrera estándar
 - Metalizada alta barrera
 - Perlado,
 - Perlado blanco
 - Blanco cavitado
 - Blanco sólido
 - Blanco metalizado

Fuente: QUIMINET.com, (2018)

Una vez elegido el envase de polipropileno se decidió crear un empaque que contuviera al envase para una mejor presentación y logística de distribución, el material de este envase fue de cartoncillo ya que es resistente y flexible lo que permitirá realizar la forma de prisma triangular de 15x11x15 cm con facilidad para la inserción del sueje en la parte superior para dar visibilidad al producto (Ver figura36), además de permitir la alta calidad de impresión este material ofrece ventajas medioambientales al ser 100% reciclable (Smurfit Kappa, 2018).

Podemos decir que se eligió un empaquetado ligero, pero a la vez resistente que protege el contenido, pero permite su visibilidad, así como fácil su acomodo en el anaquel por su diseño sofisticado, ergonómico y forma innovadora es de fácil apertura, reciclable además de proteger al alimento de las acciones físicas, químicas y microbiológicas, tomando en cuenta que este envase refleja la calidad del producto, así como la imagen de la compañía.



Figura 36. Diseño de impresión general de 2 dimensiones del envase

3.5.2 Diseño de marca y etiqueta

La imagen de marca es un elemento crítico sobre la decisión de adquirir un producto, servicio o proveedor. El reconocimiento de un logo o un nombre determinado en la mente del consumidor, es habitualmente el argumento definitivo por una gran parte del público objetivo, para realizar una compra (MEDYA, 2018)

El nombre de la marca surgió del origen del frijol ya que al ser un alimento mexicano con antigüedad prehispánica se pensó en el nombre bizaabe' que en zapoteco significa *bizaa=frijol* y *be'=el* que por la forma de escritura del idioma se interpreta como "el frijol".

A partir de esa identidad se creó un isologotipo (Ver figura 37) que se forma por la unión de un símbolo gráfico y un estímulo textual representado con signos tipográficos, que son el arte y la técnica de crear y componer tipos para comunicar un mensaje.

En este caso la figura de un frijol que contiene el nombre de la marca y que con ayuda de la psicología del color se pudo delimitar el color verde como el centro de atención ya que representa a la naturaleza y a la salud (Saltaalavista, 2015). Enviando al consumidor la señal de ser un producto saludable relacionado con el frijol.



Figura 37. Isologotipo de waffles de frijol "Bizaabe".

En la parte frontal del empaque se colocó el nombre de la marca (Bizaabe') además de la referencia al contenido de proteína y fibra, el slogan, también una imagen del producto, así como las pilas con el % de nutrimentos diarios y el contenido neto que se encuentra en el manual de etiquetado (COFEPRIS, 2018). En otra de las caras de la caja se colocó información adicional acerca de los beneficios que aporta el producto, así como su sugerencia de consumo.

En la parte posterior se situó la tabla nutrimental elaborada base en la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2015) el listado de los ingredientes, y posibles alérgenos también se colocó el lugar de elaboración códigos de barras.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos del estudio de mercado muestran que el desarrollo de waffles funcionales a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y trigo con alto contenido en proteína y fibra es factible ya que el 83% de las personas encuestadas respondieron que están preocupadas por consumir alimentos que ayuden a una buena alimentación, y que si se les brinda la información pertinente sobre las propiedades nutritivas del frijol y trigo el 68% los consumiría.

Durante el análisis sensorial los jueces opinaron que los prototipos les gustaron más o menos igual, es decir no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de los atributos, aunque si en la textura, por lo que se eligió el prototipo con mayor contenido de frijol (80%) e inulina (1%) para que cumpliera con las necesidades del proyecto.

Es importante mencionar que al sustituir en un 80% la harina de trigo por harina de frijol y adicionar inulina, la composición química de los waffles se enriquece en el contenido de proteína en un 65% y fibra un 500% en comparación con un waffle comercial cuyos valores están por debajo del prototipo desarrollando en este proyecto.

