

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



“Caracterización funcional, física y química de un producto adicionado con harina de berenjena”

Por:

ERIKA HAYDEÉ ORTIZ JIMÉNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo Coahuila, México

ABRIL, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

“Caracterización funcional, física y química de un producto adicionado con harina de berenjena”

POR:

ERIKA HAYDEÉ ORTIZ JIMÉNEZ

TESIS

Que ha sido aprobada como requisito para obtener el título de:

INGENIERA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

El presente trabajo ha sido asesorado y aceptado de acuerdo al artículo 89 del Reglamento de Académico para alumnos de licenciatura por el siguiente comité:



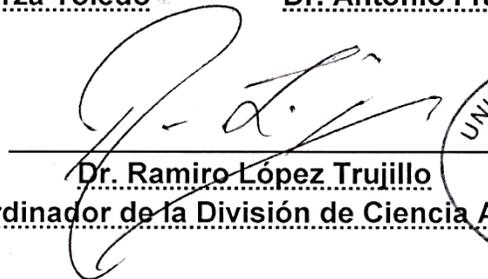
M.C. Xóchitl Ruelas Chacón
Asesor principal



Dr. Heliodoro de la Garza Toledo
Asesor



Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó
Asesor



Dr. Ramiro López Trujillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo Coahuila, México. Abril del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

“Caracterización funcional, física y química de un producto adicionado
con harina de berenjena”

POR:

ERIKA HAYDEÉ ORTIZ JIMÉNEZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
para obtener el título de:

INGENIERA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

De acuerdo al artículo 90 del Reglamento para Alumnos de Licenciatura:

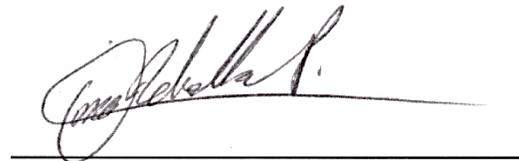
Lic. Laura Oliva Fuentes Lara

Presidente



MC. Oscar Noé Reboloso Padilla

Vocal



Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó

Vocal



M.C. Xochitl Ruelas Chacón

Vocal



Buenavista, Saltillo Coahuila, México. Abril del 2014

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por prestarme la vida, por permitirme alcanzar mis más grandes sueños, por darme la fortaleza necesaria para enfrentar cada uno de los obstáculos y aprender de ellos, por darme la oportunidad de terminar esta etapa tan importante para mí.

A mí “ALMA MATER” gracias por todos los aprendizajes que hasta la fecha he tenido, me diste la oportunidad de formarme como profesionista, los momentos vividos durante el tiempo que duro este trayecto los llevare conmigo siempre y no terminare de expresar el profundo orgullo que me da el pertenecer a esta gloriosa universidad.

A la M.C. Xochitl Ruelas Chacón, por la confianza depositada en la realización de este trabajo del cual me siento muy orgullosa de haber formado parte “gracias” por su amistad, paciencia, disposición y apoyo para la culminación del proyecto.

A la Lic. Laura Olivia Fuentes Lara por haber aceptado formar parte de este proyecto, su colaboración y asesoría me ayudó en mucho.

Al Dr. Heliodoro de la Garza Toledo por su apoyo, disposición, y sugerencias para la culminación de este proyecto.

Al Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó, por sus sugerencias para mejorar este proyecto y por la disposición para llegar a un feliz término.

Al T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo San Miguel, por su amistad y apoyo brindado durante la realización de este proyecto de investigación.

A los profesores del departamento de Ciencia y Tecnología de alimentos que compartieron sus conocimientos y contribuyeron en mi formación académica.

A Armando H. R., porque siempre estuviste ahí cuando te necesite, gracias por el tiempo que tuviste que pasar conmigo aburriéndote, pero a pesar de todo estabas ahí para ayudarme y acompañarme, quiero que sepas que agradezco el haberte conocido, eres un ser humano con múltiples virtudes, lo cual te hace ser muy valioso y especial, por ello sé que podrás lograr cualquier cosas que te propongas sin importan los obstáculos, de todo corazón deseo que donde quiera que vayas tengas una vida llena de éxitos tkm.

A Lourdes C. y Cesar A., con los que pase momentos agradables, por cada momento compartido y por cada una de las vivencias durante todo el tiempo de conocernos, gracias por su valiosa amistad, me llevo los mejores recuerdos que vivimos en esta etapa de universitarios y de todo corazón les deseo que donde quiera que vayan dios los llene de bendiciones.

Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber
Albert Einstein

Si deseas que tus sueños se hagan realidad, ¡despierta!
Ambrose Bierce

DEDICATORIA

Este logro es dedicado para las personas que más quiero y amo, que son mi familia, gracias por creer en mí.

A MIS PADRES:

Amado Ortiz, quiero expresar todo el respeto que tengo para tí, por el apoyo que siempre me has dado en todo momento de mi existencia, gracias a tu esfuerzo he logrado sobresalir en la vida, gracias por ser mi papá y por el amor tan grande que me has dado, por toda la confianza depositada en mí, no te decepcione, hoy este trabajo es dedicado para tí. Gracias por todo te quiero papá.

J. Adela Jiménez, gracias por el gran amor y la devoción que tienes a tus hijos, por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me has dado, por haberme formado y por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla, por estar conmigo siempre apoyarme en las buenas y en las malas, porque nunca dejaste de confiar en mí, por apoyarme en todo momento y por cada uno de los consejos durante el tiempo que estuve fuera de casa, mi más profundo cariño y respeto, hoy este logro también es para tí.

Te quiero mucho mamá.

A Carítina Rodríguez, por el apoyo moral que me has dado, por recibirme siempre con los brazos abiertos, por escucharme y ser parte de mi vida, gracias por tu comprensión y sobre todo gracias por tu cariño. Abuelita te quiero mucho.

A mis hermanos. Cesar I. y Sandra R., gracias por ser parte importante de mi existencia, gracias por cada momento de alegría compartida con ustedes, y por hacer de ellos momentos únicos, me siento orgullosa de ser parte de su familia, los quiero mucho, este logro también es dedicado para ustedes.

A mis sobrinos: Christian, David, Gus, Alex, Dulce y Alice, por traer nuevas energías al hogar por dar tanta alegría a mi corazón, espero que tengan presente que cuentan conmigo y ahí estaré cuando me necesiten, este trabajo se los dedico y espero que luchen por alcanzar sus metas.

Nunca te duermas sin un sueño ni te levantes sin ningún motivo. Recuerda que ningún día se parece a otro y que nadie se parece a ti...Que sólo hay una persona en el mundo capaz de hacerte feliz y eres tú mismo!!!

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
AGRADECIMIENTOS -----	iv
DEDICATORIA -----	vi
ÍNDICE GENERAL -----	vii
ÍNDICE DE CUADROS -----	x
ÍNDICE DE FIGURAS-----	xi
RESUMEN -----	xii
1. INTRODUCCIÓN -----	1
1.1.1 Objetivo general -----	3
1.1.2 Objetivos específicos -----	3
1.2 Hipótesis -----	3
1.3 JUSTIFICACIÓN-----	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA -----	5
2.1 Generalidades de la berenjena -----	5
2.1.1 Origen y variedades-----	5
2.1.2 Características de la berenjena-----	5
2.1.3 Composición nutricional-----	6
2.1.4 Fitonutrientes y antioxidantes -----	7
2.1.4.1 Nasunin -----	8
2.1.4.2 Compuestos fenólicos -----	8
2.1.5 Producción de berenjena a nivel mundial -----	8
2.1.6 Producción en México -----	10
2.1.7 Consumo en México -----	10
2.2 Fibra dietética -----	10
2.2.1 Definición -----	10
2.2.2 Clasificación de la fibra dietética -----	12
2.2.3 Componentes de la fibra dietética -----	13
2.2.3.1 Polisacáridos no almidón-----	13
2.2.3.2 Oligosacáridos resistentes -----	15
2.2.3.3 Ligninas-----	15
2.2.3.4 Almidones resistentes -----	15

2.2.4 Propiedades de la fibra dietética -----	16
2.2.5 Efectos fisiológicos de la fibra -----	18
2.2.6 Efectos adversos de la fibra -----	19
2.2.7 Recomendaciones de ingesta de fibra -----	19
2.3 Composición de la harina de trigo -----	20
2.4 Harina de berenjena -----	20
2.4.1 Beneficios de la harina de berenjena -----	21
2.5 Galletas -----	21
2.5.1 Consumo de galletas en México -----	21
2.5.2 Composición nutrimental de las galletas integrales -----	22
2.6 Evaluación sensorial -----	23
2.6.1 Tipos de pruebas -----	24
2.6.1.1 Pruebas afectivas -----	24
2.6.1.2 Pruebas de discriminación -----	24
2.6.1.3 Pruebas descriptivas -----	24
2.6.2 Tipos de jueces -----	24
2.6.2.1 Juez experto -----	24
2.6.2.2 Juez entrenado o panelista -----	25
2.6.2.3 Juez semientrenado o “de laboratorio” -----	25
2.6.2.4 Juez consumidor -----	25
2.6.3 Aplicaciones de la evaluación sensorial -----	25
2.6.4 Importancia de la evaluación sensorial -----	26
3. MATERIALES Y MÉTODOS -----	27
3.1 Materia prima -----	27
3.2 Equipo utilizado -----	27
3.3 Material utilizado -----	28
3.4 Obtención de la harina de berenjena -----	29
3.5 Formulación de galletas con harina de trigo integral adicionando harina de berenjena en diferentes concentraciones -----	30
3.5.1 Elaboración de las galletas -----	30
3.6 Análisis bromatológico -----	31
3.6.1 Determinación de materia seca total -----	31
3.6.2 Determinación de contenido de cenizas -----	32

3.6.3 Determinación de grasa por el método de soxhlet-----	32
3.6.4 Determinación de fibra cruda -----	33
3.6.5 Determinación de fibra dietética -----	34
3.6.6 Determinación de proteína por método Macro - Kjeldhal-----	34
3.6.7 Determinación del contenido de carbohidratos totales -----	35
3.6.8 Determinación del contenido calórico -----	36
3.7 Análisis físicos de la harina -----	36
3.7.1 Capacidad de retención de agua (CRA) -----	36
3.7.2 Capacidad de retención de aceite (CRa) -----	37
3.7.3 Índice de solubilidad en agua (ISA)-----	37
3.7.4 Actividad de agua (Aw) -----	37
3.8 Caracterización de las galletas y la harina de berenjena -----	38
3.8.1 Color-----	38
3.8.2 Tamaño de las partículas (granulosidad) -----	39
3.9 Evaluación sensorial-----	39
3.9.1 Prueba hedónica de nueve puntos-----	39
3.10 Análisis estadístico -----	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	41
4.1 Resultados del análisis bromatológico de la harina de berenjena-----	41
4.2. Resultados del análisis físico-químico de la harina de berenjena-----	43
4.2.1. Tamaño de las partículas (granulosidad) de la harina de berenjena -----	45
4.3 Resultados del análisis bromatológico de las galletas-----	46
4.4 Actividad de agua (Aw) de las galletas -----	49
4.5 Determinación de color de las galletas -----	50
4.6 Resultados de la evaluación sensorial de las galletas -----	52
5. CONCLUSIONES -----	57
6. LITERATURA CITADA -----	59
7. ANEXOS -----	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional de la berenjena -----	7
Cuadro 2. Principales países productores de berenjena-----	9
Cuadro 3. Principales países exportadores de berenjena-----	9
Cuadro 4. Clasificación de los polisacáridos no almidón -----	14
Cuadro 5. Recomendaciones de ingesta de fibra para la población en México -----	19
Cuadro 6. Composición nutrimental de la harina de trigo -----	20
Cuadro 7. Composición nutricional de galletas integrales-----	22
Cuadro 8. Resultados del análisis bromatológico de la harina de berenjena-----	43
Cuadro 9. Resultado del análisis físico-químico de la harina de berenjena-----	44
Cuadro 10. Valores obtenidos con el colorímetro de la harina de berenjena-----	45
Cuadro 11. Distribución del tamaño de partículas de la harina de berenjena-----	46
Cuadro 12. Resultados del análisis bromatológico de galletas por el método de Tukey -----	49
Cuadro 13. Resultados de la Aw de las galletas-----	50
Cuadro 14. Valores obtenidos con el colorímetro de las galletas-----	51
Cuadro 15. Resultados de evaluación sensorial por el método de Tukey-----	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Berenjena Fruto -----	6
Figura 2. Clasificación de la fibra dietética-----	13
Figura 3. Clasificación de la fibra según grado de fermentación -----	17
Figura 4. Ventas de la industria galletera -----	22
Figura 5. Diagrama de proceso para la obtención de harina de berenjena-----	29
Figura 6. Galletas a base de harina de trigo adicionada con harina de berenjena en concentraciones de 0% (A), 10% (B), 15% (C) y 20% (D) -----	31
Figura 7. Diagrama de cromaticidad-----	38
Figura 8. Identificación de las galletas y la HB en el diagrama del sistema de notación de color L* a* y b*-----	51
Figura 9. Comportamiento de la apariencia global respecto a la concentración de HB-----	53
Figura 10. Comportamiento del olor en las diferentes concentraciones de HB-----	53
Figura 11. Comportamiento de la textura respecto a la concentración de HB-----	54
Figura 12. Comportamiento del sabor respecto a la concentración de HB -----	55

