



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE QUIMICO FARMACOBIOLOGÍA

TESIS

“USO DE FIBRA SOLUBLE DE *Linum usitatissimum* EN LA
ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO FUNCIONAL DE
PANIFICACIÓN”

PARA OBTENER EL TITULO DE QUIMICO FARMACOBIOLOGO

PRESENTADA POR:

JUAN PABLO TENA HURTADO

DIRECTOR DE TESIS:

MAESTRO EN CIENCIAS JUAN CARLOS CORTÉS GARCÍA

MORELIA, MICHOACÁN, JUNIO 2015

La presente investigación se desarrolló en los laboratorios de Toxicología de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez”, el Laboratorio de Desarrollo de alimentos de la Facultad de Químico Farmacología y el Laboratorio de Análisis Físicoquímico de Alimentos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, bajo la dirección del M. en C Juan Carlos Cortés García.

Agradezco al programa CECTI-CONACYT el apoyo recibido mediante la beca “BECAS-TESIS PARA LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS Y TECNOLOGÍAS”, número de folio 970, para la realización de la presente tesis.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por el enorme esfuerzo que han realizado durante todos estos años para darme una buena educación, así como también por su apoyo incondicional, por tenerme tanta paciencia y por confiar en mí. Por ser una motivación en mi vida para ser un profesional de bien para la sociedad, por la gran enseñanza de que en esta vida nada es fácil, y que todo lo difícil algún día tiene su recompensa.

Agradezco a mi asesor M.C. Juan Carlos Cortés García por la oportunidad, su paciencia, enseñanzas y orientación en la realización de este proyecto. De igual manera agradezco a la M.C. Leticia Pérez Ordáz por sus enseñanzas, sus pláticas amenas, además de ser motivación para algún día llegar a ser un excelente profesional como ella. Porque además de ser una excelente maestra, es una gran amiga.

A mis revisores de tesis: M.C. Griselda Pérez Ordáz, M.F.B. Leticia Pérez Ordáz, Dra. Aurora Teresita Martínez, Dra. Marcia Yvette Gauthereau Torres y al Q.F.B. Luis Fernando Sosa Manríquez, por sus sabios consejos.

DEDICATORIAS

A mis padres, por el apoyo brindado del presente proyecto y que siempre han visto por el bien de mí.

A mi hermano por los buenos ratos que hemos pasado, así como sus consejos.

A mi hermana por ser la persona que pone el ejemplo del camino al éxito a seguir

A mi tío Fernando Ponce de León

A mi abuelito Nicolás Hurtado Cedeño

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIAS	V
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
GLOSARIO DE ABREVIATURAS	XII
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	XIV
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. HISTORIA DE LA FIBRA	3
1.2. FIBRA	4
1.2.1. Definición	4
1.2.2. Tipos de fibra	4
1.2.3. Composición	4
1.2.4. Clasificación.....	5
1.2.4.1. Fibra soluble.....	5
1.2.4.2. Fibra insoluble.....	6
1.2.5. Ingesta recomendada de fibra soluble/insoluble	7
1.2.6. Ingesta recomendada de fibra.....	8
1.2.7. Ingesta de fibra consumida en México	8
1.2.8. Importancia de la fibra dietética para la salud humana	9
1.2.9. Efectos adversos de la fibra dietética.....	9
1.2.10. La fibra en la actualidad	9
1.3. LINAZA (<i>Linum usitatissimum</i>).....	11
1.3.1. Antecedentes	11
1.3.2. Descripción botánica de la planta	11
1.3.3. Clasificación taxonómica de la linaza.....	11
1.3.4. Composición	12

1.3.5. Compuestos bioactivos de la linaza	15
1.3.6. Usos de la linaza en la elaboración de productos	15
1.4. ALIMENTOS FUNCIONALES	17
1.4.1. Antecedentes	17
1.4.2. Definición	17
1.4.3. Características	18
1.5. GALLETAS	20
1.5.1. Antecedentes	20
1.5.2. Historia	20
1.5.3. Definición	22
1.5.4. Clasificación	22
1.5.5. Función de los ingredientes en las galletas.	23
1.5.6. Valor nutricional de las galletas.....	25
1.5.7. Mercado de galletas.....	26
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	27
III. JUSTIFICACIÓN	28
IV. HIPÓTESIS	29
V. OBJETIVOS.....	30
5.1. General	30
5.2. Específicos.....	30
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
6.1. Materia prima	31
6.2. Insumos	31
6.3. Materiales	31
6.4. Equipos	32
6.5. Reactivos	32
6.6. Preparación de reactivos	33
6.6.1. Preparación de buffer de fosfatos pH 7.4.....	33
6.6.2. Preparación de pancreatina al 10%	34
6.7. Método modificado de extracción de fibra soluble de las semillas de <i>Linum usitatissimum</i>	34

6.8. Cuantificación de fibra soluble de las semillas de <i>Linum usitatissimum</i>	34
6.9. Elaboración de galleta base y Funcional.....	35
6.10. Evaluación sensorial	37
6.11. Análisis físico-químico del producto terminado	38
6.12. Extracción de fibra soluble de <i>Linum usitatissimum</i> de la galleta funcional	38
6.13. Cuantificación de fibra soluble de <i>Linum usitatissimum</i> de la galleta base y funcional.....	39
6.14. Presentación de resultados.....	39
VII. RESULTADOS.....	40
7.1. Extracción, cuantificación y rendimiento de fibra soluble del extracto de <i>Linum usitatissimum</i> utilizada para la elaboración de alimento funcional de panificación	40
7.2. Incorporación de fibra soluble de <i>L.usitatissimum</i> en un alimento de panificación	41
7.3. Evaluación sensorial de la galleta base	42
7.3.1. Evaluación sensorial del color de las galletas base	43
7.3.2. Evaluación sensorial del olor de los lotes de galleta base	44
7.3.3. Evaluación sensorial del sabor de los lotes de galleta base	45
7.3.4. Evaluación sensorial de la textura de los lotes de galleta base	46
7.4. Elaboración de galleta base y funcional.....	47
7.5. Evaluación sensorial de la galleta funcional.....	50
7.5.1. Evaluación sensorial del color de las galletas	50
7.5.2. Evaluación sensorial del olor de las galletas.....	51
7.5.3. Evaluación sensorial del sabor de las galletas.....	52
7.5.4. Evaluación sensorial de la textura de las galletas.....	53
7.6. Análisis físico-químico de las formulaciones de galleta base y funcional....	54
7.7. Extracción, cuantificación y rendimiento de fibra soluble de <i>Linum usitatissimum</i> de las galletas funcionales	57
VIII. DISCUSIÓN	58
8.1. Atributos sensoriales.....	58
8.1.1. Color	58

8.1.2. Olor	59
8.1.3. Sabor	59
8.1.4. Textura.....	60
8.2. Análisis físico-químico.....	61
8.2.1. Humedad	61
8.2.2. Grasa	62
8.2.3. Fibra cruda	62
8.2.4. Proteína cruda.....	63
8.2.5. Cenizas (Minerales)	64
8.2.6. Carbohidratos.....	64
8.3. Propuesta de producto final	66
IX. CONCLUSIONES	68
X. PERSPECTIVAS	69
XI. REFERENCIAS	70
XII. APÉNDICE.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1.- Recomendaciones de ingesta de fibra para la población en México.....	8
Tabla 2.- Composición aproximada de la linaza basada en medidas comunes. ...	14
Tabla 3.- Procedimiento para la preparación del buffer de fosfatos a pH 7.4.....	33
Tabla 4.- Resultados de la extracción, cuantificación y rendimiento de la fibra soluble de los extractos de <i>L.usitatissimum</i> sesión #1 y #2.....	40
Tabla 5.- Formulaciones de galleta base.	41
Tabla 6.- Resumen de la evaluación sensorial de las tres formulaciones de galleta base..	47
Tabla 7.- Formulaciones de galleta base y funcional, y sus variaciones respecto a sus atributos sensoriales.	48
Tabla 8.- Resultados del análisis físico-químico: formulación de galleta base, formulación con 1 y 3 g de fibra soluble de <i>L.usitatissimum</i>	54
Tabla 9.- Resumen de la evaluación sensorial de las formulaciones de galleta base y funcional.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.- Diagrama de bloques para elaboración de lotes de galleta base y funcional.....	35
Figura 2.- Evaluación sensorial del color en las diferentes formulaciones de galleta base.	43
Figura 3.- Evaluación sensorial del olor en las diferentes formulaciones de galleta base.	44
Figura 4.- Evaluación sensorial del sabor en las diferentes formulaciones de galleta base..	45
Figura 5.- Evaluación sensorial de la textura en las diferentes formulaciones de galleta base.....	46
Figura 6.- Evaluación sensorial del color en las diferentes formulaciones de galleta base y funcional	51
Figura 7.- Evaluación sensorial del olor en las diferentes formulaciones de galleta base y funcional	52
Figura 8.- Evaluación sensorial del sabor en las diferentes formulaciones de galleta base y funcional.	53
Figura 9.- Evaluación sensorial de la textura en las diferentes formulaciones de galleta base y funcional.....	54

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

°C	Grados Celsius
μL	Microlitro
A.O.A.C	Association of Official Analytical Chemists
cm	Centímetro
E.L.N	Extracto Libre de Nitrógeno
FD	Fibra dietética
FS	Fibra Soluble
g	Gramos
GB	Galleta Base
L	Litros
<i>L. usitatissimum</i>	<i>Linum usitatissimum</i>
m	Metros
mL	Mililitros
mm	Milímetros

NMX

Norma Mexicana

NOM

Norma Oficial Mexicana

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aglutinante: Sustancia que otorga a las formulaciones unión (1).

Diverticulosis: Presencia de divertículos en el intestino, por lo general en el colon (2) .

Emulgente: Sustancia que forma y mantiene una mezcla homogénea de dos o más líquidos no miscibles entre sí (3).

Extracto libre de nitrógeno: Agrupación de todos los nutrientes no evaluados con los métodos del análisis proximal (Humedad, proteína cruda, lípidos crudos, fibra cruda y cenizas) constituido principalmente por carbohidratos digeribles, así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados (4).

Fermentación: Cualquier proceso metabólico que libere energía a partir de un azúcar u otra molécula orgánica, que no necesite la presencia de oxígeno, ni de una cadena transportadora de electrones y utilice una molécula orgánica como aceptor final de electrones (5).

Fibra cruda: Es la parte orgánica del alimento que es insoluble, no digestible y que está formada en la mayoría de las ocasiones por celulosas y lignocelulosas provenientes de los tejidos vegetales (6).

Fibra dietética: Son los componentes de la dieta de origen vegetal, que son resistentes a las enzimas digestivas del hombre y químicamente estaría representado por la suma de los polisacáridos que no son almidones ni lignina (7).

Gárgola: Vaina de legumbre, que contiene uno o dos granos (8).

Goma: Sustancia viscosa e incristalizable que naturalmente, o mediante incisiones, fluye de diversos vegetales y después de seca es soluble en agua e insoluble en el alcohol y el éter. Disuelta en agua, sirve para pegar o adherir cosas (9).

Mucílago: Sustancia viscosa, de mayor o menor transparencia, que se halla en ciertas partes de algunos vegetales, o se prepara disolviendo en agua materias gomosas (10).

Postprandial: Posterior a las comidas (11).

Proteína Cruda: Contenido de nitrógeno total en una muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio (12).

Retículo: Tejido en forma de red. Se toma generalmente por la estructura filamentosa de las plantas (13).

RESUMEN

USO DE FIBRA SOLUBLE DE *Linum usitatissimum* EN LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO FUNCIONAL DE PANIFICACIÓN. Juan Pablo Tena Hurtado, Juan Carlos Cortés García. jptena_1991@hotmail.com.

La semilla de linaza es un ingrediente utilizado en productos alimenticios. En la última década ha surgido un gran interés por la linaza, debido a que algunos de sus componentes presentan actividad biológica algunos ejemplos son el ácido- α -linolénico, los lignanos y la fibra dietética (polisacáridos diferentes al almidón), todos los productos anteriores, ofrecen beneficios potenciales para la salud, como un efecto hipocolesterolémico y regulador del metabolismo de la glucosa, para prevenir enfermedades como la diabetes.

Existen diferentes productos que se elaboran a partir de la semilla entera de *Linum usitatissimum*, estos productos se puede tostar, extruir, engrosar y laminar, con la finalidad de mejorar su aplicabilidad en diversos alimentos, y los procesos previos producen cambios en las propiedades organolépticas de la semilla; como el desarrollo de nuevos aromas y sabores. La linaza como materia prima se puede usar en cereales, barras nutritivas, bebidas nutricionales, helados, pastas, queso, yogurt y productos de panificación como galletas. La mayoría de estos productos son elaborados con la semilla entera o molida, o únicamente ocupan la harina de linaza.

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una galleta adicionada con fibra soluble de *Linum usitatissimum*. Se extrajo y cuantificó la fibra soluble de *Linum usitatissimum*. El ensayo de pruebas panel, seleccionó una galleta base para adicionarle la fibra soluble. Se incorporó en la galleta base la fibra soluble en cantidades de 1 y 3 g. El ensayo de pruebas panel de las galletas: base (sin fibra soluble), con 1 y 3 g de fibra soluble indicaron que, la galleta adicionada con 1 g de fibra soluble presentó mayor la preferencia en la población abierta. El análisis bromatológico de las galletas: base, adicionadas con 1 y 3 g de fibra soluble, y confirmo a la galleta adicionada con 1 g de fibra soluble como las mejor. Finalmente se realizó una propuesta de producto final, para ofrecerlo como un producto más en el mercado de alimentos funcionales

Palabras clave:

Nutraceutico, cereal, galleta funcional, alimento funcional

ABSTRACT

USE OF SOLUBLE FIBER *Linum usitatissimum* IN THE DEVELOPMENT OF A FUNCTIONAL PRODUCT BAKERY. Juan Pablo Tena Hurtado, Juan Carlos Cortes García. jptena_1991@hotmail.com.

Flaxseed is an ingredient used in food products. In the last decade there has been great interest in flaxseed, because some of its components have biological activity, examples are the α -linolenic acid, lignans and dietary fiber (other than starch polysaccharides), all the above products, offer potential health benefits, as a hypocholesterolemic and regulatory effect of glucose metabolism, to prevent diseases such as diabetes

There are different products made from whole seed of *Linum usitatissimum*, these products can be roasted, extruding, rolling and swell, in order to improve its applicability in various foods, and previous processes produce changes in the organoleptic properties the seed; as the development of new aromas and flavors. Flaxseed as raw material can be used in cereals, nutrition bars, nutritional beverages, ice cream, pastries, cheese, yogurt and baked goods like cookies. Most of these products are made with whole or ground seeds, or only take flaxseed meal.

The objective of this work was to develop a biscuit added with soluble fiber *Linum usitatissimum*. Extracted and quantified *Linum usitatissimum* soluble fiber. The panel assay tests selected based cookie for adding soluble fiber. Soluble fiber in quantities of 1 g and 3 g are incorporated in the cookie base. The test panel testing the cookies: base (without soluble fiber) with 1 and 3 g of soluble fiber indicated that cookie added with 1 g of soluble fiber provided greater preference in the general population.

Keywords:

Nutraceutical, cereal, functional cracker, functional food

I. INTRODUCCIÓN

1.1. HISTORIA DE LA FIBRA

La fibra ha sido estudiada a través de los años, y con el tiempo se fue comprendiendo que la introducción de ésta a la dieta diaria del hombre proporcionaba beneficios a la salud. Estos datos se remontan a los tiempos de Hipócrates (siglo 4, A.C), considerado como el Padre de la Medicina, quien fue el primero en reconocer los beneficios del salvado de trigo (fibra) para ayudar al intestino grueso a mantenerse saludable (14).

En México, la fibra forma parte de la alimentación desde la época precolombina. Fray Bernardino de Sahagún y Bernal Díaz del castillo, cronistas e historiadores españoles, informaban de la variedad de los alimentos que consumían los indígenas; muchos de ellos con un gran aporte de fibra, como: maíz, frijol, frutas y verduras (14).

En el siglo XIX se logró la industrialización del sector harinero con nuevos molinos de cilindros, amasadoras mecánicas y grandes cernidores de harina; con esto se comenzó a contar con harina refinada, blanca y de calidad más homogénea; lo que provocó un importante descenso en el consumo de fibra de la población mundial (15). Posteriormente, los primeros cereales marca Kellogg's y Post fueron creados debido al gran interés prevaleciente sobre la fibra dietética; para el año 1920, John Harvey Kellogg publicó una extensa gama de artículos sobre los atributos de los productos integrales, entre éstos sobresalieron, un aumento de peso fecal, favorecer la evacuación y prevenir ciertas enfermedades (16).

En 1970, el famoso médico Denis Burkitt lanzó su hipótesis sobre el salvado, haciendo un estudio en grupos de la población de zonas rurales en África, descubriendo que la población que tenía una dieta alta en fibra, presentaba baja incidencia de hernias, hemorroides, diverticulitis y otras enfermedades intestinales; así como menor frecuencia de diabetes y enfermedades del corazón (15).

En México, la dieta habitual indígena es alta en fibra, en las comunidades otomíes es abundante en hidratos de carbono complejos y fibra dietética; baja en proteína de origen animal y grasas saturadas (17).

En la actualidad diversos estudios e investigaciones científicas siguen demostrando que consumir fibra en la dieta diaria de los seres humanos otorga beneficios a nuestro organismo (15).

1.2. FIBRA

1.2.1. Definición

La fibra, también conocida como fibra dietética (FD) o alimentaria se puede definir como una sustancia de origen vegetal que no puede ser digerida por las enzimas del tracto digestivo humano. Son polisacáridos estructurales de las plantas, que incluyen la celulosa, hemicelulosa, β -glucanos, pectinas, mucílagos, gomas y lignina; este último no tiene estructura de polisacárido porque es un polímero de fenilpropano. Las diferencias estructurales de cada uno de ellos determinan propiedades físico-químicas diferentes y, como consecuencia, comportamientos fisiológicos diversos. El hecho de que la fibra no sea digerida por el cuerpo es una de las razones por las que es tan benéfica para la salud (18,19)

De acuerdo con la “NOM-043-SSA2-2012”. Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación, se le denomina fibra a la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y la absorción en el intestino humano y que sufren una fermentación total o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y otras sustancias asociadas con las plantas. Se les divide en solubles e insolubles. Epidemiológicamente su consumo insuficiente se ha asociado con la aparición de enfermedades crónicas. Se encuentra en leguminosas, cereales integrales, verduras y frutas (20).

1.2.2. Tipos de fibra

Existen dos tipos principales de fibras:

1. Fibra dietética: Consiste en carbohidratos vegetales no digeribles y otros materiales que se encuentran intactos en las plantas. Por ejemplo: las semillas enteras de linaza y la linaza molida son fuentes de fibra dietética (21).

2. Fibra funcional: Consiste en carbohidratos no digeribles que han sido extraídos de las plantas, purificados y agregados a los alimentos y otros productos. Por ejemplo: los mucílagos extraídos de las semillas de linaza y agregados a los laxantes o jarabes para la tos son una fibra funcional (21).

La fibra total es igual a la suma de la fibra dietética y la fibra funcional. La fibra dietética y la fibra funcional no son digeridas y absorbidas por el intestino delgado de los humanos y por lo tanto, pasan relativamente intactas al intestino grueso.

1.2.3. Composición

La fibra está constituida por tres componentes, cada uno de los cuales tiene un efecto diferente en el organismo (15):

1. Polisacáridos no almidón: constituyen la mayor proporción de la fibra. Los polisacáridos son todos los polímeros de carbohidratos que contienen al menos veinte residuos de monosacáridos. El almidón digerido y absorbido en el intestino delgado es un polisacárido, por ello se utiliza el término de polisacáridos no almidón para aquellos que llegan al colon y poseen los efectos fisiológicos de la fibra. Podríamos clasificarlos en celulosa, β -glucanos (avena y centeno), hemicelulosas, pectinas (frutas y verduras) y análogos, gomas (arábica y guar) y mucílagos (15,22).

2. Oligosacáridos resistentes: constituyen la parte de la fibra que resiste la digestión en el tracto digestivo superior, pero alimentan y estimulan el crecimiento de bacterias benéficas en el tracto digestivo inferior. Son hidratos de carbono con un nivel menor de polimerización, tienen de tres a diez moléculas de monosacáridos. Se dividen en fructooligosacáridos (FOS) e inulina, galactooligosacáridos (GOS), xilooligosacáridos (XOS), e isomaltooligosacáridos (IMOS). Éstos se encuentran en las leguminosas, algunas frutas y verduras, semillas y granos. Los almidones resistentes, los oligosacáridos no digeribles, la povidex, la fibra soluble de maíz y otros son añadidos algunas veces a los alimentos como ingredientes aislados (15,22).