Con base en los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos podemos decir que el proceso para el desarrollo de waffles de frijol, así como la manipulación y recepción de las materias primas se realizaron adecuadamente lo cual se refleja en un producto que no representa riesgo para la salud del consumidor.

En cuanto a sus parámetros texturales, no mostraban diferencias en la elasticidad adhesividad, gomosidad y masticabilidad, sin embargo, debido a las lectinas de la harina de frijol que absorben mayor cantidad de agua se ocasiono la obtención un producto más duro, facturable y poco cohesivo en comparación con el producto comercial similar.

Se seleccionó un envase que contuviera seis piezas de 100g de polipropileno transparente para que fuera visible a través del sueje del empaque que será de cortón en forma de prisma triangular para conservar la forma el producto, así como para que presentase una barrera contra el exterior.

Se diseñó la etiqueta de acuerdo a la normatividad procurando hacer el producto más atractivo para personas que se preocupan por su salud utilizando los elementos de diseño, así como la creación de una marca de origen mexicano.

RECOMENDACIONES

El desarrollo de nuevos productos como lo es el caso del waffle de harina de frijol con alto contenido en proteína y fibra, involucra diversos aspectos a seguir. El objeto del proyecto fue proporcionar a la población un alimento funcional con las características necesarias para que este tuviera la capacidad de cubrir una alimentación sana para el consumidor, por esta razón a lo largo del desarrollo del mismo se detectaron aspectos que por falta de tiempo no pudieron realizarse sin embargo a continuación se mencionan.

Se deberá tomar en cuenta la aceptación del producto en el mercado y la familiarización de los consumidores con el mismo, lo cual propiciará un amplio panorama mercadológico a mediano plazo, por lo cual se recomienda realizar un nuevo estudio de mercado, en el cual se tendrán nuevas condiciones en cuanto al producto, ampliando el mercado de consumidores y tal vez diversificando el waffle de frijol.

De igual manera se recomienda reformular en waffle de frijol, agregando mayor % de leche a la formulación para obtener como resultado una masa más ligera, considerando la mejora de la textura ya que para los consumidores este atributo representa gran significancia para poder tener aceptabilidad en el mercado. Así mismo será importante modificar el tiempo de batido en el diagrama de proceso buscando la misma finalidad en el waffle de frijol.

Para conocer el comportamiento químico y físico del producto se recomienda un estudio de vida útil en condiciones reales, es decir monitorear una secuencia de pasos específicos en el tiempo bajo condiciones a las cuales el waffle durante su almacenamiento pudiese deteriorarse como: iluminación, temperatura y humedad, para poder establecer el tiempo de vida útil del mismo y tener una estimación del tiempo en el cual puede comenzar a perder características higiénicas y de calidad.

REFERENCIAS

- AGESTIC Asociación Gallega de Empresas de Tecnologías de la Información y la Comunicación. (2014). Consultado en: <http://www.agedtic.org/content/2-estudio-mercado-y-definicion-objetivos-y-estrategias>
- Álvarez A.M (2014). *Hablando de Nutrición: Guía para leer las etiquetas de información nutrimental*. Recuperado de <http://hablandodenutricion.com/2014/07/21/guia-para-leer-las-etiquetas-de-informacion-nutrimental/>
- American Marketing Association (2013). "Definition of marketing." Disponible en: <https://www.ama.org/AboutAMA/Pages/Definition-of-Marketing.aspx>.
- Amerine, M.A., Pangborn, R.M. Y Roessler, E.B. (1965). "Principles of sensory evaluation of food." New York, NY. USA: Academic Press. 602 p.
- Anzaldúa Morales A. (1994). "La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica." Zaragoza: Editorial Acribia, S.A
- Badui, S. (2013). *Química de los alimentos* (5a. ed). México: Pearson.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN). (2009). "Waffles Ficha técnica." Consultado en: <http://coexport.com.sv/ckfinder/userfiles/files/WAFFLES.pdf>
- Bernal G.M., Mendoza J.C.J. y Mancini-Filho J. (2003). "estabilidad oxidativa de huevos enriquecidos con ácidos grasos poliinsaturados Omega-3 frente a antioxidantes naturales".
- Black, R.E. (2008) "For the Maternal and Child Undernutrition Study Group. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences", Lancet, núm. 371.
- BOURNE, M.C. (1978) "Texture Profile Analysis. Food Technology." vol. 32, no. 1, p. 62-66.
- CANIMOLT. (2015). Reporte Estadístico 2015 con datos del 2016. SAGARPA México. Consultado 21 de Febrero del 2018 (en línea) <https://drive.google.com/file/d/0Bws40FQdCiaSTGxUQmgtR2JbEU/view>