RESUMEN

La importancia de la fibra dietética en nutrición junto con la recomendación del incremento en su consumo, ha llevado a la industria alimentaria a la elaboración de nuevos alimentos enriquecidos con fibra como: el pan y las galletas. Con la finalidad de buscar fuentes alternativas de fibra dietética, se ha encontrado que la fibra dietética de las frutas y verduras en general son de mejor calidad que la proveniente de granos alimenticios (cereales y leguminosas). Con la adición de fibra dietética a productos de panificación se ha buscado modificar formulaciones y crear en ello opciones alimenticias para los consumidores. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar las propiedades de la harina de berenjena y evaluar la influencia de adición de fibra dietética en los parámetros de calidad de galletas.

Se determinaron las características fisicoquímicas y funcionales de la harina de berenjena, la cual presentó un contenido de fibra dietética de 26.34%, un tamaño de partícula mayor a 210 μm , funcionalmente el tamaño de partícula y la fracción soluble se relaciona con la CRA (Capacidad de retención de agua) que fue de 11.07 g agua/g muestra seca, una CRa (Capacidad de retención de aceite) de 7.18 g agua/g muestra seca, un ISA (Índice de solubilidad en agua) de 10.57% y una Aw (Actividad de agua) de 0.33.

Se evaluaron tres concentraciones de harina con una mezcla de harina de berenjena (10, 15 y 20%) y el resto de harina integral de trigo. Se evaluaron las propiedades nutrimentales (humedad, cenizas, proteína, extracto etéreo, fibra cruda, fibra dietética, carbohidratos y contenido calórico) de las galletas, el color y Aw (Actividad de agua), todos los análisis se realizaron por triplicado. Por último se realizó una evaluación sensorial del nivel de agrado de las galletas considerando los atributos de apariencia global, olor, textura y sabor, mediante una prueba hedónica de nueve puntos. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza y en caso de haber diferencia significativa entre tratamientos se realizó una comparación de medias de por el método de Tukey con un nivel de confianza del 95%.

Los resultados obtenidos mostraron que si existe diferencia significativa ($P < 0,05$), en el contenido de fibra dietética (FD) entre el testigo y otros tratamientos, obteniéndose el contenido más alto de FD (10.64%) en la formulación con 20% de harina de berenjena (HB) y el más bajo en el testigo 14.10%. El color de las galletas presenta tonalidades más oscuras al incrementar la concentración de harina de berenjena, presentando un color café más oscuro en la concentración de 20%. En los valores de A_w (Actividad de agua) no se encontró diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos presentando valores de 0.35 ± 0.02 .

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial indicó que las galletas si presentaban diferencias estadísticamente significativas en algunos de los atributos y permitió definir que las galletas que presentaron mayor nivel de agrado en general para todos los atributos (apariencia global, olor, textura y sabor) fueron las que contienen una concentración de 10% de harina de berenjena.

Palabras Clave: Harina de berenjena, fibra dietética, actividad de agua, actividad de aceite, solubilidad, color, evaluación sensorial,

1. INTRODUCCIÓN

La dieta moderna ha cambiado los hábitos alimenticios y existe una clara tendencia al consumo de alimentos más procesados (Chawla & Patil, 2010).

Diversos estudios epidemiológicos han mostrado que un bajo consumo de fibra en la dieta puede ser un factor significativo que, conjuntamente con otros factores relacionados con la alimentación y estilo de vida, propicie el desarrollo de enfermedades más comunes de los países desarrollados como cáncer de colon, trastornos intestinales, diabetes, cardiovasculares (Saura-Calixto, 2006).

Las organizaciones internacionales de la salud han propuesto estrategias para reducir la incidencia de estas enfermedades, entre estas estrategias está la de adoptar un estilo de vida más saludable y el incluir una dieta rica en fibra dietética (De la Plaza, *et al.*, 2008).

Una posibilidad para reducir la incidencia de estas enfermedades es llevar una alimentación equilibrada, suficiente y variada, incluyendo en la dieta, alimentos que incluyan modificaciones cardiosaludables en su composición como son diferentes tipos de fibra, de grasas, de vitaminas, etc.

Entre éstos la fibra ocupa un lugar destacado, ya que se asociado con la salud intestinal, prevención de cáncer colon, las enfermedades cardiovasculares y el mantenimiento del peso.

En la actualidad las galletas son un alimento popular que se encuentra en todo el mundo, sin distinción de países ni lugares, que ha servido como fuente de energía a miles de generaciones, hoy en día se le acusa de afectar la salud de los niños y adultos que las consumen. Según el Instituto de la Galleta, Nutrición y Salud de España, aclaran no son las galletas sino los malos hábitos y la falta de ejercicio los culpables directos de las enfermedades que se desarrollan en las personas.

Si se introducen en la dieta de manera adecuada y se consumen con moderación, pueden aportar gran cantidad de nutrientes complementarios a una dieta equilibrada. En el mercado existen alternativas alimenticias para todos aquellos con necesidades dietéticas específicas. Los componentes principales de las galletas son hidratos de carbonos, proteínas y grasas, lo que las convierte en un alimento ideal para una dieta equilibrada y saludable, además de que permiten la incorporación de otros componentes como el alto contenido de fibra.

En el mercado existen diferentes tipos de harinas que son utilizadas para la elaboración de estos productos una de ellas y no muy conocida, ni utilizada es la harina de berenjena que resulta ser un ingrediente alimenticio altamente favorable para enriquecer otros alimentos, ya que presenta un alto contenido de fibra alimenticia, lo que permite que ésta pueda ser utilizada como ingrediente en la elaboración de diversos productos, entre ellos los de panificación (galletas, panes, masas o pastas alimenticias). La berenjena además de destacarse por su alto contenido en fibra y bajo contenido de grasa, es popularmente conocida por sus propiedades nutracéuticas, ayudando a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (ECV).

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo general

Caracterizar las propiedades de la harina de berenjena y evaluar la influencia de adición a diferentes concentraciones como fibra dietética en galletas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar análisis fisicoquímico de la harina de berenjena (fibra total, fibra dietética, CRA (Capacidad de retención de agua), CRa (Capacidad de retención de grasa), Aw (Actividad de agua), solubilidad, color).
- Evaluar composición proximal (proteína Kjeldahl, contenido de lípidos Soxhlet, contenido de cenizas, contenido de humedad, contenido de carbohidratos totales, contenido calórico) de la harina de berenjena.
- Determinar composición proximal, Aw (Actividad de agua) y color de las galletas.
- Analizar sensorialmente las características de las galletas.

1.2 Hipótesis

Al agregar harina de berenjena a la harina de trigo aumentara el contenido de fibra dietética e influirá de manera positiva en las características fisicoquímicas, proximales y sensoriales de las galletas.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El consumo de alimentos integrales permite la obtención de todos los nutrientes a la vez; proteínas, hidratos de carbono, vitaminas, minerales y particularmente la fibra, estos alimentos van dirigidos a una demanda diferenciada. Por una parte la derivada de personas que buscan una dieta equilibrada, y por otra, como preventivo de enfermedades. El déficit en el consumo de fibra ha sido asociado con la presencia de ciertos padecimientos en el organismo. Se estima que una ingesta de 25 a 35 g de fibra dietética, en jóvenes y adultos normales contribuye a la prevención de las enfermedades crónicas. La aplicación de la fibra dietética a productos de panificación se realiza por varias razones, entre ellas la fortificación con la misma, la reducción de calorías y el enlazamiento de agua que imparte frescura a los productos. Así como las mejoras de color y sabor en pasteles y galletas que se obtienen con la incorporación de la fibra dietética derivada de hortalizas o frutas.

La harina de berenjena es un ingrediente alimenticio favorable para enriquecer otros alimentos, entre ellos los de panificación, ya que presenta un alto contenido de fibra alimenticia, de acuerdo a la investigación realizada en el Instituto de Nutrición Josué de Castro, de la Universidad de Brasil, se le atribuyen muchas propiedades. Entre ellas, podemos mencionar que ayuda a estimular la saciedad, reduce los factores de riesgo cardiovasculares, es un auxiliar en la reducción de las concentraciones de colesterol malo (LDL) y triglicéridos, también ayuda en las alteraciones metabólicas entre los que tienen sobrepeso, pero debido a que las frutas y verduras no contienen gluten, la sustitución parcial de harina de trigo por harina de berenjena disminuye la resistencia de la harina a la mezcla, proporcionando un debilitamiento de la masa, provocando que solo sea deseable para la producción de ciertos tipos de galletas y tortas.

Una posible opción para que la población consuma la harina de berenjena es en galletas ya que actualmente son uno de los productos de gran demanda y que se puede consumir a cualquier hora del día, además de ser un alimento que permite saciar el hambre, se considera un buen vehículo para que la población tenga acceso a la fibra que favorece la salud del ser humano.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades de la berenjena

2.1.1 Origen y variedades

La berenjena se considera nativa de la India y países limítrofes, el cultivo de esta hortaliza es muy antiguo en las regiones de Oriente. Su introducción en Europa data de la Edad Media y, al parecer se produjo desde España a través de los comerciantes árabes, extendiéndose con gran éxito en los países Mediterráneos.

Su género pertenece a la familia de las Solanáceas, que incluye alrededor de 75 géneros y unas 2.300 especies, entre las Solanáceas comestibles se encuentran la berenjena, el tomate, el pimiento y la patata.

La clasificación de la berenjena atiende a su forma (globosa, jaspeada, alargada y esférica) determinada por la variedad de que se trate. Los dos tipos más apreciados por el mercado son; Globosa: frutos casi esféricos de color negro o violeta oscuro; y la Alarga: fruto más o menos alargado y más estrecho que el tipo anterior (Eroski Consumer, 2006).

2.1.2 Características de la berenjena

La berenjena es un fruto de forma variable, globosa, jaspeada, alargada, esférica en la mayoría de los casos según la variedad, su piel es lisa, consistente, brillante y de diversos colores: blanca, púrpura, negra, amarilla, roja y jaspeada, es decir, con mezcla de colores, sobre todo blanca y morada o blanca y verde. En su interior contiene una pulpa de color blanco o verde, según la variedad, y presenta semillas blandas de color amarillo dispersas por la pulpa. Tiene un sabor suave, muy vegetal, con un ligero toque amargo (INFOAGRO & FAO, 2006) (Figura 1).

