



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“DESARROLLO Y ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE GALLETAS
CON ALTO CONTENIDO EN PROTEÍNA Y FIBRA DIETÉTICA
DIRIGIDAS A LA POBLACIÓN MEXICANA INFANTIL”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA:

DAFNE JULIETA GUTIÉRREZ AVILA



MÉXICO, CDMX 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: M. en C. Lucía Cornejo Barrera

VOCAL: Q.F.B. Dulce María Gómez Andrade

SECRETARIO: M. en C. Ramírez Orejel Juan Carlos

1er. SUPLENTE: Q.F.B. Bertha Julieta Sandoval Guillen

2º SUPLENTE: Q.F.B. Rodolfo Fonseca Larios

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA, DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BIOQUÍMICA, FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

ASESOR DEL TEMA:

M. en C. JUAN CARLOS RAMÍREZ OREJEL _____

SUSTENTANTE:

DAFNE JULIETA GUTIÉRREZ AVILA _____

ÍNDICE

I. ÍNDICE DE CUADROS	VI
II. ÍNDICE DE FIGURAS	VII
III. ABREVIATURAS	VIII
IV. RESUMEN	X
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Objetivo general	2
1.2.1 Objetivos particulares	2
1.3 Hipótesis	2
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES	3
2.1 Alimentación mexicana	3
2.2 Alimentación de niños mexicanos en etapa escolar	5
2.3 Enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT)	7
2.3.1 Sobrepeso y obesidad	8
2.3.1.1 Obesidad infantil en México	9
2.4 Galletas	12
2.4.1 Clasificación	13
2.4.2 Industria galletera a nivel nacional: estadísticas de consumo (México)	14
2.4.3 Importancia nutricional de los ingredientes en las galletas	15
2.4.3.1 Harina de trigo	16
2.4.3.2 Alternativas al harina de trigo	16
2.4.3.2.1 Frijol	16
2.4.3.2.1.1 Composición química y nutrimental del frijol	17
2.4.3.2.1.2 Beneficios a la salud	18
2.4.3.2.2 Maíz	18
2.4.3.2.2.1 Composición química y nutrimental del maíz	19
2.4.3.2.2.2 Beneficios a la salud	20
2.4.3.2.3 Amaranto	20
2.4.3.2.3.1 Composición química y nutrimental del amaranto	21

2.4.3.2.3.2 Beneficios a la salud	22
2.4.3.2.5 Betabel	22
2.4.3.2.5.1 Composición química y nutrimental del betabel	22
2.4.3.2.5.2 Beneficios a la salud	23
2.4.3.2.6 Zanahoria	23
2.4.3.2.6.1 Composición química y nutrimental de la zanahoria	24
2.4.3.2.6.2 Beneficios a la salud	24
2.5 Alimentos funcionales	24
2.5.1 Fibra dietética	25
2.5.1.1 Clasificación y beneficios a la salud	26
2.5.1.1.1 Fibras insolubles o parcialmente fermentables	26
2.5.1.1.2 Fibras solubles o totalmente fermentables	26
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	28
3.1 Materia prima	29
3.2 Métodos	29
3.2.1 Elaboración de las galletas	29
3.2.2 Preparación de la muestra	31
3.2.3 Análisis Químico Composicional	32
3.2.4 Evaluación Sensorial (instrumental y sensorial)	32
3.2.4.1 Análisis colorimétrico	32
3.2.4.2 Análisis de textura (TPA)	33
3.2.4.3 Prueba Afectiva	33
3.2.5 Análisis estadístico	34
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS	35
4.1 Análisis Químico Proximal	36
4.1.1 Humedad	36
4.1.2 Cenizas	37
4.1.3 Lípidos	38
4.1.4 Proteína	39
4.1.5 Fibra dietética	41
4.1.6 Hidratos de carbono	44
4.1.7 Minerales	46
4.1.7.1 Sodio	46

4.1.7.2 Calcio	48
4.1.7.3 Hierro	50
4.1.7.4 Magnesio	52
4.3 Evaluación Sensorial	54
4.3.1 Análisis colorimétrico	54
4.3.2 Análisis de textura (TPA)	57
4.3.3 Prueba afectiva	57
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
V. BIBLIOGRAFÍA	64
VI. ANEXOS	83

I. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Nombre	Página
ANTECEDENTES		
2.1	Principales productos de la dieta mexicana	5
2.2	Requerimientos de energía de niños en etapa escolar	6
2.3	Recomendaciones nutrimentales para niños en etapa escolar	7
2.4	Estaturas y pesos de referencia para la población mexicana infantil	10
2.5	Recomendaciones alimentarias para el sobrepeso y obesidad infantil	12
2.6	Clasificación de galletas de acuerdo a diversos autores	13
2.7	Principales países exportadores de galletas	15
2.8	Perfil de aminoácidos del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	17
2.9	Perfil de aminoácidos del maíz (<i>Zea mays</i>)	19
2.10	Perfil de aminoácidos de las especies más conocidas de amaranto	21
METODOLOGÍA		
3.1	Ingredientes para elaborar 228 g de masa de galletas	30
3.2	Proporción de harinas en las diferentes formulaciones de las galletas	30
3.3	Métodos utilizados para el análisis químico composicional de las galletas	32
RESULTADOS Y ANÁLISIS		
4.1	Composición química de las galletas	35
4.2	Aporte energético de los lípidos de las galletas	39
4.3	Aporte de proteína de las galletas	41
4.4	Aporte de fibra dietética de las galletas	44
4.5	Aporte de hidratos de carbono de las galletas	46
4.6	Aporte de sodio de las galletas	48
4.7	Aporte de calcio de las galletas	50
4.8	Aporte de hierro de las galletas	52
4.9	Aporte de magnesio de las galletas	53
4.10	Resultados de la evaluación sensorial instrumental de las galletas	54
4.11	Medias de nivel de agrado para las galletas control, FAB y FMB	59

II. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Nombre	Página
ANTECEDENTES		
2.1	Infografía de la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población infantil en México	10
2.2	Consecuencia físicas y psicosociales de la obesidad infantil	11
2.3	Volumen de ventas de galletas dulces (miles de toneladas)	14
METODOLOGÍA		
3.1	Estrategia experimental	28
3.2	Diagrama de proceso para la elaboración de galletas	31
3.3	Miniprocador de alimentos Philips®	31
3.4	Espectrofotómetro Minolta CM-3600d	32
3.5	Equipo TA-XT2i, Texture Analyzer Stable Micro Systems	33
3.6	Presentación de las muestras codificadas y cuestionario de la prueba afectiva	34
3.7	Prueba afectiva con consumidores en etapa escolar	34
RESULTADOS Y ANÁLISIS		
4.1	Porcentaje de humedad en las galletas	37
4.2	Porcentaje de lípidos en las galletas	39
4.3	Porcentaje de proteína en las galletas	40
4.4	Porcentaje de fibra dietética en las galletas	43
4.5	Porcentaje de hidratos de carbono en las galletas	45
4.6	Contenido de sodio en mg/100 g de galleta	47
4.7	Contenido de calcio en mg/100 g de galleta	49
4.8	Contenido de hierro en mg/100 g de galleta	51
4.9	Contenido de magnesio en mg/100 g de galleta	53
4.10	Parámetro L* de las galletas	55
4.11	Parámetro a* de las galletas	56
4.12	Parámetro b* de las galletas	57
4.13	Porcentaje de niños y niñas en etapa escolar que realizaron la prueba afectiva de las galletas control, FAB y FMB	58
4.14	Porcentaje de frecuencia de consumo de galletas por niños en etapa escolar	59
4.15	Porcentaje de preferencia de las galletas evaluadas en la prueba afectiva	60

III. ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Abreviatura	Significado
AACC	American Association for Clinical Chemistry
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
amb	ambiente
AF	Alimento funcional
°C	Grados centígrados
CANACINTRA	Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
Ca	Calcio
CANIMOLT	Cámara Nacional de la Industria Molinera del Trigo
cm	centímetros
CONABIO	Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad
DE	Desviación estándar
D.F.	Distrito Federal
ECNT	Enfermedades crónicas no transmisibles
ENSANUT	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
EUFIC	Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación
FA	Frijol-Amaranto
FAB	Frijol-Amaranto-Betabel
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAZ	Frijol-Amaranto-Zanahoria
FD	Fibra dietética
FDA	Food and Drug Administration
Fe	Hierro
FM	Frijol-Maíz nixtamalizado
FMB	Frijol-Maíz nixtamalizado-Betabel
FMZ	Frijol-Maíz nixtamalizado-Zanahoria
FUNSALUD	Fundación Mexicana para la Salud
g	gramos
HCl	Ácido clorhídrico
IDR	Ingesta diaria recomendada
IMC	Índice de masa corporal
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INSP	Instituto Nacional de Salud Pública
kcal	kilocalorías

kg	kilogramos
L	Litros
m	metros
m²	metros cuadrados
mg	miligramos
Mg	Magnesio
mL	mililitros
mm	milímetros
µm	micrómetros
µL	microlitros
N	Normal (eq/L)
Na	Sodio
NaOH	Hidróxido de sodio
NAS	National Academy of Sciences
N.D.	No disponible
nm	nanómetros
NMX	Norma Mexicana
NOM	Norma Oficial Mexicana
OMS	Organización Mundial de la Salud
s	segundos
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SSA	Secretaría de Salud
T	Temperatura
t	tiempo
TB	Trigo-Betabel
TONS	Toneladas
TPA	Texture Profile Analysis
TZ	Trigo-Zanahoria
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
v	velocidad

IV. RESUMEN

La obesidad infantil en México es uno de los principales problemas de salud pública que está afectando a nuestro país; el sedentarismo, los malos hábitos alimenticios y un alto consumo de alimentos hipercalóricos son las principales causas de esta enfermedad. Por lo anterior, el desarrollo de productos atractivos y con posibles propiedades funcionales puede ser una alternativa de consumo para aquellas personas, en este caso niños, que padezcan esta enfermedad, o bien, quieran prevenirla. En esta investigación se desarrollaron y analizaron fisicoquímica y sensorialmente 8 formulaciones de galletas de chocolate con alto contenido en proteína y fibra soluble a partir de una mezcla de harinas de frijol, amaranto, maíz nixtamalizado, betabel y zanahoria. Se encontró que aquellas galletas elaboradas a partir de la mezcla de harinas de frijol y amaranto contenían hasta 5% más de proteína en comparación con el control y las galletas comerciales más consumidas (Oreo® y Chokis®). Por otro lado, se vio que aquellas galletas elaboradas a partir de la mezcla de harinas de frijol, maíz nixtamalizado y la adición de un 30% de harina de betabel presentaron hasta 7 veces más fibra dietética que una galleta comercial, contenido con el cual es posible cubrir hasta el 24% de la ingesta diaria recomendada de fibra para un niño(a) en etapa escolar. Asimismo se vio que la sustitución de harina de trigo por una mezcla de harinas de frijol y amaranto o maíz nixtamalizado, tiene un efecto significativo en la presencia de minerales como el sodio, calcio, hierro y magnesio y no precisamente por la adición de una harina vegetal, por ejemplo, la mezcla frijol-amaranto aumenta significativamente el contenido de sodio y magnesio, contrariamente a lo que sucede con la mezcla frijol-maíz nixtamalizado. Por lo anterior, las galletas elaboradas a partir de la mezcla frijol-maíz nixtamalizado pueden denominarse “productos bajos en sodio” según la NOM-086-SSA1-1994, y con las elaboradas a partir de la mezcla frijol-amaranto se puede cubrir hasta el 97% de la ingesta diaria recomendada de magnesio para un niño(a) en etapa escolar. También se observó que las sustituciones del harina de trigo realizadas más la adición de harinas vegetales, es decir, de betabel y zanahoria, permitió obtener galletas con un contenido lipídico y de azúcares similar e incluso menor al de una galleta comercial. Con respecto a la parte

sensorial, se encontró que existieron cambios en el color de las galletas debidos a la adición de harinas vegetales, siendo las añadidas con harina de zanahoria las que presentaron los valores más altos de L^* , a^* y b^* ; además se vio que ni la sustitución del harina de trigo ni la adición de harinas vegetales tienen un efecto significativo en la textura de las galletas. Finalmente, con una prueba afectiva realizada a niños en etapa escolar, se determinó que las galletas de formulación FAB y FMB, galletas con mayor contenido de proteína y fibra, son sensorialmente aceptables para el grupo al que va dirigido esta investigación.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La obesidad infantil es uno de los problemas de salud pública a nivel mundial más graves del siglo XXI que está afectando progresivamente a muchos países de bajos y medianos ingresos, sobre todo en el medio urbano (Organización Mundial de la Salud-OMS, 2016). De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (2014), México ocupa el cuarto lugar en obesidad infantil en el mundo al afectar a 3 de cada 10 niños (Instituto Mexicano del Seguro Social-IMSS, 2015). Por este y otros problemas de salud pública relacionados con las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT), la tendencia actual en el consumo de alimentos funcionales a nivel mundial se ha incrementado (Utrilla, 2012) ya que en conjunto con la actividad física, se han convertido en una gran alternativa para reducir el riesgo de padecerlas. En el 2014 casi la mitad de las 32 millones de madres de Estados Unidos indicaron que siempre compran alimentos y bebidas saludables por sus hijos y buscan una gama más amplia de estos con niveles de nutrimentos y calorías específicas para niños (Industria Alimenticia, 2014), si bien este es el caso de Estados Unidos, México no es la excepción, aunque todavía es deficiente el consumo de alimentos con beneficios, la preocupación por esto va en aumento (Alimentación, 2012). Por esta razón la incursión en el desarrollo e investigación de este tipo de alimentos abre una puerta para cualquier rama de la industria alimentaria, por ejemplo en la industria de panificación, y más específicamente en la industria galletera.

El consumo de galletas en México ha ido en aumento en los últimos años, sin embargo en el 2014, con el impuesto a alimentos de alto contenido calórico se afectaron negativamente las ventas teniendo una caída del 3% (CANIMOLT, 2014), siendo el gasto de los hogares en galletas dulces y saladas principalmente en los estratos socioeconómicos medio bajo y medio alto, mismos estratos en donde se presenta el mayor número de casos de obesidad infantil (González, 2013).

Por otro lado, se sabe que tanto el amaranto, el maíz, el frijol y vegetales como la zanahoria y el betabel (Rodríguez, 2008; Gil 2010), son materias primas nacionales de bajo costo y disponibles durante todo el año y tienen un efecto benéfico sobre personas que padecen obesidad por su alto contenido en proteína, la excelente calidad de la misma, su capacidad de complementación, así como la

capacidad de impedir la absorción de colesterol y de disminuir la respuesta glucémica debido al tipo de fibra dietética que poseen (principalmente soluble) (Asociación Mexicana del Amaranto, 2003; FAO; Mugdil y Barak, 2013; SAGARPA, 2016) logrando que los productos que los contengan en cantidades considerables se consideren alimentos funcionales.

De esta forma, el desarrollo de galletas como un alimento práctico, portátil, de fácil disponibilidad y de vida de anaquel larga (Utrilla, 2012) que contengan un alto contenido en proteína y fibra dietética, permitirá a la población infantil mexicana, y en general, consumir un producto con efectos benéficos en su salud para prevenir o disminuir el riesgo de obesidad, e incluso ser una alternativa de consumo para aquellas que padecen desnutrición y otras enfermedades.

1.2 Objetivo general

Desarrollar galletas con un alto contenido en proteína y fibra dietética, y un perfil sensorialmente aceptable, a partir de harinas de amaranto, maíz, frijol, betabel y zanahoria, con el fin de ofrecer un producto de alto valor nutrimental apto para consumo por niños mexicanos con sobrepeso y obesidad.

1.2.1 Objetivos particulares

- Determinar la composición química de las galletas elaboradas con diferentes mezclas de harina de leguminosa (frijol), harina de cereales (amaranto y maíz) y harinas de betabel y zanahoria.
- Realizar un análisis colorimétrico y de textura de las galletas de cada una de las formulaciones.
- Determinar la aceptabilidad de las galletas con mejores aportes nutrimentales (mayor cantidad de proteína y fibra dietética), por parte de los consumidores con una prueba afectiva (nivel de agrado y preferencia).

1.3 Hipótesis

Las galletas elaboradas a partir de una mezcla de harinas de leguminosa (frijol), diferentes cereales (amaranto y maíz) y harinas de betabel y zanahoria, tendrán un contenido de proteína y fibra dietética significativamente mayor con respecto a una galleta elaborada solamente a partir de harina de trigo.

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

2.1 Alimentación mexicana

La alimentación es el conjunto de procesos biológicos, psicológicos y sociológicos, relacionados con la ingestión de la dieta, mediante el cual el organismo obtiene del medio los nutrimentos que necesita, así como satisfacciones intelectuales, emocionales, estéticas y socioculturales indispensables para un desarrollo humano completo (Salas, 2003; Bourges et al., 2008). Es una de las necesidades de los seres vivos que, por su condición de objetiva, universal e inaplazable, tiene una importancia vital (García, 2012) y que se ve influenciada principalmente por el conjunto de conductas, hábitos, costumbres y símbolos sociales, conocido mejor como cultura.

Desafortunadamente en México, según Bourges (2008), las costumbres actuales en torno a la alimentación, no siempre encierran sabiduría; en ciertas ocasiones provienen de decisiones erróneas, de caprichos o de modas que en su momento se juzgan carentes de efectos perjudiciales, pero que sí los tienen a largo plazo. Esto se puede ver reflejado en la alimentación actual del mexicano, en donde a pesar de seguir utilizando ingredientes y elaborando platillos tradicionales, que parecen estar hechos a la medida para promover la salud al consumirlos en cantidades adecuadas, ahora se les añaden azúcares refinados, se les fríe o se les añade grasa vegetal o animal y se les agrega sal. Además, ha aumentado el uso y consumo de harinas blancas y de diversos productos industrializados con alto contenido calórico (García, 2012; Shamosh, 2014).

Es importante mencionar que México es un país en acelerado proceso de urbanización en donde la población rural representa solamente el 22% de la población total (INEGI, 2010). Esta urbanización es uno de los factores que sin lugar a dudas ha modificado los hábitos y patrones de consumo alimentarios de la gente. De acuerdo con Vargas y Bourges (2012) el problema de la modernidad en la alimentación es que la ingestión de fuentes de energía ha aumentado debido, tanto al consumo de cantidades mayores de comida, como a cambios en la composición de los alimentos industrializados en la dieta; además de haber disminuido la actividad física, el tiempo para la preparación de alimentos incrementando el consumo de comida rápida, y asimismo haber aumentado la exposición a la publicidad sobre alimentos industrializados (Macias et al., 2012; Shamosh, 2014;

OMS, 2015). En el caso de la dieta actual de los mexicanos, la tortilla de nixtamal ha cedido parte de su lugar prominente a los derivados de harina refinada de trigo y al arroz. El consumo de verduras y frutas alcanza un promedio diario de tan solo 100 a 120 g por persona, que es la cuarta parte de lo deseable (Carper, 1995; OMS, 2016); y el consumo de frijol ha disminuido de 19 a 9 kg por persona por año, menos de la mitad que hace una década (INEGI, 2012), lo cual ha significado una pérdida importante de fuente de proteína. Por otro lado, ha aumentado el consumo de productos de origen animal y, en especial, el de dulces, y el de todo tipo de bebidas azucaradas. A su vez, la disponibilidad y consumo de productos industrializados y platillos densos en energía, como derivados de panadería y pastelería industrial, va en constante aumento y se ha elevado gradualmente el consumo de grasas saturadas, colesterol, sacarosa y sodio, pero por otro lado se ha reducido la ingestión de fibra (García, 2012; Vargas y Bourges, 2012), lo que ha impactado seriamente en la salud de la población y que se ve reflejado en el aumento en la tendencia del sobrepeso y la obesidad (FAO, 2003; García, 2012); a pesar de esto aún existen regiones con deficiencias económicas y de accesibilidad a los alimentos, de las cuales principalmente derivan los problemas de hambre y desnutrición (ENSANUT, 2012).

De manera general, según García Urigüen (2012) el suministro de energía en la dieta de los mexicanos, principalmente en las zonas urbanas, consiste en las siguientes aportaciones: del total de la energía consumida el 64.6% proviene de hidratos de carbono, el 10.7% de proteínas y el 24.7% de las grasas. En el **Cuadro 2.1** se muestran el consumo de los productos principales en la dieta del mexicano a través del tiempo.

Cuadro 2.1 Principales productos de la dieta mexicana

Productos	kg ó L por persona al año			
	1980	1990	2000	2008
Refrescos	N.D.	138	150	153.8
Leche	140.9	N.D.	N.D.	125.2
Tortilla	144.9	100.4	72.1	78.4
Carne de pollo	5.9	N.D.	N.D.	30.1
Grasas y aceites vegetales comestibles	16	25.7	26.6	25.8
Huevo	9.6	12	18.2	21.9
Carne de bovino	15.9	N.D.	N.D.	18.1
Derivados de panadería y pastelería industrial	0.006	N.D.	14.2	18
Carne de cerdo	18.7	N.D.	N.D.	14.2
Frijol	20.6	19.2	9.8	11
Arroz	8	N.D.	N.D.	9.5
Pastas	N.D.	N.D.	N.D.	3.6
Carne de ovino	0.3	N.D.	N.D.	0.7
Frutas y verduras*	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

*Existen oscilaciones de consumo debido al carácter estacional de estos productos.
(Fuente: García, 2012)

2.2 Alimentación de niños mexicanos en etapa escolar

Los niños en etapa escolar, es decir aquellos que tienen una edad comprendida entre los 5 y 11 años (Larrosa et al., 2014; Arvizú et al., 2015; UNICEF, 2016), necesitan alimentarse bien a fin de desarrollarse adecuadamente, evitar enfermedades y tener energía para estudiar y estar físicamente activos (FAO, 2016). A diferencia de los adultos, su alimentación se ve principalmente influenciada por tres agentes: la familia, la escuela y los medios de comunicación; mas es en el seno familiar donde ocurre el primer contacto con los hábitos alimentarios y la mayor influencia en la dieta de los niños. Por otro lado, la escuela permite al niño enfrentarse a nuevos hábitos alimentarios donde a su vez juega un rol fundamental en la promoción de factores protectores en cuestión de estos hábitos. Sin embargo,

hoy en día la publicidad televisiva y los medios de comunicación en general, han ido desplazando a instancias como la escuela y la familia, promoviendo un consumo alimentario no saludable (Macias et al., 2012; Equipo Editorial, 2013).

Actualmente, la alimentación de los niños mexicanos en etapa escolar, según un estudio realizado por el FUNSALUD (Fundación Mexicana para la Salud) y el INSP (Instituto Nacional de Salud Pública) (Arvizú et al., 2015), consiste en el bajo consumo de verduras, frutas y leguminosas, al verse consumidos al menos una vez cada tres días. Con lo que respecta a los cereales y sus productos se ha observado el consumo predominante de los refinados sobre los integrales, destacando entre ellos los cereales de caja para el desayuno y galletas dulces. De igual forma los pastelillos, el pan dulce, azúcares, dulces, las botanas y frituras, y las preparaciones de comida rápida tienen una muy importante participación en la dieta de infantes en etapa escolar. Por otro lado, la tortilla de maíz también juega un papel fundamental en su alimentación, sin embargo no lo es tanto como los alimentos mencionados anteriormente. En cuanto al consumo de alimentos de origen animal, la leche entera, el huevo y sus preparaciones son los más comúnmente presentes en escolares seguidos de los embutidos (fuente importante de sodio y grasa saturada) y de la carne roja, quedando a un lado y de manera muy baja el consumo de pescado y mariscos. También de una manera muy importante, resalta el consumo de bebidas azucaradas, principalmente refrescos y jugos industrializados, lo cual es alarmante ya que son los escolares a diferencia de las personas en las demás etapas de la vida, los que registran el menor consumo de agua simple potable. En los **Cuadros 2.2 y 2.3** se muestran los requerimientos de energía y las recomendaciones de ingesta de nutrimentos para niños mexicanos en etapa escolar según Bourges et al. (2008).