- Cardador Martínez, A., Albores, A., Bah-Moustapha, Calderon Slinas, V., Castaño Tostado, E., Guevara González R., Shimada Mayasaka, A. and Loarca Piña. (2006). "*Activities of Methanolic Extract from Common Beans (Phaseolus vulgaris L.)*." Plant Food for Human Nutrition., 61: 161-168.
- Castro Molina Lucy Yadira, Terán Barros Natalia Fabiola y Sumba Quimí Lázaro Dionicio. (2000). Proyecto de Inversión: "*Creación de una empresa de producción y Comercialización de Waffles para la ciudad de Guayaquil*".
- Chen, L. y Opara, U.L. (2013). "*Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods.*" Journal of Food. vol. 119, no. 3, p. 497-507.
- Clara Cóccaro Graciela. (2010). "*Desarrollo de nuevos productos, Alimentos funcionales y novel food.*"
- Clark, S., Costello, M., Drake, M. Y Bodyfelt, F.W. (2009). "*The sensory evaluation of dairy products.*" 2nd ed. New York, NY. xv, 573 p.
- Durán, C. (1988). "*Una nueva tecnología para la extrusión alcalina de maíz y sorgo.*" *Monografía de Tecnología N°2*. México.
- Comisión Federal para la protección contra riesgos sanitarios (COFEPRIS), (2018). "Manual de etiquetado"
- Escudero, A. E. y Gonzalez, s. P. (2006). "*La fibra dietética.*" Nutr. Hosp. 21:61-72
- Evans, M. y Baulter, D. (1978). "*Amino acid composition of seed meal of yam bean (Sphenosfvlis sean carpa and lima bean Phaseolus lunatus).*" J. Sci. Fd. Agrie. Vol.25,(8) 919- 922.
- FAO. (2002). "*Wheat for bread and other foods.*" Obtenido de: <http://www.fao.org/docrep/006/y4011e/y4011e0w.htm#bm32>
- Fischer, Laura y Espejo, Jorge. (2003). "*Mercadotecnia (3ª edición).*" México.: Mc Graw Hill.
- Flickinger E, Van Loo J, Fahey G. (2003). "*Nutritional responses to the presence of inulin and oligofructose in the diet of domesticated animals: A review. Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition.*", 43, 19-60
- Franck A. (2002). "*Inulin. En: Food Polysaccharides and Their Applications.*", Segunda Edición. Nueva York, USA: Marcel Dekker. 733 pp.