El fruto es una baya rellena de pulpa, presenta semillas blandas de color amarillo dispersas por la pulpa. Según la variedad, será alargado (Larga morada, Larga negra), semi alargado, oval (Murciana), oval alargado (Listada de Gandía), o redondo (Redonda Verde, Redonda acostillada). Su piel es lisa, consistente, brillante, en cuanto al color, será morado (Larga morada, Redonda morada), verde (Redonda verde), negro (Larga negra) o blanco. (Prohens & Nuez, 2001); tiene un sabor suave, muy vegetal, con un ligero toque amargo (Eroski Consumer, 2006).



Figura 1. Berenjena Fruto

Fuente: Eroski Consumer

2.1.3 Composición nutricional

La berenjena no se destaca por su valor energético ni nutritivo, puesto que ofrece un residuo seco inferior al 8% a causa de su escaso contenido proteico, hidrocarbonado y mineral. El agua es el elemento mayoritario de su peso. Comparada con otras verduras y hortalizas, contiene una cantidad intermedia de fibra, más abundante en la piel y en las semillas, la cual ayuda a nuestro proceso digestivo y nos previene de enfermedades coronarias. El aporte de sales se lo debe

al potasio, el mineral más abundante, y en su composición se contabilizan cantidades discretas de fósforo, calcio, magnesio y hierro. En cuanto a su carga vitamínica, sobre todo fosfatos y vitamina C, no resulta significativa en comparación con el resto de hortalizas (Eroski Consumer, 2006).

Los datos de la composición nutricional se deben interpretar por 100 g de la porción comestible en crudo (USDA, 2013) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición nutricional de la berenjena

Proximales	Por cada 100 g
Agua	92.30 g
Energía	25 Kcal
Proteína	0.98 g
Total de lípidos (grasas)	0.18 g
Hidratos de carbono	5.88 g
Fibra dietética total	3.0 g
Azúcares totales	3.53 g

Fuente: Servicio de Investigación Agrícola.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2013

2.1.4 Fitonutrientes y antioxidantes

La berenjena contiene fitonutrientes importantes, muchos de los cuales tienen propiedades antioxidantes; entre otros tenemos: ácido cafeíco, ácido clorogénico y nasunin.

2.1.4.1 Nasunin

Fitonutriente que se encuentra en la cáscara de la berenjena, es un potente antioxidante que protege de daños a las membranas de las células. Se ha encontrado que el Nasunin protege los lípidos (grasas) de las membranas de las células del cerebro. Las membranas de las células están compuestas casi en su totalidad por grasas que protegen a la célula de los radicales libres; permiten la absorción de los nutrientes y la eliminación de las toxinas. La capacidad del nasunin de disminuir la formación de radicales libres ofrece también otros varios beneficios: elimina el colesterol malo, previene a las células de ciertos daños que pueden derivar en cáncer, protege las articulaciones con lo cual ayuda a prevenir la artritis reumática (NCDA & CS, 2006).

2.1.4.2 Compuestos fenólicos

La berenjena es rica en diversos compuestos de ácido fenólico, que actúan como antioxidantes. Las plantas forman estos compuestos para protegerse de bacterias, hongos y elementos estresantes del medio ambiente. El compuesto de ácido fenólico que predomina en la berenjena se llama ácido clorogénico, uno de los antioxidantes más poderosos que se ha encontrado hasta ahora en las plantas. Entre los beneficios que se atribuyen están sus capacidades antimutagénicas (anti-cáncer), antimicrobiótico, antiviral y, su capacidad para disminuir el colesterol malo de la sangre. Los ácidos fenólicos que se encuentran en la berenjena son también los responsables de su sabor amargo y del color marrón que se presenta en su interior cuando se le corta (NCDA&CS, 2006).

2.1.5 Producción de berenjena a nivel mundial

El principal país productor en el año 2000 fue China con 11.908.523 Ton. Seguido de India con 6.100.000 Ton. España ocupa el octavo lugar de la producción mundial de berenjenas con un total de 135.000 Ton (Cuadro 2).

Cuadro 2. Principales países productores de berenjena

País	Toneladas
China	11.908.523
India	6.100.000
Turquía	850.000
Egipto	562.000
Japón	458.800
Italia	318.755
Filipinas	180.100
España	135.000
Siria	128.000
Sudán	110.000

Fuente: FAO, 2000

Según datos de la FAO en el año 1999 se exportaron en el mundo 223.489 toneladas de berenjenas. Los principales países exportadores son en primer lugar México, España y Países Bajos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Principales países exportadores de berenjena

País	Toneladas
México	48.003
España	47.439
Países Bajos	35.186
China	16.502
Jordania	15.961
Irán	18.124
Estados Unidos de América	11.052
Italia	4.496
Malasia	4.354
República Dominicana	3.611

Fuente: FAO, 1999

Las importaciones en 1999 ascendieron a 131.437 miles de dólares. Alemania, Estados Unidos de América y Francia fueron los principales importadores de berenjena a nivel mundial (FAO, 1999).

2.1.6 Producción en México

La producción del cultivo de berenjena en México, para el 2012 fue de 12, 522. 47 Ton al año, la producción a nivel estado, demuestra que el principal productor fue Sinaloa, que contribuyo con el 86% de la producción del país durante el mismo periodo, seguido de Nayarit, Morelos, Puebla y Sonora (SAGARPA & ASERCA, 2012).

2.1.7 Consumo en México

Aunque en México se consume el 75 y 80% de la producción de hortalizas, nuestro país tiene un consumo mínimo de berenjena, siendo su mayor producción destinada para exportación y aunque esta se conoce desde hace más de medio siglo, la demanda nacional no ha aumentado. El reducido consumo nacional de berenjena se explica, en opinión de los propios productores, porque la gente no sabe cómo cocinarla, razón por la cual no existe interés por adquirirla (Maya, 2004).

2.2 Fibra dietética

2.2.1 Definición

El término fibra dietética fue usado por primera vez por Hipsley en 1953, quien discutió su significado diciendo que la fibra dietética es un término abreviado para los constituyentes no digeribles que componen la pared celular de las plantas (Viuda-Martos, *et al.*, 2010). Desde entonces muchas definiciones de fibra dietética han surgido por varios investigadores

Tradicionalmente la fibra dietética fue definida como polisacáridos y ligninas de plantas, los cuales son resistentes a la hidrólisis por las enzimas digestivas del humano (Trowell, *et al.*, 1976).

En 1998 la Asociación Americana de Químicos en Cereales (AACC) se reunió para revisar y desarrollar una definición de fibra dietética y subsecuentemente en el año 2000 la definen como “las partes comestibles de las plantas o carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano con una fermentación parcial o completa en el intestino grueso”, incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina, y sustancias asociadas de la planta (Tunland & Meyer, 2002; Van der Kamp, *et al.*, 2004).

Actualmente existen diversas definiciones del término fibra. La National Academy of Sciences (NAS) y Food and Nutrition Board de los Estados Unidos, en el año 2002, definieron los términos Fibra Dietaria, Fibra Funcional y Fibra Total. Se entendió como fibra dietaria “a aquellos glúcidos no digeribles y la lignina intactos presentes en las plantas”. Por otra parte, describieron fibra funcional como “aquellos hidratos de carbono no digeribles aislados para los cuales se han acumulado evidencias de efectos fisiológicos benéficos en la salud de los seres humanos”. Y por último fibra total como “la suma de la fibra dietaria y la fibra funcional” (Donnelly, 2003; Zuleta, 2005).

De acuerdo con la “Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2005”. Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación”, la fibra dietética es la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y la absorción en el intestino delgado humano y que sufren una fermentación total o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y otras sustancias asociadas a las plantas. Se les divide en solubles e insolubles. Epidemiológicamente su consumo insuficiente se ha asociado con la aparición de enfermedades crónicas. Se encuentra en leguminosas, cereales integrales, verduras y frutas.

2.2.2 Clasificación de la fibra dietética

Desde el punto de vista nutricional, se considera apropiado clasificar y organizar a las fibras alimentarias o dietéticas según su comportamiento en medio acuoso. Las fibras alimentarias insolubles (FAI) son aquellas parcialmente fermentables en el intestino por las bacterias colónicas y no forman dispersión en agua. Las fibras alimentarias solubles (FAS) o totalmente fermentables, son aquellas que forman geles en contacto con el agua. Comprenden a las gomas, mucílagos, pectinas, almidón resistente 2 y 3, algunas hemicelulosas, galactooligosacáridos (GOS), inulina y fructooligosacáridos (FOS) (Figura 2).

Su solubilidad en agua condiciona la formación de geles viscosos en el intestino, favoreciendo la absorción de agua y sodio.

Desde el punto de vista fisiológico intestinal, estas fibras retrasan el vaciamiento gástrico y enlentecen el tránsito intestinal, por lo que se les atribuye efecto astringente, hipolipemiante y disminución de la respuesta glucémica. A su vez, se caracterizan por ser rápidamente degradadas por la microflora del colon. Este proceso de fermentación depende en gran medida del grado de solubilidad y del tamaño de sus partículas, de manera que las fibras más solubles y más pequeñas tienen un mayor y más rápido grado de fermentación. La fermentación da lugar, entre otros productos, a AGCC (Ácidos grasos de cadena corta). Los efectos fisiológicos atribuidos más importantes de estos subproductos consisten en disminuir el pH intraluminal, estimular la reabsorción de agua y sodio, fundamentalmente a nivel de colon ascendente, y potenciar la absorción de cationes bivalentes (Lajolo, 2001).

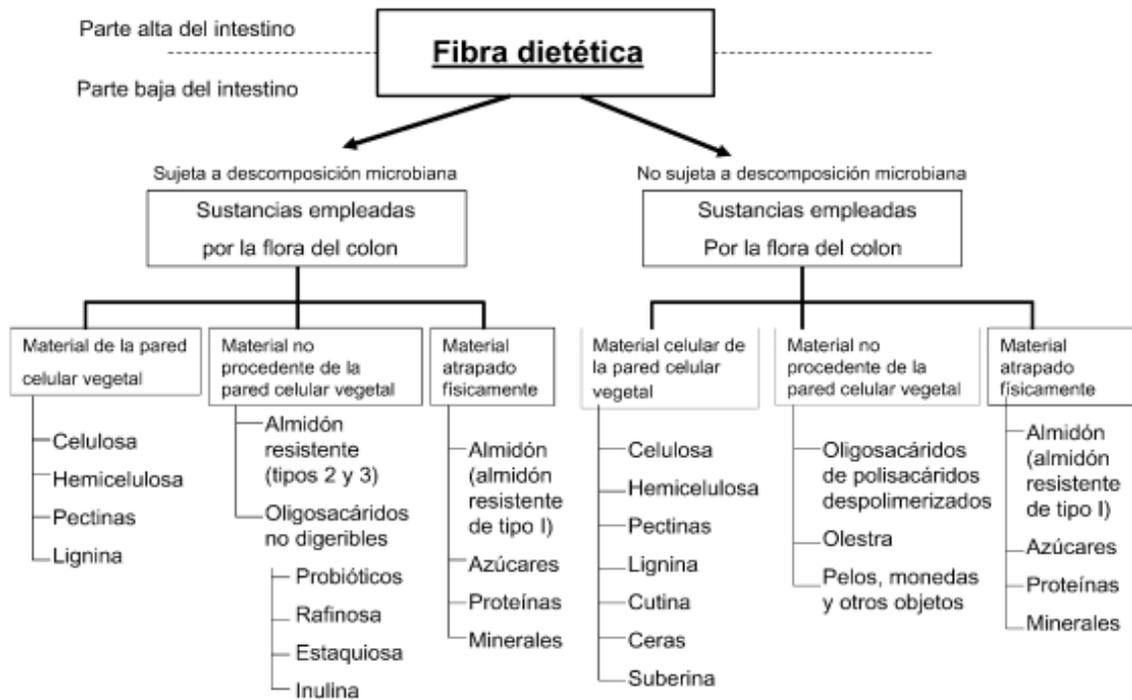


Figura 2. Clasificación de la fibra dietética

Fuente: Ha, M.A. 2000

2.2.3 Componentes de la fibra dietética

Según la definición fisiológica/nutricional de la fibra, ésta puede dividirse en polisacáridos no almidón, oligosacáridos no digeribles, almidón resistente y lignina.