3. Ligninas: es la parte dura y fibrosa de las paredes celulares de las plantas, y es el segundo mayor componente de la fibra. No es un polisacárido, sino polímeros que resultan de la unión de varios alcoholes fenilpropiónicos; y contribuyen a dar rigidez a la pared celular haciéndola resistente a impactos y flexiones. La lignificación de los tejidos también permite mayor resistencia al ataque de los microorganismos. La lignina no se digiere ni se absorbe ni tampoco es atacada por la microflora bacteriana del colon. Una de sus propiedades más interesantes es su capacidad de unirse a los ácidos biliares y al colesterol, retrasando o disminuyendo su absorción en el intestino delgado. La lignina es un componente alimentario menor. Las ligninas incluyen los tallos y las cáscaras. Muchas verduras, hortalizas y frutas contienen un 0.3% de lignina, en especial en estado de maduración. El salvado de cereales puede llegar a contener 3% de lignina (15,22).

1.2.4. Clasificación

1.2.4.1. Fibra soluble

Es aquella, que en contacto con el agua forma un retículo, donde ésta queda atrapada, originando soluciones de gran viscosidad. Las fibras solubles tienen una capacidad elevada para retener agua, entre las que destacan las pectinas, algunas hemicelulosas, las gomas, los mucílagos y los polisacáridos procedentes de algas. La capacidad gelificante es la responsable de muchos de los efectos fisiológicos de la fibra, como la disminución de la glucemia posprandial o la atenuación de los niveles plasmáticos de colesterol (23).

Los componentes de la fibra soluble son:

- ❖ **Pectinas:** son homopolisacáridos compuestos de unidades repetidas de ácido galacturónico. En el laboratorio, la transformación del grupo carboxilo de este ácido en metil éster, da lugar al ácido pectínico, o también llamada pectina soluble. Las pectinas son fáciles de encontrar en la porción carnosa de las frutas, verduras y plantas comestibles, además en la parte blanca de la cáscara de los cítricos (24).
- ❖ **Mucílagos:** son polímeros pobres en ácido urónico, son de naturaleza viscosa, se pueden encontrar en el interior de las semillas y algas (como el agar agar) y no están en la pared celular (24).
- ❖ **Gomas:** al contrario de los mucílagos, éstas están formadas por cadenas largas de ácido urónico, xilosa, arabinosa o manosa. Proviene de la transformación de polisacáridos de la pared celular. Se encuentran en las gomas: arábica, karaya, gelaína, el tragacanto (24).

La fibra soluble se encuentra principalmente en:

- ❖ Frutas como la naranja, manzana y fresas
- ❖ Leguminosas (frijoles o porotos, lentejas y garbanzos)
- ❖ Salvado de avena, cebada,
- ❖ Semillas de *Psyllium*
- ❖ Nueces
- ❖ Vegetales como las coles

Es preferible que las fuentes de fibra provengan de las comidas y no de suplementos, ya que los alimentos proveen de otros nutrientes como vitaminas y minerales (15).

1.2.4.2. Fibra insoluble

La fibra insoluble, como su nombre lo indica, no se disuelve en agua. Actuando como una esponja, esta fibra aumenta su tamaño y absorbe mucho más que su peso en agua. De esta forma, la fibra insoluble proporciona volumen, que puede ayudar a sentirse satisfecho por más tiempo, lo que favorece que no se consuma un exceso de comida y a través de este método, previene el sobrepeso y la obesidad. Este tipo de fibra es la que se encuentra en mayor proporción en los alimentos que contienen fibra. Su principal función es el mantenimiento del tránsito intestinal normal, debido a que posee un efecto laxante, evitando así el estreñimiento y las consecuencias negativas que éste conlleva como es el dolor

abdominal, las hemorroides y la enfermedad diverticular (afección en el colon) (15,23).

Los componentes de la fibra insoluble son:

- ❖ **Celulosa:** es un polímero de glucosa con enlaces β 1-4, los cuales no se pueden romper por enzimas digestivas endógenas en animales no herbívoros, sino por la flora bacteriana. La celulosa se encuentra en la pared de las células vegetales y por lo tanto es fácil encontrarla en alimentos de origen vegetal como forrajes, cáscara de cereales, etc. (24)
- ❖ **Hemicelulosa:** al igual que la celulosa, ésta se encuentra en la pared de las células vegetales. Sin embargo, no es un compuesto único, sino un conjunto de polímeros, como ramnogalacturonanos, xiloglucanos, entre otros. La ausencia y/o presencia de hemicelulosa dependerá del vegetal que se esté hablando. El término hemicelulosa deriva de que todos estos componentes están íntimamente relacionados con la celulosa en la pared celular. Es importante señalar que hay tanto celulosas solubles, como celulosas insolubles. Pero esto dependerá de su composición química (24).
- ❖ **Lignina:** es el único componente de la fibra que no es un polisacárido. Es un polímero de varios alcoholes y ácidos fenilpropílicos (p-coumarilo, coniferilo y alcohol sinapílico). Una propiedad a destacar de estos polímeros es su capacidad de unirse a los ácidos biliares y el colesterol retrasando o disminuyendo su absorción en el intestino delgado (24).

Los alimentos que contienen fibra insoluble son los cereales integrales como:

- ❖ Arroz integral
- ❖ Salvado de trigo
- ❖ Maíz (choclo)
- ❖ Vegetales como la zanahoria, el apio, la espinaca, los espárragos, etc. (15)

Además, existen sustancias análogas a la fibra que corresponden a la inulina, fructooligosacáridos, almidón resistente y azúcares no digestibles, las cuales en su mayoría son solubles en agua (24).

1.2.5. Ingesta recomendada de fibra soluble/insoluble

Existen claras evidencias de que una dieta adecuada debe contener una mezcla de diferentes tipos de fibra soluble e insoluble. Aunque no se conocen con exactitud las necesidades de fibra soluble o insoluble y, por lo tanto, no existen recomendaciones en cuanto a la cantidad necesaria de los distintos tipos de fibra,

la mayoría de los expertos recomiendan que la dieta contenga 20-30 g o 10-13 g de fibra por 1000 kcal, con una relación insoluble/soluble de 3:1. (25)

1.2.6. Ingesta recomendada de fibra

De acuerdo con el Comité de Expertos de la FAO/OMS (Food and Agriculture Organization of the United Nations / Organización Mundial de la Salud), la recomendación diaria de fibra dietética total para adultos es de 25 g/día. El rango de recomendaciones entre diversos países alrededor del mundo va desde 21-40 g/día. En el caso de México, los expertos en nutrición recientemente han publicado su recomendación de consumo en diferentes grupos de edad como se observa en la tabla 1 (15,26).

Tabla 1.- Recomendaciones de ingesta de fibra para la población en México.

Grupo de edad	Recomendaciones de Ingesta de Fibra para la Población en México (g/día)	
	Hombres	Mujeres
Niños 2-4 años	14	14
Niños 5-8 años	18	18
Niños 9-13 años	22	22
Adolescentes 14-18 años	30	26
Adultos 19-50 años	35	30
Adultos mayores de 50 años	30	26

Fuente: Bourges, Casanueva, Rosado, 2009.

1.2.7. Ingesta de fibra consumida en México

De acuerdo con el Comité de Expertos FAO/OMS, se estima que el consumo diario de fibra dietética en el mundo va desde una cifra tan baja como es 14 g/día hasta 29 g/día (27).

Considerando lo anterior y tomando la cifra más alta de consumo de fibra, en nuestro país estamos por debajo de las recomendaciones de los expertos. El consumo diario de fibra en México es inferior a la cantidad recomendada para una buena salud (15).

De acuerdo con la revisión de Barquera *et al.*, las mujeres de comunidades rurales consumen en promedio 23.6 g al día; es decir, consumen más fibra que el promedio nacional 17.3 g, y aún más si se compara con el medio urbano 15.5 g (28).

1.2.8. Importancia de la fibra dietética para la salud humana

El interés que en los últimos años está adquiriendo la fibra en la nutrición, se debe a que diversos estudios epidemiológicos han puesto de manifiesto que su consumo previene la aparición de determinadas enfermedades propias de los países desarrollados, que se engloban bajo el término de “enfermedades de la opulencia”. De esta forma, el incremento de la ingesta de fibra dietética ayuda a prevenir la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, la obesidad y las enfermedades del tracto digestivo (como el estreñimiento crónico o la diverticulosis). No obstante, hay que tener en cuenta que no todas las fibras tienen los mismos efectos benéficos para la salud. Así, la fibra soluble es muy útil para la prevención de la obesidad, la diabetes, o las enfermedades cardiovasculares, mientras que el consumo de fibra insoluble parece mejor para controlar las enfermedades del tracto digestivo (29).

1.2.9. Efectos adversos de la fibra dietética

El exceso de consumo de fibra puede ocasionar efectos adversos, por lo que siempre es recomendable seguir las recomendaciones de consumo de fibra de acuerdo a lo citado anteriormente o a lo indicado por un profesional de la salud. Entre los efectos adversos, podemos mencionar la reducción en la absorción de vitaminas, minerales y ciertos aminoácidos esenciales. La fermentación de la fibra por bacterias anaerobias en el colon pueden producir: flatulencia, distensión abdominal, meteorismo (exceso de gases en el intestino) y dolor abdominal. Estos efectos son especialmente causados con los FOS y GOS (fructooligosacáridos y galactooligosacáridos). Por ello, se recomienda que el consumo de fibra se realice de forma gradual para que el tracto gastrointestinal se vaya adaptando. Se han descrito algunos casos de obstrucción intestinal y de formación de fitobezoar (variedad de cuerpos extraños del estómago, compuestos por sustancias vegetales, como fibras de hortalizas y plantas que fueron digeridos de forma incompleta) con la ingestión de dosis altas de fibra no fermentable, especialmente cuando existe un escaso aporte hídrico (30,31,32).

1.2.10. La fibra en la actualidad

Actualmente, una mayor cantidad de estudios científicos sobre el papel de la fibra en la dieta han promovido innovaciones en el desarrollo de alimentos y de nuevos ingredientes mejorados con fibra, para ser incluidos en alimentos industrializados, como cereales para el desayuno, panes, galletas, barras, etc. Tradicionalmente, el maíz, el trigo, la linaza y la avena han proporcionado fibra como ingrediente para adicionarse en otros alimentos. Hoy, algunos tipos de fibra tales como pectinas, gomas, *psyllium* e inulina están siendo extraídos de las frutas, verduras, leguminosas y también de las semillas. Esas fibras se conocen como fibras “aisladas”, “nuevas” o “funcionales” (27). Pese a que estos ingredientes pueden

parecer relativamente nuevos, desde hace tiempo son conocidos y han sido ampliamente estudiados. El desarrollo y uso de estos ingredientes innovadores ha mejorado y continuará mejorando el sabor de los alimentos procesados que contienen fibra, lo que puede ayudar a incrementar el consumo de esta y así cerrar la brecha del consumo de la misma. A continuación, tenemos algunos ejemplos de estas fuentes de fibra (15):

- ❖ **Almidón resistente:** en contraste con la mayoría del almidón que se fragmenta durante la digestión para formar azúcares simples que son absorbidos por el cuerpo, el almidón resistente es el que no se fragmenta durante la digestión, sino que es resistente a ella; y por lo tanto actúa como fibra al desplazarse a lo largo del tracto intestinal hasta el colon (15).
- ❖ **Polidextrosa:** es una cadena polimerizada de carbohidratos simples (dextrosa y sorbitol) que no pueden ser digeridos por el organismo y, por lo tanto, actúan como fibra (15).
- ❖ **Inulina y oligofructosa (o fructooligosacáridos):** se encuentran en forma natural en una variedad de plantas y están compuestos de cadenas de fructosa de diferentes tamaños; las cadenas más largas son llamadas “inulina”, y las más pequeñas (con dos a ocho fructosas) son llamadas “oligosacáridos” (15).

Las fibras son diferentes, todas son benéficas para el organismo, a su manera y tienen en común no ser digeridas. Cada fibra tiene características específicas. Por ejemplo: algunas fibras pueden ayudar a disminuir el colesterol, otras ayudan a promover la regularidad digestiva, algunas otras pueden contribuir a sentir saciedad por más tiempo o pueden proporcionar beneficios prebióticos para el organismo (15).

1.3. LINAZA (*Linum usitatissimum*)

1.3.1. Antecedentes

La linaza se ha reconocido desde tiempos prehistóricos, en Asia, norte de África y Europa como una fuente de alimento y su cultivo, destinado a la obtención de alimentos y fibra, es muy antiguo. Actualmente, se cultiva en alrededor de 50 países, la mayoría de los cuales están en el hemisferio norte. Canadá es el principal productor, seguido por China, Estados Unidos e India. En México no se tienen registros del cultivo de linaza desde el año 2003, de acuerdo con cifras del Sistema de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP-SAGARPA). En la actualidad, es muy famosa la linaza de Canadá y el norte de los Estados Unidos debido a la calidad de su grano. Históricamente, la producción de linaza se orientó a la producción de aceite de uso industrial; sin embargo, hoy en día hay un nuevo interés por consumir la semilla molida debido a los beneficios que proporciona a la salud. Aunque hay estudios que respaldan el consumo de linaza, mucha gente desconoce los beneficios de su consumo y sus posibles aplicaciones en alimentos. (33,34)

1.3.2. Descripción botánica de la planta

Linum usitatissimum es una planta herbácea de la familia de las lináceas. Su tallo se utiliza para confeccionar telas y su semilla, llamada linaza, se utiliza para extraer harina y aceite. Su fruto seco se conoce con el nombre de gárgola (18).

Su tallo hueco y cilíndrico crece hasta 7 – 12 m, tiene hojas angostas y puntiagudas, de 2- 4 cm x 3 mm, dispuestas alternativamente en toda su longitud, las flores colocadas en el extremo de las ramas presentan cinco pétalos de color azul claro, el fruto es una cápsula casi redonda terminada en punta en la parte superior. Interiormente se divide en diez cavidades, en cada una de las cuales hay una semilla de color oscuro, brillante y de forma aplastada y larga (18).

Las semillas de linaza, ya sean completas, fraccionadas o molidas, se han usado tradicionalmente para tratar enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, menopausia, enfermedades autoinmunes, estreñimiento, gastritis, hemorroides, reducción del colesterol de baja densidad (LDL), etc. Por ejemplo, en un ensayo clínico, el uso de 50 g de semilla de linaza durante tres semanas, redujo el colesterol LDL (18).

1.3.3. Clasificación taxonómica de la linaza

- Reino – Plantae
- Subreino - Tracheobionta
- División – Magnoliophyta
- Clase – Magnoliopsida

- Subclase – Rosidae
- Orden – Malpighiales
- Familia – Linaceae
- Género – *Linum*
- Especie – *Linum usitatissimum* L
- Nombre binominal – *Linum usitatissimum* L (35,36)

1.3.4. Composición

La linaza contiene alrededor de 40% de lípidos, 30% de fibra dietética y 20% de proteína. La composición proximal varía considerablemente entre las variedades y de acuerdo a las condiciones ambientales en las que haya crecido la planta. En los cotiledones se encuentran el 87% de los lípidos y el 76% de la proteína de la semilla, en tanto que en el endospermo está sólo el 17% de los lípidos y el 16% de la proteína (33).

La linaza es una semilla oleaginosa, fuente importante de ácidos grasos omega 3, especialmente α linolénico (ALA), que puede constituir hasta el 52% del total de ácidos grasos; de compuestos fenólicos conocidos como lignanos; de una goma coloidal y de proteína de buena calidad. Estos compuestos, aunque están ubicados en diferentes partes de la semilla, interactúan entre sí durante la extracción y el procesamiento, lo que plantea grandes desafíos para su utilización (33).

Proteínas: el contenido de proteínas de la mayoría de los cultivos de linaza fluctúa entre 22.5 y 31.6 g/100g. Las condiciones de procesamiento (descascarado o desgrasado) afectan el contenido de proteínas del producto derivado de la linaza. La cáscara tiene menores contenidos de proteína, por lo que la harina sin cáscara y desgrasada tiene un alto contenido proteico. Como en muchas otras semillas, el contenido de globulinas es mayoritario, llegando al 77% de la proteína presente, en tanto que el contenido de albúminas representa al 27% de la proteína total. La proteína de linaza es relativamente rica en arginina, ácido aspártico y ácido glutámico; los aminoácidos limitantes son lisina, metionina y cisteína (33).

Lípidos: el aceite, que constituye el componente principal de la linaza (35 a 43 g/100g base materia seca) ha sido por años el objetivo principal del procesamiento de esta semilla. La torta remanente de la extracción de aceite (55%) todavía se considera en algunas partes como un subproducto de bajo valor. Los cotiledones son el principal tejido de almacenamiento de aceite, el que está constituido principalmente (98%) por triacilgliceroles y se encuentra en glóbulos de aceite de 1.3 μ m de diámetro. También en la fracción lipídica se encuentra un 0.9% de fosfolípidos y un 0.1% de ácidos grasos libres. Aunque la cáscara es relativamente

pobre en lípidos (22%), su aceite es rico en ácido palmítico. En los cotiledones predominan los ácidos α linolénico, linoleico y oleico (33).

Hidratos de carbono: la linaza contiene cantidades muy pequeñas de azúcares solubles (1 a 2 g/100g). La mayoría de los hidratos de carbono presentes en esta especie, pertenecen al grupo de la fibra dietética. Se destaca entre otros granos por ser una excelente fuente de fibra dietética soluble e insoluble, la que en total puede llegar hasta 28% del peso seco de la semilla. Las mayores fracciones de fibra en la linaza son: la celulosa, los mucílagos y la lignina. La relación entre fibra soluble e insoluble fluctúa entre 20:80 y 40:60. En la fracción soluble, se encuentra un hidrocoloide conocido como mucílago (8% del peso de la semilla). Existe muy poca información de la variación del contenido de fibra dietética entre variedades y según las condiciones de cultivo (33,21).

Otros compuestos: entre los minerales, destaca el contenido de potasio, fósforo, hierro, zinc y manganeso. La semilla contiene, además, vitaminas del grupo B. Como muchas semillas oleaginosas, contiene tocoferoles y tocotrienoles, estando muy relacionado su contenido con la presencia de ácido α -linolénico. También la mayoría de las variedades de linaza contienen esteroides como estigmasterol, campesterol, avenasterol; y carotenoides como luteína, β -caroteno y violaxantina. Por otra parte, la linaza tiene entre 0.8 y 1.3 g/100g de ácidos fenólicos, de los cuales aproximadamente 0.5 g/100g están en forma esterificada, y de 0.3 a 0.5 g/100g están en la forma esterificada, habiendo variaciones importantes entre variedades y por las condiciones ambientales. Los ácidos fenólicos más abundantes en la harina de semilla descascarada son el trans-ferúlico (46%), trans-sinápico (36%), p-cumárico (7.5%) y trans-caféico (6.5%). La goma de linaza también puede tener cantidades considerables de ácidos fenólicos. Una de las características más interesantes de la linaza es su contenido de fenoles complejos, como es el caso de los lignanos. El lignano de mayor interés es el secoisolaciresinol (SDG), aunque también están presentes isolariciresinol, pinioresinol y mataresinol y otros derivados del ácido ferúlico (33). En la tabla 2 se muestra la composición aproximada de la linaza basada en medidas comunes:

Tabla 2.- Composición aproximada de la linaza basada en medidas comunes^a.

Tipo de linaza	Peso (g)	Medida común	Energía (Kcal)	Grasa total (g)	AAL ^b	Proteína (g)	CHO ^{c,d} Total (g)	Fibra dietética total (g)	*Fibra Soluble (g)	*Fibra Insoluble (g)
Análisis aproximado	100	-	450	41.0	23.0	20.0	29.0	28.0	-	-
Semilla entera	180	1 taza	810	74.0	41.0	36.0	52.0	50.0	-	-
	11	1 cuchda. Sopera	50	4.5	2.5	2.2	3.0	3.0	0.6–1.2	1.8-2.4
	4	1 cuchdita	18	1.6	0.9	0.8	1.2	1.1	-	-
Semilla molida	130	1 taza	585	53.0	30.0	26.0	38.0	36.0	-	-
	8	1 cuchda. Sopera	36	3.3	1.8	1.6	2.3	2.2	0.4-0.9	1.3-1.8
	2.7	1 cuchdita	12	1.1	0.6	0.5	0.8	0.8	-	-

Fuente: Flaxcouncil, 2014.

^aBasado en un análisis aproximado llevado a cabo por la Comisión de Granos de Canadá. El contenido de grasa se determinó utilizando el Método Oficial Am 2-93 de la Sociedad Americana de Químicos de Aceite (SAQA). El contenido de humedad fue de 7.7%.

^bAAL= Acido alfa-linolénico, el ácido graso esencial Omega-3.

^cCHO= Carbohidrato.

^dEl carbohidrato total incluye carbohidratos como azúcares y almidones (1 g) y fibra dietética total (28 g) por cada 100 g de semilla de linaza.