- Frías Cristán, Ize Lema Irina y Gavilán García Arturo (2003). "La situación de los envases de plástico en México." ISSN: 1405-2849
- Gallegos A. T.M.E. (2010). "Fisiología Médica.", Xavier G. S., Gritón E. & Prieto B. (Ed.), Intersistemas, S.A. de C.V., México D.F. pp 69-78.
- Gibson G.R., M.B. Roberfroid. (1995). "Dietary modulation of the human colonic microflora: introducing the concept of prebiotics."
- Gómez Pallarés, M., León, A. E. y Rosell, C. M. (2007). "Trigo. De tales harinas tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica." Cap.1, págs. 17-72. Córdoba, Argentina: Ediciones Báez.
- Hallberg, L. M. (2002). "A fresh perspective on staling: the significance of starch recrystallization on the firming of bread". Journal of Food Science. 67:1092-1096.
- Hernández Adame. (2008). "Influencia De Las Condiciones Del Proceso De Extrusión De Frijol "Phaseolus Vulgaris." En El Contenido Del Factor Antitripsico." Tesis. Facultad De Ciencias Químicas UJED, 11-12.
- Hernández Alarcón Elizabeth. (2005). "Evaluación sensorial. Unidad Abierta y a Distancia Bogotá."
- Hleap, J.I., y Velasco, V. A. (2010). "Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). " Revista Biotecnología en el sector Agropecuario. 2010, vol.8, no.2, p. 46-56.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2007). "Conocimiento y practicas agronómicas para la producción de agave tequilana weber en la zona de denominación de origen del tequila." Recuperado 09, 2013, de <http://www.inifapcirne.gob.mx>
- International Life Sciences Institute (ILSI Europe), (1998). "Scientific concepts of functional foods in Europe." J Nutr. 1999; 81: 1-27.
- Kabagambe E. K., Bayln A., Ruiz Narvarez, E., Siles, X. y Campos H. (2005). "Decreased consumption of dried mature beans is positively associated with urbanization and nonfatal acute myocardial infarction." J. Nutr. 135: 1770-1775.
- Kamal, A. H. M., Kim, K. H., Shin, D. H., Seo, H. S., Shin, K. H., Park, C. S., Heo, H. Y.

- y Woo, S. H. (2009). "Proteomics profile of pre-harvest sprouting wheat by using MALDI-TOF Mass Spectrometry." *Plant Omics Journal*, 2, 110-119.
- Kent, N. L. (1987). "Tecnología de los cereales." Zaragoza, España: Acribia.
- Konopacka, D. Y Plochanski, W.J. (2004). "Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability. *Postharvest Biology and Technology*." Vol. 32, no. 2, p. 205-211.
- Kotler, Philip, Armstrong, Gary. (2007). "Marketing versión para Latinoamérica." (14ª edición) México: Pearson.
- Kotler, Philip, Armstrong, Gary. (1998). "Fundamentos de Mercadotecnia." (4ª edición) México: Pearson.
- Kotler Philip y Keller Kevin. (2006). "Dirección de Marketing." Duodécima Edición, de cc, McGraw-Hill Interamericana, Pág. 394
- Lerma Kirchner Alejandro E. (2010). "Desarrollo de nuevos productos una visión integral." ISBN-10: 607-481-320-5
- Less R. (1980). "Análisis de los alimentos: Métodos analíticos y de control de calidad." Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Lawless, H.T. Y Heymann, H. (2010). "Sensory evaluation of food: principles and practices." 2nd ed. New York: Springer, 2010. xxiii, 596 p.
- Ma, y Bliss, F. A. (1978). "Seed proteins of common bean." *Crop Sci.* 17: 431- 437.
- Madrigal L y Sangronis E. (2007). "La inulina y derivados como ingredientes clave en alimentos funcionales." Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=06222007000400012&script=sci_arttext&tlng=pt S0004-
- Maldonado Ortiz Fernando. (2005). "Aprovechamiento e industrialización del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)." *J Nutr.* 12-2005-2747.
- Maldonado Rodríguez Erika (2015). "Enverdeciendo la cadena de suministro del empaque. Caso de estudio: Galletas surtidas."
- Man, C.M.D and Jones, A. A. (1994) "Shelf Life Evaluation fo Food" Blackie Accademic And Professional, London.
- Marquart, L y Cohen, E. (2005). *Increasing whole grain consumption. Food Tecnology.* 59:24-32.