2.2.3.1 Polisacáridos no almidón

Los polisacáridos son todos los polímeros de carbohidratos que contienen al menos 20 residuos de monosacáridos. El almidón digerido y absorbido en el intestino delgado es un polisacárido, es por ello que utiliza el término polisacáridos no almidón para identificar aquellos polisacáridos que alcanzan el colon y poseen los efectos fisiológicos de la fibra.

Existen múltiples clasificaciones de los polisacáridos no almidón, una de estas clasificaciones divide a los polisacáridos en polisacáridos estructurales, polisacáridos de depósito o de almacenamiento y polisacáridos aislados (Cuadro 4).

Los polisacáridos estructurales son aquellos que se hallan en la pared vegetal: celulosa, hemicelulosa y sustancias pécticas. Los polisacáridos de depósito o de almacenamiento son componentes no estructurales de las plantas, aunque en ocasiones pueden hallarse en forma de una pared celular engrosada; están formados por los mananos y galactomanos (que también son componentes estructurales de la pared celular en algunas plantas y son, entonces, clasificados como hemicelulosas), y los fructanos y glucofructanos (inulina, levanos y fructanos ramificados), contenidos en muchos cereales y tubérculos. Por último los polisacáridos aislados, algunos existen de forma natural como los extractos de los componentes de la pared celular (gomas de cereales, goma guar), gomadas exudadas en respuesta a la lesión de las plantas o mucilagos hallados en células especializadas tales como las que rodean la semilla (Chapman & Hall, 1990).

Cuadro 4. Clasificación de los polisacáridos no almidón

Tipo de polisacárido	Grupos principales	Subtipos
Estructurales	Celulosa	Celulosa.
	No celulósicos	Hemicelulosas, sustancias pécticas.
De depósito	Fructo-polisacáridos	Inulina, levano, fructanos ramificados.
	Mananos, galactomananos	Goma de guar.
Aislados	Naturales	Gomas y mucilagos.
	Aditivos alimentarios	Gomas, polisacáridos de algas, celulosa modificada.
	Semisintéticos	Polidextrosa

Fuente: Modificado a partir de la British Nutrition Foundation, 1990

2.2.3.2 Oligosacáridos resistentes

Hidratos de carbono con un nivel de polimerización menor, tienen de tres a diez moléculas de monosacáridos. Se dividen en fructo-oligosacáridos (FOS) e inulina, galactooligosacáridos (GOS), xilooligosacáridos (XOS), isomaltooligosacáridos (IMOS) (Hidaka, *et al*, 1986).

2.2.3.3 Ligninas

No es un polisacárido sino polímeros que resultan de la unión de varios alcoholes fenilpropiónicos; contribuyen a dar rigidez a la pared celular haciéndola resistente a impactos y flexiones. La lignina no se digiere ni se absorbe tampoco es atacada por la microflora bacteriana del colon. Una de sus propiedades más interesantes es su capacidad de unirse a los ácidos biliares y al colesterol retrasando o disminuyendo su absorción en el intestino delgado (De Antocio, 2004).

2.2.3.4 Almidones resistentes

Son la suma del almidón y de sus productos de degradación que no son absorbidos en el intestino delgado de los individuos sanos (Englyst & Cummings, 1990).

Se dividen en cuatro tipos:

- Tipo 1 o AR1 (atrapado): se encuentran en los granos de cereales y en las legumbres.
- Tipo 2 o AR2 (cristalizado): no puede ser atacado enzimáticamente si antes no se gelatiniza. Sus fuentes son las patatas crudas, plátano verde y la harina de maíz.
- Tipo 3 o AR3 (retrogradado): almidón que cambia su conformación ante fenómenos como el calor o el frío. Al calentar el almidón en presencia de agua se produce una distorsión de las cadenas polisacáridos adquiriendo una conformación al azar, este proceso se denomina gelatinización. Al enfriarse

comienza un proceso de recristalización, llamado retrogradación. Este fenómeno es responsable del endurecimiento del pan

- Tipo 4 o AR4 (modificado): almidón modificado químicamente de forma industrial. Se encuentra en los alimentos procesados, este almidón se comporta en el colon como un sustrato importante para la fermentación bacteriana colónica.

2.2.4 Propiedades de la fibra dietética

Las propiedades de la fibra dietética se basan en los términos soluble/insoluble, fermentable/no fermentables y viscosa/no viscosa, que son la base de sus beneficios fisiológicos, por lo que desde un punto de vista práctico sería una clasificación apropiada, tal como lo plantea García Peris y cols., derivándose conceptos ampliamente aceptados como: fibra fermentable, soluble y viscosa y fibras escasamente fermentables, insolubles y no viscosas (García, 2000).

Las fibras solubles en contacto con el agua forman un retículo donde queda atrapada, originándose soluciones de gran viscosidad. Los efectos derivados de la viscosidad de la fibra son los responsables de sus acciones sobre el metabolismo lipídico, hidrocarbonado y en parte su potencial anticarcinogénico.

Las fibras insolubles o poco solubles son capaces de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la masa fecal que acelera el tránsito intestinal, también contribuye a disminuir la concentración y el tiempo de contacto de potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon (Kin, 2000).

Es importante resaltar que la fermentabilidad es la propiedad más importante de un gran número de fibras, ya que de ella derivan multitud de efectos tanto locales como sistémicos. La fermentabilidad está bastante relacionada con la solubilidad de cada fibra (Figura 3).

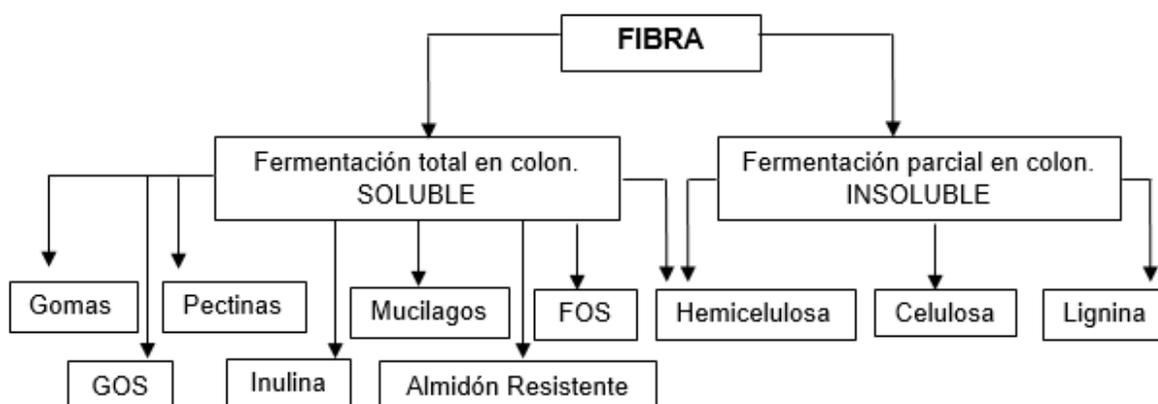


Figura 3. Clasificación de la fibra según grado de fermentación

Fuente: Tomada de García Peris. Apuntes sobre fibra

La fibra dietética llega al intestino grueso de forma inalterada, en donde las bacterias del colon, con sus numerosas enzimas de gran actividad metabólica, pueden digerirla en mayor o menor medida dependiendo de su estructura. Este proceso de digestión se produce en condiciones anaerobias, por lo que se denomina fermentación (Zarzuelo & Gálvez, 2005).

En el colon se dan fundamentalmente dos tipos de fermentación: fermentación sacarolítica y fermentación proteolítica. Los principales productos de la fermentación de la fibra son: ácidos grasos de cadena corta (AGCC), gases (hidrógeno, anhídrido carbónico y metano) y energía (Sastre Gallego, 2003; García Peris, *et al.*, 2002).

Más del 50 por ciento de la fibra consumida es degradada en el colon, el resto es eliminado con las heces. Todos los tipos de fibra, a excepción de la lignina, pueden ser fermentadas por las bacterias intestinales, aunque en general las solubles lo son en mayor cantidad que las insolubles. La celulosa tiene una capacidad de fermentación entre el 20 y el 80%; la hemicelulosa del 60 al 90%; la fibra guar, el almidón resistente y los fructooligosacáridos tienen una capacidad del 100%.

2.2.5 Efectos fisiológicos de la fibra

La fibra juega un papel importante en todas las funciones del sistema digestivo desde la masticación hasta la evacuación de las heces. Las dietas con un contenido en fibra elevado requieren más tiempo de masticación por lo que enlentecen la velocidad de deglución y esto implica una mayor salivación que va a repercutir en la mejora de la higiene bucal. A nivel del estómago las fibras solubles, como consecuencia de su viscosidad, enlentecen el vaciamiento gástrico y aumentan su distensión prolongando la sensación de saciedad. En el intestino delgado la fibra soluble, nuevamente por la formación de soluciones viscosas, enlentece el tiempo de tránsito. También aumenta el espesor de la capa de agua que han de traspasar los solutos para alcanzar la membrana del enterocito, lo que provoca una disminución en la absorción de glucosa, lípidos y aminoácidos (Cherbut, 1998).

Asimismo, se producirá una disminución en la absorción de los ácidos biliares ya que estos se unen a los residuos fenólicos y urónicos en la matriz de los polisacáridos. Esto puede alterar la formación de micelas y la absorción de las grasas. Como consecuencia de la depleción de ácidos biliares pueden disminuir los niveles de colesterol, al utilizarse éste en la síntesis de nuevos ácidos biliares (Trantwein, Kunath-Ran & Erbersdobler, 1999).

La absorción de determinados minerales como el calcio, hierro, cobre y zinc pueden disminuir si se ingieren dietas muy ricas en fibra. Algunos minerales pueden formar compuestos insolubles con elementos constitutivos de la fibra y después ser liberados por el metabolismo bacteriano de estos compuestos en el colon. Aunque la absorción de los minerales es más lenta en el colon que en el intestino delgado, se pueden llegar a absorber cantidades importantes. En el caso de la absorción del calcio se ha observado que el calcio atrapado y transportado hasta el colon se libera al hidrolizarse la fibra por efecto de las bacterias colónicas. Los ácidos grasos de cadena corta producidos facilitan la absorción de este calcio a través de las paredes del colon e incluso de las del recto (Gordon, *et al.*, 1990).

2.2.6 Efectos adversos de la fibra

La fermentación de la fibra por las bacterias anaerobias en el colon, puede producir: flatulencia, distensión abdominal, meteorismo y dolor abdominal. Estos efectos son especialmente acusados con los FOS y GOS. Se recomienda que el consumo de fibra se realice de forma gradual para que el tracto gastrointestinal se vaya adaptando. Se han descrito algunos casos de obstrucción intestinal y de formación de fitobezoares con la ingestión de dosis altas de fibra no fermentable, especialmente cuando existe un escaso aporte hídrico (Meier & Gassull, 2004).

2.2.7 Recomendaciones de ingesta de fibra

De acuerdo con el Comité de Expertos FAO/OMS, la recomendación diaria de fibra dietética total para adultos es de 25 g/día. El rango de recomendaciones entre diversos países alrededor del mundo va desde 21-40 g/día (FAO/OMS, 2007).