Cuadro 2.2 Requerimientos de energía de niños en etapa escolar

Edad	Hombres	Mujeres
	kcal/día	kcal/día
5-6 años	1467	1330
7-8 años	1692	1554
9-10 años	1978	1854
11-12 años	2341	2149

(Fuente: Bourges et al., 2008)

Cuadro 2.3 Recomendaciones nutrimentales para niños en etapa escolar

Edad (años)	Recomendaciones nutrimentales							
	Proteína (g/kg/día)		Lípidos totales (% de la energía diaria)		Hidratos de carbono (% de la energía diaria)		Sodio (mg/día)	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
4-8	1	1	25-30*		55-63*		700	
9-13	1	0.95					1200	

*Porcentaje (%) de la energía diaria, de preferencia siempre debe ser el menor.

(Fuente: Bourges et al., 2008)

Aunado a lo anterior, a los malos hábitos alimentarios adquiridos, así como a la realización de poca actividad física debida al sedentarismo ocasionado por los videojuegos y la televisión, desde hace unos años al día de hoy, el sobrepeso y la obesidad en los niños en etapa escolar, se han convertido en un problema de salud pública, especialmente en las áreas urbanas (FAO, 2006; OMS, 2016). Estas enfermedades se asocian a una mayor probabilidad de muerte y discapacidad prematuras en la edad adulta, y por ende a una disminución en la calidad de vida (Arvizú, et al., 2015; OMS, 2016). Es por estos motivos que se están tomando medidas preventivas que logren el equilibrio calórico en la alimentación y actividades de los niños.

2.3 Enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT)

Las ECNT son aquellas afecciones de larga duración que no se transmiten de persona a persona y que por lo general evolucionan lentamente (OMS, 2015). Se caracterizan por tener períodos de remisión y recurrencia, en donde existe la ausencia de un microorganismo causal, la cual, tiene factores de riesgo múltiples con posibles consecuencias a largo plazo como que derivan en problemas físicos y mentales (Utrilla, 2012).

Durante mucho tiempo, las ECNT se consideraban como un problema solo de los países desarrollados (González et al., 2014). Hoy se sabe que también lo son en países en desarrollo, particularmente en aquellos altamente poblados y de bajo o mediano ingreso denominados “en transición” (Wagner y Brath, 2012) donde estas enfermedades representan casi el 75% de las defunciones (OMS, 2015). El impacto de ellas sobre los sistemas de salud se ve reflejado en la discapacidad y pérdida de años productivos y pérdida de vidas humanas; en el consumo de los presupuestos nacionales por aumento de la demanda de servicios de cuidado, debido a que superan su capacidad de respuesta; en un aumento en el costo de estos servicios y

un costo social enorme y en una problemática ética no abordada (Caballero y Alonso, 2010).

Dentro de las ECNT se encuentran la diabetes, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial, sobrepeso y obesidad, síndrome metabólico, enfermedad pulmonar obstructiva y cáncer (González et al., 2014). Sin embargo, debido a que en los últimos 20 años, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en México se ha incrementado rápidamente, incluso en la población más joven (Rivera et al., 2002; Del Río et al., 2004; FAO, 2006; Arvizú et al., 2015), resulta importante abordar esta problemática de interés de salud pública y social.

2.3.1 Sobrepeso y obesidad

El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud debida a un balance energético positivo mantenido durante un tiempo prolongado (OMS, 2015; Baldenebro, 2016). Este desequilibrio energético se debe a que se produce un aumento en la ingesta de alimentos hipercalóricos que son ricos en grasa, sal y azúcares, y un descenso en la actividad física como resultado de la naturaleza cada vez más sedentaria de muchas formas de trabajo, de los nuevos modos de desplazamiento y de una creciente urbanización (Dávila et al., 2015; OMS, 2015), aunque también se ven implicados otros factores como los genéticos, metabólicos, psicosociales y ambientales.

La obesidad, y por ende el sobrepeso, se puede clasificar según su origen en endógena y exógena. La endógena es la menos frecuente de estos dos tipos y es debida a problemas provocados a la disfunción de alguna glándula endócrina como la tiroides, glándulas suprarrenales, por diabetes mellitus, entre otros. En cambio, la obesidad exógena es aquella que se debe a un exceso en la alimentación o a determinados hábitos sedentarios; este tipo de obesidad es la más común constituyendo aproximadamente entre el 90 y 95% de los casos de obesidad (Baldenebro, 2016).

Una forma de identificar el sobrepeso y obesidad en los adultos es través del índice de masa corporal (IMC) el cual es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilogramos entre el cuadrado de su talla en metros ($IMC=kg/m^2$). De acuerdo a la OMS, un IMC igual o superior a 25 determina sobrepeso y uno igual o superior a 30 determina obesidad.

Debido a que en los niños el IMC es muy cambiante y dependiente de la edad, se pueden utilizar 2 índices antropométricos:

a) Puntaje z: Recomendado por la OMS, se utiliza en los indicadores de peso para la estatura y estatura para la edad, debido a que es más sensible a los cambios. Una ventaja importante de este sistema es que para grupos de población permite calcular la media y la desviación estándar (DE) en toda la población en su conjunto. Se expresa en unidades de DE y se define como normal (+1 a -1 DE), sobrepeso (>+1 DE), obesidad (\geq +2 DE).

b) Percentil: Es la posición de un individuo respecto al dado por una población de referencia, expresada en términos de qué porcentaje del grupo de individuos es igual o diferente (Kaufer y Toussaint, 2008).

A pesar de lo anterior, a la fecha varios grupos han recomendado al IMC como el indicador de elección para evaluar la obesidad y sobrepeso en niños y adolescentes de 2 a 19 años de edad (OMS, 2000; Koplan et al., 2005; Krebs et al., 2007).

Actualmente, México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en obesidad infantil y el segundo en obesidad en adultos precedido por Estados Unidos (Ortega, 2013; OCDE, 2014; Shamah, 2015) de tal forma que es concerniente buscar y tomar medidas que prevengan y disminuyan el padecimiento de esta enfermedad en el país.

2.3.1.1 Obesidad infantil en México

De acuerdo a la OMS la obesidad en niños es uno de los problemas más graves del siglo XXI que va en aumento y que tiene abundantes consecuencias para la salud. Como se mencionó anteriormente, México ocupa el cuarto lugar en obesidad infantil a nivel mundial al afectar a 3 de cada 10 niños (IMSS, 2015); según datos obtenidos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 reportaron que existe una prevalencia nacional combinada de sobrepeso y obesidad, según el puntaje Z del IMC para la edad del 34.4%, siendo esta cifra del 32% para las niñas y del 36.9% para los niños (ver **Figura 2.1**), la cual expresa que aproximadamente 5,664,870 de niños mexicanos, en edad escolar, padecen sobrepeso y obesidad. En el **Cuadro 2.4** se muestran las estaturas y pesos de referencia para niños mexicanos.



Figura 2.1 Infografía de la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población infantil en México
(Fuente: Shamah et al., 2015)

Cuadro 2.4 Estaturas y pesos de referencia para la población mexicana infantil

Edad	Hombres		Mujeres	
	Peso (kg)	Estatura (m)	Peso (kg)	Estatura (m)
1 a 3 años	13.43	0.87	12.86	0.86
4 a 8 años	21.72	1.14	21.92	1.13
9 a 13 años	38.60	1.41	39.51	1.40

(Fuente: Bourges et al., 2008)

Hoy se sabe que uno de los principales factores en el desarrollo de la obesidad en niños es el nivel socioeconómico, se ha visto que las familias con medianos ingresos son las que adquieren y consumen en mayor proporción alimentos hipercalóricos ya que aquellas que poseen un alto nivel socioeconómico tienen la capacidad para adquirir mayor variedad de productos y presentan una mayor preocupación por temas de salud como el control de colesterol, triglicéridos y azúcar, en contraste con aquellas de bajos recursos en las cuales la alimentación se ve encarecida y limitada y es en donde se presentan más los problemas de desnutrición (García, 2012).

Dentro de los efectos importantes de la obesidad en los niños que van mermando su salud y calidad de vida, además de aumentar la morbilidad y mortalidad, se encuentran tanto problemas físicos como psicosociales (ver **Figura 2.2**). En cuanto a los problemas físicos se asocian la obesidad en edad adulta, hipercolesterolemia, factores de riesgo cardiovascular, la menor tolerancia a la glucosa, las alteraciones en el perfil lipídico en sangre, el síndrome metabólico, la hiperlipidemia, que es un déficit de la hormona de crecimiento, problemas ortopédicos, trastornos en la respuesta inmunitaria, alteraciones cutáneas y problemas respiratorios nocturnos. Entre las consecuencias psicosociales se

encuentran la baja autoestima, el aislamiento social, depresión, inseguridad discriminación y patrones anormales de conducta (Aranceta et al., 2005; Camacho et al., 2015; Shamah, 2015).

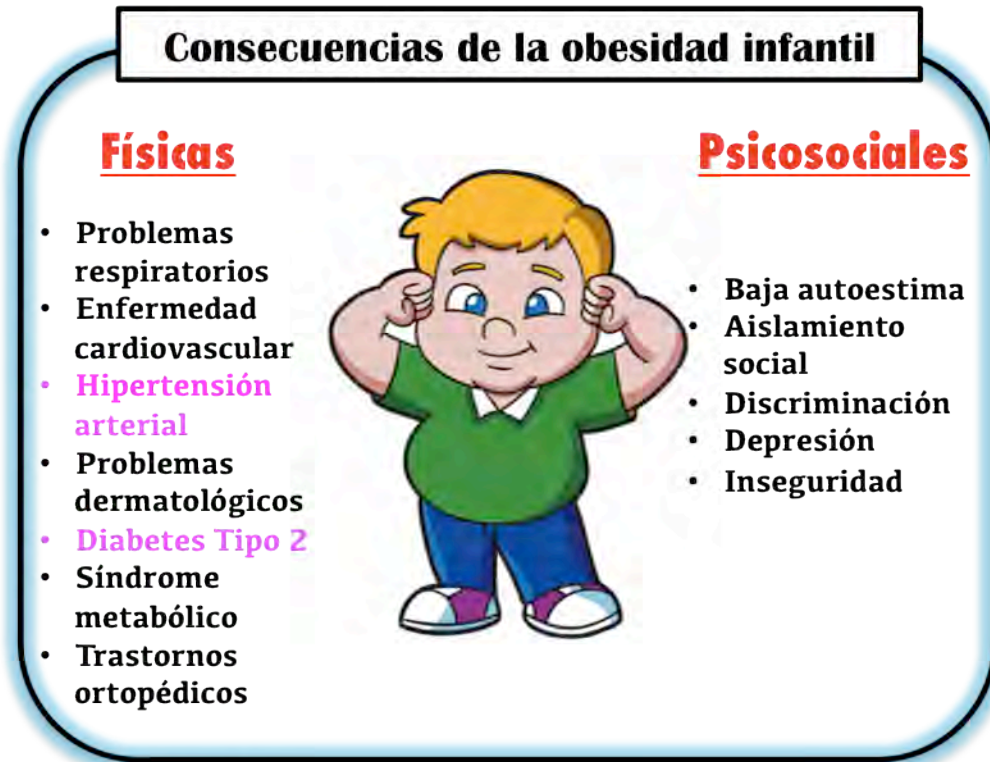


Figura 2.2 Consecuencias físicas y psicosociales de la obesidad infantil
(Elaborada por Julieta Gutiérrez)

En cuanto al tratamiento y prevención de la obesidad infantil, el Instituto Danone así como instituciones públicas (IMSS y UNICEF), y otras de carácter mundial como la OMS y la FAO, han implementado guías y programas nutricionales para el cuidado de la salud, que involucran la capacitación y realización de dinámicas sobre temas de nutrición, recomendaciones sociales que incluyen un compromiso político sostenido y la colaboración de muchas partes públicas y privadas, así como recomendaciones alimentarias, las cuales se encuentran dentro las más importantes. En el **Cuadro 2.5** se muestran algunas de las recomendaciones alimentarias para niños con problemas de sobrepeso y obesidad.

Cuadro 2.5 Recomendaciones alimentarias para el sobrepeso y obesidad infantil

RECOMENDACIONES ALIMENTARIAS
Aumentar el consumo de frutas y hortalizas, legumbres, cereales integrales y frutos secos
Reducir la ingesta total de grasas y sustituir las saturadas por las insaturadas
Reducir la ingesta de azúcares
Disminuir el consumo de sal
Fomentar el consumo de alimentos ricos en fibra
Cuidar que las porciones tengan el tamaño adecuado
Respetar los horarios de comida
Mantener actividad física moderada diariamente
Consumir agua potable simple

(Elaborado por Julieta Gutiérrez)

2.4 Galletas

La NOM-247-SSA1-2008 define a las galletas como el “*producto elaborado fundamentalmente, por una mezcla de harina de trigo u otros cereales, grasas, aceites comestibles o sus mezclas y agua, con o sin relleno, adicionada o no de azúcares, de otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos, sometido a proceso de amasado o batido, y otros procesos como fermentación, modelado, troquelado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua*”.

Las galletas son alimentos convenientemente nutritivos con gran margen de conservación (Manley, 1989) debido a que poseen, como se mencionó anteriormente, bajos contenidos de humedad que generalmente van del 1 al 5% (Gil, 2010; Nussinovitch, 2016). Se encuentran elaboradas principalmente por tres ingredientes: harina, azúcar y grasa (Manley, 1989; Pareyt y Delcour, 2008; Gil, 2010), sin embargo también se pueden añadir otros ingredientes como huevo, productos lácteos, cacao, vainilla así como aditivos alimentarios (emulsionantes,

saborizantes, agentes gasificantes, etc.) (Pareyt y Delcour, 2008; Gil, 2010). En general, casi todas siguen un mismo esquema de procesado que incluye la mezcla y dispersión de ingredientes, el amasado, formado de piezas (laminación y troquelado), horneado o cocci3n, enfriamiento, y envasado final (Gil, 2010; G3mez, 2015).

Por su naturaleza, las galletas son productos alimenticios cuyo consumo se realiza preferentemente en el desayuno y la merienda o en determinados momentos del d3a, ya que suponen un aporte de energ3a modulable; se caracterizan por su elevado valor energ3tico (400 a 490 kcal/100g) en donde destaca el contenido en hidratos de carbono (60 a 70%), altos porcentajes de az3cares (25 a 35%), excepto en galletas saladas, y un contenido en l3pidos del 12 a 25%. (Gil, 2010)

2.4.1 Clasificaci3n

La composici3n de las galletas es muy variable y depende seg3n el tipo, en el **Cuadro 2.6** se muestran los diferentes tipos de galletas seg3n la clasificaci3n de diversos autores, la legislaci3n mexicana y el Instituto Nacional de Estadística y Geograf3a mejor conocido por sus siglas como INEGI.

Cuadro 2.6 Clasificaci3n de galletas de acuerdo a diversos autores

	Autores				
	Manley (1989 y 2000)	Gil (2010)	G3mez (2015)	NMX-F-006-1983	INEGI (2014)
Clasificaci3n	Textura y dureza (“crackers”, “biscuits”)	Galletas tipo Mar3a, tostadas y troqueladas	Tipo de masa (masas duras, masas quebradas o antiaglutinantes, masas quebradas)	Tipo I: Galletas finas	Galletas sin relleno
	M3todo de formado de la masa y pieza (fermentadas, laminadas, troqueladas, extruidas, etc.)	Galletas cracker y de aperitivo	Composici3n de la masa (contenido de grasa, de agua, de az3car)	Tipo II: Galletas entrefinas	Galletas de soda
	Enriquecimiento de la receta con az3car y grasa (dulces, semidulces, etc.)	Barquillos con o sin relleno	Modo de procesado (troquel, moldeo rotatorio, corte de alambre, extrusi3n, etc.)	Tipo III: Galletas comerciales	Galletas rellenas
	Proceso secundario (s3ndwiches de crema, con mermelada, con malvavisco, etc.)	Bizcochos secos y blandos			Galletas cubiertas
		Pastas blandas			Galletas con malvavisco
					Galletas surtidas

(Fuente: Manley; 1989 y 2000, Gil; 2010, G3mez; 2015, NMX-F-006-1983, INEGI; 2014)

2.4.2 Industria galletera a nivel nacional: estadísticas de consumo (México)

De acuerdo con cifras del INEGI, el volumen de ventas de galletas dulces de fabricación industrial en México en el año 2014, excluyendo las elaboradas por la industria panificadora, se segmentó en galletas sin relleno, 27%; de soda, 25%; rellenas, 25%; cubiertas, 15%; con malvavisco, 5%; y surtidas, 3%. (CANIMOLT, 2014)

A pesar del crecimiento que tuvo la industria galletera en los últimos años, se puede observar en la **Figura 2.3** que el impuesto a los alimentos de alto contenido calórico afectó negativamente el volumen de ventas de galletas durante el año 2014. (CANIMOLT, 2014)

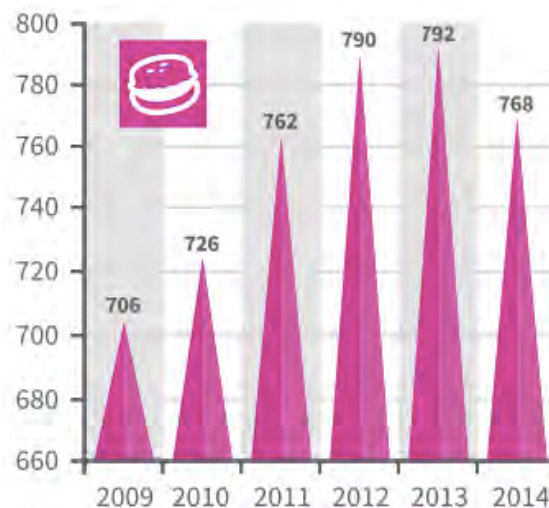


Figura 2.3 Volumen de ventas de galletas dulces (miles de toneladas)
(Fuente: Reporte Estadístico 2014, CANIMOLT)

Según cifras del INEGI, se sabe que el gasto en galletas dulces y saladas en el año 2013 fue mayor en los hogares de estrato socioeconómico medio bajo (42%) y medio alto (27%), sin embargo cabe mencionar que los estratos medio alto y alto contribuyeron más a este gasto, no precisamente por una mayor cantidad de consumo, sino por la compra de galletas de acuerdo al tipo de producto, marca y calidad que buscaban. (CANIMOLT, 2014)

De manera general, se encontró que en el gasto total en los hogares, las galletas dulces representaron el 12% mientras que las saladas solamente el 2%. (CANIMOLT, 2014)

Según reportes estadísticos de la Cámara Nacional de la Industria Molinera del Trigo (CANIMOLT, 2014), México se ha convertido en uno de los principales

países líderes en exportación de galleta, ocupando, en el año 2013, el sexto lugar a nivel global al participar con el 5% del volumen mundial, siendo solamente superado por Alemania, Bélgica, Países Bajos, Turquía y Canadá (ver **Cuadro 2.7**).

Cuadro 2.7 Principales países exportadores de galletas

PAÍS / LUGAR MUNDIAL		2013		2014 (MILES DE TONS)
		MILES DE TONS	%	
1º	Alemania	280	8%	N.D.
2º	Bélgica	245	7%	224
3º	Países Bajos	238	7%	N.D.
4º	Turquía	223	7%	232
5º	Canadá	164	5%	160
6º	México	160	5%	164
7º	India	158	4%	149
8º	Polonia	148	4%	151
9º	Reino Unido	135	3%	132
10º	Ucrania	108	3%	75
11º	Estados Unidos de América	107	3%	103
12º	España	104	3%	109
13º	Italia	99	3%	111
14º	Indonesia	97	3%	N.D.
15º	Fed. Rusa	90	3%	N.D.
	El resto	944	29%	N.D.
	MUNDO	3,301	100%	N.D.

(Fuente: Reporte Estadístico 2014, CANIMOLT)

2.4.3 Importancia nutricional de los ingredientes en las galletas

Las galletas son un alimento que aporta nutrimentos diferentes según cada variedad. Sus principales componentes son los hidratos de carbono (almidón y azúcares) y una proporción variable de lípidos, lo que las convierte en un alimento fácilmente adaptable a cualquier dieta y sobretodo a cualquier momento del día y al alcance de todos los gustos y necesidades (Hernández y Sastre, 1999; Instituto de la Galleta, 2015; Produlce, 2015).

2.4.3.1 Harina de trigo

El harina de trigo en las galletas, además de ser la principal fuente de hidratos de carbono, juega un papel importante en su elaboración ya que gracias a la formación del gluten, el cual debe estar presente en cantidades menores al 10%, permitirá obtener una masa extensible, es decir, una masa capaz de incorporar una gran cantidad de gas, y retenerlo, conforme se da la cocción de la galleta. Esta propiedad se verá reflejada en la forma y textura de la galleta, la cual no será dura, sino que tendrá una crujencia adecuada (Cabeza, 2009).

Cabe mencionar que el harina de trigo regularmente utilizada en los productos de panificación y pastelería industrial es refinada, lo cual supone una desventaja para la población en general, ya que al consumir este tipo de productos no se aprovecha en su totalidad la calidad nutrimental del trigo, ya que en el proceso de refinación de harinas, el cual consiste en eliminar el salvado y germen del trigo mediante su molturación, se pierden cantidades importantes de fibra, proteína y vitaminas (Gómez, 2015).

El uso alternativo de harinas diferentes al trigo en la elaboración de productos de panificación y pastelería industrial, ha permitido en los últimos años no sólo mejorar la calidad nutrimental de los productos sino también ha abierto una puerta para el consumo por parte de personas que sufren de celiaquía, enfermedad que ha ido en aumento en los últimos años y que se caracteriza por el daño de la mucosa intestinal por parte de la fracción de gliadina presente en el gluten del trigo generando distensión abdominal, diarrea, vómito, fatiga entre otras síntomas más (Rai et al., 2014; Altindag et al., 2014).

2.4.3.2 Alternativas al harina de trigo

2.4.3.2.1 Frijol

El frijol pertenece a la familia *Fabacea*, subfamilia *Pipilionoideae*, tribu *Phaseolae*, y especie *Phaseolus vulgaris* L. (Lara, 2015). Es considerado originario de América y uno de los alimentos más antiguos que el hombre conoce y que ha formado parte importante de la dieta humana desde hace miles de años (Acevedo, 2016).

Phaseolus vulgaris L. es una especie anual que se cultiva en todo el mundo y de ella se consumen tanto las vainas verdes como los granos secos. El producto comestible es el grano seco de esta planta que puede permanecer en buen estado

durante mucho tiempo, si se mantiene en recipientes cerrados y en lugares sin humedad (Acevedo, 2016).

En México, el frijol es la leguminosa de mayor consumo humano y representa el 26% de la ingesta diaria de proteínas (Lara, 2015). Debido a su alta disponibilidad, su bajo costo y su tradición cultural tanto a nivel nacional como regional, se cultivan cerca de 70 variedades de frijol. Las variedades de mayor consumo son: azufrado, mayocoba, negro Jamapa, peruano, flor de mayo y junio (CONABIO; Lara, 2015).

2.4.3.2.1.1 Composición química y nutrimental del frijol

El frijol contiene 65% de hidratos de carbono, 6.3% de fibra (5% insoluble y 1.3% soluble), 2% de grasa y un alto contenido proteínico que va del 20 al 25% según el tipo de frijol, lo que le permite ser, entre las leguminosas, el tercer cultivo más importante en el mundo, después de la soya y el cacahuate (Singh et al., 1999; Badui, 2015).

Las propiedades nutrimentales que posee el frijol están relacionadas con su alto contenido proteínico y en menor medida a su aportación de hidratos de carbonos, vitaminas y minerales. Es rico en aminoácidos como lisina, fenilalanina y tirosina, pero es deficiente en aminoácidos azufrados como metionina y cisteína (Acevedo, 2016). En el **Cuadro 2.8** se muestra el perfil de aminoácidos del frijol.

Los hidratos de carbono más importantes que constituyen al frijol son básicamente el almidón y la fibra soluble e insoluble. Estos se encuentran presentes dentro de las paredes celulares de las cascarillas y el endospermo (Acevedo, 2016).