*El contenido de fibra dietética soluble e insoluble de la linaza varía, dependiendo del método de extracción de fibra y análisis químico.

1.3.5. Compuestos bioactivos de la linaza

La linaza corresponde a la semilla del lino (*Linum usitatissimum*) y ha tenido un uso tradicional como oleaginosa. En las últimas décadas ha surgido un gran interés por ella debido a que se ha reconocido que algunos de sus componentes ofrecen beneficios potenciales para la salud, así como la prevención de algunas enfermedades crónicas no transmisibles (33).

Entre estos compuestos con actividad biológica destacan el ácido- α -linolénico, los lignanos y polisacáridos diferentes al almidón (fibra dietética), y se ha propuesto que la linaza, a través de su efecto anti-hipercolesterolémico, anticarcinogénico y controlador del metabolismo de la glucosa, puede prevenir o reducir el riesgo de varias enfermedades importantes, como puede ser la diabetes, el lupus, la nefritis, la aterosclerosis y los tipos de cáncer dependientes de hormonas. Además, se ha señalado que el consumo de linaza aumenta la producción de lignanos. Los lignanos son un grupo heterogéneo de metabolitos secundarios de las plantas, formados principalmente por unidades fenilpropanoides, que se cree protegen al cuerpo de las formas más potentes de estrógeno, los cuales pueden promover la aparición de cáncer. Otro componente de la semilla de lino que combate las enfermedades es el ácido- α -linoleico. Este ácido graso omega-3 estimula la respuesta inmunitaria celular y reduce la inflamación del cuerpo; esto lo logra cambiando la composición de los fosfolípidos de la membrana celular y reduciendo la producción de compuestos inflamatorios, que se producen cuando estamos enfermos o nos lesionamos, lo anterior permite que la semilla de lino sea utilizada en el tratamiento de enfermedades autoinmunes (lupus) o incluso en alergias comunes (33,37).

Para la mejor asimilación de estos componentes, la semilla debe molerse, de manera que aumenta su biodisponibilidad (33).

1.3.6. Usos de la linaza en la elaboración de productos

La semilla de linaza entera se puede tostar, extruir, dilatar o laminar para mejorar su aplicabilidad en diversos alimentos ya que cambia las propiedades organolépticas de la semilla, es decir, se desarrollan nuevos aromas y sabores. La linaza como materia prima se puede usar en diversos tipos de alimentos (33):

❖ Cereales de desayuno

Se entiende por cereales de desayuno a los cereales en copos o expandidos que son elaborados a base de granos de cereales sanos, limpios y de buena calidad, enteros, o sus partes o molidos. Por ejemplo: Cereal All Bran® Linaza (38).

❖ Barras nutritivas

Son alimentos funcionales, es decir, alimentos combinados, enriquecidos o fortificados; debido a los compuestos bioactivos del producto contribuyen al beneficio de la salud (disminución de riesgo de padecer enfermedades cardíacas, cáncer, diabetes, hipertensión, etc.) de quienes lo consumen. Por ejemplo: la Barra Multigrano Bimbo® Linaza (39).

❖ Bebidas nutricionales

Bebida enriquecida o fortificada que contiene compuestos que producen beneficios a la salud. Por ejemplo: la bebida Ultra Avena con Linaza y Nopal de Tía Angelita® (Chiapas) (40).

❖ Helados

Es el producto resultante de batir y congelar una mezcla debidamente pasteurizada y homogenizada, de leche, derivados de leche y otros productos alimenticios (41).

❖ Pastas

Son los productos obtenidos por desecación de una masa no fermentada, elaboradas con sémolas, semolinas o harinas procedentes de trigo duro, semiduro o trigo blando y sus mezclas con agua (42).

❖ Productos de panificación

Comprende todos aquellos productos que tienen como principal componente de la fórmula la harina de trigo, aunque pueden ser elaborados con otras harinas, tales como galletas, pasteles, bolillo, Pan Bimbo Linaza®, etc. (43).

❖ Queso

Es una conserva obtenida por la coagulación de la leche y por la acidificación y deshidratación de la cuajada. Es una concentración de sólidos de la leche. Por ejemplo: el Queso Edam® (44).

❖ Yogurt

Producto lácteo preparado a partir de leche entera, parcial o totalmente descremada, enriquecida en extractos secos por medio de la concentración de ésta o agregando leche en polvo, tratada térmicamente y coagulada biológicamente por la fermentación obtenida de la siembra en simbiosis de los fermentos lácteos *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Por ejemplo: el yogurt Tuna y Linaza Yotulin® (45).

1.4. ALIMENTOS FUNCIONALES

1.4.1. Antecedentes

Hace años las personas se conformaban con alimentos que aportaran los nutrientes necesarios para mantener una buena salud durante todo el ciclo de sus vidas. Pero en la actualidad, en los países desarrollados, la gente busca alimentos que les ayuden a mejorar su salud, prevenir enfermedades y retrasar el envejecimiento. Y para satisfacer esa demanda han surgido los alimentos funcionales (46,47).

Mientras que los consumidores europeos empiezan a familiarizarse con los alimentos funcionales, los ciudadanos japoneses llevan décadas consumiendo estos productos, que gozan de gran popularidad. A mediados de la década de los 80, los incrementos de la esperanza de vida de la población japonesa y el consiguiente aumento de gasto sanitario, provocaron que el gobierno nipón se planteara la necesidad de desarrollar los productos alimenticios que mejorasen la salud de los ciudadanos, para garantizar un mayor bienestar y calidad de vida (48).

En otros países, como Canadá y E.U, el consumo de alimentos funcionales está muy extendido y aproximadamente un 40% de la población ya los ha incorporado a su dieta diaria. Estos productos surgieron de la necesidad de compensar una alimentación desequilibrada, muy rica en grasas saturadas y pobre en determinadas grasas insaturadas, minerales, vitaminas y fibra (48).

En España, se comercializan actualmente alrededor de 200 tipos de alimentos funcionales, como por ejemplo: jugos a los que se les han añadido vitaminas, minerales, fibra, etc., cereales con fibra y minerales, o leches enriquecidas con calcio, ácidos grasos omega-3, ácido oleico o vitaminas (48).

Se estima que las ventas anuales de estos alimentos funcionales sobrepasan ya los 33 000 millones de dólares en los Estados Unidos, mientras que en México, si bien no hay datos al respecto, el crecimiento en los últimos años ha sido espectacular. La demanda es tan amplia como el número de enfermedades conocidas, multiplicado por el factor miedo en el que vive el ciudadano moderno a perder la salud, luego la juventud y por último la funcionalidad. A esto se agregan las recomendaciones en radio, prensa escrita y televisión, pues pareciera que hoy todo mundo es experto en alimentos, con autoridad para hablarnos de las virtudes de éste o aquel compuesto. (49)

1.4.2. Definición

Aún no existe una definición universal para los alimentos funcionales, esto debido a que se trata más de un concepto que de un grupo de alimentos. A grandes rasgos

se puede considerar alimento funcional aquellos que proporcionan un efecto benéfico para la salud, además de sus contenidos de nutrición básica (50).

En Europa, en 1999 se elaboró un primer documento de consenso sobre conceptos científicos en relación con estos alimentos. En este documento, el *International Life Science Institute (ILSI)* estableció que un “alimento funcional es aquél que contiene un componente, nutriente o no nutriente, con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, con un efecto añadido por encima de su valor nutricional y cuyos efectos positivos justifican que pueda reivindicarse su carácter funcional o incluso saludable” (50).

1.4.3. Características

Los alimentos funcionales, como tales, tienen que poseer unas características determinadas:

- Tienen que ser alimentos que se manipulen para conseguir algún beneficio extra, por eliminación, reducción o adición de algún componente.
- Los alimentos funcionales son básicamente alimentos “clásicos”, pero llevan incorporados nuevos componentes alimentarios o no alimentarios, siempre que tengan un claro efecto benéfico.
- La base de la nutrición es una alimentación completa y variada. Los alimentos funcionales complementan la función nutritiva y la prevención de ciertas enfermedades. Debe considerarse que las cantidades deben ser las normalmente consumidas en la dieta.
- La presentación de un alimento funcional tiene que ser como la de un alimento, sin modificar sus características. Nunca deben presentarse en forma de cápsulas o comprimidos. (50)

Un alimento funcional puede ser:

- Natural, o
- Aquel al que se añade un componente, o
- Al que se le ha quitado mediante medios tecnológicos o biológicos.
- También puede tratarse de un alimento al que se le ha modificado la naturaleza de uno o más de sus componentes, o
- Que se le ha cambiado la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes, o
- Cualquier combinación de estas posibilidades. (50)

Los alimentos funcionales tienen como objetivo modificar o potenciar las “propiedades saludables” de alguno de sus componentes. Según el concepto

tradicional de nutrición, la principal función de la dieta es aportar los nutrientes necesarios para el buen funcionamiento del organismo. Este concepto de “nutrición adecuada” se está sustituyendo por el concepto de “nutrición óptima”, que se trata de aquella que, además, contempla la posibilidad de que algunos alimentos mejoren la salud y contribuyan a prevenir determinadas enfermedades (50).

Precisamente por este planteamiento aparecen los alimentos funcionales, cuyo desarrollo se basa en la relación entre dieta y salud. Se ha demostrado que existe una gran variedad de microcomponentes de la dieta que pueden influir en la capacidad de un individuo para alcanzar todo su potencial genético y minimizar el riesgo de enfermarse. La respuesta del organismo ante el consumo de un alimento funcional depende de diversos factores, incluyendo los genéticos, el estado fisiológico y la composición de la dieta completa. Un alimento funcional puede ir dirigido a toda la población o a grupos concretos como los referidos a la edad, constitución genética o situación fisiológica. Sin duda, los colectivos de mujeres embarazadas, lactantes y niños merecen una consideración muy especial (50).

1.5. GALLETAS

1.5.1. Antecedentes

Las galletas constituyen un amplio grupo de productos que difieren tanto en los ingredientes, como en el proceso de elaboración, en los equipos de corte y moldeo utilizados. Los ingredientes principales son harina de trigo blando, azúcar, sal, leche de vaca, leche condensada, huevos, mantequilla, lecitina, antiaglutinante, bicarbonato sódico y agua. Para algunos tipos de galletas es necesario que haya un cierto desarrollo de gluten mientras que para otras (aquellas que tengan que ser fácilmente desmenuzables y sin prácticamente elasticidad) no se debe desarrollar gluten. El alto contenido en azúcares, bajo contenido en agua y el pH alto (debido al bicarbonato) dificultan la formación de gluten. Los esponjantes (bicarbonato sódico y amónico, diversos fosfatos, etc.) se utilizan para proporcionar un mayor volumen a algunos tipos de galletas. Tras homogeneizar la mezcla y moldear las galletas, éstas son horneadas, siendo el contenido en agua final de 2 – 5%. La elaboración de obleas y galletas tipo cracker, aunque con algunas particularidades, sigue un procedimiento similar (51).

1.5.2. Historia

La historia de la galleta está muy ligada a la de los cereales. Al principio, éstos no se cocían, sino que se comían mojados en agua o leche. No obstante, hace 10,000 años nuestros antepasados nómadas descubrieron que una pasta de cereales sometida a calor adquiría una consistencia similar al pan sin levadura, lo que permitía transportarla con facilidad. Se han encontrado galletas de más de seis mil años cuidadosamente envueltas en yacimientos en Suiza. Esto hace que la galleta sea considerada uno de los primeros alimentos cocinados (52).

- Edad antigua

Las galletas en aquella época eran muy sencillas y apenas admitían variedad. Eran obleas planas y duras, cocidas dos veces. En Roma, durante el siglo III, el chef Apicius las llamó Bis Coctum, que significaba “dos veces horneado” (origen de la palabra biscuit). Prácticamente todas las grandes culturas de la antigüedad –Persa, Asiria, Egipto, Judía, Griega, Romana y otras procedentes del Lejano Oriente– utilizaron estos cereales cocidos para afrontar largas caminatas y combates, siendo un alimento habitual de militares y marineros, aunque a menudo también presente en las despensas de los campesinos. Se amasaba el cereal con agua, mojándolo cada poco tiempo, y luego se preparaban las tortas redondas que, puestas sobre una piedra plana y cubiertas de ceniza para que se secaran, eran la base de la alimentación de los soldados y sus familias. Solían tomarse mojadas en vino o sopa (52).

- Edad media

En la Edad Media se generalizó el cultivo de cereales, aumentó la población y el consumo de galletas se extendió rápidamente, convirtiéndose así en un alimento popular, especialmente entre campesinos y cruzados. Se les añadía huevo y el jugo de la carne para hacerlas más nutritivas, por lo que también ocuparon un lugar preferente en las bodegas de los navíos. Llegaron a sustituir al pan en travesías largas, gracias a su mejor conservación y facilidad de transporte. De hecho, eran el principal alimento a bordo de las tres carabelas que descubrieron América en 1492.

La palabra “galleta” se tomó prestada de un alimento habitual en Francia en el siglo XIII, una especie de crêpe plana llamada galette (52).

- Renacimiento

Durante el Renacimiento, los Médicis introdujeron por primera vez en la Corte las galletas, presentándolas como algo sabroso para acompañar a una bebida caliente (se acababa de descubrir el chocolate). Es en esta época, cuando la galleta pasa de ser un alimento básico, habitual en largas travesías, a uno de placer, se amplía entonces la variedad de elaboración para satisfacer la demanda: saladas, aromatizadas, rellenas, con miel, con formas variadas, etc. Los libros de cocina se llenaron de recetas diferentes: barquillos, pretzels, crocantes, etc. En esta época surgen muchas de las galletas que consumimos hoy en día, aunque su preparación se refinaría y mejoraría a lo largo de los años (52).

- Edad moderna

En los siglos XVIII y XIX empieza en Europa la producción masiva de galletas, paralela a la industrialización. La gran movilidad de la población -se trata de la época de las colonias- hace que las galletas se impongan como la comida de viaje ideal, ya que podían aguantar meses o incluso años si se guardaban adecuadamente. De las pequeñas industrias artesanas se pasa a otras más mecanizadas, acordes con la demanda del producto. Baja el precio de la harina y de la levadura, convirtiendo incluso las galletas más elaboradas en alimentos asequibles. De este modo, la galleta adquiere protagonismo en la industria alimentaria, apoyándose en el sabor, la calidad y el precio. A medida que avanza la industria y se van mezclando culturas, se desarrollan nuevas recetas; por ejemplo: en Estados Unidos la cookie (galleta redonda muy grande con chips de chocolate) se convierte rápidamente en símbolo nacional, y en Europa al término de la II Guerra Mundial se popularizan las galletas recubiertas de chocolate, representando así la llegada de la paz (52).

- Actualidad

Hoy, las galletas son un alimento popular que se encuentra en todo el mundo, sin distinción de países ni lugares. Conforman un mercado en crecimiento, con nuevas fórmulas adaptadas a los gustos del consumidor y a los parámetros de salud, rapidez y conveniencia. A todo lo anterior ayuda la aparición de las galletas funcionales, cuyo consumo es adecuado en las personas con necesidades dietéticas especiales (52).

1.5.3. Definición

Se entiende por galletas el producto que resulta de hornear una pasta o masa con o sin levadura, preparada con un mínimo de 40 % de harinas de cereales y/o leguminosas, azúcares, adicionada o no con huevo, mantequilla o grasas y/o aceites comestibles, agentes leudantes, sal yodada, otros ingredientes y aditivos alimentarios permitidos por la Secretaría de Salud, moldeado, modelado o extruido de distintas formas y cuyo contenido de humedad no debe ser mayor al 8 %. Para el caso de galletas compuestas y combinadas este porcentaje podrá ser mayor de acuerdo al relleno y/o cobertura (53).

1.5.4. Clasificación

Las galletas, por su contenido de grasa o extracto etéreo, se clasifican en:

- Finas

Es el producto que cumple con el punto 1.5.3 y cuyo contenido de grasa debe ser de 15 % mínimo.

- Entrefinas

Es el producto que cumple con el punto 1.5.3 y cuyo contenido de grasa debe ser de 10 % mínimo.

- Comerciales

Es el producto que cumple con el punto 1.5.3 y cuyo contenido de grasa debe ser de 7 % mínimo.

- Básicas

Es el producto que cumple con el punto 1.5.3 y cuyo contenido de grasa debe ser de 3 % mínimo.

Las galletas por su elaboración pueden ser:

- Simples

Las que no contienen relleno ni decorado.

- Compuestas

Las que contienen relleno o decorado.

- Combinadas

Las que contienen relleno y decorado (53).

1.5.5. Función de los ingredientes en las galletas.

➤ Harina:

- Forma la estructura de la galleta.
- Confiere elasticidad y ternura, absorbiendo líquidos.
- Aglomera los ingredientes para formar masas que no se deshacen.
- Aporta almidones y proteínas.
- Aporta sabor, que puede ir desde casi neutro (harina de trigo) a cereal tostado (harina de avena, cebada, etc.).

➤ Margarina:

- Mejora la apariencia, produciendo un efecto lubricante.
- Aumenta el valor alimenticio.
- Mejora la conservación, la grasa disminuye la pérdida de humedad y ayuda a mantener fresca la galleta.
- Aporta una textura suave, fina, esponjosa y ligera a las preparaciones.
- Ayuda a que la masa sea elástica.
- Evita que las masas queden duras, actuando como acortadores de las cadenas de gluten.

➤ Azúcar:

- Aporta sabor y dulzor.
- Ayuda a crear preparaciones tiernas y de textura fina, al debilitar la estructura del gluten.
- Retiene humedad, manteniendo la galleta fresca.
- Actúa haciendo las masas más cremosas y esponjosas junto con las grasas y las proteínas.
- Ayuda a dar color a la parte externa (reacciones de caramelización y de Maillard)

- Sirve como alimento para las levaduras (en panes y masas con levadura)
- Sal:
 - Mejora el sabor, fortalece el gluten, puesto que le permite a la masa retener agua y gas.
 - Controla o reduce la actividad de la levadura, ejerce una acción bactericida, no permite fermentaciones indeseables dentro de la masa.
- Almidón de maíz:
 - Proporciona estructura a las galletas.
 - Retiene humedad.
 - Proporciona elasticidad.
- Leche vegetal:
 - Actúa como emulgente
 - Añade humedad a la masa
 - Aporta sabor y color a la corteza (la lactosa se carameliza)
 - Ayuda a que la masa sea más esponjosa y crezca más
 - Proporciona textura
 - Eleva su valor nutritivo.
 - Aumenta la absorción de agua.
 - Aumenta la conservación ya que retiene la humedad.
- Vainilla:
 - Aporta sabor y aroma a las galletas.
- Levadura:
 - Aligera la masa e incrementa el volumen de productos horneados.
- Canela:
 - Aporta sabor y aroma a las galletas.
- Huevo:
 - Aporta color y sabor.
 - Proporciona textura
 - Aporta humedad
 - Actúa como aglutinante.
 - Actúa como emulgente

- Contribuye a la capacidad de retención de gas y contenido proteico de la masa.
- Fuente de brillo en la corteza.
- Linaza:
 - Proporciona textura.
 - Aporta color y sabor.
 - Aporta fibra y grasa a las galletas.
 - Retiene agua (mucílago)
- Fibra soluble de linaza:
 - Proporciona textura.
 - Aporta color y sabor.
 - Aporta fibra a las galletas.
 - Aumenta la humedad.
 - Actúa como aglutinante.
 - Provee absorción y retención de agua (mucílago) (54,55,56).

1.5.6. Valor nutricional de las galletas

Los ingredientes básicos para la elaboración de galletas (harina, grasa, azúcar, huevos, etc.) son los que determinarán su valor energético y nutricional. Las galletas son alimentos que aportan hidratos de carbono complejos, fibra, vitaminas, minerales y otros nutrientes de gran valor nutricional, además de ser una buena fuente de energía. En principio, si se elaboran de forma artesanal o tradicional, estos productos podrían situarse en la base de la pirámide de una alimentación saludable, pero en muchas de las pirámides alimentarias se suelen colocar en el vértice, representando un consumo ocasional. (57)

Las galletas constituyen un complemento apetitoso de la ración alimentaria diaria, con un aporte secundario a la nutrición general. Son productos alimenticios que se suelen consumir por su naturaleza en el desayuno y en la merienda y en determinados momentos del día, ya que suponen un aporte de energía modulable. La composición es muy variable según el tipo de galleta (dulce o salada) o la utilización de relleno o recubrimiento. (58)

Las galletas se caracterizan por su elevado valor energético (400-490 kcal/100g). En su composición destaca el contenido de hidratos de carbono (60-70%), entre los que se encuentran polisacáridos (almidón) y altos porcentajes de azúcares (25-35%), excepto en las galletas saladas y tipo cracker que poseen un contenido en lípidos de 12-25%, inferior en algunos casos al aportado por los productos de

bollería. Los ácidos grasos saturados constituyen más del 50% y los ácidos grasos monoinsaturados el 30%. El colesterol está presente en aquellos productos que incluyan en su formulación leche, productos lácteos con grasa, huevos o grasas de origen animal. (58)

1.5.7. Mercado de galletas

De acuerdo a la CANAINPA (Cámara Nacional de la Industria Panificadora y Similares de México) en 2009, el consumo per cápita anual de los derivados de harina en pan blanco y dulce es de 32.5 kilos, algunos aspectos que juegan en esta ingesta son la innovación, la promoción e incluso el clima. Actualmente, se estima que a nivel nacional existen más de 30 mil unidades de producción en panificación. A nivel nacional, de cada diez unidades de producción, nueve operan en la elaboración de pan y pasteles, es decir, el 92.1%, galletas y pastas con el 7.4% y molienda de trigo el 0.5% (59).