En el caso de México, los expertos en nutrición recientemente han publicado su recomendación de consumo en diferentes grupos de edad (Cuadro 5).

Cuadro 5. Recomendaciones de ingesta de fibra para la población en México

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

Fuente: Bourges, *et al.*, 2009

2.3 Composición de la harina de trigo

La harina de trigo es la materia prima por excelencia en todos los procesos de panificación, su valor nutritivo siempre ha sido una fuente importante de alimento para la humanidad, tiene las siguientes propiedades (Cuadro 6).

- Almidón: Es el elemento principal que se encuentra en todos los cereales.
- Gluten: Otorga elasticidad a las masas reteniendo la presión del gas carbónico producido por la levadura.
- Azúcares: Están también presentes en la harina pero en un porcentaje mínimo, ayudan a la levadura a transformar el gas carbónico.
- Materias grasas: Están localizadas en el germen y en las cáscaras del grano de trigo.

Cuadro 6. Composición nutrimental de la harina de trigo

Por cada 100 g		
	Integral	Refinada
Energía	339 Kcal	364 Kcal
Grasa	1 g	1 g
Proteína	13 g	15 g
Hidratos de carbono	72 g	76 g
Fibra	12 g	3 g

Fuente: Eroski Consumer, 2009.

2.4 Harina de berenjena

La harina de berenjena es un ingrediente alimenticio altamente favorable para enriquecer otros alimentos, ya que presenta un alto contenido de fibra alimenticia, lo que permite que ésta pueda ser utilizada como ingrediente en la elaboración de diversos productos, entre ellos los de panificación (galletas, panes, masas o pastas alimenticias). La adición de harina de berenjena a la harina de trigo altera las

características reológicas de esta última, es decir, la sustitución parcial de harina de trigo por harina de berenjena contribuye a disminuir la resistencia de la harina a la mezcla, proporcionando un debilitamiento de la masa, provocando que solo sea deseable para la producción de ciertos tipos de galletas y tortas (Périco-Pérez & Germani, 2004).

2.4.1 Beneficios de la harina de berenjena

Según los investigadores del Instituto de Nutrición Josué de Castro en asociación con la Facultad de Medicina de la UFRJ (Universidad Federal de Río de Janeiro), atribuyen muchas propiedades a la harina de berenjena:

- Debido a su alto contenido de fibras, estimula la saciedad, reduciendo así la sensación de apetito y auxiliando en la compulsión alimenticia.
- Es un alimento importante para la reducción de los factores de riesgo cardiovasculares, auxilia en la reducción de las concentraciones de colesterol malo (LDL) y triglicéridos, alteraciones metabólicas comunes entre los que tienen sobrepeso.
- Es una óptima aliada para regularizar el funcionamiento intestinal, además de favorecer el buen funcionamiento de los riñones.
- Su uso constante disminuye también el riesgo de enfermedades metabólicas.

2.5 Galletas

Las galletas son productos elaborados de trigos duros y blandos, que contienen azúcar y grasas en su formulación, tienen variedad de sabores, larga vida útil y permiten la incorporación de alto contenido de fibra (Gallagher, *et al.*, 2003).

2.5.1 Consumo de galletas en México

Son un alimento popular que se encuentra en todo el mundo, sin distinción de países ni lugares. Conforman un mercado en crecimiento, con nuevas fórmulas

adaptadas a los gustos del consumidor y a los parámetros de salud, rapidez y conveniencia. Las ventas de la industria galletera han incrementado del año 2005 al año 2011, con una clara tendencia al consumo de galletas dulces, y una clara disminución del consumo de galletas saladas (INEGI, 2012) (Figura 4).

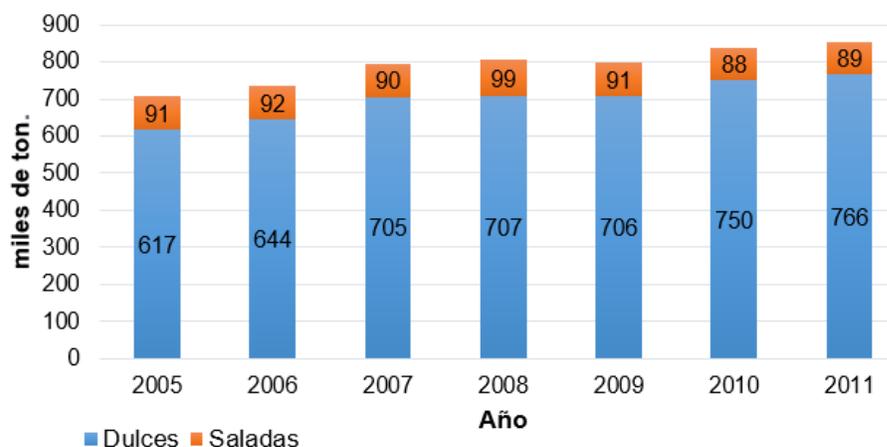


Figura 4. Ventas de la industria galletera

Fuente: INEGI, 2012

2.5.2 Composición nutrimental de las galletas integrales

Las proporciones de los nutrientes de las galletas integrales pueden variar según el tipo y la cantidad del alimento, además de otros factores que puedan intervenir en la modificación de sus nutrientes (Cuadro 7).

Cuadro 7. Composición nutrimental de galletas integrales

Aporte por cada 100 g	Galletas integrales
Energía (Kcal)	427
Proteína (g)	10
Hidratos de carbono (g)	42.90
Fibra (g)	12.50
Grasa total (g)	21.20
Agua (g)	13.40

Fuente: Dietas.net, 2013

2.6 Evaluación sensorial

Se define a la evaluación sensorial como el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos (Anzaldúa-Morales, 1994). Asimismo, el Instituto de Tecnólogos de Alimentos de EE.UU. (IFT) define la evaluación sensorial como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto y oído. También se define como la ciencia relacionada con la evaluación de los atributos organolépticos mediante los sentidos (ISO/FDIS 5492:2007).

Si bien existen numerosas definiciones, todas confluyen en el mismo punto: es el análisis de las propiedades a través de los sentidos (Picallo, 2009).

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos.

- Apariencia. Incluye el conjunto de atributos tales como color, forma y tamaño, textura, etc. Percibidos a través de la vista el tacto.
- Olor. Propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles.
- Aroma. Propiedad organoléptica perceptible por vía indirecta mediante el órgano olfativo durante la degustación.
- Textura. Combinación de propiedades físicas que se perciben principalmente por medio del tacto.
- Sabor. Se halla directamente relacionado con los sentidos del gusto y el olor, es de gran importancia en la evaluación sensorial de alimentos. Consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberlo introducido en la boca (Briz Escribano & García Faure, 2004).

2.6.1 Tipos de pruebas

La evaluación sensorial de alimentos se lleva a cabo por medio de diferentes pruebas, dependiendo del tipo de información que se busque obtener. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas afectivas, las de discriminación, y las descriptivas.

2.6.1.1 Pruebas afectivas

Son aquellas que buscan establecer el grado de aceptación de un producto a partir de la reacción del juez evaluador.

2.6.1.2 Pruebas de discriminación

Son aquellas en las que se desea establecer si dos muestras son lo suficientemente diferentes para ser catalogadas como tal.

2.6.1.3 Pruebas descriptivas

Intentan definir las propiedades de un alimento y medirlas de la manera más objetiva posible (Anzaldúa – Morales, 1994).

2.6.2 Tipos de jueces

2.6.2.1 Juez experto

Es una persona con gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento y que posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para evaluar las características del alimento. Debido a su habilidad y experiencia, en las pruebas que efectúa sólo es necesario contar con su criterio (Larmond, 1977; Ackerman, 1990).

2.6.2.2 Juez entrenado o panelista

Es una persona con bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial, que ha recibido enseñanza teórica y práctica sobre la evaluación sensorial, sabe lo que debe medir exactamente y realiza pruebas sensoriales con cierta periodicidad. Se emplean para pruebas descriptivas y discriminativas complejas (Larmond, 1977).

2.6.2.3 Juez semientrenado o “de laboratorio”

Son personas con un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad, pero que generalmente sólo intervienen en pruebas discriminativas sencillas que no requieren una definición muy precisa de términos o escalas (Larmond, 1977).

2.6.2.4 Juez consumidor

Son personas que no tienen nada que ver con las pruebas, ni han realizado evaluaciones sensoriales periódicas. Son elegidos al azar y sólo se emplean en pruebas afectivas (Costell y Durán, 1981). Es importante que sean consumidores habituales del producto a valorar o, en el caso de un producto nuevo, que sean los consumidores potenciales de dicho producto (Amerine, *et al.*, 1965; Anzaldúa-Morales, 1994).

2.6.3 Aplicaciones de la evaluación sensorial

Principales aplicaciones según Picallo (2009).

- Control del proceso de fabricación. Influencia ante el cambio de una materia prima, ingredientes o modificaciones en las condiciones del proceso.
- Guía en la etapa de desarrollo del producto.

- Control del producto. Estudio de la homogeneidad del producto, vida media comercial.
- Influencia del almacenamiento (vida útil).
- Establecimiento de los límites y grados de calidad.
- Caracterización de producto. Estudio de aceptación, desarrollo del perfil sensorial, etc.
- Control de mercados. Estudio de comparativo de muestras, estudio de aceptación con consumidores.

2.6.4 Importancia de la evaluación sensorial

Numerosos sectores industriales utilizan regularmente esta herramienta, la que consideran un instrumento fiable y serio, indispensable para el control y el conocimiento del gusto de los productos. La evaluación sensorial es importante en todas las etapas de producción y desarrollo en la industria alimentaria, para conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto.

La evaluación sensorial es de gran utilidad ya que se aplica para la mejora de un producto mediante el estudio de los defectos sensoriales deseables tras la modificación de la fórmula de un producto, ya sea por eliminación, sustitución, adición de un nuevo componente o por la modificación en la elaboración del producto (Alimentos, 2008).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La parte experimental del presente trabajo fue realizado dentro de las instalaciones de la UAAAN, en el Laboratorio de Análisis de alimentos del Departamento de Nutrición Animal y en el Laboratorio de Alimentos I y Evaluación Sensorial del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

3.1 Materia prima

- Azúcar
- Berenjena
- Harina de trigo Integral (La Perla).
- Jugo de naranja
- Manteca vegetal (INCA).
- Polvo para hornear (Rexal).
- Ralladura de naranja
- Sal

3.2 Equipo utilizado

- Aparato de reflujo marca Labconco.
- Aparato Kjeldhal, marca Labconco.
- Aparato Soxleth
- Balanza Analítica marca Explores OHAUS. Capacidad máxima 210g.
- Balanza granataria marca OHAUS, Modelo Scout Pro SP601. 600g
- Centrifugadora, marca Thermo IEC, modelo Centra CL2, R.P.M X1000.
- Colorímetro Konica Minolta modelo CR-400.
- Estufa de secado marca Robert Shaw, opera a una temperatura de 55–60°C.
- Estufa de secado Thelcon modelo 27, opera a una temperatura de 100-103°C.
- Estufa marca Mabe, modelo EM1365BB2.
- Molino de martillos marca Thomas-Wiley, Modelo 4.

- Mufla Thermo scientific marca Thermolyne modelo 1500, opera a una temperatura de 100-900°C. para calcinar muestras.
- Vortex-Genie, Modelo G650E, marca scientific industries inc.