Cuadro 2.8. Perfil de aminoácidos del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Aminoácidos	mg aminoácido/ g proteína
Isoleucina	48
Leucina	76
Lisina	62
Fenilalanina + Tirosina	99
Histidina	21
Metionina + Cisteína	21
Treonina	40
Triptófano	-
Valina	55

(Fuente: Astiasiarán y Martínez, 2002)

2.4.3.2.1.2 Beneficios a la salud

Como se mencionó anteriormente, el frijol, y las leguminosas en general, constituyen una fuente importante de proteína siendo un excelente alimento complementario para que los lactantes y niños pequeños satisfagan sus necesidades diarias de energía, asimismo permiten que las personas vegetarianas y veganas aseguren la ingesta suficiente de proteínas, minerales y vitaminas (FAO, 2016). Como la mayoría de las leguminosas, sus proteínas son deficientes en aminoácidos azufrados como metionina y cisteína, sin embargo, una ingesta regular de frijol favorece en la disminución de los niveles de colesterol y reduce los riesgos de padecer cáncer (Anderson y Gustafson, 1989).

Por su bajo contenido en grasa y alto contenido en fibra el frijol y las legumbres presentan bajos índices glucémicos, estabilizan los niveles de azúcar e insulina en la sangre, reduciendo los picos después de comer y mejorando la resistencia a la insulina, por lo que son ideales para las personas que padecen diabetes (Badui, 2015; FAO, 2016). Además de que pueden disminuir el riesgo de cardiopatías coronarias, son buenas fuentes de vitaminas como el folato y al poseer un alto contenido en hierro pueden prevenir la anemia ferropénica en mujeres y niños. También promueven la salud ósea, son ricas en compuestos bioactivos y están exentas de gluten (FAO, 2016) lo cual es un beneficio para aquellas personas que padecen de celiaquía.

2.4.3.2.2 Maíz

El maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las gramíneas y es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Es una de las especies cultivadas más productivas del mundo por su gran importancia tanto para alimento humano como alimento para ganado y como fuente de un gran número de productos industriales (FAO, 2001; FAO, 2015; SAGARPA, 2016). Así como el frijol, el maíz también es una planta originaria del continente americano y es considerado uno de los alimentos básicos de la humanidad (FAO, 2003; Acevedo, 2016).

En México, el maíz es el cultivo más importante ya que se utiliza principalmente para alimentación humana a través de un proceso de nixtamalización para la elaboración de tortillas, sopes, tamales, etc. Se sabe que cada mexicano consume, en promedio, 123 kg de maíz al año, principalmente en forma de tortilla (SIAP, 2014), lo cual no es de sorprenderse ya que es un alimento muy energético, aunque deficiente en algunos nutrimentos.

2.4.3.2.2.1 Composición química y nutrimental del maíz

El grano de maíz se divide en tres fracciones principales: endospermo en donde se concentra el almidón, proteínas y vitamina B; germen, que posee lípidos, proteínas, hidratos de carbono solubles, minerales, antioxidantes y fitonutrientes; y salvado, en donde se encuentran hidratos de carbono no digeribles e insolubles (FAO, 1993; Gil, 2010).

Los hidratos de carbono son el principal componente químico del maíz. El almidón y la fibra dietética constituyen del 50 al 70% en peso de materia seca mientras que los hidratos de carbono más sencillos como glucosa, sacarosa y fructosa varían entre el 1 y 3%. Las proteínas constituyen entre el 8 y 11% del peso del grano. Por otro lado, las grasas presentan valores que van del 3 al 18%, en tanto que la fibra dietética se encuentra entre un 12 y 14%. (FAO, 1993; Acevedo, 2016)

A pesar de que las proteínas en el maíz constituyen el segundo componente químico del grano por orden de importancia, la calidad de estas se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos indispensables, sobre todo en lisina. En el **Cuadro 2.9** se muestra el perfil de aminoácidos del maíz.

Cuadro 2.9. Perfil de aminoácidos del maíz (*Zea mays*)

Aminoácidos	g aminoácido/ 100 g proteína
Ácido aspártico	5.82
Serina	4.68
Ácido glutámico	18.78
Glicina	43.22
Arginina	5.44
Alanina	8.33
Prolina	10.63
Cistina	2.67
Tirosina	4.73
Histidina	2.68
Treonina	3.78
Valina	4.85
Metionina	2.09
Isoleucina	3.23
Leucina	12.20
Fenilalanina	6.67
Lisina	2.80

(Fuente: Aguilar, 2009)

2.4.3.2.2 Beneficios a la salud

El maíz además de ser una excelente fuente de energía y proteína de calidad, contiene algunos compuestos bioactivos como los carotenoides, las antocianinas y los compuestos ferúlicos (Singh et al., 2011) que están asociados a la prevención de enfermedades y promoción de la salud. Los carotenoides son precursores de la vitamina A, poseen actividad antioxidante y han sido asociados a la prevención de cataratas (Drago et al., 2006). Asimismo, las antocianinas al poseer actividad antioxidante, ayudan a la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer, entre otras. En el caso de los compuestos fenólicos, el ácido ferúlico atenúa la respuesta glicémica además de tener un efecto antiinflamatorio, neuroprotector y hepatoprotector (Singh et al., 2011; Rotimi, 2012).

Por otro lado, el proceso de nixtamalización que sufre el maíz en México, permite que se incremente la biodisponibilidad de la niacina (vitamina B₃), se mejore la calidad de proteína y se incremente la concentración de calcio, de modo que al consumir un producto nixtamalizado se ingiera el 50% de la ingesta diaria de calcio recomendada en México (Ruiz et al., 2012).

2.4.3.2.3 Amaranto

El amaranto es una planta que pertenece a la familia de las *Amaranthaceae* y al género *Amaranthus* el cual tiene más de 60 especies, siendo las más importantes y conocidas las siguientes: *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*. Es una planta de cultivo anual, y al igual que el frijol y el maíz, es originario del continente americano (Tejerina y Arenas, 2005; CONABIO, 2016).

El amaranto es considerado un alimento de excelente calidad no sólo por su dulce natural y su agradable sabor a nuez, sino también porque produce granos o semillas que contienen un alto valor nutrimental con gran contenido de proteína digerible y fibra además de una gran cantidad y composición de minerales y aminoácidos. Por tanto tiene múltiples usos tanto en la alimentación humana y animal como en la industria, la medicina y en la ornamentación (Tejerina y Arenas, 2005).

En México, es importante en la agricultura tradicional y se cultiva en diferentes estados como Edo. de México, Guerrero, Morelos, Tlaxcala, Oaxaca, entre otros. Se utiliza principalmente para la elaboración de golosinas, como complemento alimenticio y en productos dietéticos (Avendaño, 2014), y tiene un importante

potencial en la industria por sus tipos de aceites, almidones y proteínas (CONABIO, 2016).

2.4.3.2.3.1 Composición química y nutrimental del amaranto

De manera general, el amaranto está constituido por un 72% de hidratos de carbono, 12 a 19% de proteína, 6 a 8% de lípidos, 4 a 5% de fibra y 3% de cenizas o minerales (Teutónico y Knorr, 1985; Boucher y Muchnik, 1995; Zea 2016).

Al igual que los demás cereales, el principal hidrato de carbono que compone a los granos de amaranto es el almidón, el cual representa del 62 al 69% del total de los hidratos de carbono. Es importante mencionar que la calidad nutrimental de los granos de amaranto es mayor que la de los cereales en cualquiera de las diferentes especies, principalmente debido a su alto valor proteínico y a su equilibrada composición de aminoácidos indispensables como lisina, metionina y triptófano (ver **Cuadro 2.10**), quienes son deficientes en los demás cereales, un ejemplo de ello es la lisina la cual se encuentra en una cantidad al doble que en el trigo y al triple que en el maíz (Contreras et al., 2010; Sanz et al., 2012; Avendaño, 2014; Díaz de Jesús, 2014). Además, el amaranto se caracteriza por tener un mayor contenido de fibra dietética y lípidos constituidos principalmente por ácidos grasos indispensables como el ácido linoléico, oleico y linolénico, además de escualeno, los cuales resultan en efectos benéficos para el cuerpo. En cuanto al contenido de minerales, tienen un nivel superior de calcio y magnesio, y al de vitaminas, contiene riboflavina, niacina, ácidos ascórbico y fólico, tiamina, biotina y b-caroteno, todas ellas básicas en una buena alimentación (Sanz et al., 2012; San Miguel, 2008).

Cuadro 2.10 Perfil de aminoácidos de las especies más conocidas de amaranto

Aminoácidos	<i>A. hypochondriacus</i>	<i>A. cruentus</i>
	mg aminoácido/ g de proteína	mg aminoácido/ g de proteína
Isoleucina	39	36
Leucina	57	51
Lisina	55	51
Total azufrados*	47	40
Fenilalanina + Tirosina	73	60
Treonina	36	34
Triptófano	11	11
Valina	45	42
Histidina	25	24

*Metionina + Cisteína

(Fuente: FAO, 1997)

2.4.3.2.3.2 Beneficios a la salud

El amaranto es un producto de alta calidad nutrimental y un aliado de la salud humana, al ser rico en proteínas, vitaminas y minerales, es ideal en el tratamiento de la desnutrición. Por el aporte de aminoácidos indispensables y alta digestibilidad de su proteína es útil su consumo por parte de personas que padecen insuficiencia renal crónica. También al contener niveles altos de calcio ayuda a prevenir la osteoporosis y por su superior diferencia en el contenido de fibra en comparación con los demás cereales, es altamente recomendado en pacientes con diabetes mellitus, obesidad, hipertensión arterial, estreñimientos y diverticulosis, entre otros, coadyuvando a disminuir las concentraciones séricas de triglicéridos y colesterol en enfermedades cardiovasculares. Por otro lado, el amaranto no posee gluten convirtiéndolo en un alimento apto para celíacos (Asociación Mexicana del Amaranto, 2003).

De esta forma es recomendable incluir el amaranto en la alimentación del niño, adolescente, adulto y anciano para mantener un organismo sano.

2.4.3.2.5 Betabel

El betabel (*Beta vulgaris* L.) es una planta perteneciente a la familia *Chenopodiaceae* considerada como una hortaliza de raíz, altamente cultivada alrededor del mundo y con una larga tradición de uso principalmente en la cocina nórdica y oriental europea (Bach et al., 2014). Tanto sus hojas como su tallo engrosado bulboso son comestibles y se utiliza principalmente para la elaboración de jugos y de ensaladas (SIAP, 2014; Bach et al., 2015; Singh et al., 2016).

En México, el betabel puede cultivarse durante todo el año sin embargo en los meses cálidos la calidad, sobre todo de la coloración, disminuye; Guanajuato es el principal productor de betabel, seguido por Puebla, Yucatán e Hidalgo (Gregorio, 2010). Sin embargo, a pesar de lo anterior y de ser un alimento con cualidades altamente nutritivas y funcionales las cuales se especificarán más adelante, se sabe que el consumo de betabel a nivel nacional no es muy elevado debido especialmente a sus propiedades sensoriales (Cortés y Ortiz, 2006).

2.4.3.2.5.1 Composición química y nutrimental del betabel

El betabel es una fuente rica en fibra, vitaminas (A, B3, B6, B7, B9, C) y minerales (hierro, magnesio, selenio, potasio, calcio, zinc, fósforo y sodio) y tiene un alto valor nutrimental debido principalmente a su contenido en hidratos de carbono (Saxholt et al., 2008; Da Silva et al., 2016). De manera general está compuesto por

un 90% de agua, 6% de hidratos de carbono, 3% de fibra y 1% de proteína (Valadez, 1994; Frutamex, 2011; USDA, 2016) y con respecto a los sólidos totales está constituido por un 80% de hidratos de carbono, 10% de proteína y 8% de cenizas (Villegas, 1979). A diferencia de las demás raíces y tubérculos, tiene un alto contenido de azúcares en forma de sacarosa y no en polímeros de hidratos de carbono (almidón principalmente) (Bach, 2015).

2.4.3.2.5.2 Beneficios a la salud

El betabel es una fuente importante de compuestos bioactivos en los que están incluidos componentes fenólicos, saponinas y, especialmente, betalaínas, las cuales son responsables del color característico de este tubérculo (Davi Vieira Teixeira da Silva et al., 2016). Varios estudios han reportado la capacidad antioxidante de las betalaínas y los compuestos fenólicos que sugieren un rol protector en los procesos de oxidación (Georgiev et al., 2010) además de tener efectos anticancerígenos y antiinflamatorios (Ninfali y Angelino, 2013) y reducir el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas y cardiovasculares. (Machha y Schechte, 2011; Rink et al., 2013)

Por otro lado, la fibra presente en el betabel en su mayoría es soluble lo que permite incrementar la viscosidad del contenido gastrointestinal, disminuir la respuesta glicémica y el colesterol en plasma. Además, es mayormente fermentada por las bacterias presentes en el intestino permitiendo “resistir” la digestión y absorción de nutrimentos como lípidos, por ejemplo colesterol, que pudieran afectar en el sobrepeso, obesidad, enfermedades coronarias, entre otras. (Mudgil y Barak, 2013)

2.4.3.2.6 Zanahoria

La zanahoria (*Daucus carota* L.) es una raíz vegetal de color naranja, textura leñosa, perteneciente a la familia de las *Umbeliferae*. Es altamente cultivada en todo el mundo y es una de las principales fuentes de carotenoides de la dieta (Datt et al., 2012). Se consume sobre todo fresca en ensaladas, jugos, sopas y guisados (SIAP, 2014) y es considerada como uno de los vegetales que más beneficios aporta a la salud y al organismo gracias a su alto contenido en vitaminas, minerales y fibra dietética natural (SAGARPA, 2016; Hernández y Blanco, 2015).

México ocupa el 18º lugar de la producción mundial de zanahoria, siendo Guanajuato el primer productor, seguido de los estados de Puebla y Zacatecas. Es una hortaliza que se produce todo el año gracias a que crece en cualquier tipo de

suelo sin requerir de muchos nutrimentos y cuidados especiales, y a diferencia del betabel, es una de las verduras de mayor demanda comercial o consumo a nivel nacional. (SAGARPA, 2016).

2.4.3.2.6.1 Composición química y nutrimental de la zanahoria

De manera general, la zanahoria está compuesta por un 86 a 89% de agua, 6% de hidratos de carbono, 2.4% de fibra, 0.7% de proteína, 0.5% de lípidos y 0.1% de sales minerales (Holland, 1991) las cuales están compuestas principalmente de calcio, fósforo, hierro y magnesio (Datt et al., 2012).

Dentro de los hidratos de carbono mayoritarios de la zanahoria se encuentran la sacarosa, glucosa, xilosa y fructosa, mientras que la pectina, celulosa, hemicelulosa y lignina son los principales componentes de la fibra (Datt et al., 2012).

Asimismo, la zanahoria es rica en tiamina, niacina, ácido fólico y vitamina C y posee, ácido cafeico, un ácido fenólico, que al igual que los carotenoides, como beta-caroteno y tocoferol, actúan como antioxidantes naturales (Datt, 2012),

2.4.3.2.6.2 Beneficios a la salud

Dado a su apreciable nivel de diferentes compuestos como carotenoides y compuestos fenólicos, la zanahoria es considerada como un alimento funcional con significativas propiedades promotoras de la salud (Hager y Howard, 2006). Los carotenoides presentes en este vegetal son precursores de la vitamina A que tienen efectos importantes en la salud del ser humano ya que mejoran el sistema inmune y disminuyen el riesgo de presentar enfermedades degenerativas como cáncer, enfermedades cardiovasculares, degeneración muscular por la edad y formación de cataratas (Datt et al., 2012). También se han identificado como un potencial inhibidor del Alzheimer (Zaman et al., 1992). Asimismo, los compuestos fenólicos tienen efectos antioxidantes, antimutagénicos y antitumorales (Datt et al., 2012).

Por otro lado, los niveles de fibra al ser elevados en la zanahoria juegan un rol importante en la prevención, reducción y tratamiento de algunas enfermedades cardiovasculares y cáncer, en la regulación de los niveles de azúcar en sangre, en la disminución y excreción del colesterol, entre otras (Datt et al., 2012; Mugdil y Barak, 2013) las cuales están relacionadas con enfermedades como el sobrepeso y la obesidad.

2.5 Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales y su consumo son unos de los aspectos innovadores que en materia de alimentación ofrece el siglo XXI. Tanto el interés

científico como el de los consumidores no ha decaído en estos productos ya que a medida que la población adquiere mayor conciencia sobre la salud, se espera que los alimentos, además de proveer una nutrición básica, puedan ayudar en la prevención de algunas enfermedades.

Un alimento funcional (AF) es un alimento natural o procesado que contiene compuestos conocidos como biológicamente activos, que cuando se ingiere en determinadas cantidades proporciona un beneficio para la salud clínicamente probada y documentada. (González et al., 2014)

Los AF tienen propiedades como el bajar el índice de colesterol, tener capacidad antioxidante, anti-envejecimiento, combatir el cáncer, etc. Aunque es importante recalcar que al ser consumidos como parte de una dieta equilibrada y acompañados de un estilo de vida saludable, ofrecerán la posibilidad real de mejorar la salud y/o prevenir enfermedades (González et al., 2014).

Cabe mencionar y recalcar que los AF no son fármacos, pero sí tienen un perfil nutricional muy interesante, en especial para determinados grupos de población o en situaciones concretas como el embarazo, la menopausia, adultos mayores, etc. (Calvo et al., 2012). Sin embargo, el éxito de un ingrediente funcional está en que el consumidor pueda tener el beneficio que se le ofrece, cuando el alimento se consuma frecuentemente como parte de una dieta equilibrada y un estilo de vida saludable, por lo que no es suficiente que se adicione un nutrimento en mayor cantidad que los productos de la competencia, sino que el ingrediente funcional pueda utilizarse en bajas dosis y así lograr un gran beneficio al cubrir las dosis diarias recomendadas del mismo (EUFIC, 2006; Costa, 2008).

2.5.1 Fibra dietética

La fibra dietética (FD), también llamada fibra dietaria, se define como aquellos polisacáridos no digeribles y lignina que atraviesan el estómago y el intestino delgado, y, finalmente pasan al colon (Tungland y Meyer, 2002) ya que son resistentes a la acción de enzimas del tracto digestivo de los humanos.

La OMS recomienda una gestión diaria de 27 a 40 g de fibra dietética, mientras la FDA propone a individuos adultos un consumo de 25 gramos de fibra por día, basado en una dieta de 2000 kcal (Arroyo y Solís, 2016). Sin embargo, para la población mexicana, según Bourges et al., (2008) se recomienda una ingestión de 35 g diarios antes de los 50 años, y para niños en etapa escolar de 22 g por día.

2.5.1.1 Clasificación y beneficios a la salud

La fibra dietética puede clasificarse en distintas formas; por ejemplo, la National Academy of Sciences (NAS) y Food Nutrition Board de los Estados Unidos la clasifican en *Fibra Dietaria*, *Fibra Funcional* y *Fibra Total*, según su origen y funcionalidad, respectivamente. Por otro lado, desde el punto de vista nutricional, y en el cual se basa este trabajo, se clasifica según su comportamiento en medio acuoso (Olagnero et al., 2007; González et al., 2014).

2.5.1.1.1 Fibras insolubles o parcialmente fermentables

Son aquellas que no forman dispersión en el agua y que su capacidad de fermentación está dada por su área superficial y la porosidad, así como las características estructurales de los azúcares que la conforman.

Generalmente se trata de la celulosa y lignina, algunas hemicelulosas, gomas, agar, alginatos y carrageninas, siendo su principal fuente los cereales integrales, el centeno, productos derivados del arroz, etc.

Su efecto principal lo tienen en la fermentación parcial por bacterias colónicas anaeróbicas, en su capacidad de retener agua, aumentar la masa y peso de las heces y en la estimulación de la velocidad de evacuación intestinal, lo cual puede prevenir desórdenes intestinales tales como constipación, diverticulosis y cáncer intestinal (Olagnero et al., 2007; Mugdil y Barak, 2013; González et al., 2014).

2.5.1.1.2 Fibras solubles o totalmente fermentables

Son aquellas que forman geles viscosos en el intestino en contacto con el agua debido a sus propiedades de solubilidad, favoreciendo la absorción de agua y sodio.

La fibra soluble comprende generalmente a las fibras viscosas tales como las gomas, mucílagos, pectinas, algunas hemicelulosas, galactooligosacáridos, inulina y fructooligosacáridos. Se encuentran fundamentalmente en frutas, vegetales, legumbres y cereales como cebada y avena.

Este tipo de fibras retrasan el vaciamiento gástrico y la velocidad del tránsito intestinal. Además se distinguen en gran manera sus efectos como la sensación de saciedad, el aceleramiento del movimiento del intestino delgado y el acortamiento del tiempo del tránsito intestinal, con lo que se reduce la posibilidad de la absorción de colesterol, glucosa y grasas, disminuyendo el riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares y previniendo así el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2;

enfermedades altamente relacionadas con el sobrepeso y la obesidad (Olagnero et al., 2007; Mugdil y Barak, 2013; González et al., 2014; Badui, 2015).

A partir de las consideraciones anteriores se puede concluir que el elaborar galletas con alto contenido de proteína y fibra dirigidas a la población mexicana infantil con sobrepeso y obesidad representa un producto innovador para la industria de panificación y para el mercado de personas que padecen esta ECNT en México, ya que al consumirlo permitiría obtener los beneficios de un alimento funcional, así como el que satisfaga sus necesidades nutrimentales. Por otro lado, este producto contribuiría a aumentar la variedad de productos aptos para este tipo de personas que no pueden consumir esta clase de productos por su alto contenido en azúcares y grasas sin obtener ningún beneficio de ellos. Al elaborar galletas se aprovechará su gran consumo en México y en el mundo, sin tener gran repercusión en ventas por ajustes o alzas en su costo dado a que son muy consumidas además de que gustan. De la misma manera, el uso de materias primas nacionales permitirá aprovechar los recursos del país e incursionar en el campo de harinas con alto contenido en proteína y fibra, proporcionando así productos de alta calidad nutrimental, ayudando a dar una alternativa de consumo a personas que no solo padezcan de sobrepeso y obesidad, sino también a aquellas que necesiten solucionar problemas de desnutrición.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

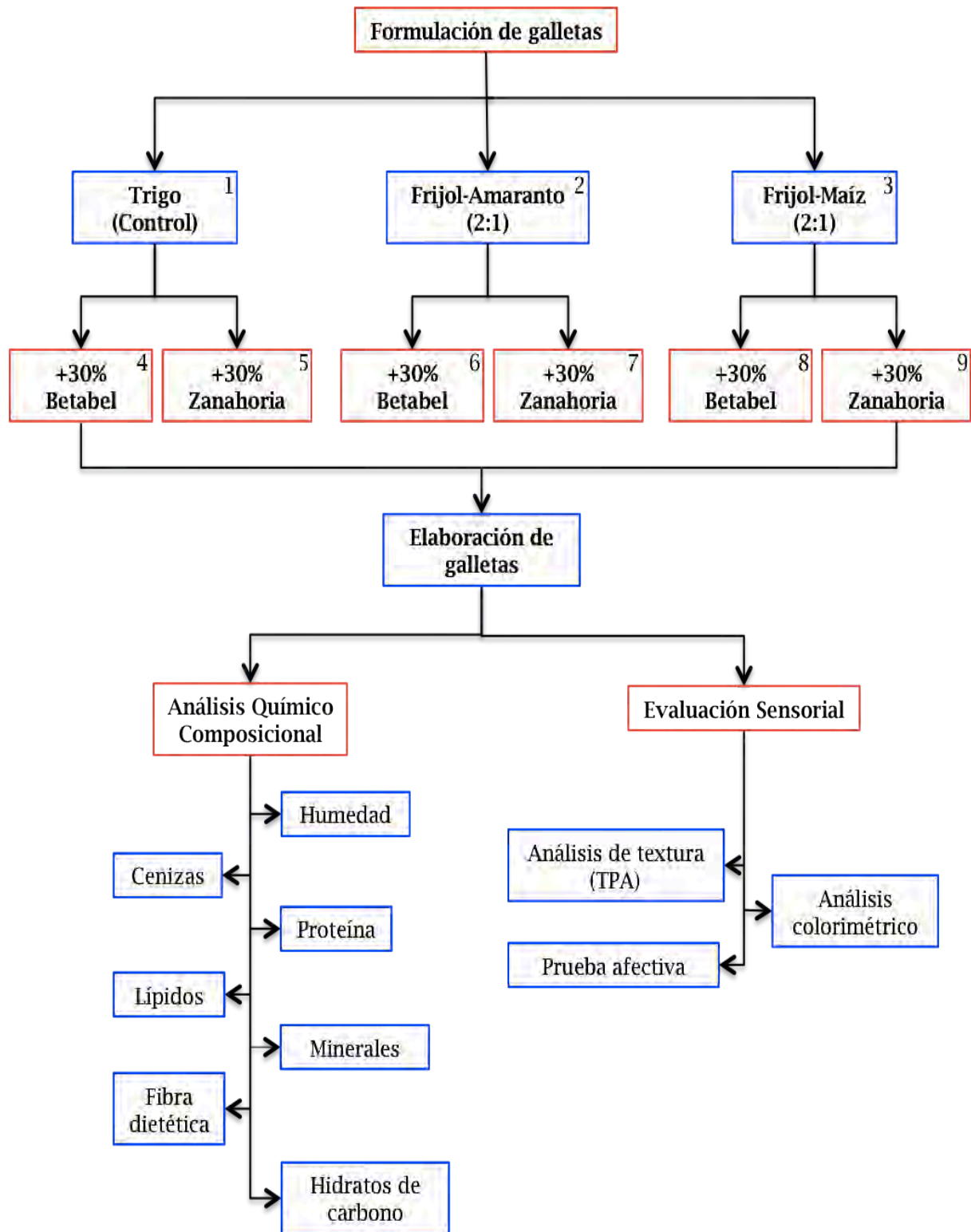


Figura 3.1 Estrategia experimental

En la **Figura 3.1** se muestra de manera condensada la estrategia experimental utilizada en este trabajo que engloba la formulación, el análisis fisicoquímico y la evaluación sensorial de las galletas con alto contenido en proteína y fibra dietética dirigidas a la población mexicana infantil.