En un análisis realizado por la AMEE (Asociación Mexicana de Envase y Embalaje) en 2012, la industria de panificación en México, incluyendo pan, pasteles y galletas, tiene un valor de mercado de \$14,807 millones de dólares, mientras que el consumo per cápita asciende a 53.4 kilos al año y el gasto destinado a este concepto es de \$131.6 dólares (60).

En México, la industria de las galletas es un mercado fuerte y en expansión, actualmente tiene un valor de dos mil cuatrocientos millones de dólares y el consumo per cápita es de 2.5 kg al año, de acuerdo con la Cámara Nacional de la Industria Panificadora (61).

La industria panificadora va dando pasos, consolidándose más cada día, introduciendo al mercado productos que vayan de acuerdo al cambio de hábitos alimenticios de la población, que actualmente cuidan más su salud y ponen más interés en su alimentación. En este sentido el pan de fibra es uno de los productos de panificación que tienen más demanda (59).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La linaza corresponde a la semilla del lino (*Linum usitatissimum* L.), algunos de sus componentes, ofrecen beneficios para la salud como la fibra dietética, que se compone de fibra soluble, la cual forma una especie de gel en los intestinos favoreciendo la glicemia normal después de comer y disminuye riesgos de enfermedades cardiovasculares, y por otro lado, está la fibra insoluble que actúa como una esponja, por lo que proporciona volumen, ayudando a sentirse satisfecho por más tiempo, previniendo el sobrepeso y la obesidad, así como auxiliando al mantenimiento del tránsito intestinal normal. Se sabe que actualmente existen diferentes productos que se elaboran a partir de la semilla entera de *Linum usitatissimum*, que se puede tostar, extruir, dilatar o laminar para mejorar su aplicabilidad en diversos alimentos, ya que esto cambia las propiedades organolépticas de la semilla, desarrollando nuevos aromas y sabores. La linaza como materia prima se puede usar en diversos tipos de alimentos, como lo son cereales de desayuno, barras nutritivas, bebidas nutricionales, helados, pastas, queso, yogurt y productos de panificación como las galletas, pero la mayoría de estos productos son elaborados con la semilla entera, molida, o únicamente ocupan la harina de esta. La fibra soluble puede ser parte de los ingredientes de un producto de panificación debido a que esta, forma parte de los compuestos bioactivos responsable de los efectos benéficos de la linaza.

III. JUSTIFICACIÓN

La elaboración de galletas constituye un sector muy importante en la industria alimentaria, está bien arraigada en todos los países industrializados y con una expansión rápida en las zonas del mundo en desarrollo. La principal atracción de la galletería es la gran variedad de tipos. Son alimentos nutritivos con gran margen de conservación. Las galletas son productos elaborados con trigo suave; se caracterizan por incluir en sus formulaciones contenidos elevados de azúcar y materia grasa, y relativamente poca o nula cantidad de agua en comparación con el pan. La diversidad de estos productos es muy amplia. Las galletas, por su naturaleza, son productos ideales para consumir en las horas de desayuno, merienda y, sobre todo, para comer entre comidas, tienen gran variedad de sabores, y permiten la incorporación de otros ingredientes como chocolate, fruta, etc. Hoy en día se considera que el futuro alimentario está en el consumo de alimentos saludables, por lo que las personas buscan en el mercado de hoy alimentos que, además de proporcionar nutrientes, aporten beneficios a la salud, partiendo de lo anterior, durante la realización del presente proyecto se pretende desarrollar un alimento funcional utilizando la fibra soluble de *Linum usitatissimum*.

IV. HIPÓTESIS

La fibra soluble de *Linum usitatissimum* se puede incorporar en galletas para obtener una galleta funcional.

V. OBJETIVOS

5.1. General

Desarrollar un alimento funcional empleando la fibra soluble de *Linum usitatissimum*.

5.2. Específicos

1. Extraer la fibra soluble de la semilla de *Linum usitatissimum*.
2. Incorporar la fibra soluble de *Linum usitatissimum* en un alimento de panificación.
3. Realizar la evaluación sensorial para conocer la aceptación del producto.
4. Realizar el análisis físico-químico al producto terminado.
5. Realizar una propuesta de producto final.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Materia prima

Se utilizó semilla de linaza entera (*L. usitatissimum*) color café adquirida en el Mercado de Abastos en la ciudad de Morelia, Michoacán, para la obtención de fibra soluble.

6.2. Insumos

- Almidón de maíz (Granel)
- Azúcar de caña (Granel)
- Canela (Verde Valle)
- Harina (Great Value)
- Huevo (San Juan)
- Leche vegetal (Sally)
- Levadura (Tradi-Pan)
- Manteca vegetal (Primor)
- Margarina (Iberia)
- Saborizante Artificial Liquido Vainilla (Palapa)
- Sal (La Fina)

6.3. Materiales

- Agitador de vidrio
- Algodón (Galia)
- Algodón desgrasado
- Arillo de metal
- Bol de vidrio
- Bureta
- Cacerolas
- Cápsula de porcelana
- Cartucho de extracción
- Cerillos
- Charolas para panadería
- Crisol de porcelana
- Cuchara
- Cuchillo
- Embudo
- Embudo Buhner
- Espátula

- Matraz Erlenmeyer
- Mortero
- Papel estraza
- Papel tornasol
- Pinzas de caimán
- Pinzas de nuez
- Pinzas para crisol
- Pipetas volumétricas
- Probeta
- Probetas graduadas
- Rodillo
- Servilletas
- Soporte universal
- Tela de lino
- Termómetro
- Tubos de ensaye
- Vaso de berzelius
- Vasos de plástico
- Vasos de precipitado

6.4. Equipos

- Balanza analítica (AND)
- Balanza granataria (OHAUS)
- Baño María (Felisa)
- Desecador de vidrio
- Equipo Kjeldahl
- Estufa (Binder)
- Estufa con termostato
- Extractor tipo Soxhlet
- Horno de gas
- Mufla
- Parrilla eléctrica (Corning)
- Potenciómetro (HANNA)
- Refrigerador (Mabe)
- Vórtex (Scientific Industries)

6.5. Reactivos

- Ácido clorhídrico
- Ácido sulfúrico

- Agua destilada
- Amianto o asbesto
- Buffer de fosfatos pH 7.4
- Cloruro de potasio
- Cloruro de sodio
- Etanol 80%
- Etanol puro
- Éter etílico
- Fosfato de potasio monobásico
- Fosfato de sodio monobásico, monohidratado
- Granallas de zinc grado reactivo
- Hidróxido de sodio
- Indicador rojo de metilo
- Óxido de mercurio o mercurio metálico grado reactivo
- Pancreatina
- Tiosulfato de sodio

6.6. Preparación de reactivos

6.6.1. Preparación de buffer de fosfatos pH 7.4

En la tabla 3 se muestra los reactivos, así como su concentración mol/L con los que se llevó a cabo la preparación del buffer de fosfatos.

Tabla 3.- Procedimiento para la preparación del buffer de fosfatos a pH 7.4.

Compuesto	Formula Química	Concentración (M)	Concentración (mol)
Cloruro de sodio (Productos Químicos Monterrey).	NaCl	0.137	0.000137
Cloruro de potasio (Productos Químicos Monterrey).	KCl	0.00268	0.00000268
Fosfato de sodio monobásico, monohidratado, cristal (J.T.Baker),	NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	0.010	0.00001
Fosfato de potasio monobásico, cristal (J.T. Baker).	KH ₂ PO ₄	0.00176	0.00000176

Fuente: López, 2011.

- 1.- Se pesaron las sales y se disolvieron en agua destilada.
- 2.- Posteriormente se ajustó el pH hasta 7.4 con NaOH 10N.
- 3.- Finalmente se aforo y se conservó a una temperatura de 4-8°C

6.6.2. Preparación de pancreatina al 10%

Se pesaron 10 g de pancreatina (SIGMA) por cada 10 mL de buffer de fosfatos.

6.7. Método modificado de extracción de fibra soluble de las semillas de *Linum usitatissimum*

1. Se pesaron 20 g de la semilla entera en cuestión y se vertió en un vaso de precipitados.
2. Se agregaron 400 mL de buffer de fosfatos a pH 7.4 y se colocó sobre una parrilla a 90°C.
3. Se agitó ocasionalmente durante una hora y media.
4. Posteriormente fueron separadas las fases y se conservó la fracción líquida (extracto).
5. Aforamos el extracto a 300 mL con buffer de fosfatos a pH 7.4.
6. Finalmente, se tomó una alícuota de extracto para la cuantificación de fibra soluble y el resto fue almacenado en refrigeración para su conservación (18).

6.8. Cuantificación de fibra soluble de las semillas de *Linum usitatissimum*.

El procedimiento se realizó por cuadruplicado para cada alícuota de extracto preparado.

A. Eliminación enzimática del almidón de los extractos de fibra soluble de *Linum usitatissimum*:

1. Se tomaron 800 µL de la alícuota de extracto de fibra soluble y se colocaron en un tubo de ensaye.
2. Se agregó 200 µL de enzima pancreatina al 10% y se incubó en baño María a 37°C durante 20 minutos. (18)

B. Precipitación de polisacáridos no amiláceos:

1. Después de la incubación se agregaron 4 mL de etanol puro al tubo de ensaye y se agitó durante 1 minuto.

2. Se filtró el contenido del tubo de ensaye en un algodón (que previamente se tenía a peso constante), y se lavó el residuo con 2 mL de etanol al 80%.
3. Finalmente, se desecó el residuo junto con el sistema de filtrado, para posteriormente realizar el cálculo analítico, del cual se obtuvo la masa del residuo por diferencia de pesos. (18)

6.9. Elaboración de galleta base y Funcional

Se desarrollaron los lotes de galleta base y funcional, siguiendo el diagrama de bloques que se muestra en la figura 1.

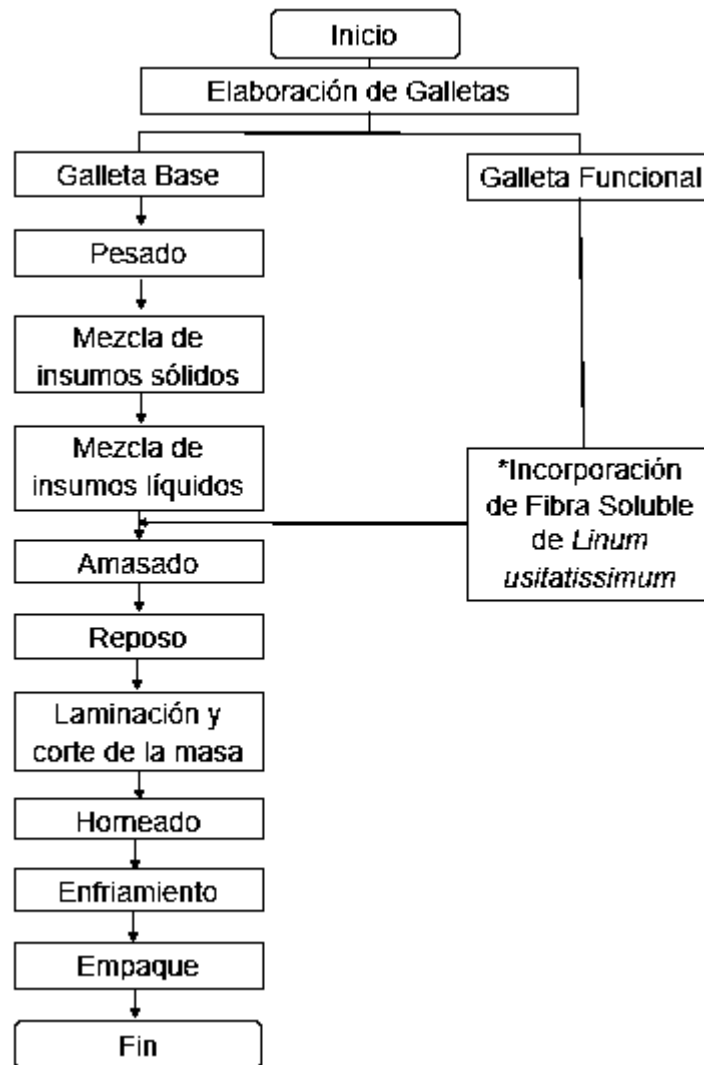


Figura 1.- Diagrama de bloques para elaboración de lotes de galleta base y funcional.

A continuación se describe cada una de las etapas presentes en el diagrama de la figura 1 para el desarrollo de los lotes de galleta base y funcional:

- **Pesado** – Se utilizó una balanza granataria para pesar los insumos y realizar los lotes de galleta de acuerdo a las formulaciones que se observan en la tabla 7.
- **Mezcla de insumos sólidos** – Se vertieron en un bol de vidrio los insumos sólidos (harina, margarina, azúcar, sal, etc.) y se incorporaron manualmente hasta obtener una crema suave.
- **Mezcla de insumos líquidos** – Se adicionaron a la crema suave los insumos líquidos (leche vegetal, huevo, vainilla, etc.), y se incorporaron manualmente hasta obtener una mezcla homogénea.

***Incorporación de Fibra Soluble de *Linum usitatissimum* (Galleta Funcional)** - Se adicionó a la mezcla homogénea fibra soluble de *L. usitatissimum*, en las cantidades mencionadas en la tabla 7.

- **Amasado** – Se continuó compactando la masa formada, hasta que ésta fuera manejable y no se quedara adherida al bol de vidrio.
- **Reposo** – Con la finalidad de que la masa incrementara su volumen por acción de la fermentación, se permitió un tiempo de reposo de ½ hora.
- **Laminación y corte de la masa** – La masa se transfirió a una superficie ligeramente enharinada. Se extendió con el rodillo hasta que se obtuvo una lámina de grosor uniforme (4 mm aprox.), utilizando como molde un vaso de plástico, se cortó la lámina y se colocaron las galletas en una bandeja para horno (previamente engrasada con margarina). Los recortes los reutilizamos para aprovechar al máximo toda la masa.
- **Horneado** – Las galletas se colocaron en el horno a 190°C durante 10-12 minutos o hasta que empezaban a dorarse los bordes.
- **Enfriamiento** – Retiramos las galletas del horno y las dejamos sobre papel estraza.
- **Empaque** – Las galletas se colocaron en bolsas de plástico que fueron posteriormente cerradas.

6.10. Evaluación sensorial

Las diferentes formulaciones de galleta fueron sometidas a dos evaluaciones sensoriales, y en cada una participaron 30 panelistas no entrenados (población abierta), con el propósito de conocer cuál de las formulaciones elaboradas tenía mayor preferencia. A continuación la descripción detallada:

Selección – Se eligieron las formulaciones de galleta, las cuales fueron sometidas para evaluar sus atributos sensoriales: Color, olor, sabor y textura.

Preparación de lotes – Una vez seleccionados los lotes se prepararon muestras suficientes para todo el panel, de acuerdo a la cantidad de panelistas que participaron. Se consideró preparar muestras extras en caso de ser necesarias.

Identificación – Las formulaciones de galleta elaboradas se codificaron (caracteres o números sin llevar un orden alfanumérico, para que éste no diera ninguna información a los panelistas). Como se puede observar en el formato de evaluación sensorial del apéndice 1 la codificación usada fue W-F-N.

Almacenamiento – Las muestras de galletas se guardaron en contenedores de plástico previamente identificados para posteriormente someterlas a evaluación sensorial.

Presentación del panel – Las muestras de galleta se distribuyeron en servilletas de papel. En la parte de arriba de las servilletas se colocó la codificación y el formato que llenaron los panelistas para evaluar la galleta. Del lado izquierdo se colocaron una pluma, un vaso con agua y un pedazo de galleta salada, como se observa en el apéndice 2.

Explicación - Se les proporcionó a los panelistas la información necesaria para llevar a cabo la prueba:

1.- A los panelistas se les entregó un formato para la evaluación sensorial como el que se observa en el apéndice 1.

2.- Se les sugirió que evaluaran los atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura) y registraran de acuerdo a la escala hedónica de 5 puntos (5 - Me gusta mucho, 4 - Me gusta moderadamente, 3 - No me gusta ni me disgusta, 2 - Me disgusta moderadamente y 1 - Me disgusta mucho).

Evaluación – Los panelistas calificaron los atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura) de los diferentes lotes de galleta, y su nivel de agrado con la escala hedónica de 5 puntos.

Degustación – Los panelistas cataron la muestra 1 y registraron en el formato de evaluación, posteriormente procedieron a ingerir un pedazo de galleta salada (con el fin de eliminar el sabor de la muestra entre cada degustación) y un poco de agua (para enjuagarse la boca,), y procedieron con la siguiente muestra de la misma forma hasta terminar con las muestras colocadas en el panel (65).

6.11. Análisis físico-químico del producto terminado

- **Preparación de la muestra** - Se homogenizó y se redujo el tamaño de la muestra para la correcta realización de los análisis.
- **Humedad** - Método AOAC 925.09b: Se determinó por desecación a 105°C, hasta peso constante.
- **Cenizas (Minerales)** - Método AOAC 923.03: Por calcinación a 550°C, hasta la obtención de cenizas blancas.
- **Extracto etéreo (grasa)** - Método AOAC 920.39: Método Soxhlet, con extracción discontinua con éter de petróleo; luego de la evaporación del solvente se registró el peso del extracto etéreo (grasa bruta).
- **Proteína cruda** - Método AOAC 960.52: Método de Kjeldahl, con tratamiento con ácido sulfúrico concentrado, luego de destilado se calcula el nitrógeno presente y se expresa como proteína bruta.
- **Fibra cruda** - Método AOAC: Fibra cruda es la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas (62).
- **Extracto Libre de Nitrógeno (carbohidratos)** - Cálculo por diferencia (se resta de 100 la suma de todos los macronutrientes, incluida la fibra dietaria y la humedad) (63,64).

6.12. Extracción de fibra soluble de *Linum usitatissimum* de la galleta funcional

- **Preparación de la muestra:** se homogenizó y se redujo el tamaño de la muestra para la correcta realización de la metodología.

Se procedió a realizar la metodología de la misma manera que en el punto 6.7.

6.13. Cuantificación de fibra soluble de *Linum usitatissimum* de la galleta base y funcional

El procedimiento se realizó por cuadruplicado para cada alícuota de extracto preparado.

Se procedió a realizar la metodología de la misma manera que en los puntos **6.8 A y B**.

6.14. Presentación de resultados

Para la exposición de resultados se utilizaron tablas de datos y gráficos elaborados en los programas Microsoft Office Word® y Excel® 2013.

VII. RESULTADOS

7.1. Extracción, cuantificación y rendimiento de fibra soluble del extracto de *Linum usitatissimum* utilizada para la elaboración de alimento funcional de panificación

Se realizaron un total de 16 extracciones y 2 cuantificaciones de fibra soluble de la semilla de *L.usitatissimum*, en dos sesiones:

Primera sesión - Implicó 7 extracciones de fibra soluble, que produjeron 1700 mL a partir de 140 g de semilla de *L. usitatissimum*, la cuantificación de la fibra permitió calcular el rendimiento que correspondió a 45.53 g de fibra soluble / 100 g semilla (Tabla 4).

Segunda sesión - Implicó 9 extracciones de fibra soluble, que produjeron 2046 mL a partir de 180 g de semilla de *L usitatissimum*, la cuantificación de la fibra permitió calcular el rendimiento que correspondió a 26.36 g de fibra soluble / 100 g semilla (Tabla 4).

Las 16 extracciones y 2 cuantificaciones de fibra soluble, produjeron un total de 3746 ml de fibra soluble a partir de 320 g de semilla de *L. usitatissimum* (Tabla 4).

Tabla 4.- Resultados de la extracción, cuantificación y rendimiento de la fibra soluble de los extractos de *L.usitatissimum* sesión #1 y #2.