3.3 Material utilizado

- Cartucho poroso de celulosa
- Cortadores de galletas
- Crisoles de porcelana
- Crisoles de vidrio
- Cuchillo
- Desecador
- Embudos
- Espátula
- Matraces fondo plano, boca esmerilada
- Matraces Kjeldhal de 800ml
- Matraz Erlenmeyer de 500ml
- Moldes antiadherentes
- Mortero
- Papel aluminio
- Papel filtro
- Rodillo
- Sifones
- Tabla para cortar
- Tamices marca montinox.
- Tela de lino
- Tubos de centrifuga
- Vasos de Berzelius

3.4 Obtención de la harina de berenjena

Deshidratación de la berenjena: Una vez teniendo la materia prima se procedió a lavar la berenjena, limpiarla y cortarla en rebanadas cilíndricas de 30 mm de diámetro y 6mm de grueso, se colocan las rebanadas en charolas de aluminio, las cuales se introducen en una estufa de secado (marca Robert Shaw) a 60 °C durante 24 horas. Transcurrido el tiempo se sacan de la estufa y se dejan enfriar aproximadamente 20 minutos, posteriormente se procede a moler la berenjena ya deshidratada en molino de martillos (marca Thomas-Wiley, Modelo 4), de la cual se obtuvo una harina (Figura 5).

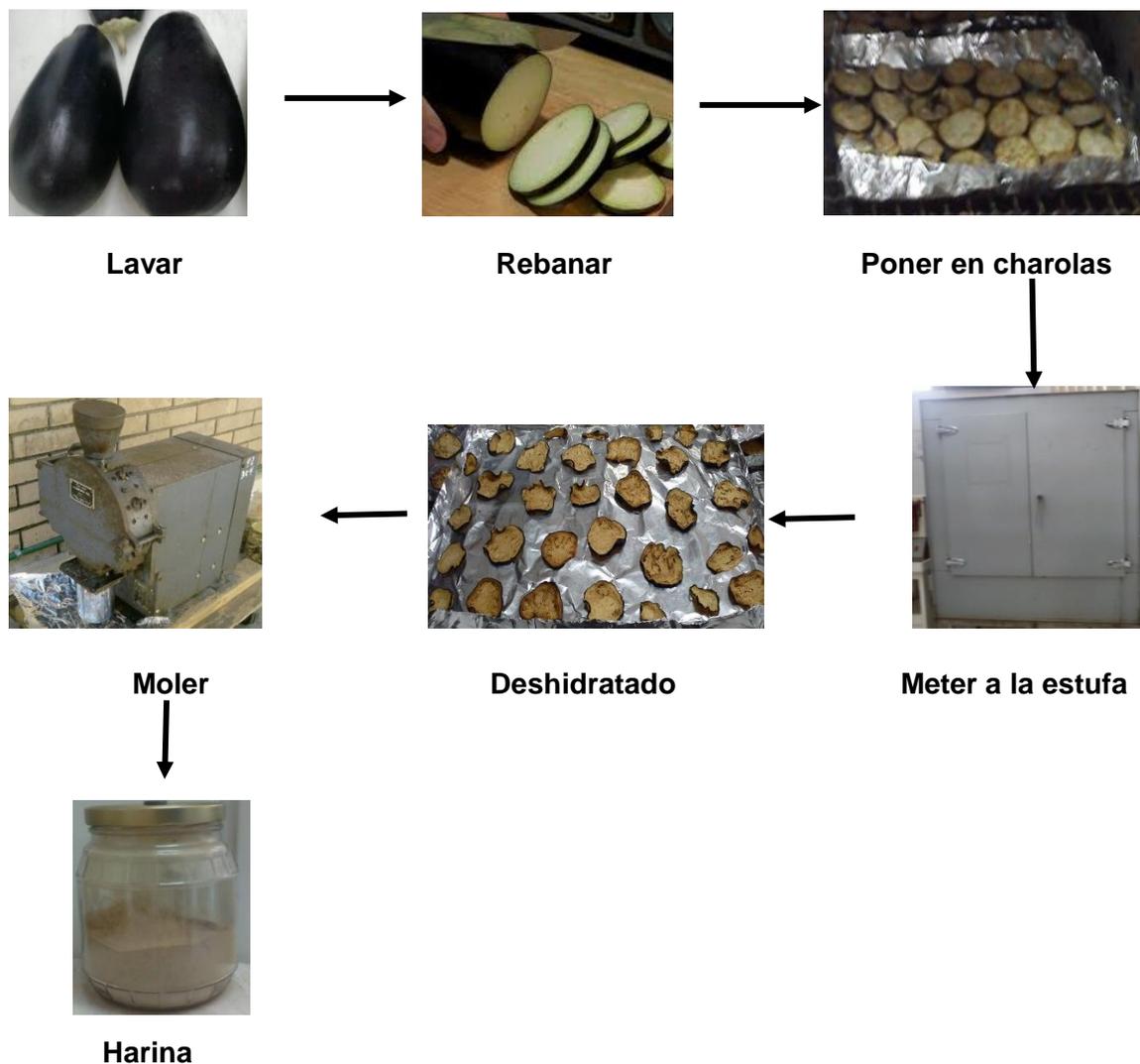


Figura 5. Diagrama de proceso para la obtención de harina de berenjena

3.5 Formulación de galletas con harina de trigo integral adicionando harina de berenjena en diferentes concentraciones

Se elaboraron 3 formulaciones y un testigo:

1. **Testigo.** 100% de harina de trigo integral.
2. **Concentración 10%.** 90% de harina de trigo integral y 10% de harina de berenjena.
3. **Concentración 15%.** 85% de harina de trigo integral y 15% de harina de berenjena.
4. **Concentración 20%.** 80% de harina de trigo integral y 20% de harina de berenjena.

A todas las formulaciones se les agrego los siguientes ingredientes:

➤ Manteca vegetal	50%
➤ Azúcar	30%
➤ Sal	0.13%
➤ Polvo para hornear	0.5%
➤ Jugo de naranja	70%
➤ Ralladura de naranja	4%

3.5.1 Elaboración de las galletas

Pesar cuidadosamente todos los ingredientes, cernir la harina junto con el polvo para hornear y la sal. Se bate la manteca vegetal hasta que tome una consistencia cremosa, se agrega el azúcar y se continúa batiendo, se agrega lentamente la harina, y se va incorporando alternando con el jugo de naranja, no se amasa solo se incorporan todos los ingredientes, cuando se haya formado la masa, se hace una bola y se deja reposar en el refrigerador por media hora, transcurrido el tiempo la masa se aplanan con el rodillo hasta alcanzar un grosor de 7 mm aproximadamente en una mesa previamente enharinada, una vez aplanada se cortan

las galletas y se colocan sobre una charola, posteriormente se pasan al horno (Estufa marca Mabe, modelo EM1365BB2) previamente precalentado a una temperatura de 150 °C por un periodo de tiempo de 19 minutos (Figura 6).

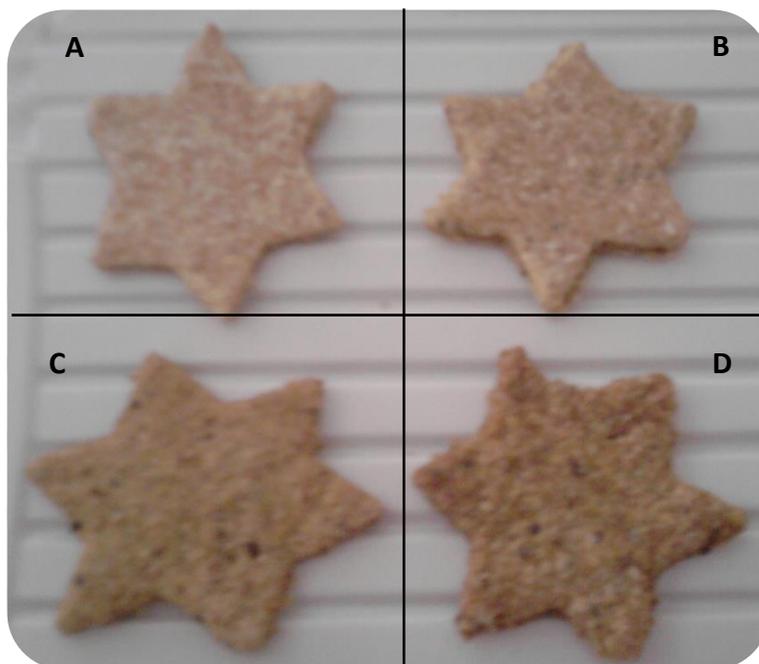


Figura 6. Galletas a base de harina de trigo adicionada con harina de berenjena en concentraciones de 0% (A), 10% (B), 15% (C) y 20% (D)

3.6 Análisis bromatológico

Se realizó un análisis bromatológico a las galletas adicionadas con harina de berenjena, al testigo y a la harina de berenjena de: materia seca total (MST), cenizas totales, fibra cruda, fibra dietética, extracto etéreo y proteína (A.O.A.C, 1990).

3.6.1 Determinación de materia seca total

Se colocan crisoles de porcelana en la estufa (marca Thelco, modelo 27) a una temperatura de 100-103 °C por 12 horas para ponerlo a peso constante, transcurrido este tiempo se sacan de la estufa utilizando unas pinzas, y se colocan

en un desecador para que se enfríe por un tiempo de 15 a 20 minutos, alcanzado este tiempo se pesan en la balanza analítica y se registra el peso. Por separado se pesan 2 g de muestra seca, colocándolos en cada crisol, se meten a la estufa durante 24 horas, pasado este tiempo se sacan los crisoles con la muestra seca de la estufa, se enfrían por 15 a 20 minutos en un desecado y se procede a pesar.

$$\%MST = \frac{\text{peso del crisol con muestra seca} - \text{peso del crisol solo}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

$$\%Humedad = 100 - \%MST$$

3.6.2 Determinación de contenido de cenizas

La muestra utilizada en la determinación de MST, se pre-incinera en una parrilla eléctrica, a baja temperaturas para evitar salpicaduras, hasta que deje de producir humo. El crisol se pasa a la mufla (marca Thermolyne), con una temperatura de 600 °C por un periodo de tiempo de 2-3 horas, transcurrido el tiempo se sacan de la mufla, se enfrían de 15 a 20 minutos en un desecador y se procede a pesar.

$$\%C = \frac{\text{Peso del crisol con cenizas} - \text{peso del crisol solo}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

3.6.3 Determinación de grasa por el método de soxhlet

Se determina de acuerdo al método Soxhlet, que consiste en la extracción directa con disolventes de compuestos no polares. Se colocaron en una estufa (marca Thelco, modelo 27) los matraces bola fondo plano boca esmerilada con tres perla de vidrio por 12 h, para ponerlos a peso constante, transcurrido este tiempo se sacaron y se colocaron un desecador de 15-20 minutos, después de este tiempo se pesan los matraces. En un papel filtro se pesan 4g de muestra seca, se depositan en

un cartucho poroso de celulosa y se cubren con algodón. A los matraces adicionar 250 ml de éter de petróleo, se acoplan al refrigerante del dispositivo Soxhlet por un periodo de 5 horas, contando el tiempo a partir de cuándo empieza a hervir, al finalizar se retira el dedal y se recupera el solvente excedente. Se colocan los matraces en la estufa (marca Thelco, modelo 27) a 100-103 °C por un espacio de 12 horas hasta poner a peso constante nuevamente el matraz, transcurrido el tiempo sacar, enfriar, pesar y calcular.

$$\%E. E. = \frac{\text{Peso del matraz con grasa} - \text{Peso del matraz solo}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

3.6.4 Determinación de fibra cruda

Se pesaron 2 g de muestra desengrasada, se coloca en un vaso de Berzelius, se agregan 100 ml de solución de ácido sulfúrico al 0.255 N, se conectan al aparato de reflujo (marca Labconco), por un periodo de 30 minutos contando a partir de cuando empiece a hervir, al hervir, se baja la temperatura, para que se mantenga en ebullición suave, transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de una tela de lino y lavar con agua destilada caliente. Se pasa la fibra (residuo que quedó en la tela de lino) al vaso de Berzelius con 100 ml de solución de hidróxido de sodio 0.313 N y conectar al aparato de reflujo por 30 minutos, transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de la tela de lino, lavar con agua destilada caliente, escurrir el exceso de agua, retirar la fibra con una espátula de la tela de lino y depositarla en un crisol de porcelana, poner el crisol a peso constante en la estufa (marca Thelco, modelo 27) a 100-103 °C, por 12 h, transcurrido el tiempo, sacar de la estufa, enfriar y pesar. Pre incinerar la muestra en parrillas y meter en la mufla (marca Thermolyne) a 600 °C por 3 horas, transcurrido el tiempo, sacar, enfriar, pesar y calcular.