3.1 Materia prima

Se utilizaron harinas de trigo, de frijol negro germinado, amaranto, maíz nixtamalizado, betabel y zanahoria. Las harinas de frijol y amaranto se adquirieron en una tienda de productos orgánicos (The Green Corner, México, D.F.), y las harinas de betabel y zanahoria se obtuvieron de una empresa (ADN®) dedicada a la elaboración de alimentos deshidratados naturales ubicada en Tultitlán, Estado de México.

Las otras materias primas como el harina de trigo (Tres Estrellas®), de maíz nixtamalizado (Minsa®), la mantequilla (La Gloria®), azúcar estándar, bicarbonato de sodio y cocoa en polvo (Hershey's®), se adquirieron en el supermercado (Walmart).

3.2 Métodos

3.2.1 Elaboración de las galletas

Se realizaron 8 formulaciones y un control según las cantidades de ingredientes mostradas en el **Cuadro 3.1** para 228 g de masa. En el **Cuadro 3.2** se muestran las proporciones en que se mezclaron las harinas para cada formulación.

Para la elaboración de las galletas se llevó a cabo un procedimiento similar al utilizado por Mancebo et al. (2016). La mantequilla, una vez atemperada a temperatura ambiente ($\approx 24^{\circ}\text{C}$), y el azúcar, se batieron durante 3 minutos, con una batidora de 2 aspas (Oster®, modelo 2610-13) a una velocidad de 4 haciendo un raspado de la mezcla a cada minuto. Se agregó el agua y se batió por 2 minutos más, igualmente con un raspado de la mezcla a cada minuto. Se adicionaron los ingredientes en polvo (harinas, bicarbonato de sodio y cocoa), previamente mezclados, y se continuó con el batido durante 2 minutos más a una velocidad de 2, con un raspado a cada 30 segundos. Una vez formada la masa homogénea, se envolvió con una película de polipropileno y se dejó en reposo durante 30 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente se procedió a extenderla con un rodillo hasta alcanzar 0.5 cm de grosor. Las galletas se cortaron con un molde circular de 5.5 cm de diámetro y se colocaron en un molde para hornear con papel cera rociado con un poco de aceite vegetal. Finalmente los moldes se introdujeron en un horno eléctrico

doméstico (LG®, modelo MP-9482S) a una temperatura de 180°C durante 14 minutos. El diagrama de proceso se muestra en la **Figura 3.2**. Las imágenes del proceso de elaboración de las galletas se muestran en el **Anexo A**.

Cuadro 3.1 Ingredientes para elaborar 228 g de masa de galletas

Ingredientes	g por cada 228 g de masa
Harina	86.6
Azúcar	62.4
Mantequilla	38.8
Cacao	12.4
Agua	26
Bicarbonato de sodio	1.8

Cuadro 3.2 Proporción de harinas en las diferentes formulaciones de las galletas

Formulaciones	Mezcla de harinas (%)
Control	100T
TB	100T + 30B
TZ	100T + 30Z
FA	66.7F + 33.3A
FAB	66.7F + 33.3A + 30B
FAZ	66.7F + 33.3A + 30Z
FM	66.7F + 33.3M
FMB	66.7F + 33.3M + 30B
FMZ	66.7F + 33.3M + 30Z

*T=Harina de trigo; B=Harina de betabel; Z=Harina de zanahoria; F=Harina de frijol; A=Harina de amaranto; M=Harina de maíz

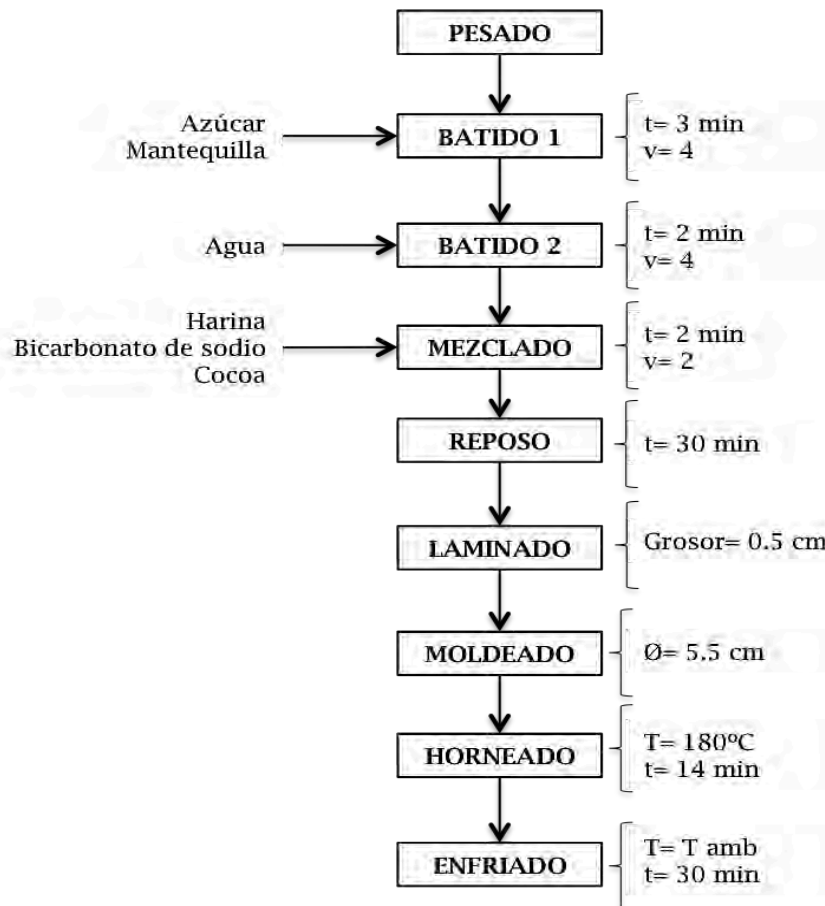


Figura 3.2 Diagrama de proceso para la elaboración de galletas

3.2.2 Preparación de la muestra

Para realizar las determinaciones del análisis químico composicional y el análisis de calidad de proteína, las galletas se molieron en un miniprocador para alimentos (Philips®, modelo desconocido, ver **Figura 3.3**) durante 30 segundos para obtener un tamaño de partícula adecuado que facilitara el manejo de la muestra.



Figura 3.3 Miniprocador de alimentos Philips®

3.2.3 Análisis Químico Composicional

En el **Cuadro 3.3** se muestran los métodos utilizados para el análisis químico composicional de las galletas elaboradas, estos se explican detalladamente en el **Anexo B apartados B.1, B.2, B.3, B.4, B.5., B.6, B.7 y B.8**. Cada una de las determinaciones se realizó por triplicado, a excepción de la determinaciones de minerales, lípidos y fibra dietética, las cuales se realizaron por duplicado.

Cuadro 3.3 Métodos utilizados para el análisis químico composicional de las galletas

Determinación	Método
Humedad	Método AACC 44.16
Cenizas	Método AACC 08.01
Proteína	Método AACC 46.13
Lípidos	Método AACC 30.25
Fibra dietética	Método AOAC 985.29
Sodio	Método AOAC 953.01
Hierro, Magnesio, Calcio	Método AOAC 975.03
Hidratos de carbono	Por diferencia a partir del porcentaje medio remanente de la cuantificación de los principales componentes del alimento.

3.2.4 Evaluación Sensorial (instrumental y sensorial)

3.2.4.1 Análisis colorimétrico

Al día siguiente de la elaboración de las galletas, se midieron los parámetros de color de las galletas a temperatura ambiente utilizando el sistema CIE, L*, a*, b*, con el espectrofotómetro Minolta CM-3600d (**Figura 3.4**). Se ajustó el equipo con un área de visión mediana, iluminante D65, evaluándose 5 réplicas por formulación y cada una envuelta en papel Kleen pack.



Figura 3.4 Espectrofotómetro Minolta CM-3600d

(Fuente: <http://sensing.konicaminolta.com.mx>)

3.2.4.2 Análisis de textura (TPA)

Se realizó el análisis de textura utilizando el texturómetro (Stable Micro Systems) TA-XT2 Plus (Haslemere, Inglaterra) (**Figura 3.5**). Se utilizó una sonda de aluminio con un diámetro de 50 mm (P50). Las condiciones de las mediciones fueron una velocidad de 1 mm/s y 35% de compresión, a temperatura ambiente. Las muestras se colocaron debajo de la sonda a una distancia de 1 cm y se midieron 5 réplicas por formulación y así como en el análisis colorimétrico, la determinación se realizó un día después de la elaboración de las galletas.

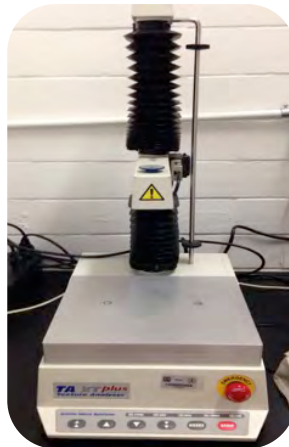


Figura 3.5 Equipo TA-XT2i, Texture Analyzer Stable Micro Systems
(Fotografía tomada por Julieta Gutiérrez)

3.2.4.3 Prueba Afectiva

Se realizó una sesión de evaluación sensorial afectiva para las formulaciones **Control, FAB y FMB** debido a que fueron las que presentaron tanto mayor cantidad de proteína y fibra así como mejor calidad de proteína en comparación con el control.

La sesión se llevó a cabo con 34 niños entre 6 y 12 años en el Instituto de Excelencia Educativo Zona Esmeralda ubicado en Calle Sendero del Llano Grande esq. Sendero del Jagüey Col. Rancho Blanco, C.P. 54700, Zona Esmeralda, Edo. México.

A cada uno de los niños se les presentaron las 3 muestras en un plato desechable blanco codificado (ver **Figura 3.6**), siendo el orden de presentación diferente en cada evaluación. Con ayuda de un entrevistador (alumnos de la Facultad de Química) encargado de registrar TODAS las respuestas en el cuestionario elaborado para la prueba, se les hicieron las preguntas especificadas con respecto a sus hábitos de consumo. Posteriormente, el entrevistador con ayuda de una escala hedónica de 7 puntos que incluía una guía pictórica les preguntó a

cada uno el nivel de agrado de cada una de las muestras en los atributos de apariencia, aroma y sabor, probándolas de izquierda a derecha, pidiéndoles enjuagarse con un poco de agua entre cada una de ellas (**ver Figura 3.7**). El atributo de textura no se evaluó debido a la dificultad de evaluación de este atributo por parte de un niño(a). Al final del cuestionario se les preguntó qué muestra preferían más y se les dio un pequeño incentivo en agradecimiento por su participación. La circular de autorización para padres y el cuestionario elaborado para la prueba se muestran en el **Anexo C apartados C.1 y C.2**.



Figura 3.6 Presentación de las muestras codificadas y cuestionario de la prueba afectiva
(Fotografía tomada por Julieta Gutiérrez)



Figura 3.7 Prueba afectiva con consumidores en etapa escolar
(Fotografía tomada por Julieta Gutiérrez)

3.2.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos experimentales se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) a una vía con un nivel de significancia $\alpha=0.05$. Cuando se encontró una diferencia estadística significativa entre las muestras se utilizó la prueba de Fisher para identificar entre cuáles existía. Todo lo anterior se realizó utilizando el software Statgraphics Centurion XVI.1.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Cuadro 4.1 Composición química de las galletas

Formulación	Humedad (%)	Cenizas (%)	Lípidos (%)	Proteína (%)	Fibra dietética (%)	Hidratos de carbono* (%)	Na (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Fe (mg/100g)	Mg (mg/100g)
Control	6.097g	1.415b	21.754f	6.975a	6.833a	56.925	469.165c	4.986a	1.123a	444.70b
TB	4.332d	1.383ab	15.608b	6.929a	7.108a	64.640	493.310c	4.304a	0.941a	364.03b
TZ	1.546b	1.176a	16.289c	8.447b	6.538a	66.338	483.433c	4.394a	0.990a	574.06c
FA	5.815f	2.333c	21.645f	11.432e	16.058c	38.051	575.606d	4.163a	1.029a	673.55cd
FAB	2.299c	2.499c	15.063a	9.760c	16.241c	54.138	568.763d	5.543a	0.984a	781.51d
FAZ	0.639a	2.291c	16.721d	10.976d	15.479c	54.093	622.052d	4.756a	1.102a	702.77d
FM	5.913f	2.347c	23.590g	9.535c	17.400d	41.216	189.376b	112.953d	5.326d	106.70a
FMB	4.883e	2.399c	15.719b	9.480c	17.491d	50.361	116.459a	31.888b	2.524b	64.10a
FMZ	2.327c	2.311c	17.671e	9.760c	14.034b	53.896	115.690a	92.790c	2.908c	56.30a

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$)

4.1. Análisis Químico Composicional

La composición química de las galletas elaboradas en esta investigación se presenta en el **Cuadro 4.1**.

4.1.1 Humedad

En general, las galletas son productos de baja humedad la cual está principalmente influenciada por el proceso de horneado, en el cual están implícitas tanto las condiciones de tiempo y temperatura así como la humedad contenida en la masa (Pareyt y Delcour, 2008; Gómez, 2015). Como se puede ver en el **Cuadro 4.1** la humedad de las galletas en todas las formulaciones se encuentra dentro de los límites establecidos por la NMX-F-006-1993 para las galletas comerciales (Tipo III), al tener valores inferiores al 8%. Si bien, la humedad entre cada una de las formulaciones es significativamente diferente, en la **Figura 4.1** se observa una ligera tendencia que refleja la forma en que fueron horneados los lotes de galletas, ya que el primero estaba compuesto por las formulaciones T, FA y FM; el segundo por TB, FAB y FMB; y el último por TZ, FAZ y FMZ, siendo así la temperatura del horno una de las principales causas que provocó la diferencia del contenido de humedad entre ellas; cabe mencionar que el horno al ser eléctrico pudo estar sometido a variaciones de voltaje permitiendo así una distribución de calor no homogénea. También se puede observar que en los tres casos, las galletas que presentaron mayor contenido de humedad fueron las elaboradas con la mezcla de harinas de frijol y maíz, posteriormente las elaboradas con harina de trigo y finalmente las elaboradas con la mezcla de harinas de frijol y amaranto, lo cual refleja un mayor contenido de humedad en el harina de maíz nixtamalizado, posteriormente el harina de trigo y finalmente el harina de amaranto ya que se sabe que la humedad del harina tiene efectos en la capacidad de absorción de agua de la misma (Pareyt y Delcour, 2008), por lo que se recomienda en futuros proyectos determinar primeramente la humedad de esta y así realizar un ajuste de la humedad de la masa de galletas para poder tener una menor variación en la eliminación de agua. Más adelante, se analizará si estas diferencias significativas en la humedad de las galletas tuvieron algún efecto en la textura, atributo sensorial que se ve principalmente afectado por el contenido de humedad final y grasa en las galletas (Pareyt y Delcour, 2008).

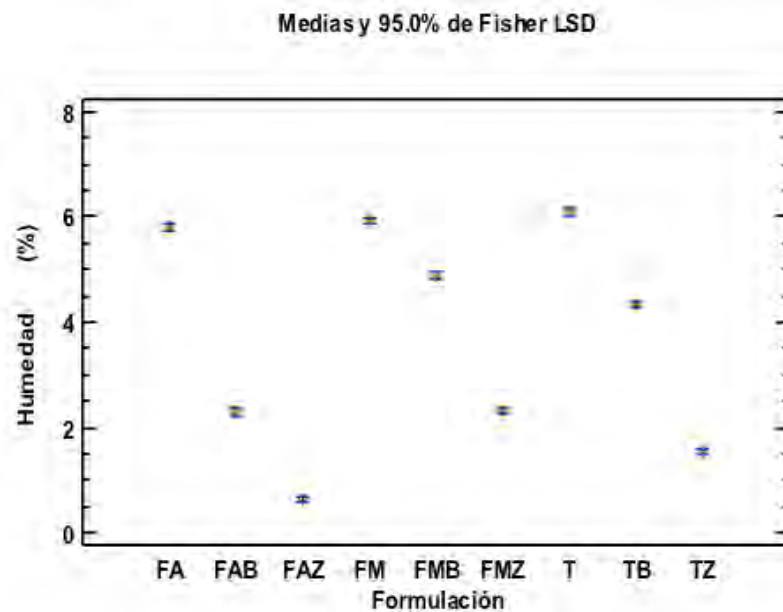


Figura 4.1 Porcentaje de humedad en las galletas

4.1.2 Cenizas

El contenido de cenizas es un reflejo del material inorgánico de un alimento, es decir, es una medida del total de minerales presentes en él. Se puede observar en el **Cuadro 4.1** que el porcentaje de cenizas en las formulaciones TZ, FA, FAB, FAZ, FM, FMB y FMZ es significativamente mayor con respecto al control (formulación T), resultado de la mezcla de harinas de cereal y leguminosa, y no precisamente de la adición de fibra, ya que si se comparan las formulaciones TB y TZ con el control, no existió ninguna diferencia significativa, ni entre las formulaciones FAB y FAZ con respecto a la formulación FA, y de la misma forma entre las formulaciones FMB y FMZ respecto a la formulación FM. Al comparar el contenido de cenizas con las especificaciones establecidas NMX-F-006-1993 para las galletas comerciales (Tipo III) se observa que solamente las formulaciones T, TB y TZ se encuentran por debajo del límite de cenizas (2%), pero no por esta razón es necesario descartar las otras formulaciones, ya que las galletas elaboradas en este trabajo al ser clasificadas como funcionales, por hacer uso de una mezcla de ingredientes que tienen un aporte que va más allá de nutrir al organismo, incrementará el contenido de cenizas. Es por eso que también se realizó la cuantificación de sodio, hierro, magnesio y calcio, minerales que se encuentran en cantidades considerables en los cereales y vegetales utilizados en este trabajo, para determinar si estos se encontraban en niveles que pudieran cubrir las necesidades diarias para los niños en etapa escolar.

4.1.3 Lípidos

Una de las principales funciones de los lípidos o grasa en las galletas, además de mejorar su sabor, es la de proveer propiedades de textura deseables; en general se sabe que en grandes porcentajes producen galletas más suaves (Lai y Lin, 2006; Pareyt y Delcour, 2008). Al comparar los resultados del porcentaje de lípidos mostrados en el **Cuadro 4.1** con la NMX-F-006-1993 para las galletas comerciales (Tipo III) se puede decir que todas las formulaciones cumplen con lo establecido. Asimismo se puede observar que si bien todas las galletas fueron elaboradas con la misma cantidad de grasa, existen diferencias significativas entre ellas, siendo las formulaciones T, FA y FM las que presentaron un mayor porcentaje de lípidos, y exclusivamente las galletas elaboradas con harina de frijol y maíz las que presentaron los valores más altos al ser comparadas con sus homólogos, lo cual refleja y comprueba la mayor cantidad de grasa que posee el maíz en comparación con el amaranto. Por otro lado al comparar las formulaciones T, FA y FM con sus homólogas a las que le fueron adicionadas las fibras de zanahoria y betabel, se puede notar que el porcentaje de lípidos disminuye, sin embargo esto se debe al efecto de “dilución” ocasionado por la adición de un 30% más de harina de vegetal. Además, si se observa la **Figura 4.2** se puede notar que existe una ligera tendencia en la que las galletas adicionadas con harina de zanahoria poseen un mayor porcentaje de lípidos con respecto a las adicionadas con harina de betabel, lo cual era de esperarse ya que la zanahoria, a pesar de tener una pequeña cantidad de grasa en su composición (alrededor 0.5%) (Holland, 1991) es mayor que la que posee el betabel. Más adelante se analizará, si las diferencias observadas tuvieron un efecto significativo en la textura de las galletas.

Desde el punto de vista nutrimental, se sabe que las galletas generalmente son productos con alto contenido en lípidos al ser las grasas uno de los tres ingredientes mayoritarios en su composición después del harina y los azúcares (Gómez, 2015). Si se compara el contenido energético que aportan los lípidos de cada una de las formulaciones con los requerimientos energéticos diarios para un niño en etapa escolar (1978 kcal), con base en una porción de galletas de 30 g, se puede ver en el **Cuadro 4.2** que este se encuentra entre el 2 y 3%, lo cual supone un aporte de lípidos normal para una galleta si se compara con galletas comerciales (Chokis®, Oreo®, etc), es decir, no sobrepasa lo recomendado, permitiendo así que el niño(a) pueda consumir las galletas como un snack a cualquier hora del día.