- Marquina D y Santos A. (2001). *“Probióticos, prebióticos y salud. Actualidad SEM.”*
Disponible en: http://www.semico.es/pdf/actualidad/SEM32_24.pdf
- Matsui, T. (2002). *“Anti-hyperglycemic effect of diacylated anthocyanin derived from Ipomea batatas cultivar Ayamursaki can be achieved through the α -glucosidase inhibitory action.”* J. Agric. Chem. Soc., 50,7244.
- Maza y Calviño. (1988). *“Influencia del fenómeno de endurecimiento del frijol común sobre las propiedades físico químicas y funcionales del almidón.”*
- MEDYA Agencia de Publicidad en Madrid Marketing Online, (2018). Recuperado de :
<http://agenciadepubli.com/disenio-de-marca/>
- Meilgaard M., Civille G. V. & Carr T. (1999). *“Sensory Evaluation Techniques, Chapter 1.”* 3rd Ed.; Florida; USA.
- Ministerio de comercio exterior y turismo de Perú. (2012). *“Guía de envases y embalajes.”* Disponible en: https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/Sites/ueperu/consultora/docs_taller/talleres_2/42.
- Mora, M., Infante, R., Espinoza, J.A. y Predieri, S. (2006). *“Actitudes y preferencias de consumidores chilenos e italianos hacia los damascos.”* Economía Agraria, vol. 10, no. 1, p. 83 - 96.
- Muñiz Rafael. (2018). *“Marketing de siglo xx1 5ta edicion.”* Centro de estudios financieros.
- Newell, G.J. y MacFarlane, J.D. (1987). *“Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data.”* Journal of Food Science, vol. 52, no. 6, p. 1721-1725.
- Nicola Cerantola (2016). *“Envase como elemento del marketing”.* IED Madrid Centro Superior de Diseño.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2015), Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados Información comercial y sanitaria
- Norma Oficial Mexicana. NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Normas Mexicanas. Dirección General De Normas.

- Norma Oficial Mexicana. NMX-F-083-1986. Determinación de humedad en alimentos. Normas Mexicanas. Dirección General De Normas.
- Norma Oficial Mexicana. NMX-F-089-S-1978. Determinación de extracto etéreo (método Soxhlet) en alimentos. Normas Mexicanas. Dirección General De Normas.
- Norma Oficial Mexicana. NMX-F-090-S-1978. Determinación de fibra cruda en alimentos. Normas Mexicanas. Dirección General De Normas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa.
- Norma Oficial Mexicana NOM-111-ssa1-1994, Bienes y servicios. Método para la Cuenta de Mohos y Levaduras en Alimentos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la Cuenta de Microorganismos Coliformes Totales en Placa.
- Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996, Bienes y servicios. Cereales y sus productos. Hrinas de cereales, semolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, semolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.
- 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.
- Official Methods of Analysis A.O.A.C. 12.1.07, (1984). 15th Edition, U.S.A.
- Official Methods of Analysis A.O.A.C. 992.23, (1990). 15th Edition, U.S.A.
- Olaiz-Fernández G, Rivera-Dommarco J, Shamah Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Avila M (2006). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. Consultado el 22 de febrero de 2018 <http://ensanut.insp.mx/informes/ensanut2006.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (OMS), (2008). <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/index.html>
- Ortega, M.L., C. Rodríguez & E. Hernández. (1976). "Análisis químico de 68 genotipos del género *Phaseolus* cultivadas en México." *Agrociencia* No.24, 23-42.

- Osborne, T.B. (1984). *"Interns of kidney bean."* Journal Amer. Chcm. Soc. 16:633-643.
- Oomah M. C., Zingale M. I., Revelant G. C. y Vignale M. E. (2005). *"Actividad ureásica en productos de soja. Propuesta de un nuevo método."* Archivos latinoamericanos de nutrición. 51, 3
- Paredes López, O., Guevara Lara, F. And Bello Pérez, L. A. (2006). *"Los Alimentos Mágicos de las Culturas Indígenas Mesoamericanas."* Fondo de cultura económica.
- Pérez David, Pérez Martínez de Ubago Isabel. (2006). *"El producto concepto y desarrollo."* EOI Escuela de negocios.
- Pérez Espinosa Carme Krystal. (2012). *"Empaques y embalajes."* ISBN 978-607-733-106-3
- QUIMINET, (2018). Recuperado de: <https://www.quiminet.com/articulos/el-polipropileno-biorientado-bopp-y-sus-aplicaciones-31039.htm>
- Ramirez Navas Juan Sebastian. (2012). *"Análisis sensorial pruebas orientadas al consumidor."* Universidad del valle Cali Colombia. ISSN 2027-6850.
- Ramírez C.J. y López B. J. A. (2010). *Alimentos Funcionales: Principios y Nuevos Productos.* Méxoco: Trillas.
- R Core Team. (2013). *R: A Language and Environment for Statistcal Computing.* Vienna, Austria.
- Reddy, N. R. Y Selunkhe, D. K. (1978). *"Cereal Chemistry."* 57:356-360.
- Rosales Arévalo Nataly Karen (2008). *"Desarrollo y caracterización de harina para hot-cake enriquecida con okara"*
- Sancho J., E. Bota Y J.J. de Castro. (2002). *"Introducción al Análisis Sensorial de los alimentos."*
- Saltaalavista Blog, (2015). Recuperado de: <https://saltaalavistablog.blogspot.com/2017/07/psicologia-y-teoria-del-color-en-diseno-libros-gratis.html>
- Saren, M.A. (2007). *"A classification and review of models of the intra-firm innovation process."* UNIVERSITY OF BATH, SCHOOL OF MANAGEMENT, CLAVERTON DOWN, BATH U.K.