$$\%FC = \frac{\text{Peso del Crisol con Fibra Seca} - \text{Peso del Crisol con Fibra Cenizas}}{\text{g de Muestra}} \times 100$$

3.6.5 Determinación de fibra dietética

Pesar 0.5 g de muestra, se transfiere a un vaso de Berzelius de 600 ml, se agrega 50 ml de solución neutro de detergente, conectar el vaso al aparato de reflujo por un periodo de tiempo de una hora a partir de cuando empiece a hervir, bajar la temperatura para que esté con ebullición suave, transcurrido el tiempo, sacar del aparato y filtrar con ayuda de vacío, a través de crisoles filtrantes, con placa porosa (previamente secado y pesado), enjuagar con agua destilada caliente, para quitar el exceso de la solución neutra hasta que ya no haga espuma, poner los crisoles en la estufa a secar a una temperatura de 100- 103 °C por 12 h, sacar de la estufa, enfriar en desecador por 5 minutos, pesar y calcular.

$$\%F.D = \frac{\text{Peso del Papel con Fibra} - \text{Peso del Papel sin Fibra}}{\text{g de Muestra}} \times 100$$

3.6.6 Determinación de proteína por método Macro - Kjeldhal

3.6.6.1 Digestión

Se pesa 1g de muestra seca molida sobre papel filtro, se coloca en un matraz Kjeldhal de 800 ml, se agregan 4 perlas de vidrio (para que esté en ebullición constante), poner una cucharada de mezcla reactiva de selenio (catalizador), adicionar 30 ml de ácido sulfúrico concentrado, se conecta al aparato Kjeldhal (marca Labconco) en la sección de digestión, hasta que la muestra cambie de color café oscuro a verde claro (Sistema Kjeldhal, marca Labconco).

3.6.6.2 Destilación

Se diluye con 300 ml de agua destilada el resultado de la digestión, se deja enfriar. En un matraz Erlenmeyer de 500 ml, se agrega 50 ml de ácido bórico al 4% y 6 gotas de indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromocresol), agregar al matraz Kjeldhal 110 ml de hidróxido de sodio al 45% y 6 granallas de zinc, no agitar.

Conectar a la parte destiladora del aparato Kjeldhal, el matraz Erlenmeyer y el matraz Kjeldhal, tener cuidado de abrir la llave del agua, se deben recibir 250 ml del destilado en el matraz Erlenmeyer.

3.6.6.3 Titulación

Se titula con ácido sulfúrico al 0.096 N, hasta que vire a color rosa pálido. Realizar los cálculos con los ml de ácido sulfúrico gastados.

$$\%N = \frac{(ml\text{ gastados de la muestra} - ml\text{ blanco})(normalidad\ del\ ácido)(0.014)}{g\ de\ muestra} \times 100$$

*0.5ml = blanco

%P= (%N) (6.25)

*6.25 = Factor de conversión.

3.6.7 Determinación del contenido de carbohidratos totales

Se determinan a través de una diferencia, esta diferencia es la que existe entre el peso original de la muestra y la suma de pesos del agua, extracto etéreo, proteína, fibra cruda y cenizas.

$$\%Carbohidratos\ totales = 100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ humedad} + \% \text{ extracto etéreo} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ fibra cruda}).$$

3.6.8 Determinación del contenido calórico

Existen 4 elementos que nutren al cuerpo humano de energía, pero solo tres le aportan nutrientes, estos son: los carbohidratos, las proteínas y las grasas.

Para calcular el contenido calórico se utilizan los datos obtenidos en el análisis proximal de grasa, proteína y carbohidratos, de acuerdo a la FAO se utilizan los factores de conversión para cada uno de ellos: 4 kcal/g para proteínas, 9 kcal/g para grasa y 4 kcal/g para los hidratos de carbono, con estos datos se realizan reglas de tres y se determinan las Kcal/g contenidas en el alimento analizado.

$$\begin{array}{r} \text{Kcal/g} \text{ ----- } 100\% \\ X \text{ ----- } \% \end{array}$$

* (%) = Datos obtenidos en el análisis proximal de grasa, proteína y CHO's.

3.7 Análisis físicos de la harina

3.7.1 Capacidad de retención de agua (CRA)

El análisis de la capacidad de retención de agua (CRA) de la fibra se determina de acuerdo a Fernández-López, *et al.* (2009). Treinta mililitros de agua destilada se añadieron a 1 g de la muestra en polvo, la suspensión se homogeneizó en un vórtex (marca scientific industries inc, modelo G650E) durante 1 min y se dejó a temperatura ambiente durante 24 h. Después de la centrifugación (3000 rpm por 20 min, Centra modelo C12) se eliminó el sobrenadante y el residuo se pesó. La capacidad de retención de agua se expresa en gramos de agua por gramo de muestra seca.

3.7.2 Capacidad de retención de aceite (CRa)

El análisis de la capacidad de retención de aceite de la fibra, se determinó de una manera similar como la CRA, excepto que el agua destilada fue sustituida por aceite de maíz. El resultado se expresó como gramos de aceite por gramo de muestra seca.

3.7.3 Índice de solubilidad en agua (ISA)

La solubilidad se determinó según Cano-Chauca, Stringheta, Ramos and Cal-Vidal (2005). Aproximadamente 1 g de la muestra se añadió a 100 ml de agua destilada en un tubo de centrífuga, la suspensión se homogeneizó usando un vórtex (marca scientific industries inc, modelo G650E) durante 2 min y se centrifugó (3000 rpm por 5 min, Centra modelo C12). Una alícuota de 25 ml del sobrenadante se transfirió a un vaso de precipitados y se colocó en una estufa de secado a 105 °C durante aproximadamente 5 h. La solubilidad (%) se calcula por diferencia de peso.

3.7.4 Actividad de agua (Aw)

La actividad del agua es el parámetro más importante en la conservación de alimentos ya que es un indicador del crecimiento microbiano y de la velocidad de deterioro, productos como las harinas deben mantenerse en rangos menores de $A_w=0,60-0,85$, para poder evitar su contaminación y alargar su vida útil, y productos como galletas deben de tener una A_w menor a 0,60 para alargar su vida útil y no dañar su textura (Eroski Consumer, 2012).

La A_w de agua de la harina de berenjena y de las galletas adicionadas con harina de berenjena se determinó utilizando el aparato AQUALab (Model series 3 y 3TE, Decagon Devices, Inc, Pullman, WA, USA). Se pesó 1 g de cada muestra y se colocó dentro del equipo, el cual determinó el A_w de las muestras a una temperatura de 24 ± 1 °C.

3.8 Caracterización de las galletas y la harina de berenjena

3.8.1 Color

La apariencia o aspecto es uno de los factores de calidad decisivo para la aceptación de un producto por parte del consumidor, el sistema cromático en el que está basado el sistema $L^* a^* b^*$ se fundamenta en la teoría de colores opuestos. Las coordenadas $L^* a^* b^*$ representan coordenadas de un color en un sistema tridimensional.

El color de las muestras se midió utilizando un colorímetro (marca Minolta modelo CR-400). Se tomaron 5 lecturas para cada formulación y para la HB obteniendo las coordenadas L^*, a^*, b^* (Figura 7).

L^* = Luminosidad varía desde negro (0) hasta blanco (100).

a^* = Coordenada de cromaticidad, varía desde verde (-60) a rojo (+60).

b^* = Coordenada de cromaticidad, varía desde azul (-60) a amarillo (+60).

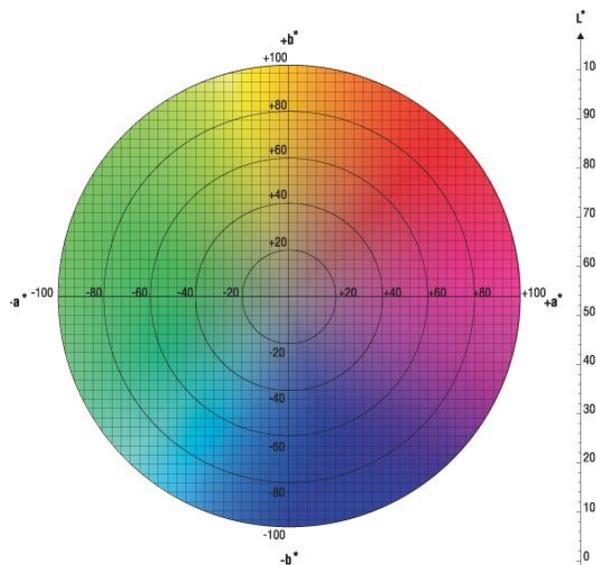


Figura 7. Diagrama de cromaticidad

Fuente: Wpcinternational.wordpress.com, 2013

3.8.2 Tamaño de las partículas (granulosidad)

Según el CODEX Alimentarius la granulosidad de la harina se debe determinar de acuerdo al método de la AOAC 965.22; que dice que el 98% o más de la harina deberán pasar a través de un tamiz (N °70) de 212 micras. El análisis se lleva a cabo cerniendo a través de una serie de tamices enumerados (212, 180, 160, 140 micras).

Se pesan 100 g de muestra, se cierne por 15 minutos y se pesa el residuo que quedo en cada tamiz, reportar pesos y porcentajes acumulados de retención.

3.9 Evaluación sensorial

Se llevó a cabo por un panel formado de 30 jueces semientrenados, estudiantes de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a los cuales se les proporciono los materiales necesarios para evaluar las galletas adicionadas con harina de berenjena a diferentes concentraciones y un testigo. Los jueces evaluaron los siguientes atributos: Apariencia global, olor, textura y sabor.

3.9.1 Prueba hedónica de nueve puntos

Se usa para estudiar a nivel de Laboratorio la posible aceptación del alimento. Se pide al juez que luego de su primera impresión responda cuánto le agrada o desagrada el producto, esto lo informa de acuerdo a una escala verbal-numérica que va en la ficha.

A cada uno de los jueces se le proporcionaron cuatro muestras de galletas, tres de ellas con diferentes concentraciones de harina de berenjena y un testigo, se les pidió que evaluaran los atributos de apariencia global, olor, textura y sabor de acuerdo a la escala de nueve puntos, donde 1= muy poco agradable y 9= muy agradable.

3.10 Análisis estadístico

Todos los análisis se realizaron por triplicado de cada muestra y se obtuvieron los promedios. Los datos se sometieron a un análisis de varianza utilizando en paquete estadístico JMP 5.0.1. Cuando el efecto del tratamiento fue significativo se empleó la prueba de comparación de medias de Tukey HSD con un nivel de confianza del 95%, para identificar las diferencias significativas entre las medias individuales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del análisis bromatológico de la harina de berenjena

Los análisis se realizaron por triplicado mostrándose los promedios de las repeticiones para cada parámetro analizado se muestran en el cuadro 8.

La harina de berenjena presento una humedad de 16.40%, que fue mayor a los obtenidos para residuos fibrosos de maracuyá (6.35%) (Bermúdez, 1998), y naranja (6.0%) (Tamayo & Bermúdez, 1998). El contenido de humedad depende del grosor de la cáscara, así como del tiempo y temperatura de secado a las cuales se sometieron durante su procesamiento (Cruz, 2002).