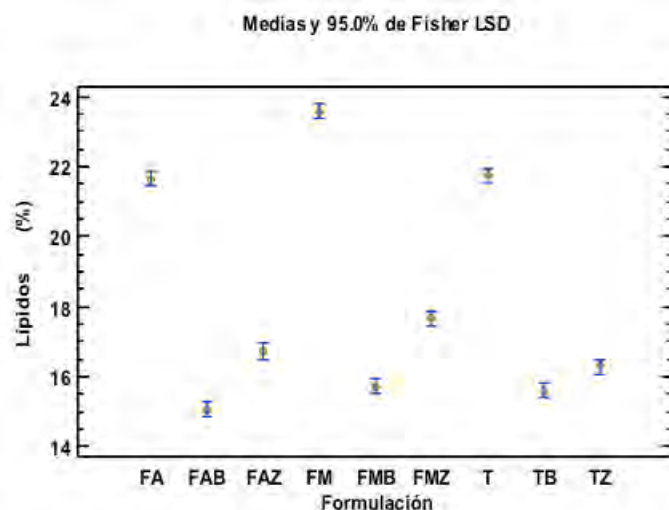


Figura 4.2 Porcentaje de lípidos en las galletas

Cuadro 4.2 Aporte energético de los lípidos de las galletas

Formulación	Lípidos (%)	Contenido de lípidos (g) en 1 porción ⁽¹⁾ (30 g)	kcal por porción	Porcentaje cubierto de la energía diaria recomendada en etapa escolar ⁽²⁾
T (control)	21.754	6.526	58.736	2.969
TB	15.608	4.682	42.142	2.131
TZ	16.289	4.887	43.980	2.223
FA	21.645	6.494	58.442	2.955
FAB	15.063	4.519	40.670	2.056
FAZ	16.721	5.016	45.147	2.282
FM	23.590	7.077	63.693	3.220
FMB	15.719	4.716	42.441	2.146
FMZ	17.671	5.301	47.712	2.412
Chokis®	20.000⁽³⁾	6.000⁽³⁾	54.000	2.730
Oreo®	20.000⁽³⁾	6.000⁽³⁾	54.000	2.730

⁽¹⁾Porción conforme a la galleta comercial Chokis®

⁽²⁾1978 kcal (Bourges et al., 2008)

⁽³⁾ Información tomada de las etiquetas digitales de los productos (Fuente: <http://chokis.com.mx> y <http://www.oreo.es/la-gama>)

4.1.4 Proteína

Uno de los principales objetivos en este trabajo fue la elaboración de galletas con alto contenido en proteína a partir de la sustitución del harina de trigo por harinas con un elevado nivel y calidad de proteína. Los resultados que se obtuvieron son los mostrados en el **Cuadro 4.1**. Se puede observar que todas las formulaciones, a excepción de la formulación TB, fueron significativamente superiores en el contenido de proteína con respecto al control. La formulación que

presentó un mayor contenido de esta fue FA, lo cual era de esperarse ya que el amaranto es considerado un alimento de muy buena calidad debido a su alto valor nutrimental con gran contenido de proteína digerible que consta alrededor de un 12 a 19% de proteína (Boucher y Muchnik, 1995; Tejerina y Arenas, 2005), además del aporte de proteína proporcionado por el frijol, leguminosa también conocida por ser rica en este nutrimento al poseer de un 20 a un 25% de proteína (Badui, 2015). Asimismo, la formulación FM tuvo un contenido significativamente mayor en comparación con el control esto por el aporte de proteína del frijol, como se mencionó anteriormente, sin embargo no tanto por el del maíz ya que el contenido de proteína en este grano va alrededor del 8 al 11% (Acevedo, 2016) el cual es similar al del trigo, que es del 8 al 16% (Juárez et al, 2014). Por otro lado, se puede ver en la **Figura 4.3** que los homólogos de las formulaciones T, FA y FM, es decir, aquellas galletas adicionadas con harina de betabel y zanahoria, presentan una ligera tendencia en la cual a pesar de tener un menor contenido de proteína debido al “efecto de dilución” por la adición de un 30% más de harina, el contenido de proteína siempre es mayor en las adicionadas con harina de zanahoria que en las adicionadas con harina de betabel. Lo anterior puede ser consecuencia de que a pesar de que el betabel en su composición sea aproximadamente 0.3% más rico en proteína que la zanahoria (Holland, 1991; Valadez, 1994) la variedad de la zanahoria utilizada para la elaboración del harina haya tenido un contenido mayor de proteína que la del betabel, ya que en dos casos, TZ y FAZ, fue significativamente superior.

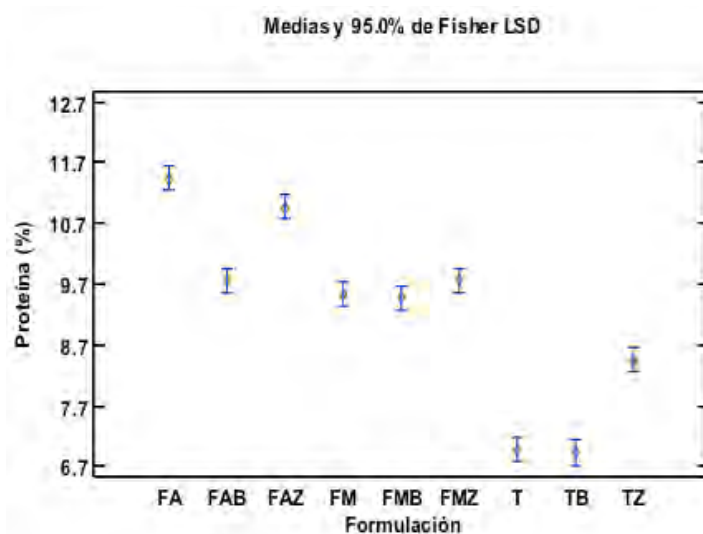


Figura 4.3 Porcentaje de proteína en las galletas

Desde el punto de vista nutrimental si se observa en el **Cuadro 4.3** el contenido proteínico que aporta cada una de las formulaciones con respecto a una

galleta comercial en una porción de galletas (30g), se puede ver que se cubre desde un 7.4 hasta un 8.9% de la ingestión diaria de proteína recomendada para niños en etapa escolar (38.6 g de proteína/día) es decir, hasta un 4% más que las galletas comerciales de mayor consumo (Chokis® y Oreo®), razón por la cual se puede decir que efectivamente las galletas elaboradas en este trabajo tienen un alto contenido de proteína, por lo que puede ser recomendada su ingestión, principalmente de las formulaciones que poseen mayor contenido de proteína, es decir, de las formulaciones FA, FAB y FAZ. Se recomienda que en posteriores investigaciones, se analice si este mayor contenido de proteína es de alta calidad.

Cuadro 4.3 Aporte de proteína de las galletas

Formulación	Proteína (%)	Contenido de proteína (g) en 1 porción ⁽¹⁾ (30 g)	Porcentaje cubierto de la ingesta diaria recomendada de proteína en etapa escolar ⁽²⁾
T (control)	6.975	2.093	5.421
TB	6.929	2.079	5.385
TZ	8.447	2.534	6.565
FA	11.432	3.430	8.885
FAB	9.760	2.928	7.585
FAZ	10.976	3.293	8.531
FM	9.535	2.861	7.411
FMB	9.480	2.844	7.368
FMZ	9.760	2.928	7.585
Chokis®	6.667 ⁽³⁾	2.0 ⁽³⁾	5.181
Oreo®	4.9 ⁽³⁾	1.470 ⁽³⁾	3.808

⁽¹⁾Porción conforme a la galleta comercial Chokis®

⁽²⁾38.6 g de proteína/día de acuerdo al peso ideal de un niño en etapa escolar (Bourges et al., 2008)

⁽³⁾Información tomada de las etiquetas digitales de los productos (Fuente: <http://chokis.com.mx> y <http://www.oreo.es/la-gama>)

4.1.5 Fibra dietética

Así como la proteína, el contenido de fibra dietética es uno de los principales componentes que se buscó aumentar en esta investigación a través de la sustitución del harina de trigo por harinas de frijol, maíz y amaranto, y del uso de harinas vegetales de betabel y zanahoria en la elaboración de galletas. Los resultados obtenidos para el contenido de fibra dietética se muestran en el **Cuadro 4.1**, en este se puede observar que solamente la sustitución del harina de trigo tuvo un efecto significativo en el aumento de esta con respecto al control, a diferencia de lo esperado con la adición del 30% de harina vegetal, ya que si se comparan las formulaciones adicionadas con harina de betabel y zanahoria TB, TZ, FAB, FAZ, FMB y FMZ con sus homólogos sin adición T, FA y FM, no existió ningún aumento

significativo. Se sabe que tanto el frijol, el maíz y el amaranto son fuentes de fibra dietética tanto insoluble como soluble (Boucher y Muchnik, 1995; Badui, 2015; Acevedo, 2016), esta última se encuentra principalmente dentro de las paredes celulares y la cascarilla, provocando así que la mezcla de estas harinas aumente el contenido de fibra antes descrito; además es conocido que el harina de trigo utilizada en la industria de galletas en su mayoría es refinada, en la cual a diferencia de la integral, la cantidad de salvado es nulo quien es responsable de aportar la fibra dietética, principalmente insoluble (Gómez, 2015). Por otro lado, si se observa la **Figura 4.4** se puede ver que las formulaciones que presentaron una mayor cantidad de fibra dietética fueron las elaboradas con la mezcla de harinas de frijol y maíz, esto debido a que el maíz contiene hasta casi 3 veces más fibra que el amaranto, y por ende, mucho más que el trigo (Boucher y Muchnik, 1995; FAO, 1993). Asimismo se puede notar una marcada tendencia en la que si bien los contenidos de fibra dietética entre formulaciones homólogas no son significativamente diferentes, a excepción de la formulación FMZ, el contenido de fibra dietética en las formulaciones adicionadas con harina de betabel es mayor que las adicionadas con harina de zanahoria. La USDA (United States Department of Agriculture) y un estudio realizado por Holland (1991) especifican que el contenido de fibra en el betabel y zanahoria, es de 3% y 2.4%, respectivamente, de forma que se explican estas diferencias en las formulaciones. En el caso de la formulación FMZ en la que se ve una marcada diferencia significativa en el contenido de fibra dietética, es posible notar el tipo de harina de zanahoria utilizada, es decir, harina de **jugó** de zanahoria y no de **bagazo**, ya que la diferencia del contenido de fibra en estas harinas dista bastante.

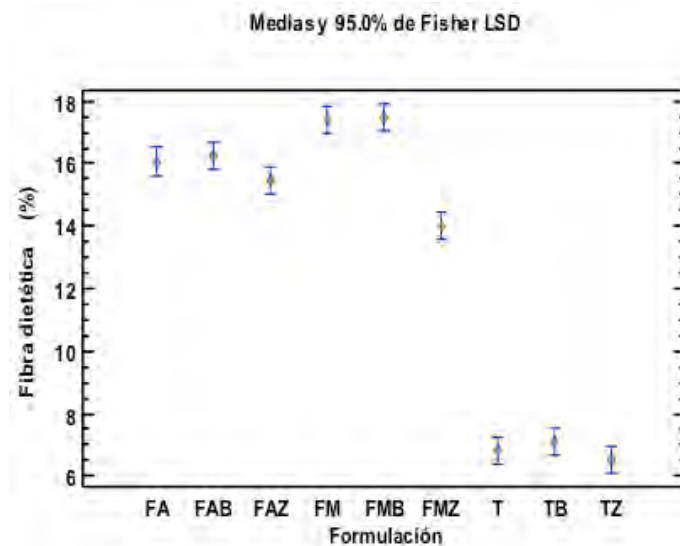


Figura 4.4 Porcentaje de fibra dietética en las galletas

Desde el punto de vista nutricional si se observa el **Cuadro 4.4** se puede ver que el aporte de fibra dietética de las galletas elaboradas con la mezcla de harinas es notablemente superior hasta 2.5 veces más que el control, pero incluso 7 veces más que una galleta comercial, con lo cual puede ser denominado como un producto “con alto contenido en fibra” según la NOM-086-SSA1-1994 y el CODEX *alimentarius*, y que puede cubrir aproximadamente el 24% de la ingesta diaria recomendada para los niños en etapa escolar (22 g de fibra/día) con una porción de 30 g. Lo anterior resulta en un alimento considerado como snack o postre que puede ser consumido a cualquier hora del día por niños que se encuentren en etapa escolar y padezcan o no de sobrepeso y obesidad, ya que al tener mayor contenido de fibra dietética que de proteína y grasa, es posible obtener los efectos benéficos de ella como la sensación de saciedad, el aceleramiento del movimiento del intestino delgado y el acortamiento del tiempo del tránsito intestinal, con lo que se reduce la posibilidad de la absorción de colesterol, glucosa y grasas, disminuyendo así el riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares y previniendo así el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 (Olagnero et al., 2007; Mugdil y Barak, 2013; González et al., 2014; Badui, 2015).

Cuadro 4.4 Aporte de fibra dietética de las galletas

Formulación	Fibra dietética (%)	Contenido de FD ⁽¹⁾ (g por 1 porción ⁽²⁾ (30 g)	Porcentaje cubierto de la ingesta diaria recomendada de FD en etapa escolar ⁽³⁾
T (control)	6.833	2.050	9.317
TB	7.108	2.132	9.693
TZ	6.538	1.961	8.915
FA	16.058	4.817	21.897
FAB	16.241	4.872	22.147
FAZ	15.479	4.644	21.108
FM	17.400	5.220	23.727
FMB	17.491	5.247	23.852
FMZ	14.034	4.210	19.138
Chokis®	3.333⁽⁴⁾	1.000⁽⁴⁾	4.545
Oreo®	2.500⁽⁴⁾	0.750⁽⁴⁾	3.409

⁽¹⁾Porción conforme a la galleta comercial Chokis®

⁽²⁾FD=Fibra dietética

⁽³⁾22 g de fibra/día (Bourges et al., 2008)

⁽⁴⁾Información tomada de las etiquetas digitales de los productos (Fuente: <http://chokis.com.mx> y <http://www.oreo.es/la-gama>)

4.1.6 Hidratos de carbono por diferencia

Las galletas, como todos los demás productos de panificación, son conocidas por su elevado contenido de hidratos de carbono (alrededor de 50-60%) debido a que uno de sus principales ingredientes, el harina de trigo, está compuesto en su mayoría por almidón, polisacárido característico por su absorción lenta en el intestino (Verburgh, 2015; EUFIC, 2016). En el **Cuadro 4.1** y en la **Figura 4.5** se muestran los resultados obtenidos de la cuantificación del porcentaje de los hidratos de carbono. Como se mencionó en la metodología, esta determinación se realizó a través de la diferencia a partir del porcentaje medio remanente de la cuantificación de los principales componentes de las galletas por lo que no fue posible el análisis estadístico de estos datos, sin embargo es posible notar una diferencia. En la **Figura 4.5** se puede ver todas las formulaciones son diferentes al control, ya sea por la adición de harina de betabel y zanahoria o por la sustitución del harina de trigo por harinas de frijol y amaranto, o de frijol y maíz. Si se comparan las formulaciones FA y FM con el control, se puede notar una clara disminución en el contenido de hidratos de carbono, lo cual refleja el elevado contenido de almidón en el harina de trigo (70 a 75%) en comparación con el contenido en el frijol, amaranto y maíz, el cual es de 65%, 50 a 70% y 62 a 69%, respectivamente (Pareyt y Delcour, 2008; Díaz de Jesús, 2014; Badui, 2015; Acevedo, 2016). Asimismo se puede observar

que existe una ligera tendencia en el aumento de hidratos de carbono al añadir harina de betabel y zanahoria a las formulaciones anteriores, siendo el harina de zanahoria, la que tiene un mayor efecto en este aumento. Si se recordará, anteriormente en los resultados analizados para la fibra dietética, se mencionó que el harina de zanahoria utilizada estaba elaborada a partir de jugo de zanahoria y no del bagazo en sí, lo cual permitía un menor aporte de fibra dietética. Ahora bien, el jugo de zanahoria en su mayoría está compuesto por azúcares tales como sacarosa, glucosa, xilosa y fructosa (Datt et al., 2012), de modo que si se parte de esta premisa, en la que el harina de zanahoria es más rica en azúcares o hidratos de carbono que el betabel, se puede comprobar que los resultados obtenidos son válidos. Es importante mencionar que a pesar de la adición de las harinas vegetales, el contenido de hidratos de carbono en las formulaciones FAB, FAZ, FMB y FMZ permaneció menor que las formulaciones que contienen trigo, es decir, las formulaciones TB y TZ, lo cual es importante desde el punto de vista nutrimental ya que si se observa el **Cuadro 4.5** se puede decir que la sustitución del harina de trigo por harinas de frijol, amaranto y maíz, y aún la adición de harina vegetal de betabel y zanahoria, permite cubrir con una porción de galletas (30 g) entre el 2 y 4% de la energía diaria recomendada para niños en etapa escolar (1978 kcal), es decir, lo mismo e incluso menos de lo que se cubre con una galleta comercial (Chokis® u Oreo®) pero con mayor contenido de proteína y una cantidad mucho más elevada de fibra, por lo que resulta beneficioso para este producto.

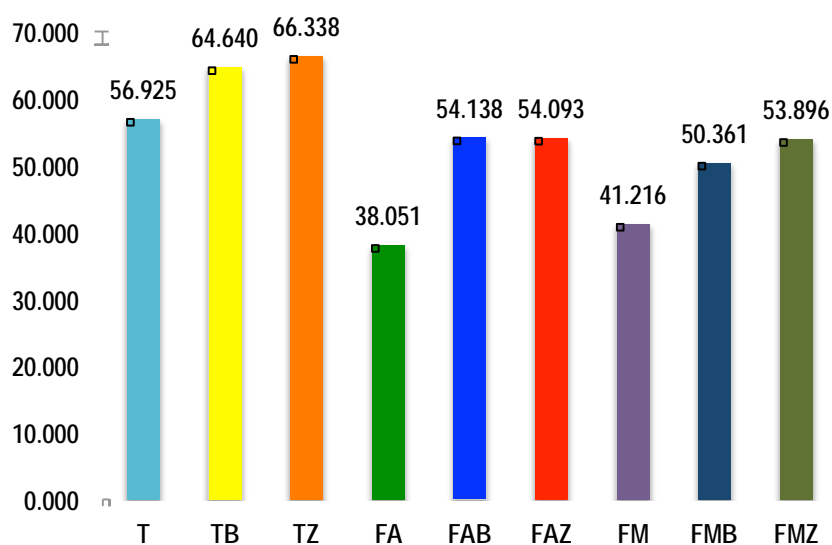


Figura 4.5 Porcentaje de hidratos de carbono en las galletas

Cuadro 4.5 Aporte de hidratos de carbono de las galletas

Formulación	Hidratos de carbono (%)	Contenido de HC ⁽¹⁾ en 1 porción ⁽²⁾ (30 g)	kcal por porción	Porcentaje cubierto de la energía diaria recomendada para niños en etapa escolar ⁽³⁾
T (control)	56.925	17.078	68.310	3.453
TB	64.640	19.392	77.569	3.922
TZ	66.338	19.901	79.606	4.025
FA	38.051	11.415	45.662	2.308
FAB	54.138	16.241	64.965	3.284
FAZ	54.093	16.228	64.912	3.282
FM	41.216	12.365	49.459	2.500
FMB	50.361	15.108	60.433	3.055
FMZ	53.896	16.169	64.676	3.270
Chokis®	63.333	19.0⁽⁴⁾	76.000	3.842
Oreo®	69.0⁽⁴⁾	20.700	82.800	4.186

⁽¹⁾HC=Hidratos de carbono

⁽²⁾Porción conforme a la galleta comercial Chokis®

⁽³⁾1978 kcal (Bourges et al., 2008)

⁽⁴⁾Información tomada de las etiquetas digitales de los productos (Fuente: <http://chokis.com.mx> y <http://www.oreo.es/la-gama>)

4.1.7 Minerales

4.1.7.1 Sodio

Uno de los principales aspectos a cuidar en la elaboración de cualquier producto alimenticio es la cantidad de sodio total presente en él, ya que se ha visto que la ingesta de gran cantidad de sodio está asociada con diversas ECNT como la hipertensión y enfermedades cardiovasculares (OMS, 2013). En el **Cuadro 4.1** se observan los resultados obtenidos conforme a la cuantificación de sodio en cada una de las formulaciones. Se puede ver que entre formulaciones de la misma harina o mezcla de ella no existen diferencias significativas, a excepción de las elaboradas con la mezcla de harinas de frijol y maíz en donde la formulación FM presenta un mayor contenido significativo de sodio que sus homólogas añadidas con harina vegetal lo cual puede deberse principalmente al “efecto de dilución” debido a la adición de esta harina. Por otro lado y de manera más importante se puede observar en la **Figura 4.6** que existen un aumento y disminución significativos en el contenido de sodio de las formulaciones con respecto al control. El aumento se observa en las formulaciones elaboradas con la mezcla de harinas de frijol y amaranto, según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2016) el amaranto posee hasta 10 veces más sodio que el trigo, por lo que esto, aunado al contenido

de sodio en el harina de frijol, explica la diferencia significativa con el control. Por otra parte, la disminución del contenido de sodio en las formulaciones elaboradas con la mezcla de harinas de frijol y harina de maíz nixtamalizado se debe al casi nulo contenido de sodio en esta harina según la USDA, siendo así el aporte de sodio principalmente por parte del harina de frijol.

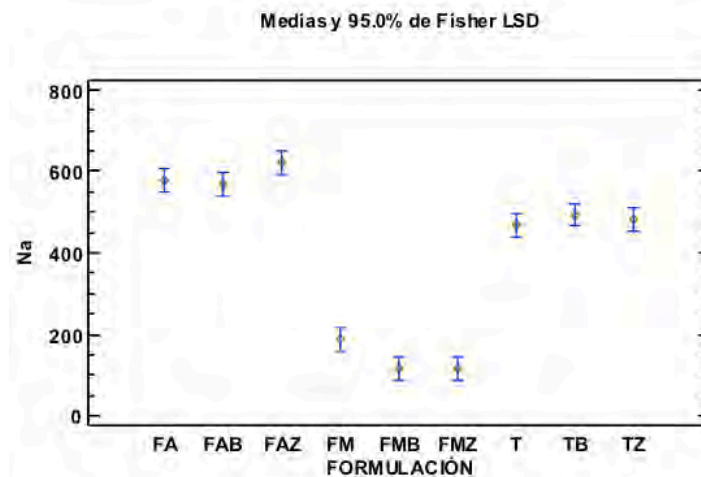


Figura 4.6 Contenido de sodio en mg/100 g de galleta

Desde el punto de vista nutrimental, si se observa el **Cuadro 4.6** se puede notar que las formulaciones cubren entre el 2 y 15% de la ingesta diaria recomendada para niños en etapa escolar (1200 mg de sodio/día). Al ser comparadas con las galletas comerciales Chokis® y Oreo® se nota que el contenido de sodio en las formulaciones, a excepción de las elaboradas con la mezcla de harinas de frijol y maíz nixtamalizado, se encuentra dentro del rango de las galletas comerciales, por lo que podría decirse que tienen un contenido “normal” de sodio. Según la NOM-086-SSA1-1994 las formulaciones FM, FMB y FMZ pueden ser catalogadas como “*producto bajo en sodio*” siendo ideales para aquellos niños y niñas con sobrepeso y obesidad. De esta forma es posible elaborar galletas con alto contenido en proteína y fibra sustituyendo el harina de trigo por una mezcla de harinas de leguminosa y cereal, sin afectar los contenidos normales de sodio e incluso disminuirlos creando así un producto bajo en este mineral.

Cuadro 4.6 Aporte de sodio de las galletas

Formulación	Na ⁽²⁾ (mg/100 g muestra)	Contenido de Na (mg) en 1 porción ⁽¹⁾ de galletas (30 g)	Porcentaje cubierto de la ingesta diaria recomendada (%) para niños en etapa escolar ⁽³⁾
T (control)	469.16	140.748	11.729
TB	493.31	147.993	12.333
TZ	483.43	145.029	12.086
FA	575.61	172.683	14.390
FAB	568.76	170.628	14.219
FAZ	622.05	186.615	15.551
FM	189.38	56.814	4.735
FMB	116.46	34.938	2.912
FMZ	115.69	34.707	2.892
Chokis®	433.33	130.0⁽⁴⁾	10.833
Oreo®	900.0⁽⁴⁾	270.000	22.500

⁽¹⁾Porción conforme a la galleta comercial Chokis®

⁽²⁾Na=Sodio

⁽³⁾1200 mg de sodio/día (Bourges et al., 2008)

⁽⁴⁾Información tomada de las etiquetas digitales de los productos (Fuente: <http://chokis.com.mx> y <http://www.oreo.es/la-gama>)

4.1.7.2 Calcio

En el **Cuadro 4.1** se presentan los resultados obtenidos de la cuantificación de calcio en las galletas. En él se puede ver que no existieron diferencias entre las formulaciones a base de trigo y de la mezcla de harinas de frijol y amaranto con respecto al control. Se esperaba que con la adición principalmente de harinas vegetales la cantidad de calcio aumentara significativamente ya que el betabel y la zanahoria son ricos en este mineral (Datt et al., 2012; Davi Vieira Teixeira da Silva et al., 2016), sin embargo aunque no sucediera, su presencia es importante desde el punto de vista nutricional, más adelante se analizará si es significativa o no. Si se observa la **Figura 4.7** se puede ver más claramente la diferencia significativa en el contenido de calcio de las formulaciones FM, FMB y FMZ con respecto al control y por ende con respecto a las demás formulaciones. Se observa claramente que la formulación FM posee el mayor contenido de calcio, esto se debe exclusivamente al harina de maíz nixtamalizado, ya que el proceso de nixtamalización además de que permite que se incremente la biodisponibilidad de la niacina (vitamina B₃) y se mejore la calidad de proteína, incrementa de tal forma la concentración de calcio, de modo que al consumir un producto nixtamalizado, como la tortilla, se ingiera el 50%

de la ingesta diaria de calcio recomendada en México (Ruiz et al., 2012). La disminución significativa en el contenido de calcio en las formulaciones FMB y FMZ con respecto a la formulación FM, es debida al efecto de dilución por la adición de un 30% más de harina vegetal, además aquí se puede notar un poco más claramente la mayor cantidad de calcio que posee la zanahoria con respecto al betabel, según la USDA (2016).