Extracción, cuantificación y rendimiento de Fibra Soluble de <i>L.usitatissimum</i>			
Variables	No. Sesiones		Total
	1	2	
Volumen de Extracción de Fibra Soluble (mL)	1700	2046	3746
Cuantificación de extracto g/mL Fibra Soluble	0.0375	0.0232	0.0607
Fibra Soluble (g)	63.75	47.46	111.21
Semilla (g)	140	180	320
Rendimiento de Fibra Soluble g/100 g de semilla	45.53	26.36	-----

7.2. Incorporación de fibra soluble de *L.usitatissimum* en un alimento de panificación

Para incorporar la fibra soluble de *L. usitatissimum* a un alimento de panificación, se eligió una formulación de galleta, debido a que es un alimento popular entre la población. Primeramente se obtuvo una formulación de galleta base (Tabla 5).

Tabla 5.- Formulaciones de galleta base.

Formulaciones de Galleta Base			
Insumos	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
	Cantidad		
Harina (g)	100	300	230
Margarina (g)	40	180	150
Azúcar (g)	50	150	80
Sal (g)	0.8	-----	-----
Almidón de maíz (g)	12	-----	-----
Leche vegetal (mL)	300	-----	-----
Vainilla (mL)	1	-----	18
Levadura (mL)	3	-----	-----
Canela* (g)	-----	5	5
Huevo* (pza.)	-----	1	1
Linaza* (g)	-----	-----	20
Atributos Sensoriales	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Color	Ligeramente amarillo	Ligeramente amarillo – café	Ligeramente amarillo - café
Olor	Harina	Canela – Vainilla	Canela - Vainilla
Sabor	Dulce, Harina	Dulce, Canela – Vainilla	Menos dulce, Canela – Vainilla
Textura	Muy rígida	Ligeramente rígida	Rigidez característica

(*) Ingredientes que no corresponden a la formulación de galleta del recetario de galletas veganas (54).

A continuación una descripción de la elaboración de las formulaciones de galleta:

Formulación 1.- Se elaboró de acuerdo al recetario de galletas veganas, por medio de consulta en banco de información por internet (Tabla 5) (54). En sus atributos sensoriales presentó: color: ligeramente amarillo, olor: harina, sabor: dulce, harina y textura: muy rígida.

Formulación 2- Este lote se elaboró para mejorar aspectos sensoriales (color, olor, sabor y textura) de la formulación 1. Se aumentó el contenido de harina, margarina y azúcar (Tabla 5). Se omitieron la sal, el almidón de maíz, la leche vegetal, la

vainilla y la levadura, debido a que son insumos que influyen en la textura rígida de la galleta (Tabla 5). Se adicionó canela y huevo para mejorar el color, olor, sabor y principalmente la textura (Tabla 5). En sus atributos sensoriales presentó las siguientes modificaciones: color: ligeramente amarillo - café, olor: canela - vainilla, sabor: dulce, canela – vainilla y textura: ligeramente rígida (el huevo proporciona textura crujiente, esponjosa y tierna) (66).

Formulación 3.- Para mejorar aspectos sensoriales (color, olor, sabor y textura) de la formulación 2. Se redujo el contenido de harina y margarina con el objetivo de disminuir más rigidez de la galleta y de azúcar para reducir el dulzor. Permanecieron los insumos de canela y huevo, y se adicionaron vainilla y linaza para mejorar el olor, el sabor y la textura (Tabla 5). En sus atributos sensoriales, presento las siguientes modificaciones: color: ligeramente amarillo - café, olor: canela – vainilla, sabor: menos dulce, canela – vainilla y textura: rigidez característica.

7.3. Evaluación sensorial de la galleta base

Las formulaciones de galleta base (formulación 1, formulación 2 y formulación 3) fueron sometidos a una evaluación sensorial, con la participación de 30 panelistas no entrenados (población abierta), con el propósito de saber cuál de las 3 formulaciones tenía mayor preferencia de acuerdo a sus atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura). A las formulaciones 1 y 2 se les adicionó 20 g de linaza a cada una para que al momento de realizar el panel las personas no dieran preferencia a la galleta que sí tenía linaza (formulación 3). Los criterios de aceptación tomados de la escala hedónica fueron: Me gusta mucho y Me gusta moderadamente, dejando como preferencia la suma de los dos criterios.

7.3.1. Evaluación sensorial del color de las galletas base

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de galleta base: formulación 1, formulación 2 y formulación 3 referente al color, se observan en la figura 2.



Figura 2.- Evaluación sensorial del color en las diferentes formulaciones de galleta base. Cada bloque representa el porcentaje de opiniones de preferencia, proporcionadas por panelistas no entrenados de la población abierta, n = 30.

La preferencia para las formulaciones fueron: la formulación 1 (67%), la formulación 2 (77%) y la formulación 3 (86%). Estos resultados indican que la formulación 3 fue la que obtuvo mayor preferencia en el color, respecto a las otras formulaciones dentro de la población evaluada.

7.3.2. Evaluación sensorial del olor de los lotes de galleta base

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de galleta base: formulación 1, formulación 2 y formulación 3 referente al olor, se observan en la figura 3.



Figura 3.- Evaluación sensorial del olor en las diferentes formulaciones de galleta base. Cada bloque representa el porcentaje de opiniones de preferencia, proporcionadas por panelistas no entrenados de la población abierta, n = 30.

La preferencia para las formulaciones fueron: la formulación 1 (70%), la formulación 2 (71%) y la formulación 3 (73%). Estos resultados indican que la formulación 3 fue la que obtuvo mayor preferencia en el olor, respecto a las otras formulaciones dentro de la población evaluada.

7.3.3. Evaluación sensorial del sabor de los lotes de galleta base

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de galleta base: formulación 1, formulación 2 y formulación 3 referente al sabor, se observan en la figura 4.

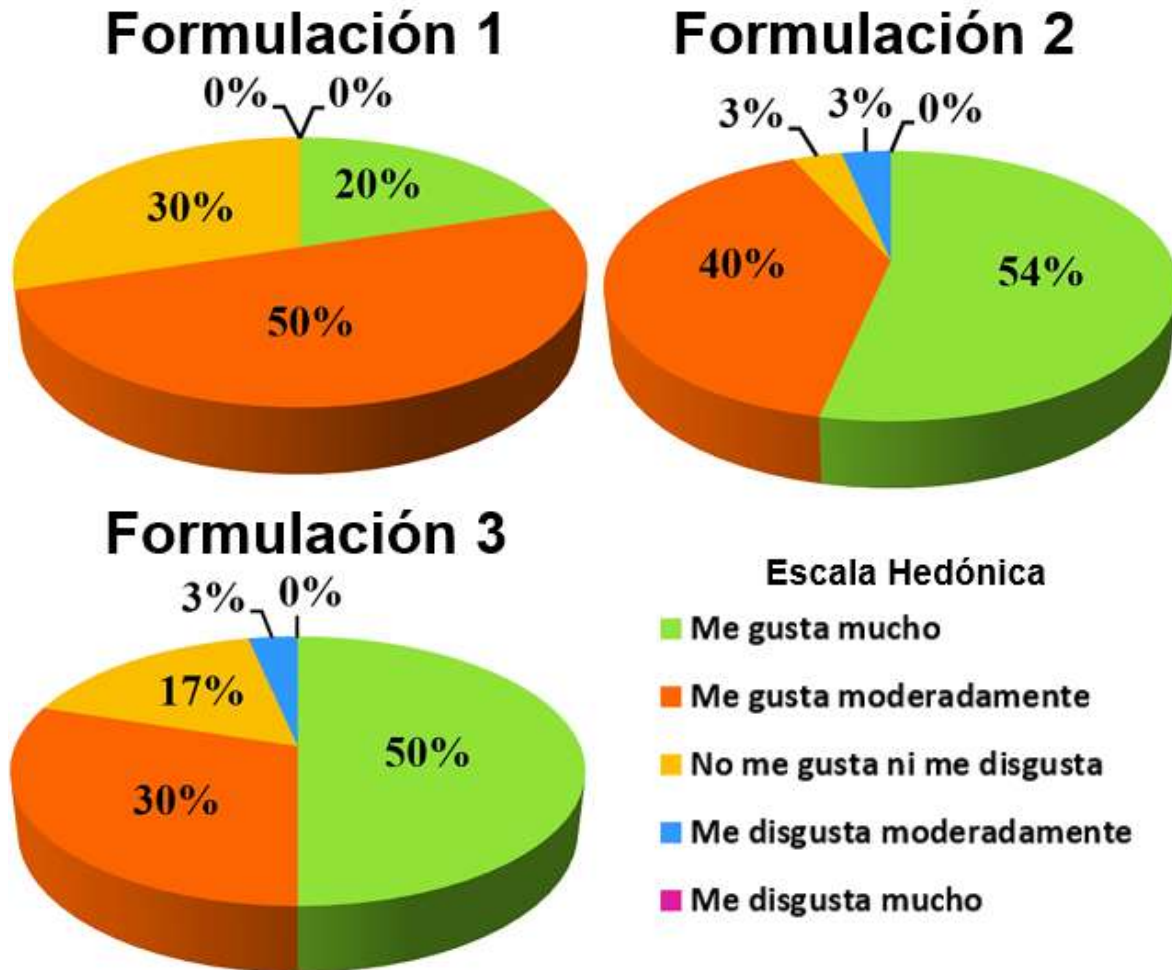


Figura 4.- Evaluación sensorial del sabor en las diferentes formulaciones de galleta base. Cada bloque representa el porcentaje de opiniones de preferencia, proporcionadas por panelistas no entrenados de la población abierta, n = 30.

La preferencia para las formulaciones fueron: la formulación 1 (70%), la formulación 2 (94%) y la formulación 3 (80%). Estos resultados indican que la formulación 2 fue la que obtuvo mayor preferencia en el sabor, respecto a las otras formulaciones dentro de la población evaluada.

7.3.4. Evaluación sensorial de la textura de los lotes de galleta base

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de galleta base: formulación 1, formulación 2 y formulación 3 referente a la textura, se observan en la figura 5.



Figura 5.- Evaluación sensorial de la textura en las diferentes formulaciones de galleta base. Cada bloque representa el porcentaje de opiniones de preferencia, proporcionadas por panelistas no entrenados de la población abierta, n = 30.

La preferencia para las formulaciones fueron: la formulación 1 (39%), la formulación 2 (66%) y la formulación 3 (90%). Estos resultados indican que la formulación 3 fue la que obtuvo mayor preferencia en la textura, respecto a las otras formulaciones dentro de la población evaluada.

En la tabla 6 se presenta un resumen de los atributos evaluados en el análisis sensorial para las tres formulaciones de galleta base (formulación 1, formulación 2 y formulación 3):

Tabla 6.- Resumen de la evaluación sensorial de las tres formulaciones de galleta base. Los criterios de aceptación tomados de la escala hedónica fueron: Me gusta mucho y Me gusta moderadamente.

Formulaciones de Galleta Base			
Atributos Sensoriales (%)	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Color	67	77	86
Olor	70	71	73
Sabor	70	94	80
Textura	39	66	90

Los resultados de la evaluación sensorial indican que la formulación de mayor aceptación es la formulación 3, siendo la mejor evaluada en los atributos sensoriales: color = 86%, olor = 73% y textura = 90% (Tabla 6). En el atributo de sabor la formulación 3 presentó un resultado de 80%, menor comparado con el resultado de la formulación 2, que obtuvo un 94% de aceptación en sabor. Por lo que la diferencia en el atributo de sabor entre la formulación 2 y la formulación 3 es de 14%. A pesar de la diferencia encontrada en el sabor, la formulación 3 fue la mejor calificada en los 4 atributos sensoriales evaluados, estos resultados nos permiten seleccionarla como la galleta base candidata a adicionar la fibra soluble de *L. usitatissimum*.

7.4. Elaboración de galleta base y funcional

Se realizaron los cálculos correspondientes en relación al: peso de la masa – fibra de los insumos – fibra soluble de *L. usitatissimum*, para hacer la incorporación de la misma en cantidades de 1 y 3 g, y elaborar el producto alimenticio innovador. Las 3 formulaciones de galleta realizadas: galleta base sin adición de fibra soluble, galleta con 1 g de fibra soluble de *Linum usitatissimum* (1g FS) y galleta con 3 g de fibra soluble de *Linum usitatissimum* (3g FS) se observan en la tabla 7.

Tabla 7.- Formulaciones de galleta base y funcional, y sus variaciones respecto a sus atributos sensoriales.

Formulaciones de Galleta Base y Funcional			
Insumos	Formulación de galleta base	Formulación 1g FS	Formulación 3g FS
	Cantidad		
Harina (g)	230	230	230
Margarina (g)	150	150	150
Azúcar (g)	80	80	80
Vainilla (mL)	18	18	18
Canela (g)	5	5	5
Huevo (pza.)	1	1	1
Linaza (g)	20	20	20
Fibra Soluble (<i>L.usitatissimum</i> .) (g)	0	1	3
Atributos Sensoriales	Formulación de galleta base	Formulación 1g FS	Formulación 3g FS
Color	Ligeramente amarillo	Ligeramente café	Café intenso
Olor	Canela – Vainilla	Canela – Vainilla menos perceptible	Canela – Vainilla ligeramente perceptible
Sabor	Canela – Vainilla Dulce	Canela – Vainilla, ligeramente salado	Canela – Vainilla, salado
Textura	Rigidez característica.	Ligeramente rígida	Rígida

Descripción de la elaboración de los lotes de galleta:

Formulación de galleta base - Se elaboró sin ninguna modificación de insumos (Tabla 7). Es la formulación de galleta con mayor preferencia y de mejor agrado en sus atributos sensoriales, presentó: color: ligeramente amarillo, olor: canela - vainilla, sabor: canela – vainilla dulce y textura: rigidez característica.

Formulación 1g FS – Se elaboró con los mismos insumos que la galleta base, únicamente con la adición de 1 g de fibra soluble (Tabla 7). Se pudieron apreciar cambios en sus atributos sensoriales al incorporarse la fibra soluble: color: ligeramente café, olor: canela – vainilla menos perceptible, sabor: canela – vainilla, ligeramente salado y textura: ligeramente rígida.

Formulación 3g FS – Se elaboró con los mismos insumos que la galleta base, únicamente con la adición de 3 g de fibra soluble (Tabla 7). Se pudieron apreciar cambios en sus atributos sensoriales al incorporarse la fibra soluble: color: café intenso, olor: canela – vainilla ligeramente perceptible, sabor: canela – vainilla, salado, y textura: rígida.

7.5. Evaluación sensorial de la galleta funcional

Las formulaciones de galleta (formulación de galleta base, formulación con 1 y 3 g de fibra soluble de *L.usitatissimum*) fueron sometidas a una evaluación sensorial, con la participación de 30 panelistas no entrenados (población abierta), con el propósito de saber cuál de las 3 formulaciones tiene mayor preferencia de acuerdo a sus atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura). Los criterios de aceptación tomados de la escala hedónica fueron: Me gusta mucho y Me gusta moderadamente, dejando como preferencia la suma de los dos criterios.

7.5.1. Evaluación sensorial del color de las galletas

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de galleta base y funcional: formulación de galleta base (Formulación GB), formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* (Formulación 1g FS) y formulación con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* (Formulación 3g FS) referente al color, se observan en la figura 6.

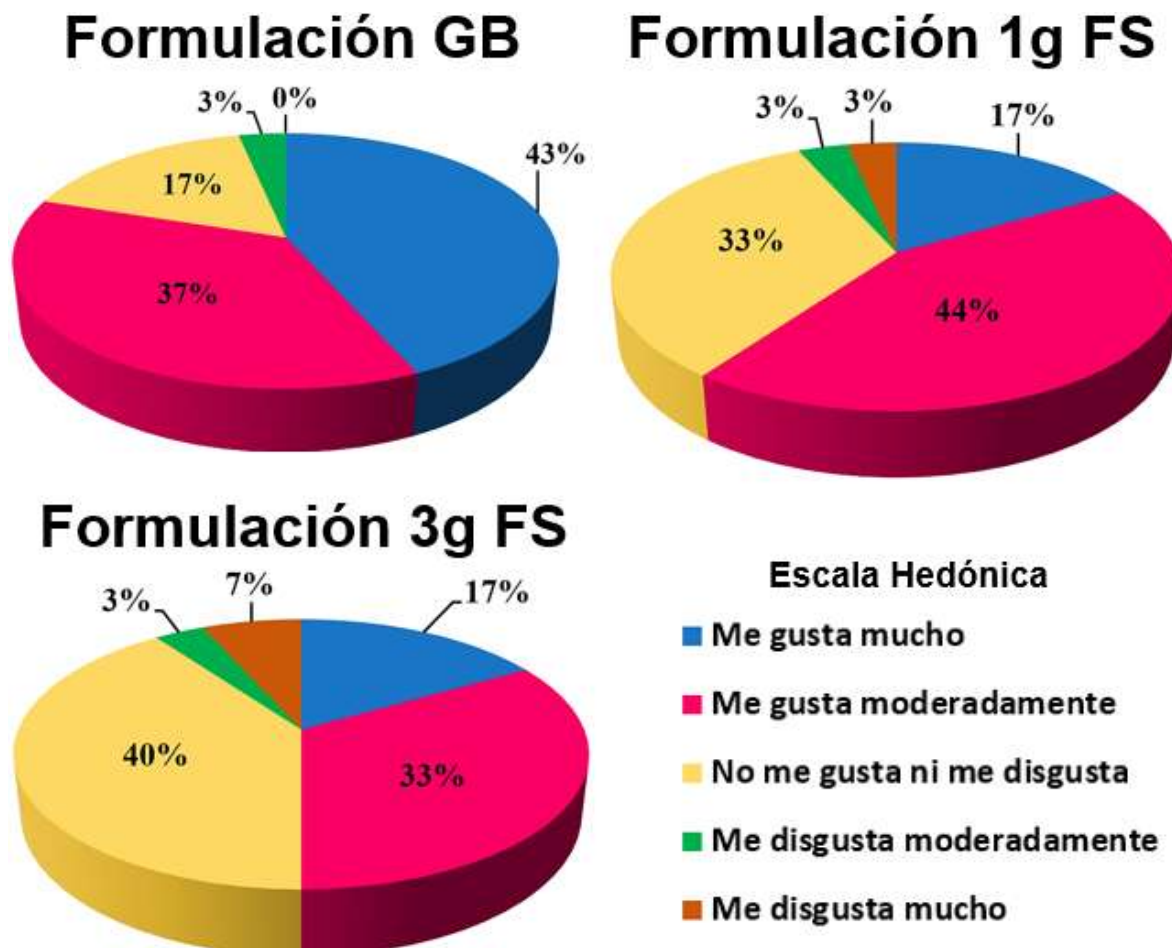


Figura 6.- Evaluación sensorial del color en las diferentes formulaciones de galleta base y funcional. Cada bloque representa el porcentaje de opiniones de preferencia, proporcionadas por panelistas no entrenados de la población abierta, n = 30.

La preferencia para las formulaciones fueron: la formulación GB (80%), la formulación 1g FS (61%) y la formulación 3g FS (50%). Estos resultados indican que la formulación GB fue la que obtuvo mayor preferencia en el color, respecto a las otras formulaciones dentro de la población evaluada.

7.5.2. Evaluación sensorial del olor de las galletas

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de galleta base y funcional: formulación de galleta base (Formulación GB), formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* (Formulación 1g FS) y formulación con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* (Formulación 3g FS) referente al olor, se observan en la figura 7.