- Sathe, S.K., D.S.S. Deshpande & O.K. Saluokhe. (1985). "Dry beans of *Phaseolus*: a review. II. Chemical composition: carbohydrates, fiber, minerals, vitamins and lipids, C.R.C." Rev. Food Sci. Nutr. 46-1389.
- Scott Blair, G.W. (1958). "Rheology in food research. *Advances in Food Research*." Vol. 8, no. 1, p. 1-61.
- SIACON ,(2003). Sistema de Información Agropecuaria. Base de Datos de Información Estadística. SAGARPA. México Consultado el 20 de Febrero del 2018 <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- SIAP-SAGARPA (2016). "Superficie cosechada y producción de frijol anual en México, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación." Disponible en: <http://www.campomexicano.gob.mx/siacon>.
- Sharma Shri K; Mulvaney, Stevenj Y Rizvi, Syed S.H. (1978). "Ingeniería de alimentos." México: Limusa 20-44.
- Sgarbieri, V.C; Whitaker, J.R. (1982). "Physical, chemical and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins." *Advances in Food Research*, v. 28, p. 93-166.
- Smulikowska,S., Pastuszewska, B., Swiech, E., Ochtabinska, A., Mieczkowska,a. Y Nguyen, V. C. (2001). "Tannin content effects Negatively nutritive Valeu of pea for monogastrics." *Journal of Animal and Feed Sciences (Poland)*, 10:511-523.
- Smurfit Kappa Group, (2018) Recuperado de: https://www.smurfitkappa.com/vHome/es/Products/Paginas/Folding_Carton_Packaging.aspx
- Szczesniak, A.S. (1963). "Classification of Textural Characteristics." *Journal of Food Science*, vol. 28, no. 4, p. 385-389
- Téllez-Téllez P., Arellano San Vicente A. y Buendía-González M.O. (2009). "Optimización de nixtamalización de frijol (*phaseolus vulgaris l.*) y desarrollo de un nuevo producto alimenticio."
- TOLEDO H. J. (1995). "Cultivo de vainita."

- Ulloa José Armando, Ulloa Petra Rosas, Ramírez José Carmen y Ulloa Rangel Blanca Estela. (2007). *“El frijol (Phaseolus vulgaris): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos.”* ISSN 2007 - 0713
- Wang J, Rosell C, Benedito C. (2002). *“Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality.”* Food Chem 79; 221-226.
- Watherhouse A. Chatterton N. (1993). *“Glossary of fructans terms. En: Science and Technology of Fructans.”* Boca Raton, USA: CRC Press; 1993. 369 pp.
- Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E. Y Elias, L.G. (1989). *“Basic sensory methods for food evaluation.”* Ottawa, Ont., Canada: International Development Research Centre, 170 p.
- Williams C. (1999). *“Effects of inulin on lipids parameters in humans.”* J Nutr 129: 1471-1473.
- Xu,B, y Chang, K. C. (2009). *“Effect and soaking, boiling and steaming on total phenolic content and antioxidant activities of cool season food legumes.”* Food Chemistry, 110, 1-13.