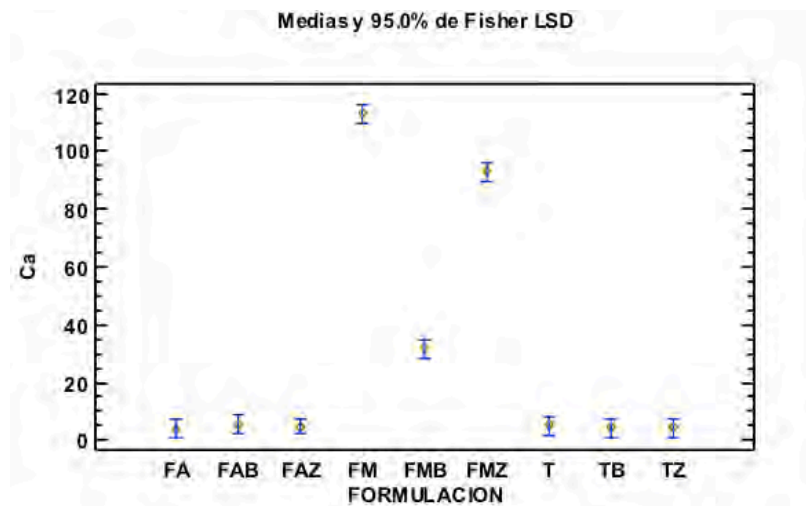


Figura 4.7 Contenido de calcio en mg/100 g de galleta

Por lo sabido anteriormente en cuanto al aporte de calcio en la dieta mexicana, se calculó el aporte de calcio de una porción de galletas. Si se observa el **Cuadro 4.7** se puede ver que a diferencia de lo dicho en la literatura, con una porción de estas galletas se puede cubrir hasta solo aproximadamente el 3% de la ingesta diaria recomendada para un niño(a) en etapa escolar (1300 mg de calcio/día). La diferencia con los demás productos nixtamalizados, como la tortilla, radica en que ellos se encuentran elaborados al 100% con harina de maíz nixtamalizada y en este caso las galletas sólo lo están con el 33.3% del harina, por lo que podría decirse que las galletas no son lo suficientemente ricas en calcio como para cubrir al menos el 50% del calcio requerido. Cabe mencionar que el calcio en la etapa de la niñez es de alta importancia para la salud de los huesos y el crecimiento, por lo que la búsqueda de su incremento en los alimentos dirigidos a los niños es vital.

Cuadro 4.7 Aporte de calcio de las galletas

Formulación	Ca ⁽²⁾ (mg/100 g muestra)	Contenido de Ca (mg) en 1 porción ⁽¹⁾ de galletas (30 g)	Porcentaje cubierto de la ingesta diaria recomendada para niños en etapa escolar ⁽³⁾
T (control)	4.986	1.496	0.115
TB	4.304	1.291	0.108
TZ	4.394	1.318	0.110
FA	4.163	1.249	0.104
FAB	5.543	1.663	0.139
FAZ	4.756	1.427	0.119
FM	112.953	33.886	2.824
FMB	31.888	9.566	0.797
FMZ	92.79	27.837	2.320

⁽¹⁾Porción conforme a la galleta comercial Chokis®

⁽²⁾Ca=Calcio

⁽³⁾1300 mg de calcio/día (Bourges et al., 2008)

4.1.7.3 Hierro

En el **Cuadro 4.1** se presentan los resultados obtenidos de la cuantificación de hierro en las galletas. Al igual que con el calcio, se puede ver que no existieron diferencias entre las formulaciones a base de trigo y de la mezcla de harinas de frijol y amaranto con respecto al control. Se esperaba que con la adición de harinas vegetales y la sustitución del harina de trigo por una mezcla de harinas de frijol y amaranto, la cantidad de hierro aumentara significativamente ya que tanto el betabel como la zanahoria, el frijol y amaranto son ricos en hierro (Datt et al., 2012; Davi Vieira Teixeira da Silva et al., 2016), sin embargo aunque no sucediera, su presencia es importante desde el punto de vista nutrimental, más adelante, al igual que con el calcio, se analizará si es significativa o no. Por otro lado, las formulaciones elaboradas con la mezcla de frijol y maíz nixtamalizado, presentaron un aumento significativo en el contenido de hierro con respecto al control. En este caso el aumento en el contenido de hierro se debe principalmente al harina de maíz nixtamalizado, si bien el maíz no es rico en hierro y en comparación con el trigo y el amaranto tiene niveles más bajos, el harina utilizada en esta investigación se encontraba adicionada con vitaminas (tiamina, riboflavina niacina, ácido fólico) y minerales (hierro, zinc, calcio), lo cual justifica el elevado contenido de hierro en las galletas. La disminución significativa de hierro en las formulaciones FMB y FMZ que se observa la **Figura 4.8** con respecto a la formulación FM se debe al efecto de

dilución debido a la adición del 30% más de harina vegetal; además se puede notar una ligera tendencia en la que las formulaciones añadidas con harina de zanahoria poseen mayor contenido de hierro que las de betabel, lo cual es lógico ya que la zanahoria posee mayor cantidad de hierro según la USDA (2016).

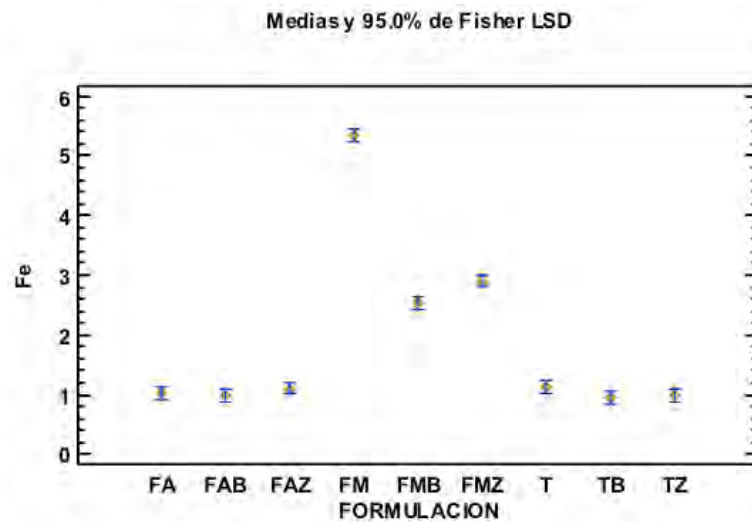


Figura 4.8 Contenido de hierro en mg/100 g de galleta

Desde el punto de vista nutrimental, si se observa el **Cuadro 4.8** se denota que al consumir una porción de galletas se puede cubrir hasta el 2% de la ingesta diaria recomendada de hierro para niños en etapa escolar (15 mg de hierro/día), pero cabe enfatizar el de las formulaciones FM, FMB y FMZ con las cuales se puede cubrir hasta el 10% de ella. Esto es de gran importancia ya que si bien las galletas son ricas en proteína y fibra dietética, el que sean ricas o bien, fortificadas con hierro puede dirigir el producto a poblaciones con otro tipo de enfermedades derivadas principalmente de la desnutrición, sin olvidar de proporcionar los nutrimentos suficientes para el grupo al que va dirigida esta investigación: un niño(a) con sobrepeso y obesidad.

Cuadro 4.8 Aporte de hierro de las galletas

Formulación	Fe ⁽²⁾ (mg/100 g muestra)	Contenido de Fe (mg) en 1 porción ⁽¹⁾ de galletas (30 g)	Porcentaje cubierto de la ingesta diaria recomendada para niños en etapa escolar ⁽³⁾
T (control)	1.123	0.337	2.246
TB	0.941	0.282	1.882
TZ	0.99	0.297	1.980
FA	1.029	0.309	2.058
FAB	0.984	0.295	1.968
FAZ	1.102	0.331	2.204
FM	5.326	1.598	10.652
FMB	2.5245	0.757	5.049
FMZ	2.9085	0.873	5.817

⁽¹⁾Porción conforme a la galleta comercial Chokis®

⁽²⁾Fe=Hierro

⁽³⁾15 mg de hierro/día (Bourges et al., 2008)

4.1.7.4 Magnesio

En el **Cuadro 4.1** se presentan los resultados obtenidos de la cuantificación de magnesio en las galletas elaboradas en esta investigación. Se puede ver que todas las formulaciones son significativamente diferentes al control a excepción de la formulación TB, sin embargo también se puede observar que entre las formulaciones a base de la mezcla de harinas de frijol y amaranto y entre las elaboradas a base de harinas de frijol y maíz nixtamalizado, no existe ninguna diferencia significativa. Al igual que con el sodio, si se observa la **Figura 4.9**, las formulaciones FA, FAB y FAZ, y las formulaciones FM, FMB y FMZ, presentan un aumento y disminución significativos, respectivamente, en comparación con el control. Se sabe que el amaranto posee una cantidad de magnesio al menos 2 veces mayor que el trigo (USDA, 2016) y que el maíz es deficiente en este mineral en cuanto a cantidades absorbibles se refiere, ya que se encuentra en su mayoría en los vegetales verdes y leguminosas (Pérez y Zamora, 2002; Velásquez, 2006), de ahí que las formulaciones FA, FAB y FAZ contengan una concentración mayor y por la misma razón, es posible que el magnesio encontrado en las galletas FM, FMB y FMZ esté principalmente aportado por el harina de frijol.

Desde el punto de vista nutrimental, si se observa el **Cuadro 4.9** se puede decir que con las galletas elaboradas con la mezcla de harinas de frijol y amaranto, se puede cubrir casi por completo, es decir, desde un 84 a un 97% la ingesta diaria

recomendada de magnesio para un niño(a) en etapa escolar (240 mg de magnesio/día). Esto es de relevancia dado que el magnesio al encontrarse principalmente en vegetales y leguminosas, alimentos comúnmente eludidos por niños con sobrepeso y obesidad, puede ser casi cubierta su necesidad a través del consumo de una porción de galletas de las formulaciones FA, FAB y FMB. Lo anterior no quiere decir que las demás formulaciones no sean lo suficientemente nutritivas, sin embargo no son una fuente ideal de magnesio.

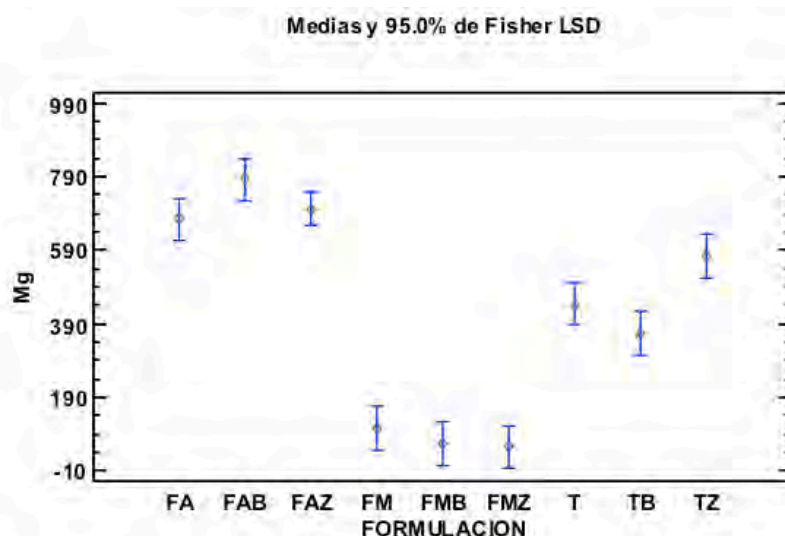


Figura 4.9 Contenido magnesio en mg/100 g de galleta

Cuadro 4.9 Aporte de magnesio de las galletas

Formulación	Mg ⁽²⁾ (mg/100 g muestra)	Contenido de Mg (mg) en 1 porción ⁽¹⁾ de galletas (30 g)	Porcentaje cubierto de la ingesta diaria recomendada para niños en etapa escolar ⁽³⁾
T (control)	444.70	133.410	55.588
TB	364.03	109.209	45.504
TZ	574.06	172.218	71.758
FA	673.55	202.065	84.194
FAB	781.51	234.453	97.689
FAZ	702.77	210.831	87.846
FM	106.70	32.010	13.338
FMB	64.10	19.230	8.013
FMZ	56.30	16.890	7.038

⁽¹⁾Porción conforme a la galleta comercial Chokis®

⁽²⁾Mg=Magnesio

⁽³⁾240 mg de magnesio/día (Bourges et al., 2008)

4.2 Evaluación Sensorial (instrumental y sensorial)

Los resultados de la evaluación sensorial instrumental de las galletas elaboradas se presenta en el **Cuadro 4.10** .

Cuadro 4.10 Resultados de la evaluación sensorial instrumental de las galletas

Formulación	L*	a*	b*	Dureza (kg m s ⁻²)
Control	35.750ab	6.355abc	6.596a	5355.42bc
TB	36.025abc	7.278def	7.027ab	5306.28bc
TZ	36.838abcd	7.738f	8.133c	4643.61ab
FA	35.199a	5.901a	7.042ab	3211.51a
FAB	35.079a	7.350ef	8.404cd	4885.25b
FAZ	38.267bcd	7.605ef	9.092d	6487.07c
FM	35.381ab	6.081ab	6.798a	4545.43ab
FMB	38.794cd	6.657bcd	7.273ab	5713.56bc
FMZ	38.934d	6.980cde	7.809bc	5377.77bc

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$).

4.2.1 Análisis colorimétrico

Como se sabe, el color es la cualidad de la sensación provocada en la retina de un observador por las ondas luminosas de longitud de onda entre 380 y 760 nm. Este color resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico que depende de determinadas características de la luz como el tono o matiz, ya sea rojo, verde o azul, la saturación y la luminosidad o brillo (Sancho et al., 1999). Estas características son suficientes para que el ojo humano pueda describir el aspecto de un alimento y decidir si un producto es de su agrado o no, ya que el aspecto o apariencia de un alimento determinará de manera muy importante su aceptación hacia él. Las galletas elaboradas en esta investigación poseen en su composición cocoa en polvo, la cual, además de proporcionar un sabor atractivo hacia el consumidor, proporciona un color café oscuro muy particular. Si bien a simple vista no se notó una diferencia significativa en el color entre las formulaciones y el control, los resultados arrojados por el análisis colorimétrico en el **Cuadro 4.10** muestran diferencias en las características antes mencionadas (tono, saturación y luminosidad) según los parámetros L*, a* y b*. Se puede observar que para el parámetro L*, el cual describe la luminosidad, es decir, que tan blanco o claro o que tan negro u oscuro es el color del producto, solamente las formulaciones FMB y FMZ, son significativamente diferentes al control, lo cual se debe a que el harina de maíz nixtamalizado en combinación con las harinas de betabel y zanahoria proporcionan un color más claro a las galletas y esto puede ser debido a que el proceso de nixtamalización permite la pérdida de pigmentos naturales del maíz

(Escalante, et al., 2013), confiriendo así una tonalidad más clara a las galletas; además, si se observa la **Figura 4.10** se puede notar una tendencia en la que el harina de betabel aumenta la luminosidad de las galletas, pero lo hace aún más el harina de zanahoria, aunque no significativamente (con excepción de las formulaciones FAB y FAZ, en donde sí se presenta una diferencia significativa entre ellas en este parámetro). Este mayor aporte en la luminosidad por parte del harina de zanahoria se debe a que los carotenos presentes en ella proporcionan una tonalidad más clara (entre amarillenta o anaranjada) a las galletas en comparación con las tonalidades más oscuras que aportan las betalaínas y la cocoa las cuales son más rojizas o violetas y cafés, respectivamente.

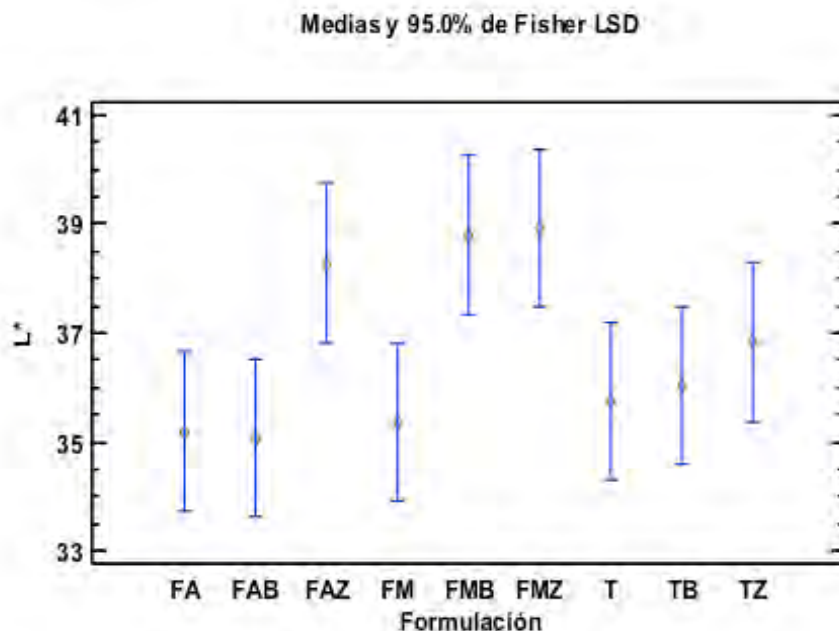


Figura 4.10 Parámetro L* de las galletas

En cuanto al parámetro a* se puede ver en el **Cuadro 4.10** que las formulaciones TB, TZ, FAB y FAZ son significativamente diferentes al control. Hay que recordar que valores positivos de este parámetro indican una coloración roja y valores negativos una coloración verde (Hunterlab, 2012), por lo que se puede decir que a pesar de la existencia o no de una diferencia significativa con respecto al control y que a pesar de que a simple vista no se note alguna diferencia, si se observa la **Figura 4.11**, la adición de harina de betabel y zanahoria a las formulaciones tiene un efecto importante en el aumento de la coloración roja en las galletas, lo cual era de esperarse debido a, como se mencionó anteriormente, la

presencia de carotenos y betalainas presentes en la zanahoria y el betabel, respectivamente.

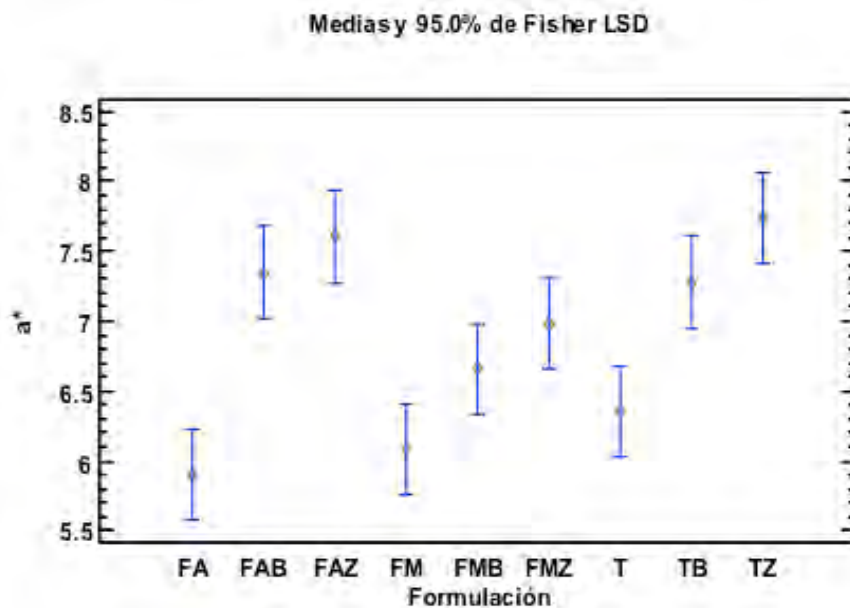


Figura 4.11 Parámetro a* de las galletas

Y finalmente con respecto al parámetro b*, en donde valores positivos indican una coloración amarilla y valores negativos una coloración azul (Hunterlab, 2012), se puede ver en el **Cuadro 4.10** que las formulaciones TZ, FAB, FAZ y FMZ son significativamente diferentes al control, pero al igual que en el parámetro a* en el que las diferencias significativas no son tan importantes debido a que a simple vista no se distingue, se puede ver en la **Figura 4.12** que la adición de harina de betabel y zanahoria en las formulaciones tiene un efecto importante en el aumento de la coloración amarilla en las galletas, sobretodo en las que poseen harina de zanahoria por la presencia de carotenos en ellas.

De esta forma y de manera general, se puede concluir que el efecto en el color de las galletas es principalmente debido a la adición de las harinas vegetales y no a la sustitución del harina de trigo por harinas de frijol, de amaranto y de maíz nixtamalizado.

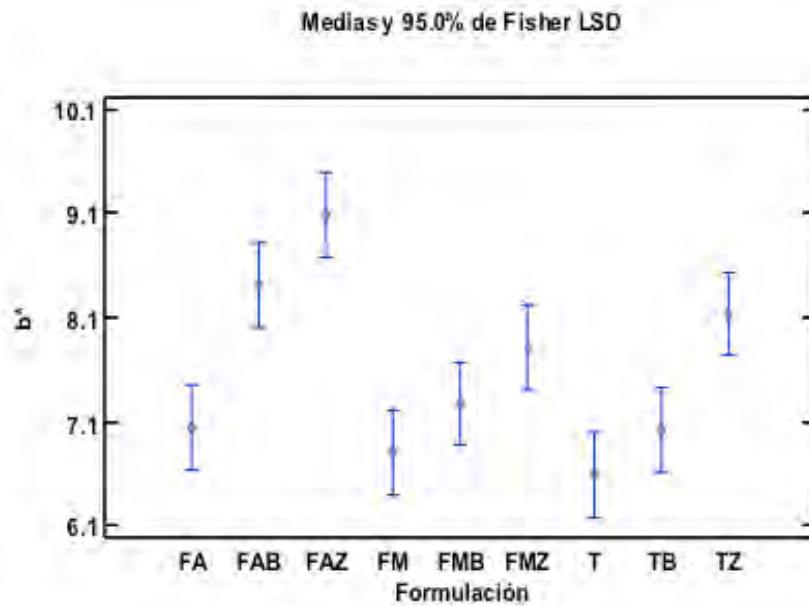


Figura 4.12 Parámetro b* de las galletas

4.2.2 Análisis de textura (TPA)

La textura es uno de los atributos primarios que junto con la apariencia, sabor y olor conforman la calidad sensorial de los alimentos. Principalmente en los productos horneados, la textura es el parámetro de calidad de más alto peso para el consumidor y en lo que respecta a las galletas, la dureza es el parámetro textural de mayor importancia (Castro et al., 2016). En el **Cuadro 4.10** se muestran los resultados obtenidos del análisis de textura para el parámetro de dureza. En ella se puede ver que prácticamente no existe ninguna diferencia significativa entre todas las formulaciones, de forma que tanto la sustitución del harina de trigo por una mezcla de harina de frijol y harinas de amaranto y maíz, la adición de harinas vegetales, las diferencias en la humedad y contenido de lípidos de las galletas, así como el aumento en el contenido de fibra dietética, no tienen un efecto significativo en la dureza de las galletas. Cabe mencionar que esta determinación fue de las más importantes en la evaluación sensorial, debido a que, como se mencionó anteriormente en la metodología, un niño en etapa escolar es incapaz de poder evaluar acertadamente el atributo de textura.