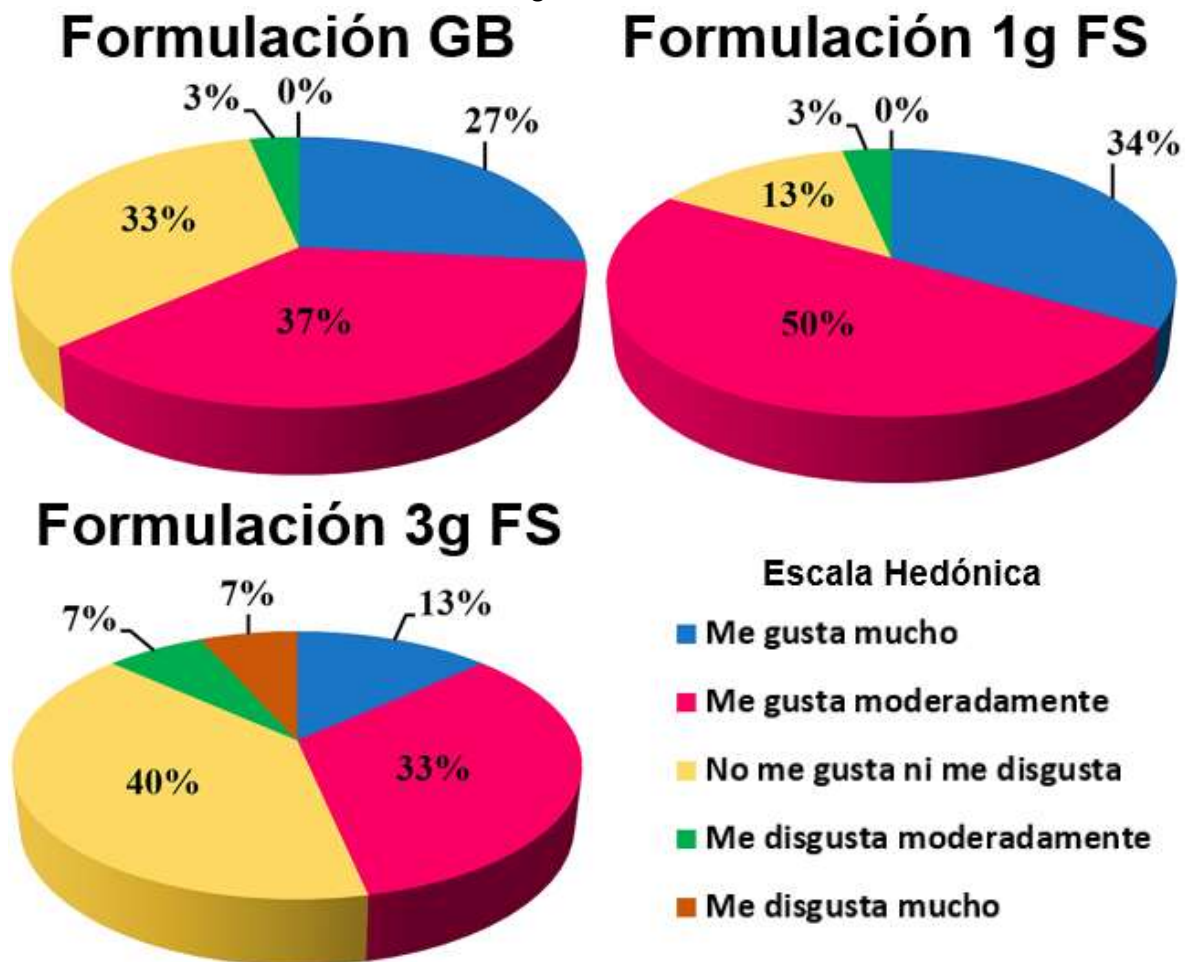


Figura 7.- Evaluación sensorial del olor en las diferentes formulaciones de galleta base y funcional. Cada bloque representa el porcentaje de opiniones de preferencia, proporcionadas por panelistas no entrenados de la población abierta, n = 30.

La preferencia para las formulaciones fueron: la formulación GB (64%), la formulación 1g FS (84%) y la formulación 3g FS (46%). Estos resultados indican que la formulación 1g FS fue la que obtuvo mayor preferencia en el olor, respecto a las otras formulaciones dentro de la población evaluada.

7.5.3. Evaluación sensorial del sabor de las galletas.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de galleta base y funcional: formulación de galleta base (Formulación GB), formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* (Formulación 1g FS) y formulación con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* (Formulación 3g FS) referente al sabor, se observan en la figura 8.

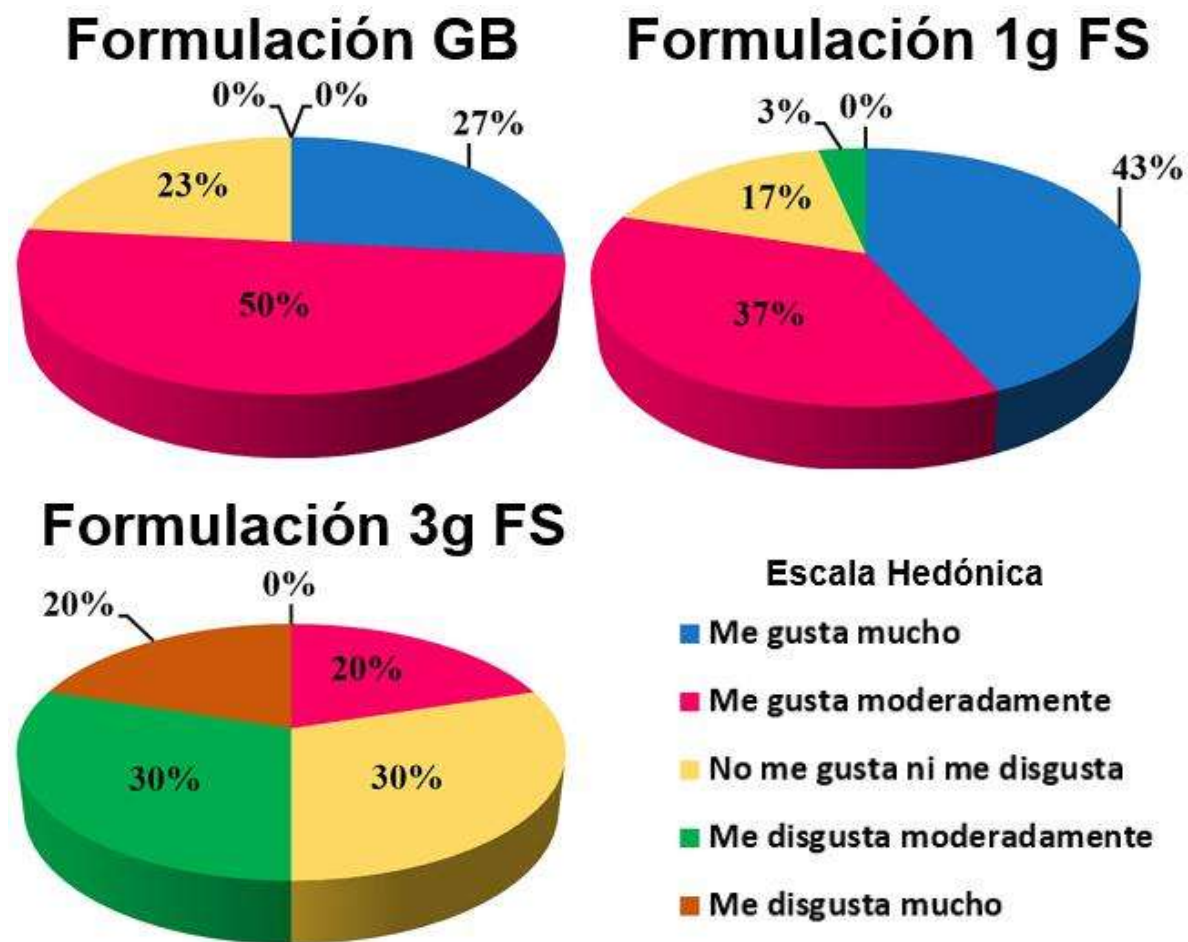


Figura 8.- Evaluación sensorial del sabor en las diferentes formulaciones de galleta base y funcional. Cada bloque representa el porcentaje de opiniones de preferencia, proporcionadas por panelistas no entrenados de la población abierta, n = 30.

La preferencia para las formulaciones fueron: la formulación GB (77%), la formulación 1g FS (80%) y la formulación 3g FS (20%). Estos resultados indican que la formulación 1g FS fue la que obtuvo mayor preferencia en el sabor, respecto a las otras formulaciones dentro de la población evaluada.

7.5.4. Evaluación sensorial de la textura de las galletas.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de galleta base y funcional: formulación de galleta base (Formulación GB), formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* (Formulación 1g FS) y formulación con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* (Formulación 3g FS) referente a la textura, se observan en la figura 9.

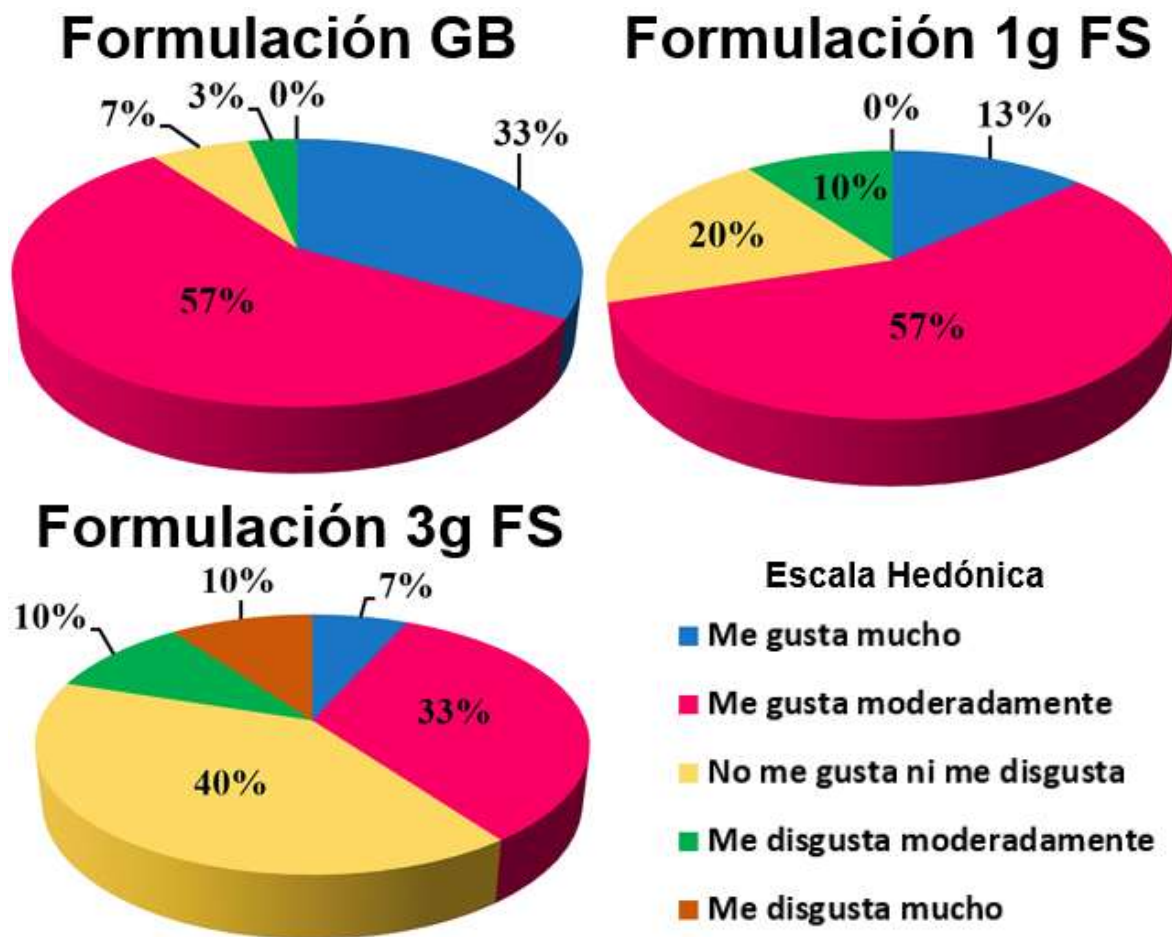


Figura 9.- Evaluación sensorial de la textura en las diferentes formulaciones de galleta base y funcional. Cada bloque representa el porcentaje de opiniones de preferencia, proporcionadas por panelistas no entrenados de la población abierta, n = 30.

La preferencia para las formulaciones fueron: la formulación GB (90%), la formulación 1g FS (70%) y la formulación 3g FS (40%). Estos resultados indican que la formulación GB fue la que obtuvo mayor preferencia en la textura, respecto a las otras formulaciones dentro de la población evaluada.

En la tabla 9 se presenta un resumen de los atributos evaluados en el análisis sensorial para las tres formulaciones de galleta (formulación GB, formulación con 1 y 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum*):

Tabla 8.- Resumen de la evaluación sensorial de las formulaciones de galleta base y funcional. Los criterios de aceptación tomados de la escala hedónica fueron: Me gusta mucho y Me gusta moderadamente.

Lotes de Galleta Base y Funcional			
Atributos Sensoriales (%)	Formulación GB	Formulación 1g FS	Formulación 3g FS
Color	80	61	50
Olor	64	84	46
Sabor	77	80	20
Textura	90	70	40

Los resultados de la evaluación sensorial indican que la formulación de galleta base es la mejor evaluada en los atributos sensoriales: color = 80% y textura = 90%. La formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* fue la mejor evaluada en los atributos sensoriales: olor = 84% y sabor = 80%. Los resultados indican que la galleta funcional de 1 g de fibra soluble se tiene que mejorar en los atributos color y textura, donde presentó menor evaluación de preferencia.

7.6. Análisis físico-químico de las formulaciones de galleta base y funcional

Se realizó el análisis físico-químico, donde los resultados obtenidos fueron de valor único para las muestras: formulación de galleta base, formulación con 1 y 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum*. Los resultados se presentan en la tabla 8.

Tabla 9.- Resultados del análisis físico-químico: formulación de galleta base, formulación con 1 y 3 g de fibra soluble de *L.usitatissimum*.

Determinación/Muestra (%)	Formulación de Galleta Base	Formulación con 1g Fibra Soluble <i>L.usitatissimum</i>	Formulación con 3g Fibra Soluble <i>L.usitatissimum</i>	NMX-F-006-1983
				Galletas Finas
Humedad	1.60	2.80	5.60	Máx.6.0
Materia Seca	98.40	97.20	94.40	-----
Extracto Etéreo (Grasa)	29.42	29.33	26.62	Mín.15.0
Fibra Cruda	14.95	15.68	15.77	Máx. 0.5
Proteína Cruda	9.32	10.06	9.84	Mín. 8.0
Cenizas (Minerales)	0.80	1.23	1.79	Máx. 1.5
E.L.N (Carbohidratos)	45.52	43.71	45.99	-----

De acuerdo a los criterios establecidos en la norma mexicana **NMX-F-516-1992**. Alimentos. Productos de panificación. Clasificación y Definiciones. Foods. Bakery products. Definitions and classification (53), la formulación de galleta base, galleta con 1 y 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum*, cumplen con el criterio para clasificarse como galletas finas al presentar una humedad menor al 8% y superar el mínimo de grasa de 15%.

Por otro lado, fueron consultadas las especificaciones físicas y químicas para galleta fina de la norma **NMX-F-006-1983**. Alimentos. Galletas. Food. Cookie (67), como referencia para comparar resultados obtenidos del análisis bromatológico de las formulaciones de: galleta base, galleta con 1 y 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum*). A continuación se presenta una descripción de cada determinación realizada.

- **Humedad**

La formulación de galleta base presentó 1.60%, la formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 2.80% y la formulación con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 5.60%. Los resultados indican que los valores se encuentran dentro de las especificaciones de humedad para galletas finas (Máx. 6.0%).

- **Materia seca**

La formulación de galleta base presentó 98.40%, la formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 97.20% y la formulación con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 94.40%. No hay especificaciones de materia seca para galletas finas. Se observa una disminución en los valores de materia seca, al adicionar la fibra soluble en cantidades de 1 y 3 g en comparación con la galleta

base (Tabla 8), esto debido a que al ser adicionada esta de manera líquida proporcionó hidratación a las galletas, es decir, a mayor contenido de materia líquida menor contenido de materia seca.

- **Extracto etéreo [Grasa]**

La formulación de galleta base presentó 29.42%, la formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 29.33% y la formulación con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 26.62%. Los resultados indican que los valores se encuentran dentro de las especificaciones de grasa para galletas finas (Mín. 15%).

- **Fibra Cruda**

La formulación de galleta base presentó 14.95%, la formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 15.68% y la formulación con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 15.77%. Los resultados indican que los valores se encuentran por arriba de las especificaciones de fibra cruda para galletas finas (Máx. 0.5%).

- **Proteína Cruda**

La formulación de galleta base presentó 9.32%, la formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 10.06% y la formulación con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 9.84%. Los resultados indican que los valores se encuentran dentro de las especificaciones de proteína cruda para galletas finas (Mín. 8.0%).

- **Cenizas [Minerales]**

La formulación de galleta base presentó 0.80%, la formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 1.23% y la formulación con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 1.79%. Los resultados indican que los valores de la galleta base y la galleta con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* se encuentran dentro de las especificaciones de cenizas (minerales) para galletas finas (Máx. 1.5%), pero la galleta con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* no cumple el límite establecido.

- **E.L.N [Carbohidratos]**

La formulación de galleta base presentó 45.52%, la formulación con 1 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 43.71% y la formulación con 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum* presentó 45.99%. No hay especificaciones de E.L.N (Carbohidratos) para galletas finas.

7.7. Extracción, cuantificación y rendimiento de fibra soluble de *Linum usitatissimum* de las galletas funcionales

Se llevó a cabo la extracción y cuantificación de la fibra soluble de *Linum usitatissimum* de las galletas funcionales formuladas con 1 y 3 g, pero los resultados no fueron coherentes, por lo que se requiere un método alternativo para llevar a cabo esta cuantificación. Ver apéndice 3.

VIII. DISCUSIÓN

Hace años las personas se preocupaban por consumir alimentos que aportaran los nutrientes necesarios para mantener una buena salud durante todo el ciclo de sus vidas. Pero en la actualidad, en los países desarrollados, la gente busca alimentos que les ayuden a mejorar su salud, prevenir enfermedades y retrasar el envejecimiento. Para satisfacer esa demanda han surgido los alimentos funcionales (46,47).

Las galletas son productos muy populares, elaborados de trigos duros y blandos, contienen azúcar y grasas en su formulación, tienen variedad de sabores, larga vida útil y permiten la incorporación de alto contenido de fibra total (68).

La fibra es un componente de una dieta saludable que contribuye al mantenimiento de la salud y a la prevención de la aparición de diferentes enfermedades. Una semilla rica en fibra es la linaza (*Linum usitatissimum* L.).

Los hallazgos del presente trabajo indican que es factible la elaboración de un producto de panificación con fibra soluble de *Linum usitatissimum*, al incorporarle 1 y 3 g de fibra soluble a la galleta base. La galleta funcional presentó cambios en sus atributos sensoriales, así como en su composición físico-química.

8.1. Atributos sensoriales

8.1.1. Color

En la presente investigación, en referencia a los atributos sensoriales, la incorporación de fibra soluble modificó el color de las galletas: la galleta base presentó una coloración ligeramente amarilla, mientras que al incorporar 1 g de fibra soluble cambió a un color ligeramente café y al incorporar 3 g de fibra soluble cambió a un color café intenso. Esto sugiere que el cambio de color en las galletas al incorporar la fibra soluble, se debe a que se trabajó con la semilla de linaza oscura, además, el oscurecimiento de la galleta puede estar relacionado con la reacción de pardeamiento de Maillard, que puede ser causada por la interacción entre las proteínas de la linaza y compuestos de carbonilo formados a partir de la descomposición de azúcares durante la cocción (69). Al respecto, un recetario de galletas veganas menciona que al emplearse gel de lino, proveniente de las semillas de linaza oscuras, pueden proporcionar coloración café a las preparaciones en galletas (66). Korus, Witczak, Ziobro y Juszczak incorporaron mucílago de linaza en un pan, reportando que todos los panes que contenían mucílago fueron significativamente más oscuros en comparación con el pan testigo (70). Escobar y Cobos incorporaron fibra soluble de biopolímero Bilac® en galletas de avena y

minicakes, reportando una coloración blanquizca (71). Estos mismos autores (Escobar y Cobos) incorporaron fibra soluble de biopolímero Bilac® en galletas caseras, trencitas de queso y galletas de avena, reportando cambio de coloración no significativos (72).

La harina de linaza se ha utilizado para elaborar productos de panificación, haciendo referencias al color en las siguientes investigaciones: Xu, Hall y Manthey en pan, reportaron una corteza más oscura, relacionado con la reacción de Maillard (69). Bossoni *et al*, en pizza, reportaron no haber encontrado diferencias significativas de color (73). Marpalle, Sonawane y Subhash en pan, reportaron coloración más oscura (74). Diovana, Ziegler, Freitas, Raquel y Novello en cupcakes de zanahoria, reportaron pigmentación color marrón oscuro (75).

8.1.2. Olor

En la presente investigación, la incorporación de fibra soluble modificó el olor de las galletas: La galleta base presentó un olor canela - vainilla, mientras que al incorporar 1 g de fibra soluble su olor canela – vainilla era menos perceptible y al incorporar 3 g de fibra soluble su olor canela – vainilla fue ligeramente perceptible. Esto sugiere que el cambio de olor en las galletas al incorporar la fibra soluble, se debe a que se usó en el procedimiento de extracción un buffer de fosfatos, el cual, al ser salado, originó que se mezclara con los insumos de la galleta base, y los compuestos de la linaza, induciendo menos expedición de olor a canela y vainilla. Korus, Witczak, Ziobro y Juszczak incorporaron mucílago de linaza a un pan, reportando mejoría en el olor del pan (70). Escobar y Cobos al incorporar fibra soluble de biopolímero de Bilac® en galletas de avena, reportaron enmascaramiento del olor característico y para los cupcakes presentó un olor no característico (71). Estos mismos autores, (Escobar y Cobos 2012) al incorporar fibra soluble de Bilac® en trencitas de queso, galletas caseras y galletas de avena, no reportaron diferencias significativas de olor (72).

La harina de linaza se ha utilizado para elaborar productos de panificación, haciendo referencias al olor, en las siguientes investigaciones: Bossoni *et al*, en pizza, reportaron no haber encontrado diferencias significativas de olor (73). Diovana, Ziegler, Freitas, Raquel y Novello en cupcakes de zanahoria, reportaron modificaciones en su olor característico (75).