4.2.3 Prueba afectiva

Las pruebas afectivas son aquellas en las que los consumidores expresan su reacción ante un producto, indicando si les gusta o disgusta, si lo aceptan o lo

rechazan o si lo prefieren entre otros productos. Resultan muy informativas desde el punto de vista de la mercadotecnia de un alimento cuando se llevan a cabo con un número no menor a treinta consumidores casuales o potenciales (jueces no entrenados) del alimento que juzgan, ya que con base en los resultados el investigador podrá conocer su punto de vista (Íñigo, 2013; Zea, 2016). Debido a que esta investigación está enfocada en el desarrollo de un nuevo producto, la prueba afectiva fue de gran importancia. Se evaluaron 3 formulaciones, entre ellas el control, de las 9 analizadas fisicoquímica y sensorialmente tomándose como criterios el mayor contenido de proteína y fibra. Las formulaciones que cumplieron con estos criterios fueron las elaboradas a partir de la mezcla de harinas de frijol, amaranto o maíz y betabel, es decir las formulaciones FAB y FMB.

La evaluación se llevó a cabo con 34 niños de entre 6 y 12 años de los cuales el 52.9% eran hombres y 47.1% mujeres (ver **Figura 4.13**). Según lo expresado por los consumidores, se vio que el 97.1% de ellos consumían galletas al menos una vez a la semana (ver **Figura 4.14**), lo cual concuerda con el estudio realizado por la FUNSALUD y el INSP (Arvizú et al., 2015) al predominar el consumo de galletas en niños en etapa escolar (con lo que respecta a los cereales y sus productos) y con las estadísticas de consumo de galletas dulces de los hogares de estrato socioeconómico medio bajo y medio alto publicadas por la CANIMOLT.

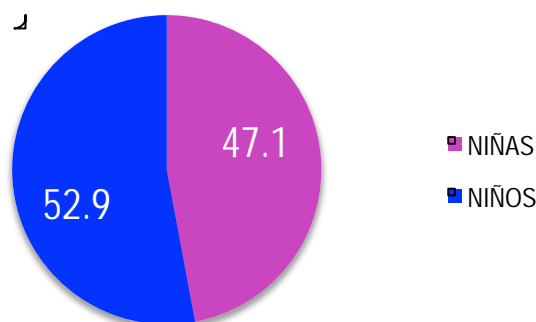


Figura 4.13 Porcentaje de niños y niñas en etapa escolar que realizaron la prueba afectiva de las galletas control, FAB y FMB

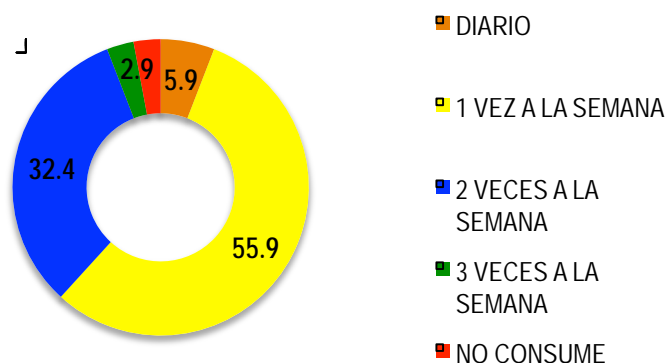


Figura 4.14 Porcentaje de frecuencia de consumo de galletas por niños en etapa escolar

Los resultados de la evaluación de nivel de agrado de las galletas se muestran resumidos en el **Cuadro 4.11** donde se observan las medias de los diferentes atributos evaluados (apariencia, aroma y sabor). Se observó que no existió ninguna diferencia significativa con respecto al control en todos los atributos evaluados. Cabe mencionar que los niveles de agrado para los tres atributos fueron elevados, es decir, se obtuvieron calificaciones de “Bueno”, “Muy bueno” y “Súper bueno”, de ahí la razón de que las medias obtuvieran valores mayores a 5. Lo anterior es de gran relevancia para esta investigación ya que con base en estos resultados es posible lanzar al mercado galletas más nutritivas con un alto nivel de aceptación de tal forma que puedan ser una opción de snack “rico y saludable” para aquellos niños en etapa escolar que padecen sobrepeso y obesidad y que son incapaces de evitar comer galletas dulces. Si bien en la **Figura 4.16** se muestra que el 58.8% de los niños evaluados prefirieron la muestra control en cuanto al sabor, era de esperarse, ya que esta se encontraba elaborada con harina de trigo, harina utilizada para elaborar la mayoría, sino es que todas, las galletas dulces comerciales.

Cuadro 4.11 Medias de nivel de agrado para las galletas control, FAB y FMB

Formulación	Apariencia	Aroma	Sabor
Control	5.971a	5.412a	6.235a
FAB	5.824a	5.824a	6.118a
FMB	5.971a	5.941a	5.794a

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$).

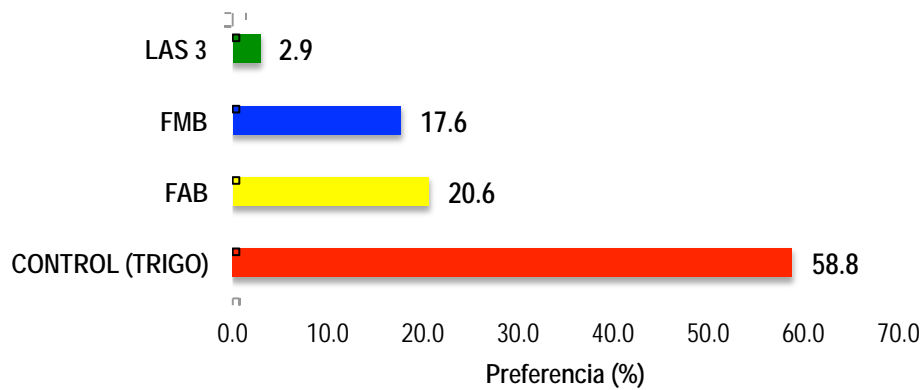


Figura 4.15 Porcentaje de preferencia de las galletas evaluadas en la prueba afectiva

Con base en el análisis realizado previamente es posible decir que efectivamente la sustitución del harina de trigo en las galletas por una mezcla de harinas de frijol y amaranto o de maíz nixtamalizado, así como la adición de harinas vegetales, principalmente de betabel, permiten el aumento significativo del contenido de proteína, y así también del contenido de fibra dietética, en comparación con galletas comerciales. Asimismo, con ello permanecen en niveles normales la cantidad de sodio, la humedad y el contenido de grasa incluso pudiendo cubrir casi por completo la ingesta diaria recomendada de magnesio, además de ser una fuente de calcio y hierro. Aunado a lo anterior, tienen una aceptabilidad lo suficiente elevada como para ser un “snack rico y saludable” para cualquier niño(a) mexicano que incluso padezca sobrepeso u obesidad, y no sólo eso, sino también pueden ser dirigidas a personas que se encuentren en desnutrición o bien padezcan celiaquía.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- ✓ La sustitución del harina de trigo por harinas de frijol, amaranto y maíz, tiene un efecto significativo en el aumento del contenido de proteína en las galletas, siendo las elaboradas con harinas de frijol y amaranto las que presentaron los niveles más altos de proteína.
- ✓ Desde el punto de vista nutrimental, con la sustitución del harina de trigo por harinas de frijol, amaranto y maíz se puede cubrir desde un 7.4 hasta un 8.9% de la ingesta diaria recomendada de proteína para un niño(a) en etapa escolar, es decir, hasta un 4% que el cubierto por las galletas comerciales.
- ✓ La sustitución del harina de trigo por harinas de frijol, amaranto y maíz, tiene un efecto significativo en el aumento del contenido de fibra dietética en las galletas; siendo las elaboradas con harinas de frijol y de maíz las que presentaron los niveles más altos de fibra dietética.
- ✓ La sustitución del harina de trigo por harinas de frijol, amaranto y maíz y la adición de harina de betabel aumenta hasta 7 veces más el contenido de fibra en las galletas en comparación con una galleta comercial, contenido con el cual se puede cubrir hasta un 24% de la ingesta diaria recomendada de fibra para un niño(a) en etapa escolar.
- ✓ La sustitución del harina de trigo por harinas de frijol, amaranto y maíz así como la adición de harina de betabel se puede cubrir, con una porción de galletas (30 g), entre el 2 y 4% de la energía diaria recomendada para niños en etapa escolar en cuanto a hidratos de carbono se refiere, es decir, lo mismo que se cubre con una galleta comercial, pero con mayor contenido de proteína y una cantidad mucho más elevada de fibra.
- ✓ Las formulaciones FAB y FMB evaluadas sensorialmente por consumidores en etapa escolar fueron igualmente aceptadas que el control, recibiendo calificaciones de “Bueno”, “Muy bueno” y “Súper bueno”.
- ✓ La sustitución del harina de trigo por harinas de frijol y maíz, así como la adición de un 30% de harina de zanahoria aumentan significativamente el contenido de lípidos en las galletas y desde el punto de vista nutrimental, ninguna de las formulaciones rebasa el aporte de los lípidos recomendado en la dieta de un niño(a) en etapa escolar.

- ✓ La mezcla de las harinas de frijol y amaranto aumenta significativamente el contenido de sodio en las galletas con respecto al control, caso contrario a lo que sucede con la mezcla de harinas de frijol y maíz nixtamalizado, la cual lo disminuye significativamente generando así un “*producto bajos en sodio*”.
- ✓ La mezcla de las harinas de frijol y maíz nixtamalizado aumenta significativamente el contenido de calcio en las galletas.
- ✓ La mezcla de las harinas de frijol y maíz nixtamalizado aumenta significativamente el contenido de hierro en las galletas pudiendo cubrir hasta el 10% del IDR para niños en etapa escolar con una porción de galletas.
- ✓ La mezcla de las harinas de frijol y amaranto aumenta significativamente el contenido de magnesio en las galletas de tal forma que se puede cubrir hasta el 97% del IDR para niños en etapa escolar con una porción de galletas.
- ✓ La sustitución del harina de trigo por harinas de frijol, amaranto y maíz disminuyen el contenido de hidratos de carbono disponibles en las galletas con respecto al control, sin embargo la adición de harinas vegetales lo aumentan, siendo el harina de zanahoria la que tiene un mayor aporte en el contenido total de estos.
- ✓ Los cambios en los parámetros de color en las galletas (L^* , a^* , b^*) se debe a la adición de las harinas vegetales de betabel y zanahoria.
- ✓ Las galletas elaboradas con harina de zanahoria presentan los valores más altos de L^* , a^* y b^* principalmente debido a la presencia de carotenos en el harina.
- ✓ Ni la sustitución del harina de trigo por una mezcla de harina de frijol y harinas de amaranto y maíz, ni la adición de harinas vegetales tienen un efecto significativo en la textura (dureza) de las galletas.
- ✓ Todas las formulaciones cumplen con lo establecido en la NMX-F-006-1993 para las galletas comerciales (Tipo III) con respecto al contenido de humedad y lípidos, sin embargo para el contenido de cenizas solamente lo cumplen las formulaciones T, TB y TZ.

RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un análisis de calidad de proteína de las galletas para evaluar si existe algún efecto de complementación de aminoácidos entre harinas.
- ✓ Hacer un estudio de digestibilidad para determinar que tan disponibles se encuentran los aminoácidos.
- ✓ Realizar un ajuste de humedad de la masa de las galletas considerando la humedad inicial de las harinas para tener una menor variación en la eliminación de agua durante el proceso de horneado.
- ✓ Considerar utilizar otro tipo de grasas para elaboración, de preferencia vegetales, y evaluar su efecto en las galletas.
- ✓ Realizar el análisis químico proximal de todas las harinas utilizadas.
- ✓ Comprobar la existencia de fibra soluble en las galletas mediante el análisis de la fracción digerible e indigerible de la fibra dietética.
- ✓ Realizar pruebas afectivas con otro tipo de consumidores (adolescentes, jóvenes y adultos) que padezcan sobrepeso y obesidad.
- ✓ Determinar si las harinas vegetales, por su composición, tienen actividad antioxidante antes y después de la elaboración de las galletas.
- ✓ Evaluar el efecto antihiper glucémico e hipoglucemiante de las galletas en ratas.
- ✓ Tomar como pauta esta investigación para otras investigaciones que tengan el mismo fin y para la elaboración de una norma que establezca las especificaciones que debe cumplir una galleta clasificada como funcional.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, R. (2016). Elaboración de una botana “tipochurruto” a base de harinas de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y maíz (*Zea mays L.*). Tesis de licenciatura. UNAM, FES Cuautitlán, p.11-26.
- Aguilar, J.A. (2009) Composición nutricional de 10 variedades de maíz y la evaluación de la suplementación de 4 de estas variedades con una especie selecta de leguminosas. Tesis de Maestría. UNAM, México, D.F. p 27-31.
- Alimentación. (2012). Alimentos Funcionales, lo que busca el consumidor. Redacción Énfasis Alimentación. [en línea]. Consulta realizada en Junio del 2016 en: <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/63830-alimentos-funcionales-lo-que-busca-el-consumidor>
- Altindag, G., Certel, M., Fundagül, e. y Ilknur, Ü. (2014). Quality characteristics of gluten-free cookies made of buckwheat, corn, and rice flour with/without transglutaminase. *Food Science and Technology International* p. 1-8.
- Anderson, J. y Gustafson, N. (1989). Adherence to high-carbohydrate, high-fiber diets. *The Diabetes Educator* 15:429-434.
- Aranceta, J., Pérez, C., Ribas, L., Serra, L. (2005). Epidemiología y factores determinantes de la obesidad infantil y juvenil en España. *Rev Pediatr Aten Primaria* Supl.1:s13-20.
- Arroyo, P. y Solís, J. (2016). Desarrollo de dulce de leche tipo gloria, reducido en grasa, deslactosado, sin azúcar y adicionado con prebióticos como alimento funcional. Tesis de licenciatura, UNAM, FES Cuautitlán, p. 33-35.
- Arvizú, O., Polo, E. y Shamah, T. (2015). *Qué y cómo comemos los mexicanos: consumo de alimentos en la población.* (1ª ed.). México: Instituto Nacional de Salud Pública y Fundación Mexicana para la Salud/Fondo Nestlé para la Nutrición, págs. 69-92
- Asociación Mexicana del Amaranto. (2003). El Amaranto: un alimento con múltiples beneficios. Centro de Información al Consumidor de Amaranto. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.amaranto.com.mx/salud/beneficios/beneficios.htm>

- Astiasiarán, I. y Martínez, J. (2002). *Alimentos: Composición y propiedades*. (1ª ed.). España: Ed. McGraw-Hill Interamericana, p. 310-315.
- Avendaño, L. (2014). Elaboración de un cereal para desayuno a base de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) de alta calidad nutrimental. Tesis de licenciatura, UNAM, FES Cuautitlán, p. 4-9.
- Bach, V., Mikkelsen, L., Kidmose, U. Y Edelenbos, M. (2015). Culinary preparation of beetroot (*Beta vulgaris* L.): the impact on sensory quality and appropriateness. *J Sci Food Agric* 95:1852-1859.
- Badui, S. (2015). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. (2ª ed.). México, D.F.: Pearson, págs. 68-69, 201-202.
- Baldenebro, R. (2016). Nivel socioeconómico de los padres de niños de 5-9 años de edad con obesidad, en la unidad de medicina familiar No. 40 del IMSS en Mexicali, B.C. Trabajo de especialización en Medicina Familiar, UNAM, p.6.
- Boucher, F. Y Muchnik, J. (1995). Agroindustrial rural: Recursos técnicos y alimentación. Costa Rica: IICA, CIID, CIRAD, p. 145-147.
- Bourges, R., Casanueva, E. y Rosado, J. (2008). *Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana*. México: Editorial Médica Panamericana, p. 72, 122, 140, 156, 166.
- Byrd, C. (2016). *Wardlaw: Perspectivas en nutrición*. (9ª ed.). China: McGrawHill Education, p. 235.
- Caballero, C. y Alonso, L. (2010). Enfermedades crónicas no transmisibles: Es tiempo de pensar en ellas. *Salud Uninorte* 26(2): 5-9.
- Cabeza, S. (2009). Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. Tesis de máster europeo en Seguridad y Biotecnología alimentarias. Universidad de Burgos, Facultad de Ciencias, Depto. de Biotecnología y Ciencia de los alimentos, p.5-7.
- Calvo, S., Gómez, C., López, C. y Royo, M. (2012). *Nutrición, Salud y Alimentos Funcionales*. Madrid: UNED, p. 405.
- Camacho, I., Rodríguez, J., Oswaldo, E., Rodríguez, M. y Musalem, C. (2015). Prevalencia de obesidad en preescolares, escolares y adolescentes en el Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos del ISSSTE. *Rev Esp Méd Quir* 20:152-157.

- CANIMOLT. (2014). Reporte estadístico 2014. Cámara Nacional de la Industria Molinera del Trigo, p. 86-96.
- Carper, J. (1995). *Los alimentos: medicina milagrosa*. (3ª ed.) Bogotá, Colombia: Norma S.A., p. 405-410.
- Casanueva, E., Kaufer, M., Pérez, A., Arroyo, P. (2008). *Nutriología Médica*. (3ª ed.) México: Fundación Mexicana para la Salud: Ed. Panamericana, p. 593.
- Castro, E., Verdugo, M., Miranda, M. y Rodríguez, A. (2016). Determinación de parámetros texturales de galletas. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile, Santiago Chile, p. 136.
- Cervantes, M., Copado, F. Cervanes, M., Soto, R., Torrentera, N. y Figueroa, J. (2002). Predicción del contenido de aminoácidos en el tigo con base en su valor de proteína. *Interciencia*, 27(12):695-701.
- CHOKIS, información nutrimental. [en línea]. Consulta realizada en Septiembre del 2016 en: <http://chokis.com.mx>
- Codex *alimentarius*. Directrices para el uso de Declaraciones Nutricionales y Saludables (CAC/GL 23-1997).
- CONABIO. Amaranto. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Usos de Alimentos. [en línea]. Consulta realizada en Julio 2016 en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/alimentacion/amaranto.html>
- CONABIO. *Phaseolus vulgaris* L. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ficha informativa. [en línea]. Consulta realizada en Julio 2016 en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseolus-vulgaris/fichas/pagina1.htm>
- Contreras, L., Jaimez, O., Porras, M., Juárez, S., Añorve, M. y Villanueva, R. (2010). Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de harinas para preparar atole de amaranto. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 60(2):184-191.
- Cortés, A. y Ortiz, J. (2006). Helado de betabel y zanahoria. *IV Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica y XV Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica*. Morelia, Michoacán México, p. 1-9.

- Costa, S. (2008). Alimentos funcionales: ¿moda o necesidad? *Industria Alimentaria*, p. 22-24.
- Da Silva, D., De Oliveira, F., Trindade, A., Pierucci, R., Conte, C., Da Silveira, T., Mere, E. y Flosi, V. (2016). Physicochemical, nutritional, and sensory enriched beetroot gel and its effects on plasmatic nitric oxide and blood pressure. *Food Nutrition Research* 60:1654-1661.
- Datt, K., Karki, S., Singh, N. y Attri, S. (2012). Chemical composition, functional properties and processing of carrot-a review. *J Food Sci Technol* 49(1):22-32.
- Del Rio, B., Valéquez, O., Sánchez, S., Lara, A., Berber, A., Fanghänel, G, et al. (2004). The high prevalence of overweight and obesity in Mexican children. *Obes res*, 12(2): 215-223.
- Díaz de Jesus, A. (2014). Desarrollo de una formulación para elaborar una dona de trigo horneada complementada con amaranto. Tesis de licenciatura, UNAM, FES Cuautitlán, p. 4, 8, 11-18.
- Drago, M., López, M. y Sainz, T. (2006). Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. *Rev Mexicana* 37(4):58-68.
- ENSANUT. (2012). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>
- EQUIPO EDITORIAL. (2013). La alimentación infantil, el marketing y los medios de comunicación. *Rev Pediatr Aten Primaria* 15(60): 299-303.
- Escalante, A., Ramírez, B., Torres, P., Barrón, J., Figueroa, J. y López, J. (2013). La nixtamalización y su efecto en el contenido de antocianinas de maíces pigmentados, una revisión. *Rev. Fitotec. Mex.* 36(4):429-437.
- EUFIC. (2006). Alimentos funcionales. European Food Information Council, Documentos básicos. [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.eufic.org/article/es/expid/basics-alimentos-funcionales/>
- EUFIC. (2016). El pan, alimento básico de nuestra dieta. European Food Information Council, artículos. [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.eufic.org/article/es/rid/pan-alimento-basico-de-nuestra-dieta/>
- FAO. (1985). Necesidades de Energía y de Proteínas. Serie Inf. Técn. Ginebra, no. 724.