8.1.3. Sabor

En la presente investigación, la incorporación de fibra soluble modificó el sabor de las galletas: la galleta base presentó un sabor canela – vainilla dulce, mientras que al incorporar 1 g de fibra soluble su sabor cambió a canela – vainilla ligeramente salado y al incorporar 3 g de fibra soluble su sabor cambió a canela – vainilla salado.

Esto sugiere que el cambio de sabor en las galletas al incorporar la fibra soluble, se debe a que se usó en el procedimiento de extracción un buffer de fosfatos, el cual al ser salado, originó que se mezclara con los insumos de la galleta base, y los compuestos de la linaza, generando disminución del dulzor de canela y vainilla. Escobar y Cobos al incorporar fibra soluble de Bilac® al 3% en las galletas de avena, reportaron sabor dulce característico, pero con más incremento de fibra soluble al 7% reportaron un sabor insípido, y para los minicakes al 7% presentaron sabor insípido (71). Estos mismos autores (Escobar y Cobos 2012) al incorporar fibra soluble de Bilac® en trencitas de queso, no reportaron ningún cambio significativo en el sabor de las galletas caseras, mientras que en las de avena se reportaron un cambio no especificado en su sabor (72).

La harina de linaza se ha utilizado para elaborar productos de panificación, haciendo referencias al sabor, en las siguientes investigaciones: Bossoni *et al*, en pizza, reportaron no haber encontrado diferencias significativas de sabor (73). Diovana, Ziegler, Freitas, Raquel y Novello en cupcakes de zanahoria, reportaron una modificación no especificada de sabor (75).

8.1.4. Textura

En la presente investigación, la incorporación de fibra soluble modificó la textura de las galletas: la galleta base presentó rigidez característica, mientras que al incorporar 1 g de fibra soluble su textura se volvió ligeramente rígida y al incorporar 3 g de fibra soluble su textura se volvió rígida. Esto sugiere que el cambio de textura en las galletas al incorporar la fibra soluble, se debe a que ésta tiene la función de texturizante en alimentos (76). Al respecto, un recetario de galletas veganas, menciona que al emplearse gel de lino proveniente de las semillas de linaza, éste proporciona estructura y ayuda a aglutinar los insumos (42). Korus, Witczak, Ziobro y Juszczak al incorporar mucilago de linaza a un pan, reportan presencia de dureza, y esta se incrementaba al aumentar la cantidad de mucílago al pan. Ellos exponen que lo anterior es debido a la presencia mayoritaria de hidrocoloides, que genera que la masa se compacte (70). Baños y Güemes al incorporar fibra soluble marca F20, reportaron disminución de la dureza del pan, pero no fue así para la adhesividad, elasticidad y cohesividad. La calidad de la miga del pan testigo presentó poros más abiertos y no homogéneos, el pan con 5% de fibra tiene una estructura más cerrada y más uniforme, también se observa un mayor volumen de la hogaza con respecto al testigo (77). Escobar y Cobos al incorporar fibra soluble de Bilac® al 7% en galletas de avena y minicakes presentaron dureza (71). Estos mismos autores (Escobar y Cobos 2012) al incorporar fibra soluble de Bilac® en trencitas de queso, galletas caseras y galletas de avena, reportaron cambios en la dureza (72).

La harina de linaza se ha utilizado para elaborar productos de panificación, haciendo referencias a la textura, en las siguientes investigaciones: Xu, Hall y Manthey en un pan, reportaron mejoramiento de la miga (69). Bossoni *et al*, en pizza reportaron no haber encontrado diferencias significativas de textura (73). Marpalle, Sonawane y Subhash en pan, reportaron firmeza de la miga (74). Diovana, Ziegler, Freitas, Raquel y Novello en cupcakes de zanahoria, reportaron modificación no especificado en la textura (75).

8.2. Análisis físico-químico

8.2.1. Humedad

En referencia a la composición físico-química de las galletas, se realizaron diferentes determinaciones. En la presente investigación, la incorporación de fibra soluble modificó el contenido de humedad de las galletas: la galleta base presentó un contenido de humedad bajo, pero a medida que se incorporó la fibra soluble en cantidades de 1 y 3 g ésta tendió a incrementarse. Lo anterior sugiere que el aumento de humedad en las galletas al incorporar la fibra soluble, se debe a que al ser adicionada de manera líquida proporcionó hidratación a las galletas, además la fibra dietética tiene la capacidad de absorber y retener agua (56). Otros factores que pueden influir en la determinación de humedad: origen ambiental (78), los productos tras su deshidratación pueden ser bastantes higroscópicos, la temperatura puede fluctuar debido al tamaño de la partícula, peso de la muestra, posición de la muestra en la estufa, etc. (79). Al respecto, un recetario de galletas veganas menciona que al emplearse gel de lino proveniente de las semillas de linaza se incrementa el contenido de humedad en las preparaciones de galletas (66). Korus, Witczak, Ziobro y Juszczak al incorporar mucílago de linaza a un pan, reportaron cambios en el contenido de humedad (70). Baños y Güemes al incorporar fibra soluble marca F20 a un pan, reportaron incremento en el contenido de humedad, esto en referencia al aumento de peso del pan con fibra soluble al 5% respecto al testigo, mencionando como causante la capacidad de la fibra soluble de retener agua (77). Escobar y Cobos al incorporar fibra soluble de Bilac® en galletas de avena y minicakes, reportaron cambios en el contenido de humedad (71). Estos mismos autores (Escobar y Cobos) incorporaron fibra soluble de Bilac® en trencitas de queso, galletas caseras y galletas de avena, reportando cambios en la humedad, atribuyendo lo anterior a la capacidad de atrapar agua de la fibra soluble y que el contenido de ésta puede provocar modificaciones en las interacciones intermoleculares de los constituyentes de las masas y en la redistribución del agua, generando una organización diferente entre los gránulos de almidón (72).

La harina de linaza se ha utilizado para elaborar productos de panificación, presentando modificaciones para el contenido de humedad en las siguientes

investigaciones: Solís en pan, reportó disminución, conforme se aumentó la concentración en 3%, 5% y 10% comparada con el testigo. Se debe hacer referencia que como lo que se está adicionando es materia seca, la materia líquida disminuirá (55). Xu, Hall y Manthey en pan, reportaron incremento, a medida que se incorporaba en concentraciones de 6%, 10% y 15% en comparación con el testigo, esto lo justifican por lo mencionado por Fedeniuk y Biliaderis (1994), quienes reportan que la goma de linaza tiene una capacidad de retención de agua de 1600 a 3000 g agua / 100g de goma (69). Bossoni *et al*, en pizza reportaron disminución, al incorporarse en concentración de 5% en comparación con el testigo, atribuyendo lo anterior a que la harina de linaza tiene mucílago y éste tiende a retener agua (73). Marpalle, Sonawane y Subhash en pan, reportaron incremento, debido a que el pan presentó un aumento en la absorción de agua, causado por las fibras dietéticas y las gomas en la linaza (74). Diovana, Ziegler, Freitas, Raquel y Novello en cupcakes de zanahoria, reportaron disminución de la humedad, debido a las fibras presentes en la linaza, que tienen un gran poder de absorción de agua, resultando en un menor contenido de agua libre (75).

8.2.2. Grasa

En la presente investigación, la incorporación de fibra soluble modificó el contenido de grasa de las galletas: la galleta base presentó un alto contenido de grasa, pero a medida que se incorporó la fibra soluble, en cantidades de 1 y 3 g, el contenido de grasa tendió a disminuir. Esto sugiere que la disminución de grasa en las galletas al incorporar fibra soluble, se debe a que la fibra tiene la capacidad de adsorber grasas (56). Otros factores que pueden influir en la determinación de extracto etéreo: en el método, al emplear calor, es posible que se pierda una parte de grasa por evaporación, en el mismo sentido, existen sustancias que se extraen de forma simultánea con la grasa real, como es el caso de algunos colorantes, y que no pertenecen estrictamente a este grupo funcional (80).

La harina de linaza se ha utilizado para elaborar productos de panificación, presentando modificaciones en el contenido de grasa, en las siguientes investigaciones: Solís en pan, reportó incremento (55). Bossoni *et al*, en pizza reportaron incremento, atribuyendo el hecho a que la harina de linaza es rica en grasas (73). Marpalle, Sonawane y Subhash en pan, reportaron incremento, debido a la grasa presente en la linaza (74). Diovana, Ziegler, Freitas, Raquel y Novello en cupcakes de zanahoria, reportaron incremento, debido a la grasa presente en la linaza, ya que esta semilla tiene un nivel alto de ácidos grasos omega-3 (75).

8.2.3. Fibra cruda

En la presente investigación, la incorporación de fibra soluble modificó el contenido de fibra cruda de las galletas: la galleta base presentó un contenido bajo de fibra

cruda, pero a medida que se incorporó la fibra soluble, en cantidades de 1 y 3 g, ésta tendió a incrementar. Esto sugiere que el aumento de fibra en las galletas, se debe a la incorporación de fibra soluble. Otros factores que pueden influir en la determinación de fibra cruda: la prueba de fibra cruda no es un estimado exacto de la fibra total porque al hervir el alimento con ácido diluido y álcali se disuelve algo de lignina y hemicelulosa y se miden entonces como azúcares y almidón (81). También pueden afectar las reacciones químicas que provocan hidrólisis de polisacáridos y oligosacáridos (82). Baños y Güemes incorporaron fibra soluble marca F20 a un pan, reportando un incremento en el contenido de fibra soluble al adicionar 5% (77).

La harina de linaza se ha utilizado para elaborar productos de panificación y batidos, presentando modificaciones para la fibra, en las siguientes investigaciones: Solís en pan, reportó un incremento de fibra cruda y fibra dietética conforme se aumentó la concentración de fibra en 3%, 5% y 10% comparada con el testigo (55). Galvão, Silva, y Cássia en batido, reportaron incremento de fibra, comparado con el testigo (83). Bossoni *et al*, en pizza reportaron incremento de fibra bruta, comparado con el testigo, atribuyéndolo al alto contenido de fibra presente en la linaza (73). Diovana, Ziegler, Freitas, Raquel y Novello en cupcakes de zanahoria, reportaron incremento de fibra cruda, debido a que la linaza tiene altos valores de fibra (75).

8.2.4. Proteína cruda

En la presente investigación, la incorporación de fibra soluble modificó el contenido de proteína cruda de las galletas: la galleta base presentó un contenido de proteína bajo, pero a medida que se incorporó la fibra soluble en cantidades de 1 y 3 g la proteína tendió a incrementar. Al respecto, la variación de los resultados puede ser debido al tamaño del huevo y en referencia a la cantidad utilizada. Otros factores que pueden influir en la determinación de proteína cruda: durante la evaluación de la proteína cruda se determina todo tipo de nitrógeno en la muestra, así que si un alimento tiene muchas bases nitrogenadas, el porcentaje de proteína se estima por encima del valor real (80).

La harina de linaza se ha utilizado para elaborar productos de panificación, presentando modificaciones en el contenido de proteína, en las siguientes investigaciones: Solís en pan, reportó incremento conforme se aumentó la concentración en 3%, 5% y 10% comparada con el testigo (55). Bossoni *et al*, en pizza reportaron incremento (73). Marpalle, Sonawane y Subhash en pan, reportaron incremento, atribuyéndolo a la proteína presente en la linaza (74). Diovana, Ziegler, Freitas, Raquel y Novello en cupcakes de zanahoria, reportaron incremento, debido a que la linaza tiene altos valores de proteína (75).

8.2.5. Cenizas (Minerales)

En la presente investigación, la incorporación de fibra soluble modificó el contenido de cenizas de las galletas: la galleta base presentó un contenido de cenizas bajo, pero a medida que se incorporó la fibra soluble en cantidades de 1 y 3 g las cenizas tendieron a incrementar. Esto sugiere que el aumento de cenizas en las galletas al incorporar fibra soluble, se debe a que en el procedimiento de extracción se usó buffer de fosfatos, el cual tiene en su composición minerales como: sodio, fósforo y potasio. Otros factores que pueden influir en la determinación de cenizas: se atribuye a que durante el proceso de la muestra se debe tener en cuenta que en el residuo inorgánico no se encuentran los mismos elementos que en la muestra intacta y adicionada con fibra soluble, después de incinerar, ya que hay pérdidas por volatilización (80).

La harina de linaza se ha utilizado para elaborar productos de panificación, presentando modificaciones en el contenido de cenizas, en las siguientes investigaciones: Solís en pan, reportó incremento, atribuyéndolo a los minerales presentes en la linaza (55). Bossoni *et al*, en pizza reportaron incremento, debido a que la linaza tiene un alto contenido de minerales en su composición (73). Marpalle, Sonawane y Subhash en pan, reportaron incremento (74). Diovana, Ziegler, Freitas, Raquel y Novello en cupcakes de zanahoria, reportaron un incremento (75).

8.2.6. Carbohidratos

En la presente investigación, la incorporación de fibra soluble modificó el contenido de carbohidratos de las galletas: la galleta base presentó un contenido de carbohidratos bajo, pero a medida que se incorporó la fibra soluble en cantidad de 3 g estos tendieron a incrementar. Otros factores que pueden influir en la determinación de carbohidratos: cualquier error cometido en las determinaciones de grasa, proteína, cenizas, agua y fibra cruda, quedan reflejadas en el valor de las sustancias extractivas no nitrogenadas, ya que esta determinación resulta del cálculo: $\text{Extracto Libre de Nitrógeno (\%)} = 100 - (\text{Contenido de humedad (\%)} + \text{Contenido de Proteína Cruda (\%)} + \text{Contenido de Grasas (\%)} + \text{Contenido de Fibra Cruda (\%)} + \text{Contenido de Cenizas})$ (84,12).

La harina de linaza se ha utilizado para elaborar productos de panificación, presentando modificaciones para el contenido de carbohidratos en las siguientes investigaciones: Solís en pan, reportó disminución, a medida que se aumentó la concentración en 3%, 5% y 10%, comparados con el testigo, atribuyéndolo a los distintos componentes del pan (55). Bossoni *et al*, en pizza reportaron disminución

de los carbohidratos conforme se adicionaba harina de linaza en concentraciones de 5% en comparación con el pan estándar (73). Marpalle, Sonawane y Subhash en pan, reportaron disminución en los carbohidratos, conforme se iban incorporando mayores cantidades (5, 10 y 15 g de harina de linaza /100g) comparados con el testigo (74). Diovana, Ziegler, Freitas, Raquel y Novello en cupcakes de zanahoria, reportaron disminución, conforme se iban incorporando concentraciones de 18% de harina de linaza (75).

8.3. Propuesta de producto final

Una vez desarrollado el producto funcional a partir del empleo de la fibra soluble *Linum usitatissimum*, se propone seguir las siguientes disposiciones para poder ser ofrecido al mercado actual de productos funcionales en acuerdo a lo establecido en NMX-F-006-1983. Alimentos. Galletas. Food. Cookie (15,26,45).

➤ Cantidad de galletas

El Comité de Expertos FAO/OMS, recomiendan que la ingesta diaria de fibra dietética total para adultos debe ser de 25 g/día. La galleta con 1 g de fibra soluble aporta 15.68 g de fibra cruda/100g de galleta y por lo tanto el contenido de galletas en el empaque debe ser menor a 100 g, ya que las galletas no deben dar todo el aporte de fibra, requerido por día.

➤ Envase

El producto objeto de esta Norma se debe envasar en un material resistente inocuo, que garantice la estabilidad del mismo, que evite su contaminación, no altere su calidad, ni sus especificaciones sensoriales.

➤ Marcado en el envase

Cada envase del producto debe llevar una etiqueta o impresión permanente, visible e indeleble con los siguientes datos:

- Denominación del producto, conforme a la clasificación de esta Norma.
- Nombre comercial o marca comercial registrada, pudiendo aparecer el símbolo del fabricante.
- El "contenido neto" de acuerdo con las disposiciones vigentes de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- Nombre o razón social del fabricante o propietario del registro y domicilio en donde se elabora el producto.
- Número de lote y/o clave de la fecha de fabricación. Para envases unitarios de 1 kg en adelante.
- La leyenda "Hecho en México".
- Lista completa de ingredientes en orden de concentración decreciente, incluyendo los aditivos, si los contiene.
- Texto de las siglas Reg. S.S.A. No. "A", debiendo figurar en el espacio en blanco el número de registro correspondiente. Otros datos que exija el reglamento respectivo o disposiciones de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

➤ Embalaje

Para el embalaje del producto objeto de esta Norma, se deben usar cajas de cartón o envolturas de algún otro material apropiado, que tengan la debida resistencia y que ofrezcan la protección adecuada a los envases para impedir su deterioro exterior, y a la vez faciliten su manipulación en el almacenamiento y distribución de las mismas, sin exponer a las personas que los manipulen.

➤ Marcado en el embalaje

Deben anotarse los datos necesarios del “marcado en el envase” para identificar el producto y todos aquellos otros que se juzguen convenientes, tales como las precauciones que deben tenerse en el manejo y uso de los embalajes.

➤ Almacenamiento

El producto terminado debe almacenarse en locales que reúnan los requisitos sanitarios que señale la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

IX. CONCLUSIONES

- Se logró extraer 111.21 g de fibra soluble de 320 g de semilla entera de *Linum usitatissimum*.
- Se logró obtener una formulación de galleta base aceptable mediante evaluación sensorial.
- Se logró incorporar la fibra soluble de *Linum usitatissimum* en la formulación de galleta base para obtener una galleta funcional.
- Se logró comprobar un incremento de fibra soluble, mediante la diferencia del contenido de fibra cruda de la galleta base y funcional. Se produjeron 2 lotes de galleta funcional: un lote con 1 g de fibra soluble, cuyo rendimiento de valor calculado para fibra resultó de 0.73 g y otro lote con 3 g de fibra soluble, de 0.82 g.
- Se logró desarrollar una formulación de galleta funcional con 1 g de fibra soluble, que cumple con los criterios de galleta fina de acuerdo a la norma NMX-F-006-1983, y fue aceptable dentro de los resultados obtenidos de la evaluación sensorial.
- Se logra obtener una formulación de galleta funcional con fibra soluble de *Linum usitatissimum*, por lo que se innova y se introduce al mercado un producto funcional que tiene demanda al contener fibra.
- Se estructuró una propuesta de producto final en base a la norma NMX-F-006-1983, para ofrecer la galleta con fibra soluble de *Linum usitatissimum* como un producto más en el mercado de alimentos funcionales.

X. PERSPECTIVAS

- Modificar el método de extracción de fibra soluble, que incluya un buffer que disminuya el sabor salado, y así incorporar más fibra soluble en la galleta.
- Caracterización físico-química de la fibra soluble de *Linum usitatissimum*.
- Realizar un análisis de textura para la galleta funcional mediante el uso del texturometro y farinógrafo.
- Evaluar los efectos funcionales de las galletas formuladas con la fibra de *Linum usitatissimum*.
- Realizar un análisis microbiológico a la galleta funcional.
- Modificar el método de extracción y cuantificación de fibra soluble para galletas.
- Elaborar el producto final de galleta funcional.

XI. REFERENCIAS

- 1 Remington. Aglutinantes. In Panamericana M, editor. Farmacia Tomo I. . Argentina: Medica Panamericana; 2003. p. 999.
- 2 MAD. Diverticulosis. In Eduforma , editor. Cuidados Auxiliares Auxiliar Geriátrico . Atención en la Hospitalización. España: Eduforma; 2006. p. 95.
- 3 Barros Santos C. Emulgente. In Libros V, editor. Los Aditivos en la Alimentación . de los Españoles y La Legislación que Regula su Autorización y Uso. España: Visión Libros; 2008. p. 51-52.
- 4 Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. [Online].; 2015 . [cited 2015 Abril 3. Available from: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab489s/ab489s03.htm>.
- 5 Tortora G, Funke , Case. ¿Qué es la fermentación? In Panamericana M, editor. . Introducción a la Microbiología. Argentina: Medica Panamericana; 2007. p. 137.
- 6 Departamento Ingeniería Química. Avdiaz. [Online].; 2008 [cited 2015 Abril 3. Available from: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/tema1-introduccion.pdf>.
- 7 Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. [Online].; 2007 . [cited 2015 Abril 3. Available from: <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/ah833s18.htm>.
- 8 Real Academia Española. RAE. [Online].; 2015 [cited 2015 Abril 3. Available from: <http://lema.rae.es/drae/?val=G%C3%A1rgola>.
- 9 Real Academia Española. RAE. [Online].; 2015 [cited 2015 Abril 3. Available from: <http://lema.rae.es/drae/?val=goma>.
- 1 Real Academia Española. RAE. [Online].; 2015 [cited 2015 Abril 3. Available from: <http://lema.rae.es/drae/?val=mucilago>.
- 1 Real Academia Española. RAE. [Online].; 2015 [cited 2015 Abril 3. Available from: <http://lema.rae.es/drae/?val=posprandial>.