- FAO. (1993). El maíz en la nutrición humana. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Depósito de documentos de la FAO [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S00.htm#Contents>
- FAO. (1997). Cultivos andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Consulta realizada en Julio y Agosto del 2016. Recuperado de: <http://www.rlc.fao.org/es>
- FAO. (2001). El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Depósito de documentos de la FAO [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s00.htm#toc>
- FAO. (2002). Nutrición Humana en el mundo en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Depósito de documentos de la FAO [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s00.htm#Contents>
- FAO. (2003). Perfiles nutricionales por países: México. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Salud Uninorte* 26(2): 7-9.
- FAO. (2015). Statistical Pocketbook: World food and agriculture. Food and Agriculture organization of the United Nations [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.fao.org/3/a-i4691e.pdf>
- FAO. (2006). Guía de Nutrición de la Familia. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, págs. 88-92
- FAO. (2016). Alimentación escolar. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.fao.org/school-food/es/>
- FAO. (2016). Legumbres: Semillas nutritivas para un futuro sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Publicaciones, p. 38.
- Frutamex. (2011). Ficha técnica: Betabel. [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://frutamex.com.mx/2014/ficha-tecnica-del-betabel.html>

- García, P. (2012). La alimentación de los mexicanos: Cambios sociales y económicos, y su impacto en los hábitos alimenticios. (1ª ed.). México: CANACINTRA, p. 13-17, 116-144, 277.
- Georgiev, V., Weber, J., Kneschke, E., Denev, P., Bley, T. Y Pavlov, A. (2010). Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot *Beta vulgaris* cv. Detroit dark red. *Plant Foods Hum Nutr* 65:105-111.
- Gil, A. (2010). Tratado de nutrición: Bases fisiológicas Bioquímicas de la Nutrición. (2ª ed.) Madrid: Medica Panamericana, p. 335, 338, 359.
- Gómez, M. (2015). Industrialización de cereales. Universidad de Valladolid, Apuntes, p. 36-37.
- González, W. (2013). Aspectos socioeconómicos y familiares asociados en niños y adolescentes obesos. *Revista de Ciencias Sociales* XIX(1): 120-130.
- González, G. A., González, A. F., Álvarez, E., García, H. S., Vallejo, B. (2014). *Los alimentos funcionales: Un nuevo reto para la industria de alimentos*. (1ª ed.). México, D.F.: AGT Editor, S. A., p. 1-27, 413-444.
- Gregorio, J. (2010). Producción orgánica de betabel (*Beta vulgaris* L.): evaluación de variedades y efecto de dos compostas. Tesis de licenciatura, UAAAN, División de Agronomía, p. 15-17.
- Hernández, R. y Blanco, D. (2015). Evaluación de polvos de zanahoria obtenidos por deshidratación por aire forzado a diferentes temperaturas. *IDESIA* 33(4):75-80.
- Hernández, M. y Sastre, A. (1999). *Tratado de Nutrición*. Madrid: Díaz de Santos, p. 343.
- Holland, B., Undwin, J. y Buss, D. (1991). Vegetables, herbs and spices: Fifth supplement to McCance and Widdowson's, London, p. 50, 130.
- Hunterlab. (2012). Measuring Color using Hunter L, a, b versus CIE 1976 L*a*b*. Hunterlab, Application Note, pp.1-4.]. Consulta realizada en Septiembre del 2016 en: <http://www.hunterlab.com/an-1005b.pdf?r=false>
- IMSS. (2015). La obesidad en el menor de edad. Instituto Mexicano del Seguro Social, Salud en línea. [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/obesidad-menoreedad>

- Industria alimenticia. (2014). 10 principales tendencias de los alimentos funcionales para el 2014. *Industria alimenticia* [en línea], consulta realizada en Junio del 2016 disponible en <http://www.industriaalimenticia.com/articulos/87356-principales-tendencias-de-los-alimentos-funcionales-para-el-2014>
- INEGI. (2010). Población rural y urbana. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Población. Consulta realizada en Julio del 2016 en: http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P
- INEGI. (2012). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Instituto Danone México. Pautas para la orientación alimentaria en México. 368.8 Bour, p. 8-24.
- Íñigo, J. (2013). Evaluación del perfil sensorial de bebidas lácteas fermentadas. Tesis de licenciatura. UNAM, p. 6, 14-17.
- Instituto de la Galleta. (2015). Energía saludable. [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://institutodelagalleta.com/energiaSaludable.php?cl=2>
- Juárez, Z., Bárcenas, M. y Hernández, L. (2014). El grano de trigo: características y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 8(1):79-93.
- Kaufer, M. y Toussaint, G. (2008). Indicadores antropométricos para evaluar sobrepeso y obesidad en padiatría. *Medigraphic* 65, 502-518.
- Krebs, N., Himes, J., Jacobson, D., Nicklas, T., Guilday, P. y Styne, D. Assessment of child and adolescent overweight and obesity. *Pediatrics* 120, p. S193-S228.
- Koplan J., Liverman, C. y Kraak, V. (2005). *Preventing childhood obesity: Health in the balance*. Washington, DC: National Academics Press, p. 21-44.
- Lai, H. y Lin, T. (2006). Bakery Products: Science and Technology. **En:** Bakery Products: Science and Technology. Hui, Y., Corke, H., De Leyn, I., Nip, W., y Cross, N., Eds., Blackwell Publishing, Ames, USA, p. 3–65

- Lara, M. (2015). El cultivo de frijol en México. [en línea] *Revista Digital Universitaria* 16(2). Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art9/art9.pdf>
- Larrosa, A., González, G., Vásquez, E., Romero, E., Chávez, C., Salazar, L. y Lizárraga, E. (2013). Crecimiento acelerado en escolares obesos frente a escolares con peso saludable. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 52(1):S12-S17.
- Machha A. y Schechter, A. (2011). Dietary nitrite and nitrate: a review of potential mechanisms of cardiovascular benefits. *Eur J Nutr* 50(5): 293-303.
- Macias, A., Gordillo, L. y Camacho, E. (2012). Hábitos alimentarios de niños en edad escolar y el papel de la educación para la salud. *Rev Chil Nutr* 39(3): 40-43.
- Mancebo, C., Rodríguez, P. y Gómez, M. (2016). Assesing rice flour-starch-protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies. *Food Science and Technology* 67:127-132.
- Manley, D. (1989). Tecnología de la industria galletera. España: Ed. Acribia, p. 230.
- Mugdil, D. y Barak, S. (2013). Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. *International Journal of Biological Macromolecules* 61:1-6.
- Ninfali, P. y Angelino, D. (2013). Nutritional and functional potential of *Beta vulgaris cicla* and *rubra*. *Fitoterapia* 89:188–199.
- NMX-F-006-1983. Alimentos. Galletas. Food. Cookie. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
- NOM-086-SSA1-1994, bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- Nussinovitch, A. (2016). Adhesion in foods: Fundamental principles and applications. USA: Jonh Wiley & Sons, p. 49.
- Olagnero, G., Abad, A., Bendersky, S., Genevois, C., Granzella, L. y Montonati, M. (2007). Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *DIAETA*, 25(121): 20-33
- OMS. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 894, p. i-xii, I-253

- OMS. (2013). Ingesta de sodio en niños y adultos. Organización Mundial de la Salud, Directrices: Resumen.
- OMS. (2015). Enfermedades no transmisibles. Organización Mundial de la Salud, Nota Descriptiva.
- OMS. (2015). Obesidad y Sobrepeso. Organización Mundial de la Salud, Nota Descriptiva.
- OMS. (2016). Sobrepeso y obesidad infantiles. Organización Mundial de la Salud, Programas y Proyectos. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/>
- OMS. (2016). Fomento del consumo mundial de frutas y verduras. Organización Mundial de la Salud, Programas y Proyectos. Consulta realizada en Julio del 2016: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/>
- Organización para la cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2014). "Obesity Update" [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.oecd.org/health/Obesity-Update-2014.pdf>
- Oreo, información nutrimental. Consulta realizada en Septiembre del 2016 en: <http://www.oreo.es/la-gama>
- Ortega, R. (2013). Costos económicos de la obesidad infantil y sus consecuencias. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 52(1):S8-S11
- Pareyt, B. y Delcour, J. (2008). The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: A review on sugar-snap cookies. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9):824-839.
- Pérez, F y Zamora, S. (2002). Nutrición y alimentación humana. Ed. Aula de Mayores, Universidad de Murcia, p. 77.
- Produlce. (2015). Galletas. Asociación Española del Dulce. [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: http://produlce.com/galletas_1
- Rai, S., Kaur, A. y Singh, B. (2014). Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations. *J Food Sci Technol* 51(4):785-789.
- Rink S., Mendola P., Mumford S., Poudrier K., Browne R., Wactawski-Wende J, et al. (2013). Self-report of fruit and vegetable intake that meets the 5 a day recommendation is associated with reduced levels of oxidative stress

biomarkers and increased levels of antioxidant defense in premenopausal women. *J Acad Nutr Diet* 113:776-785.

- Rivera, J., Barquera, S., Campirano, F., Campos I, Safdie, M y Tovar, V. (2002). Epidemiological and nutritional transition in Mexico: rapid increase of noncommunicable chronic diseases and obesity. *Public Health Nutr.* 5(1): 113-122.
- Rodríguez, V. (2008). Bases de la Alimentación Humana. España: Netbiblo, p. 19-26.
- Romero, C. (2003). Validación de un método para cuantificar en cereales y leguminosas por HPLC. Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Química.
- Rotimi, E. (2012). *Functional Foods and Nutraceuticals Food Science Text Series*. New York: Springer p. 3-13, 155.
- Ruiz, M., Quintero, A., Meléndez, C., Talamás, R., Barnard, J., Márquez, R. y Lardizábal, D. (2012). Nixtamalization in two steps with different calcium salts and the relationship with chemical, textura and thermal properties in masa and tortilla. *Journal of Food Process Engineering* 35:772-783.
- SAGARPA. (2016). Maíz blanco y amarillo, alimentación e industria. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/maiz-blanco-y-amarillo-alimentacion-e-industria?idiom=es>
- SAGARPA. (2016). Zanahoria, una joya mundial. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/zanahoria-una-joya-mundial>
- Salas, L. (2003). *Educación alimentaria: manual indispensable en educación para la salud*. México: Trillas, págs.41ç
- San Miguel. (2008). Características Nutricionales del Amaranto. San Miguel es amaranto. [en línea]. Consulta realizada en Julio del 2016 en: http://www.sanmiguel.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=15&

- Sancho, J., Bota, E. y Castro, J. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. (1ª ed.). España: Edicions de la Universitat de Barcelona, págs. 51
- Sanz, J., Wronkowska, M., Soral, S. y Haros, M. (2012). Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *El sevier LWT-Food Science and Technology* XXX:1-7.
- Saxholt, E., Christensen, A., Moller, A., Hartkopp, H., Hess, Y. Y Hels, O. (2008). Danish Food Composition Databank. Department of Nutrition, National Food Institute, Technical University of Denmark. Consulta realizada en Julio 2016 en: http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb_default.asp
- Shamah, T., Amaya, M. y Cuevas, L. (2015). Desnutrición y obesidad: doble carga en México. [en línea] *Revista Digital Universitaria* 16(5). Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art34/>
- Shamosh, S. (2014). Definición de principios alimentarios saludables, a partir de los usos y costumbres de la alimentación ancestral y de la actual en México. Tesis de doctorado, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras-Facultad de Ciencias, Instituto de Investigaciones Filosóficas, p. 100-135.
- SIAP. (2014). Betabel: Beta vulgaris var conditiva. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Monografías. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.siap.gob.mx/betabel/>
- SIAP. (2014). Zanahoria: Daucus carota. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Monografías. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.siap.gob.mx/maiz-grano/>
- SIAP. (2014). Maíz grano: Zea mays. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Monografías. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.siap.gob.mx/zanahoria/>
- Singh, N., Sandeep, S. y Shevkani. (2011). Flour and breads and their fortification in health and disease prevention, Maize: Composition bioactive Constituents and Unleavened Bread. *Elsevier* p.88-99.
- Tejerina, O. Y Arenas, M. (2005). Guía para el cultivo y aprovechamiento del amaranto. Bogotá, Colombia: Convenio Andrés Bello, p. 5-8.
- Teutónico, R. y Knorr, D. (1985). Amaranth: Composition, properties and applications of a rediscovered Food crop. *Food Technology* 39(4):49-61.

- Tunglund, B. Y Meyer, D. (2002). Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): Their physiology and role in human health and fod. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1(3), 73-92.
- UNICEF. (2016). La infancia: La edad escolar. El Fondo de la Naciones Unidas para la Infancia. Consulta realizada en Julio del 2016 en: http://www.unicef.org/mexico/spanish/ninos_6876.htm
- UNICEF. (2016). Salud y nutrición: El doble reto de la malnutrición y la obesidad. El Fondo de la Naciones Unidas para la Infancia. Consulta realizada en Julio del 2016 en: <http://www.unicef.org/mexico/spanish/17047.htm>
- USDA. (2016). Food Composition Databases. United States Department of Agriculture. [en línea]. Consulta realizada en Octubre del 2016 en: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>
- Utrilla, R. G. (2012). Desarrollo de galletas con bajo contenido de carbohidratos digeribles a partir de cereales integrales y plátano en estado inmaduro. Tesis de licenciatura, IPN, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, p. 8-14.
- Valadez, L. (1994). Producción de hortalizas. (4ª ed.). México: Ed. UTEHA, p. 25
- Vargas, L. y Bourges, R. (2012). Los fundamentos biológicos y culturales de los cambios de la alimentación conducentes a la obesidad. El caso de México en el contexto general de la humanidad. México: UNAM, págs. 99-123.
- Velásquez, G. (2006). Fundamentos de alimentación saludable. Colombia: Editorial Universidad de Antioquía, p. 179
- Verburgh, K. (2015). La pirámide de la salud. Penguin Random House. [en línea]. p. 76.
- Villegas, R. (1979). Estudio de los colorantes del betabel. Tesis de Licenciatura, UNAM, p. 175-183.
- Wagner, K. Y Brath, H. (2012). A global vie won the development of non comunicable diseases. *Prev Med* 54:38-41.
- Zaman, Z., Roche, S., Fielden, P., Frost, P., Nerilla, D. y Cayley, A. (1992). Plasma concentration of vitamin A and E and carotenoids in Alzheimer's disease. *Age Ageing* 21:91–96.

- Zea, A. (2016). Caracterización sensorial (Perfil Flash) y nivel de agrado (Internal Preference Mapping) de los quintoniles de las especies *Amaranthus cruentus* L., *Amaranthus hypochondriacus* L. (Sierra Norte de Puebla) y *Amaranthus hybridus* L. (Ciudad de México). Tesis de licenciatura. UNAM, p. 10.

VI. ANEXOS

ANEXO A. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS



Figura A.1 Pesado de ingredientes (mantequilla, cocoa en polvo, harina, azúcar, agua y bicarbonato de sodio)



Figura A.2 Mezclado de ingredientes secos (harina, cocoa en polvo y bicarbonato de sodio)



Figura A.3 Batido de mantequilla, azúcar y agua



Figura A.4 Integración de los ingredientes secos a la mantequilla, azúcar y agua



Figura A.5 Aspecto de la masa de galletas durante el mezclado



Figura A.6 Laminado de la masa



Figura A.7 Moldeado



Figura A.8 Charola de horneado



Figura A.5 Horno eléctrico

ANEXO B. DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS EMPLEADOS EN EL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

Apartado B.1 Humedad (Método AAAC 44.16)

Se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua debido a un calentamiento de la muestra bajo condiciones normalizadas. Se utilizaron 2 g de muestra, se colocaron en un pesafiltro previamente secado a peso constante y se introdujeron en una estufa a una temperatura de 100°C por dos horas. Por diferencia de pesos se calculó el porcentaje de humedad por medio de la siguiente ecuación:

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{Peso muestra (g)} - \text{Peso final (g)} - \text{Peso pesafiltro(g)}}{\text{Peso muestra (g)}} \times 100$$

Apartado B.2 Cenizas (Método AAAC 08.01)

Este método se basa en la descomposición de la materia orgánica mediante calcinación quedando solamente la materia inorgánica de la muestra. Consistió en pesar 1 g de muestra en un crisol a peso constante y calcinarla primeramente con un mechero en la campana hasta no desprender humos para posteriormente introducirlo en una mufla a 500°C durante 5 horas. Cuando las cenizas estuvieron blancas, se enfriaron en un desecador, se pesaron y se calculó el porcentaje de cenizas como:

$$\% \text{Cenizas} = \frac{\text{Peso cenizas(g)}}{\text{Peso muestra (g)}} \times 100$$

Apartado B.3 Proteína (Método AAAC 46.13)

Este método se basa en la determinación de la cantidad de nitrógeno, presente en las proteínas y otros compuestos alimentarios, mediante la descomposición de la materia orgánica bajo calentamiento en presencia de ácido sulfúrico y catalizadores, y el registro de la cantidad de amoniaco obtenida de la muestra. Para esta determinación fue necesario pesar de 0.1-0.2 g de muestra e introducirla en un tubo Kjeldahl, y agregar 0.15 g de sulfato de cobre, 2.5 g de sulfato de sodio y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. El tubo se calentó gradualmente en una parrilla con una trampa de succión de gases, hasta que el contenido del tubo adquirió un coloración azul verdosa. El tubo se dejó enfriar a temperatura ambiente y se le añadieron 10 mL de agua destilada para disolver las sales presentes.

Posteriormente se colocó el contenido del tubo en el aparato de destilación (**Figura**) y se le adicionaron hasta 40 mL de NaOH al 36% cuidando recoger 50 mL del destilado en un matraz Erlenmeyer de 250 mL con 50 mL de ácido bórico al 4% con indicadores (fenolftaleína 0.035mg%, rojo de metilo 6.6mg%, verde de bromocresol 3.3mg%). Finalmente el destilado se tituló con ácido clorhídrico 0.1 N. Para calcular el porcentaje de proteína con la siguiente ecuación:

$$\%Proteína = \frac{\text{mL HCl 0.1N} \times 0.1 \text{ N} \times 14}{\text{Peso muestra (g)}} \times 6.25 \times 100$$

Donde:

mL HCl 0.1N = mL gastados en la titulación

14 = Peso atómico del nitrógeno

6.25 = Factor de conversión a proteína

Apartado B.4 Lípidos (Método AAAC 30.25)

El método consiste en una extracción semicontinua de lípidos con un disolvente orgánico, el cual se calienta, se volatiliza y condensa goteando sobre la muestra la cual queda sumergida en el disolvente. Posteriormente éste es sifoneado al matraz de bola en el cual se encuentra ubicado para empezar de nuevo el proceso. El contenido de lípidos se cuantifica por diferencia de peso. Para llevar a cabo esta determinación, se pesaron de 2-3g g de muestra seca en un cartucho de celulosa previamente secado y pesado. El cartucho, se colocó en el aparato de extracción Soxhlet, se adicionaron 100 mL de éter de petróleo al matraz de bola del equipo y posteriormente se realizó la extracción por 4 horas. Finalmente, el cartucho se seco en la estufa y se pesó. Para determinar el porcentaje de lípidos se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%Lípidos = \frac{\text{Peso inicial del cartucho(g)} - \text{Peso final del cartucho (g)}}{\text{Peso muestra (g)}} \times 100$$

Donde:

Peso inicial del cartucho = peso del cartucho + muestra sin desengrasar

Peso final del cartucho = peso del cartucho + muestra desengrasada

Apartado B.5 Fibra dietética (Método AOAC 982.29)

Este método se fundamenta en aislar la fracción de interés mediante la digestión enzimática con α -amilasa, amiloglucosidasa y proteasa para hidrolizar el almidón y proteínas. El contenido total de la fibra se determina agregando etanol al 95% a la solución para precipitar la fracción soluble. La solución entonces se filtra, se recupera, se seca y el residuo obtenido se reporta como fibra. Para lo anterior, se pesó $1 \text{ g} \pm 0.2$ de muestra seca y desgrasada. La muestra se colocó en un vaso de precipitado, se agregaron 50 mL de regulador de fosfatos (pH 6.0, 0.08 M) y 0.1 mL de α -amilasa termoestable, se incubaron durante 15 minutos a $95 \text{ }^\circ\text{C}$ con agitación a intervalos de 5 min. Se dejaron enfriar las muestras a temperatura ambiente y se ajustó el pH de la solución a 7.5 ± 0.2 adicionando 10 mL de NaOH (0.275 N). Posteriormente se adicionó 0.1 mL de una solución de proteasa (50mg/mL regulador de fosfatos) y se incubó durante 30 minutos a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ con agitación constante. Las muestras se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se ajustó el pH a 4.5 ± 0.2 adicionando 10 mL de HCl (0.325 M). Se agregó 0.1 mL de amiloglucosidasa y se incubó por 30 min a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ con agitación constante. Después de lo anterior, se adicionaron 4 volúmenes de etanol al 95% para precipitar la fibra dietética soluble, y se dejó en reposo a temperatura ambiente durante una noche. La solución se filtró a un crisol poroso (40-60 micras) que contenía 0.5 g de celite® distribuido uniformemente en el crisol con etanol al 78%, haciendo uso de una bomba de vacío. La muestra se lavó con 60 mL de etanol al 78%, 40 mL de etanol al 95% y 40 mL de acetona. El residuo se secó hasta peso constante, se registró el peso para posteriormente determinarle el contenido de proteínas y cenizas por los métodos previamente descritos. Para calcular el contenido de fibra dietética se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{Fibra dietética} = \frac{\text{Residuo (g)} - \text{Proteína (g)} - \text{Cenizas (g)}}{\text{Peso muestra (g)}} \times 100$$

Apartado B.6 Hidratos de carbono por diferencia

El contenido de carbohidratos totales se determinó a partir del porcentaje remanente de la cuantificación de los principales componentes del alimento, es decir, a partir de la siguiente ecuación:

$$\% \text{Hidratos de carbono} = 100 - \% \text{humedad} - \% \text{proteína} - \% \text{lípidos} - \% \text{cenizas} - \% \text{FD}$$

Apartado B.7 Sodio (Método AOAC 953.01)

Digestión húmeda de la muestra

Se realizó una digestión húmeda de las muestras con ácido nítrico con el fin de descomponer toda la materia orgánica, de forma que la materia inorgánica, es decir, las sales, permanecieran en disolución. Para esto se pesó 1 g de muestra se vació en un tubo de ensaye y se adicionaron 5 mL de agua, 5 mL de HNO₃ concentrado y 1 mL de H₂O₂. Los tubos se calentaron en baño maría hasta la obtención de un color translúcido y la desaparición de cualquier residuo orgánico. Posteriormente las digestiones se llevaron a un aforo de 50 mL, se filtraron con papel filtro y se guardaron en pequeños recipientes.

Espectroscopía de emisión atómica

Se tomó 1 mL de la digestión, se llevó a un aforo de 50 mL y se leyó...

$$\frac{\text{mg Sodio}}{100 \text{ g muestra}} = \frac{\left(\frac{\text{Abs} \pm b}{m}\right) (\text{diluciones}) \left(\frac{1 \text{ mg Na}}{1000 \mu\text{g Na}}\right)}{m_{\text{muestra}}(\text{g})} \times 100$$

Donde:

Abs = lectura de emisión atómica de la muestra

b = ordenada al origen de la ecuación de la recta de la curva de calibración o patrón

m = pendiente de la ecuación de la recta de la curva de calibración o patrón

m_{muestra}= masa de la muestra

Apartado B.8 Hierro, calcio y magnesio (Método AOAC 975.03)

Se realizó la digestión húmeda de las muestras como se describe en el apartado B.7 de este anexo.

Espectroscopía de absorción atómica

$$\frac{\text{mg mineral}}{100 \text{ g muestra}} = \frac{\left(\frac{\text{Abs} \pm b}{m}\right) (\text{diluciones}) \left(\frac{1 \text{ mg Na}}{1000 \mu\text{g Na}}\right)}{m_{\text{muestra}}(\text{g})} \times 100$$

Donde:

Abs = lectura de absorción atómica de la muestra

b = ordenada al origen de la ecuación de la recta de la curva de calibración o patrón

m = pendiente de la ecuación de la recta de la curva de calibración o patrón

m_{muestra}= masa de la muestra.

ANEXO C. PRUEBA AFECTIVA

Apartado C.1 Autorización para padres de familia



Facultad de Química

Atizapán, Edo. de México a 29 de Agosto del 2016

AUTORIZACIÓN PARA DEGUSTACIÓN DE GALLETAS DE CHOCOLATE

Sr. Padre de familia:

Por medio de la presente se le solicita su autorización para que su hijo(a) realice una **degustación de galletas** el día de **mañana 30 de Agosto del 2016** con el fin de aportar resultados a una investigación que se realiza en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en relación al sobrepeso y obesidad infantil en México.

A continuación se muestran los ingredientes de las galletas:

Harina de trigo
Harina de frijol
Harina de amaranto

Harina de maíz
Harina de betabel
Harina de zanahoria

Cacao en polvo
Mantequilla
Azúcar
Bicarbonato de sodio

Nombre del alumno(a)

No autorizo

Sí autorizo

Apartado C.2 Cuestionario de la prueba afectiva



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química



“EVALUACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS CON ALTO CONTENIDO EN PROTEÍNA Y FIBRA”

Nombre: _____

Fecha: 30 Agosto 2016

Edad: _____

Sexo: M F

HÁBITOS DE CONSUMO

INSTRUCCIONES: Por favor, haga las siguientes preguntas al niño(a) y registre sus respuestas.

1. ¿Consumes galletas? SI NO (si la respuesta es NO pasar a la prueba de nivel de agrado)

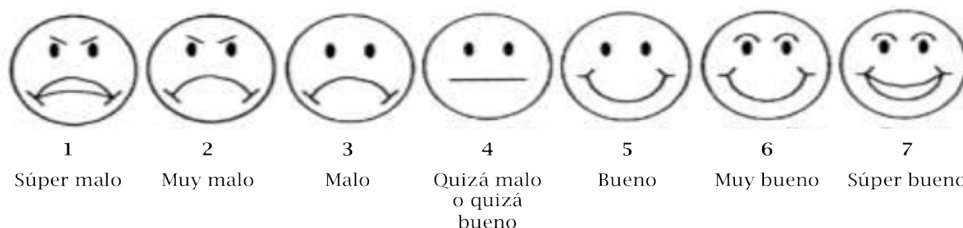
2. ¿Cuántas veces consumes galletas a la semana?*

a) Diario b) 1 vez a la semana c) 2 veces a la semana d) 3 veces a la semana

*Si el niño(a) no puede contestar con certeza esta pregunta, adaptarla según este(a) pueda responder con claridad, por ejemplo: “¿cuántas veces tu mami o papi te compra galletas o te pone galletas de lunch o postre?”.

NIVEL DE AGRADO Y PREFERENCIA

INSTRUCCIONES: Dar a probar al niño(a) las galletas de izquierda a derecha proporcionándole un poco de agua entre cada muestra para que se enjuague. Preguntarle, de acuerdo a la escala que se proporciona como material anexo, qué tanto le gustan los siguientes atributos y registrar su respuesta.



MUESTRA	ATRIBUTOS		
	Apariencia	Aroma	Sabor
351			
497			
682			

3. ¿Cuál de las 3 galletas que probaste te gustó más? _____

!!!MUCHAS GRACIAS!!!