- 1 Food and Agriculture Organization of the United Nations. fao. [Online].; 2015
- 2 [cited 2015 Febrero 14. Available from:
3 . <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S03.htm>.
- 1 Real Academia Española. RAE. [Online].; 2015 [cited 2015 Abril 3. Available
- 3 from: <http://lema.rae.es/drae/?val=ret%C3%ADculo>.
- 1 Iturriaga J. Biblioteca Digital. [Online].; 2014 [cited 2014 Febrero 26. Available
- 4 from: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/fondo2000/vol2/20/htm/sec_6.html.
- 1 Kellogg's. Instituto de Nutrición y Salud Kellogg's. [Online].; 2009 [cited 2014
- 5 Febrero 26. Available from:
6 . https://www.insk.com/assets/files/Z%20DIETA_SALUD_Fibra_bajaV4.pdf.
- 1 Enríquez Blanco H, Tulio Rodríguez J, Schneider R. Síndrome de Intestino
- 6 Irritable y otros Trastornos Relacionados Fundamentos Biopsicosociales. In
7 . Panamericana M, editor. Síndrome de Intestino Irritable y otros Trastornos
8 Relacionados Fundamentos Biopsicosociales. México: Médica Panamericana;
9 2010. p. 597.
- 1 Alvarado Osuna C, Milian Suazo F, Valles Sánchez V. Prevalencia de diabetes
- 7 mellitus e hiperlipidemias en indígenas otomíes. Salud Pública de México. 2001
8 . Septiembre-Octubre; 43(5).
- 1 Arias CCL. Efecto de la fibra soluble de las semillas de *Amaranthus*
- 8 *hypochondriacus* y *Linum usitatissimum* sobre la reactividad vascular de *Rattus*
9 *norvegicus*. 2011..
- 1 Páez Huerta G. Beneficio de la fibra dietética en enfermedades
- 9 crónicas degenerativas. Revista Médica de la Universidad Veracruzana. 2009
0 . Mayo; 9(1).
- 2 Kuri Morales PA. Diario Oficial de la Federación. [Online].; 2012 [cited 2013
- 0 Noviembre 16. Available from:
1 . http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5285372&fecha=22/01/2013.

- 2 Flaxcouncil. Flaxcouncil. [Online].; 2014 [cited 2014 Mayo 6. Available from:
1 http://www.flaxcouncil.ca/spanish/pdf/FlxPrmr-R11-Ch1_Span.pdf.
.
- 2 Escudero Álvarez E, González Sánchez P. La fibra dietética. Nutrición
2 Hospitalaria. 2006; 21(2).
.
- 2 Gil Á. Fibras solubles e insolubles. In Panamericana M, editor. Tratado de
3 Nutrición Tomo I Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición. España:
. Medica Panamericana; 2010. p. 240.
- 2 Cano I, Capetillo M, Cardenas M, Carrillo R, Cartes D. Veterinaria. [Online]. Chile:
4 Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile; 2009 [cited
. 2014 Marzo 1. Available from:
[file:///C:/Users/Juan%20Pablo/Downloads/Rol_de_la_fibra_dietaria%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Juan%20Pablo/Downloads/Rol_de_la_fibra_dietaria%20(1).pdf).
- 2 Gil Á. Tratado de Nutrición Tomo III Nutrición Humana en el Estado de Salud. In
5 Panamericana M, editor. Tratado de Nutrición Tomo III Nutrición Humana en el
. Estado de Salud. España: Medica Panamericana; 2010. p. 41-42.
- 2 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.
6 FAO. [Online].; 2007 [cited 2015 Marzo 31. Available from:
. ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCNFSDU/ccnfsdu29/nf29_03e.pdf.
- 2 Institute of Medicine of the National Academies. Nal. [Online].; 2005 [cited 2015
7 Febrero 17. Available from:
. http://www.nal.usda.gov/fnic/DRI/DRI_Energy/energy_full_report.pdf.
- 2 Barquera S, Rivera Dommarco J, Campos I, Espinoza J, Monterrubio E.
8 Consumo de fibra y sobrepeso en mujeres mexicanas en edad adulta. Nutrición
. Clinica. 2002 Octubre-Diciembre; 5(4).
- 2 Gil Á. Fibra Dietetica. In Panamericana M, editor. Tratado de Nutrición Tomo I
9 Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición. España: Medica
. Panamericana; 2010. p. 255.
- 3 Escudero Álvarez E. La Fibra Dietética. Nutrición Hospitalaria. 2006; 21(2).
0
.

- 3 Gallart Esquerdo A. Lecciones Clinicas de Patologia Digestiva. In Reverté ,
1 editor. Lecciones Clinicas de Patologia Digestiva. España: Reverté; 1984. p. 43.
.
- 3 Gil Á. Efectos potencialmente negativos de la fibra dietética. In Panamericana M,
2 editor. Tratado de Nutrición. España: Medica Panamericana; 2010. p. 242-243.
.
- 3 Figuerola F, Muñoz O, Estévez AM. La linaza como fuente de compuestos
3 bioactivos para la elaboración de alimentos. AGRO SUR. 2008 Mayo; 36.
.
- 3 Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial.
4 Financiera Rural. [Online].; 2010 [cited 2014 Marzo 27. Available from:
.
.
[http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADa%20Linaza%20\(oct%2010\)%20vf.pdf](http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADa%20Linaza%20(oct%2010)%20vf.pdf).
- 3 Abisgail. Buenas Tareas. [Online].; 2011 [cited 2015 Abril 1. Available from:
5 <http://www.buenastareas.com/ensayos/Ficha-Comercial-Lino/2667102.html>.
.
- 3 Artica Mallqui L. Wordpress. [Online].; 2014 [cited 2015 Abril 1. Available from:
6 <https://luisartica.files.wordpress.com/2014/10/linaza-harina-extruida.pdf>.
.
- 3 Firshein R. La Revolución de los Farmanutrientes. In EDAF , editor. La
7 Revolución de los Farmanutrientes. Madrid: Vida Natural; 2000. p. 165.
.
- 3 Sánchez Pineda de las Infantas MT. Procesos de elaboración de alimentos y
8 bebidas. In Prensa AEyM, editor. Procesos de elaboración de alimentos y
.
bebidas. España: AMV Ediciones y Mundi Prensa; 2003. p. 172.
- 3 Archieng Industrial. Scribd. [Online].; 2011 [cited 2014 Mayo 15. Available from:
9 <http://es.scribd.com/doc/60747844/barras-energeticas>.
.
- 4 Turcotte M. ehow. [Online].; 2014 [cited 2014 Mayo 15. Available from:
0 [http://www.ehowenespanol.com/bebidas-nutricionales-adultos-mayores-](http://www.ehowenespanol.com/bebidas-nutricionales-adultos-mayores-lista_128423/)
.
[lista_128423/](http://www.ehowenespanol.com/bebidas-nutricionales-adultos-mayores-lista_128423/).

- 4 Romero del Catillo Shelly R, Mestres Lagarriga J. Productos Lácteos Tecnología.
1 In Catalunya UPd, editor. Productos Lácteos Tecnología. España: Universidad
. Politécnica de Catalunya; 2004. p. 206.
- 4 Mataix Verdú J. Nutrición para Educadores. In Iberoamericana FU, editor.
2 Nutrición para Educadores. España: Fundación Universitaria Iberoamericana;
. 2005. p. 211.
- 4 Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Utilización de parametros de
3 calidad de harinas en panificación. In Mohan Kohli M, Díaz de Ackermann M,
. Castro M, editors. Estrategias y metodologías utilizadas en el mejoramiento de
trigo: un enfoque multidisciplinario. Uruguay: Instituto Nacional de Investigación
Agropecuaria; 2001. p. 189.
- 4 Torres Egas H. El queso maduro y sus secretos. In Prodar , editor. El queso
4 maduro y sus secretos. Perú: Prodar; 2001. p. 2.
.
- 4 Normas Mexicanas. Colpos. [Online].; 1983 [cited 2014 Mayo 15. Available from:
5 <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-444-1983.PDF>.
.
- 4 Madrid Conesa J, Madrid Gomariz A. Alimentos Funcionales. In Arán , editor.
6 Conoce Los Nuevos Alimentos. España: Arán; 2006. p. 131.
.
- 4 Aranceta J, Serra Majem L. Dieta, Ejercicio Fisico y Salud. In Masson E, editor.
7 Guia de la Alimentación Funcional Los Probióticos en la Alimentación Humana.
. España: Elsevier Masson; 2008. p. 1.
- 4 Instituto Omega 3. Guía de Alimentos Funcionales. 2014..
8
.
- 4 López Munguía A. Alimentos Funcionales Salud a la Carta. ¿Como ves? 2002
9 Mayo;(42).
.

- 5 Aranceta J, Gil Á. Alimentos funcionales y salud en las etapas infantil y juvenil.
0 In Panamericana M, editor. Alimentos funcionales y salud en las etapas infantil y
. juvenil. España: Medica Panamericana; 2010. p. 36-38.
- 5 Rodríguez Rivera VM, Magro ES. Bases de la Alimentación Humana. In Otero
1 PP, editor. Bases de la Alimentación Humana. España: Netbiblo; 2008. p. 16.
.
- 5 Instituto de la Galleta. Instituto de la Galleta. [Online].; 2014 [cited 2014 Junio 3.
2 Available from: <http://www.institutodelagalleta.com/dosieres/Dosier.pdf>.
.
- 5 Normas Mexicanas Dirección General de Normas. Banco de Normas. [Online].;
3 1992 [cited 2015 Febrero 2. Available from:
. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-521-1992.PDF>.
- 5 CreatiVegan.net. Vegetarianismo. [Online].; 2014 [cited 2014 Julio 6. Available
4 from: <http://www.vegetarianismo.net/material/GalletasVeganas.pdf>.
.
- 5 Solís Castellanos DA. dspace. [Online].; 2011 [cited 2015 Marzo 7. Available
5 from:
. <http://uaaan.dspace.escire.net/bitstream/handle/123456789/469/61740s.pdf?sequence=1>.
- 5 Betancur Ancona D, Pérez Flores V, Chel Guerrero L. Fibra dietética y sus
6 beneficios en la alimentación. Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán.
. 2003 Cuarto Trimestre; 227.
- 5 Bardón Iglesias R, Belmonte Cortés S, Fuster Lorán F, Marino Hernando E,
7 Ribes Ripoli MÁ. El sector de los productos de panadería, bollería y pastelería
. industrial, y galletas en la comunidad de Madrid. In (INUTCAM)
DGdOelyldNyTAdlCdM, editor. El sector de los productos de panadería, bollería
y pastelería industrial, y galletas en la comunidad de Madrid. Madrid: Dirección
General de Ordenación e Inspección y Instituto de Nutrición y Trastornos
Alimentarios de la Comunidad de Madrid (INUTCAM); 2014. p. 77.
- 5 Hernández ÁG. Galletas. In Panamericana M, editor. Tratado de Nutrición Tomo
8 II Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. España: Medica
. Panamericana; 2010. p. 120-121.

- 5 Cámara Nacional de la Industria Panificadora y Similares de México
9 (CANAINPA). Alimentación. [Online].; 2009 [cited 2015 Enero 21. Available from:
. <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/14325-situacion-del-sector-panificados-mexico>.
- 6 Asociación Mexicana de Envase y Embalaje. Alimentación. [Online].; 2012 [cited
0 2015 Enero 21. Available from:
. <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/63590-la-industria-alimentos-mexico>.
- 6 Cámara Nacional de la Industria Panificadora. Merca. [Online].; 2013 [cited 2015
1 Enero 21. Available from: <http://www.merca20.com/encuesta-cual-es-tu-galleta-favorita/>.
- 6 Instituto de Salud Publica de Chile Subdepartamento Laboratorios del Ambiente.
2 Procedimiento para determinar fibra cruda..
.
- 6 Zuleta Á, Binaghi MJ, Greco CB, Aguirre C, De la Casa L, Tadini C, et al. Diseño
3 de panes funcionales a base de harinas no tradicionales. Revista Chilena de
. Nutrición. 2012 Septiembre; 39(3).
- 6 PANREAC QUIMICA SA. Analisis Analiticos en Alimentaria Metodos Oficiales de
4 Analisis Cereales, Derivados de Cereales y Cerveza. In PANREAC QUIMICA
. SA, editor. Analisis Analiticos en Alimentaria Metodos Oficiales de Analisis
Cereales, Derivados de Cereales y Cerveza. España: PANREAC QUIMICA, S.A;
2014. p. 27-38.
- 6 Watts , Ylimaki , Jeffery , Elías. Métodos sensoriales básicos para la evaluación
5 de alimentos Departamento de Alimentos y Nutrición
. FdEHUdMWMCeIdNdCyPCdGGC, editor. Guatemala y Canadá: Departamento
de Alimentos y Nutrición, Facultad de Ecología Humana, Universidad de
Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canadá e Instituto de Nutrición de Centroamérica
y Panamá, Ciudad de Guatemala, Gautemala, Centroamérica.; 1992.
- 6 CreatiVegan.net. Vegetarianismo. [Online].; 2014 [cited 2014 Julio 6. Available
6 from: <http://www.vegetarianismo.net/material/GalletasVeganas.pdf>.
- .

- 6 Normas Mexicanas Dirección General de Normas.
7 <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-006-1983.PDF>.
8 [Online].; 1983 [cited 2015 Febrero 8. Available from:
9 <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-006-1983.PDF>.
- 6 Román M, Valencia F. Evaluación de Galletas con Fibra de Cereales como
8 Alimento Funcional (Colombia). Revista de la Facultad de Química
9 Farmacéutica. 2006 Octubre; 13(2).
- 6 Xu Y, Hall III C, Manthey F. Effect of Flaxseed Flour on Rheological Properties of
9 Wheat Flour Dough and on Bread Characteristics. Journal of Food Research. 2014
10 Agosto; 3(6).
- 7 Korus J, Witczak T, Ziobro R, Juszczak L. Linseed (*Linum usitatissimum* L.)
0 mucilage as a novel structure forming agent in gluten-free bread. Food Science
1 and Technology. 2015 Enero; 62.
- 7 Escobar Moreno NP. bdigital. [Online].; 2010 [cited 2015 Marzo 7. Available from:
1 <http://www.bdigital.unal.edu.co/2802/1/107448.2010.pdf>.
2
- 7 Escobar Moreno NP. bdigital. [Online].; 2012 [cited 2015 Marzo 7. Available from:
2 <http://www.bdigital.unal.edu.co/39574/1/107493.2012.pdf>.
3
- 7 Bossoni Russo C, Finger Sostisso C, Nogueira Pasqual I, Novello D, Dalla Santa
3 HS, Gatti Batista M. Aceitabilidade sensorial de massa de pizza acrescida de
4 farinhas de trigo integral e de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) entre
5 adolescentes. Revista Instituto Adolfo Lutz. 2012 Septiembre; 71(3).
- 7 Pandurang M, Sachin S, Shalini Subhash A. Effect of flaxseed flour addition on
4 physicochemical and sensory properties of functional bread. LWT Food Science
5 and Technology. 2014 Octubre; 58(2).
- 7 Diovana Gomes , Ziegler Sanches LF, Freitas Dos Santos , Raquel Manhani ,
5 Novello D. Carrot cupcakes development added flax flour (*Linum usitatissimum*
6 L.): physicochemical composition, sensory acceptability among children and
7 relationships with nutritional status. Uniabeu. 2014 Septiembre-Diciembre; 7(17).

- 7 Casanueva E, Kaufer-Horwitz M, Pérez Lizaur AB, Arroyo P. Medidas practicas 6 y tipos de fibra. In Casanueva E, Kaufer-Horwitz M, Pérez-Lizaur AB, Arroyo P. . Nutriología Médica. México: Medica Panamericana; 2008. p. 445-446.
- 7 Baños Espinola B, Güemes Vera N. edu. [Online].; 2007 [cited 2015 Marzo 7. 7 Available from: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/231104/509/1/Caracterizacion%20reologica%20de%20masas.pdf>.
- 7 Salas Salvadó J, García Lorda P, Sánchez Ripollés JM. Principales causas de la 8 alteración de los alimentos. In Glosa , editor. La Alimentación y La Nutrición a . través de la Historia. Barcelona: Glosa; 2005. p. 448.
- 7 Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la 9 Enseñanza UNAM. Universia. [Online].; 2014 [cited 2015 Febrero 12. Available . from: http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1067/1/ManualdeFundamentosyTecnicasdeAnalisisdeAlimentos_6501.pdf.
- 8 Analiza Calidad. Analiza Calidad. [Online].; 2007 [cited 2015 Febrero 14. 0 Available from: <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi1441ene2007.pdf>.
- 8 Hutjens M. Fibra. In Dairyman H, editor. Guía de Alimentación.: Hoard's 1 Dairyman; 2003. p. 14.
- 8 Montero Morales C. Modificaciones químicas y bioquímicas. In Madrid UPIIC, 2 editor. Alimentación y vida saludable ¿somos lo que comemos? Madrid: . Universidad Pontificia ICAI-ICADE Comillas Madrid; 2003. p. 144.
- 8 Galvao Candido F, Silva Ton WT, De CassiaGoncalves Alfenas R. Aula Medica. 3 [Online].; 2014 [cited 2015 Marzo 8. Available from: <http://www.aulamedica.es/nh/pdf/7578.pdf>.
- 8 Serna Rivera LF, D"Maria López García S. Actualiazación del Manual del 4 Laboratorio de Analisis de Alimentos del Programa de Tecnologia Quimica de la . Universidad Tecnologica de pereira. 2010..

- 8 Figuerola F, Muñoz O, Estévez AM. Hablemos Claro. [Online].; 48 [cited 2014
5 Marzo 27. Available from:
. http://www.hablemosclaro.org/Repositorio/biblioteca/b_122_Linaza_fuente_de_compuestos_bioactivos.pdf.
- 8 Bourges CR. Recomendaciones de Ingestión de Nutrimientos para la Población
6 Mexicana, Bases Fisiologicas Tomo 2 Medica P, editor. México: Medica
. Panamericana; 2009.

XII. APÉNDICE

Apéndice 1.- Formato de evaluación sensorial.

Atributos Sensoriales	W	F	N
Color			
Olor			
Sabor			
Textura			

5 = Me gusta mucho **4** = Me gusta moderadamente **3** = No me gusta ni me disgusta
2 = Me disgusta moderadamente **1** = Me disgusta mucho

Apéndice 2.- Presentación del panel de degustación.

P
L
U
M
A

Vaso de
Agua

(Formato de evaluación)

Atributos	W	F	N
Color			
Olor			
Sabor			
Textura			

5 = Me gusta mucho 4 = Me gusta moderadamente 3 = No me gusta ni me disgusta 2 = Me disgusta moderadamente 1 = Me disgusta mucho

W
F
N

(Codificación)

Muestras

**Galleta
Salada**

Apéndice 3.- Resultados de la extracción, cuantificación y rendimiento de las galletas con 1 y 3 g de fibra soluble de los extractos de *L.usitatissimum* sesión, #1 y #2.

Se realizaron un total de 2 extracciones y 2 cuantificaciones de la fibra soluble de *L. usitatissimum* de las galletas funcionales, en dos sesiones:

Primera sesión - Implicó 1 extracción de fibra soluble de la galleta formulada con 1 g, que produjo 300 mL de fibra soluble a partir de 20 g de muestra, la cuantificación de la fibra permitió calcular el rendimiento que correspondió a 99.3 g de fibra soluble / 100 g galleta (Tabla 9).

Segunda sesión - Implicó 1 extracción de fibra soluble de la galleta formulada con 3 g, que produjo 300 mL de fibra soluble a partir de 20 g de muestra, la cuantificación de la fibra permitió calcular el rendimiento que correspondió a 98.7 g de fibra soluble / 100 g galleta (Tabla 8).

Las 2 extracciones y 2 cuantificaciones de fibra soluble, produjeron un total de 600 mL de fibra soluble a partir de 40 g de muestra de galleta con 1 g y 3 g de fibra soluble de *L. usitatissimum*. (Tabla 9).

Los resultados no son aceptables, ya que no es posible obtener 99 g de fibra soluble / 100 g de galleta, en el producto de galleta, esto indica que el método de extracción no es apropiado para el producto final.

Extracción, cuantificación y rendimiento de las galletas con 1g y 3g de Fibra Soluble de <i>L. usitatissimum</i>			
Variables	No. Sesiones		Total
	1	2	
	Galleta con 1g FS	Galleta con 3g FS	
Volumen de Extracción de Fibra Soluble (mL)	300	300	600
Cuantificación de Extracto g/mL Fibra Soluble	0.0662	0.0658	0.132
Fibra Soluble (g)	19.86	19.74	39.6
Muestra (g)	20	20	40
Rendimiento de Fibra Soluble g/100 g de muestra	99.3	98.7	-----