El valor de cenizas obtenido (6.69%) es similar que el reportado para residuos fibrosos de maracuyá (6.10%) (Bermúdez, 1998), pero mayor que los reportados para naranja (3.2%) (Tamayo & Bermúdez, 1998) y piña (3.0%) (Baquero & Bermúdez, 1998). Debido a que el residuo obtenido por la incineración refleja el contenido de sustancias minerales del alimento, el residuo de la berenjena podría ser más rico en este componente que los residuos de las frutas antes mencionadas.

En el contenido proteico de la harina de berenjena se observa un valor de 12.31%, superior al reportado para residuos fibrosos de piña (3.7%), naranja (6.0%) y maracuyá (5.55%), antes citados. La principal fuente de proteínas en un residuo fibroso son las glicoproteínas presentes en la pared celular primaria donde forman una red de microfibrillas con la celulosa. La incorporación de estos componentes proteicos puede variar dependiendo de la naturaleza del fruto, el grado de maduración de la fruta o verdura y sus condiciones de cultivo (García Luna, 2003).

Se observan valores similares en el contenido de grasa de la harina de berenjena (0.33%), comparado con los residuos de maracuyá (0.40%) y naranja (0.6%) antes citados, pero menor que el reportado en mango criollo (1.98%) (García Luna, 2003), lo cual puede deberse a la naturaleza del fruto.

El contenido de fibra cruda para la harina de berenjena fue de 12.58%, teniendo un valor similar reportado en mango criollo (12.06%) (García Luna, 2003), pero siendo mayor que lo reportados en guayaba (0.7%) (Saura-Calixto, 2001), debido a que el contenido de fibra cruda de los alimentos depende de la fuente, estado de madurez y tratamiento recibido por la muestra durante la obtención del residuo fibroso (Cruz, 2002).

La fibra dietética total para la harina de berenjena fue de 26.34%, teniendo un valor mayor comparado con los valores para guanábana (21.2%) (Ruales & Zumba, 1998), betabel (22.3%) y salvado de trigo (16.0%) (Duque, *et al.*, 1998), pero menor que el reportado en maracuyá (82.1%) (Baquero & Bermúdez, 1998). El contenido de fibra dietética total, está en función de la fuente de la cual es extraída, siendo mayor este componente en frutas y verduras, las diferencias en el porcentaje de fibra dependen también del tratamiento al cual se somete el material para la determinación de la misma (Cho, *et al.*, 1997).

El contenido de carbohidratos totales de la harina de berenjena fue de 51.90%, que fue menor que lo reportado para harina de mango criollo (75.71%), de níspero (76.14%) y de mango obo (61.34%), reportado por García Luna (2003) y Sánchez (2005), la diferencia de los porcentajes depende de la fuente, estado de madurez y del contenido de carbohidrato presente (almidón, sacarosa, glucosa, fructosa) (Berlitz & Grosch, 1997).

El contenido calórico de la harina de berenjena fue de 263 Kcal por cada 100 g, teniendo un valor menor que el reportado en harina de mandioca (356 Kcal), harina de papa (358 Kcal), harina de camote (282 Kcal) y harina de trigo (356) (Nagy, *et al.*, 1990). Esta diferencia se debe a que la fuente de la que provienen es diferente y por lo tanto su contenido calórico varía, las verduras son los alimentos con menor contenido calórico: acelgas, zanahoria, cebolla, alcachofas, berenjenas, etc. ya que poseen entre 15-33 Kcal por cada 100 g, seguido de las frutas con un contenido calórico moderado que va de 30-90 Kcal por cada 100 g, siendo los cereales y las féculas los alimentos con mayor contenido energético (Megías, 2014).

Cuadro 8. Resultados del análisis bromatológico de la harina de berenjena

	PARÁMETROS							
	H (%)	C (%)	P (%)	E.E. (%)	FC (%)	FD (%)	CHO's (%)	C.C (Kcal)
Harina de berenjena	16.40	6.69	12.31	0.33	12.58	26.34	51.90	263.39

H = humedad; C = cenizas; P = proteína; E.E = extracto etéreo; FC = fibra cruda; FD = fibra dietética; CHO'S=carbohidratos totales; C.C = contenido calórico

4.2. Resultados del análisis físico-químico de la harina de berenjena

Los resultados del análisis físico-químico de la harina de berenjena se muestran en el cuadro 9 y 10.

La harina de berenjena presenta una buena capacidad de retención de agua (CRA) que fue de 11.07 g de agua/ g muestra, comparada con los residuos fibrosos estudiados por Mateu (2004) donde reporta que la mayor CRA fue de 5.66 g de agua/ g muestra procedente del mango obo, la HB presento un valor mayor, según Mateu (2004) esto se debe mayormente a su alto contenido de FDI y sus componentes como son la celulosa, hemicelulosa compuestos que tienen una gran CRA.

La capacidad de retención de aceite (CRa) de la HB fue de 7.18 g de aceite/g muestra, siendo este valor mayor a los reportados en otros residuos fibrosos vegetales donde el mayor valor fue de 1.46 g de aceite/g muestra reportado en mango criollo, donde señalaron que a mayor cantidad de FDI, la CRa incrementa, este comportamiento se observó claramente en la HB (García, 2003; Sánchez, 2005).

La harina de berenjena presenta un índice de solubilidad en agua (ISA) menor que el de la harina de trigo que es de 13.26%, esto es porque la harina de trigo presenta un mayor contenido de proteínas solubles en agua y una mayor fracción de amilosa (Osorio, 2009).

De acuerdo a los datos de Eroski Consumer (2012), productos como la harina deben de tener una A_w menor a 0.66 -0.85 para aumentar su vida útil y disminuir notablemente las probabilidades de contaminación microbiana, en la harina de berenjena esto se cumple ya que tiene una A_w por debajo de este rango lo que asegura que su vida útil aumentara.

Cuadro 9. Resultado del análisis físico-químico de la harina de berenjena

Análisis	Resultado
Capacidad de retención de agua (CRA)	11.07 g agua/g muestra seca
Capacidad de retención de aceite (CRa)	7.18 g aceite/g muestra seca
Índice de solubilidad en agua (ISA)	10.57 %
Actividad de agua (A_w) (24 - 24.3 °C)	0.33

Para la evaluación del color se tomaron cinco lecturas de los parámetros L^* a^* y b^* utilizando el colorímetro Minolta CR-400 para identificar la tonalidad que presentaba. En el cuadro 10 se presentan las coordenadas de color en el espacio uniforme $L^*a^*b^*$ que presentaba la harina.

El valor L^* en la harina fue de 67.89, presenta una luminosidad menor, por lo que presenta un valor más cercano al negro, comparado con lo reportado en harina de trigo ($L=92-01$), que tiene un valor más cercano al blanco (Montoya & Giraldo, 2010).

La harina de berenjena de acuerdo a las coordenadas a^* y b^* obtenidas se puede observar que presenta una coloración entre amarilla y café claro, esto es debido a que antes de la deshidratación la berenjena es rebanada y sufre un pardeamiento enzimático que se debe principalmente a la acción de la polifenoloxidasas (PPO) que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos para producir pigmentos pardos-marrones sobre la superficie de las frutas y vegetales durante su procesamiento (Severini, *et al.*, 2003).

Cuadro 10. Valores obtenidos con el colorímetro de la harina de berenjena

Lecturas	Harina de berenjena
L^*	67.89
a^*	3.07
b^*	22.36

4.2.1. Tamaño de las partículas (granulosidad) de la harina de berenjena

La malla que tuvo mayor porcentaje de retención fue la que tenía una abertura de 210 μm , esto es porque la harina presentaba pequeños gránulos de negros procedentes de la cascara de berenjena que eran más grandes que el resto de la harina y no lograron pasar, la malla con una abertura de 170 μm reporta el menor porcentaje de retención comparado con las otras dos (Cuadro 11). Según la norma del CODEX el 98 % o más de la harina debería pasar a través de un tamiz de 212 micras, pero en este caso solo se reporta que el 59.14% de la harina fue la que atravesó la malla, esto se puede deber a que la cascara era más dura que el resto de la berenjena y no logro pulverizarse por completo. El molino utilizado fue el de martillos y una desventajas es que para lograr una molienda homogénea con este equipo se necesita uniformidad en las partículas y en el caso de la berenjena no había uniformidad en las partículas. Fuertes (1998) señala que dependiendo de la granulometría de la fibra, será el tipo de alimento o proceso en el cual se incorporará. La fibra fina (de tres a cinco micrómetros) puede emplearse como sustituto de

grasas, las de mayor tamaño se aplican en productos donde su textura lo permita como las galletas (Cruz, 2002). El tamaño ideal de partículas de fibra para consumo humano se ubica en un rango de 50 a 500 μm ; tamaños mayores pueden afectar la apariencia del producto e impartir una sensación fibrosa dificultando la masticación y deglución, tamaños menores pueden presentar problemas en la hidratación al favorecerse la formación de grumos, ocasionar apelmazamiento y por lo tanto compresión del producto. De acuerdo a esto podemos decir que la granulometría de la harina de berenjena tenía un tamaño de partículas que puede entrar en este rango, favoreciendo a los productos en su textura.

Cuadro 11. Distribución del tamaño de partículas de la harina de berenjena

Abertura de la malla (μm)	Retención (%)
210	40.86
170	9.30
149	12.12
Fondo	37.48

4.3 Resultados del análisis bromatológico de las galletas

Se realizó el análisis de varianza de los datos obtenidos de cada tratamiento y de cada análisis, posteriormente al haber diferencia significativa ($P > 0.05$) se realizó un análisis comparativo de medias por la prueba de Tukey lo cual se muestra en el cuadro 12.

En los parámetros de materia seca total y humedad, el testigo es significativamente diferente ($P < 0,05$) a los otros tres tratamientos, ya que al agregar harina de berenjena el contenido de materia seca total disminuye, pero el contenido de humedad aumenta, siendo el testigo el que presenta mayor contenido de MST y menor humedad.

Para el contenido de cenizas el testigo no es significativamente diferente ($P < 0.05$) a los otros tres tratamientos, ya que su contenido en los tres tratamientos y el testigo no varía demasiado. En cuanto al contenido de proteína, existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.05$) entre el testigo y los otros tres tratamientos, esto es debido a que al agregar la harina de berenjena el contenido de proteína disminuye, pero el tratamiento 3 y el tratamiento 4 son estadísticamente iguales ya que el contenido de proteína se mantiene sin variaciones evidentes, la razón por la que el contenido de proteína disminuye al agregar la harina de berenjena se debe a que la harina de trigo presenta un mayor contenido de proteína (15%) (Preston, 1998), que el encontrado en la harina de berenjena (12.3%).

En cuanto al contenido de extracto etéreo, presenta una diferencia altamente significativa ($P < 0.05$) entre el testigo y los tratamientos 3 y 4, ya que al agregar harina de berenjena e ir aumentando la concentración el contenido de grasa va incrementando, pero el tratamiento 2 es estadísticamente similar al testigo y al tratamientos 3, pero diferente al tratamiento 4, el tratamiento 4 con mayor %HB es el que presentó el mayor contenido de grasa, esto es debido a su alto contenido de fibra que aumenta la retención de grasa.

El testigo presenta un menor contenido de fibra cruda, mientras que en los otros tres tratamientos el contenido aumenta al incrementar el porcentaje de harina de berenjena, por lo que existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.05$) entre el testigo y los otros tres tratamientos, esto se puede deber a que la harina de berenjena tiene un alto contenido de fibra, pero el tratamiento 3 y el tratamiento 4 son estadísticamente iguales, ya que su contenido de fibra cruda se mantiene casi igual.

En el contenido de fibra dietética existe una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el testigo y el tratamiento 4, pero estadísticamente son similares al tratamiento 2 y al tratamiento 3, siendo el testigo el que menor contenido de fibra dietética tenía y el que mayor contenido de fibra dietética contenía era el tratamiento 4.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis bromatológico de las galletas, al agregar mayor concentración de harina de berenjena el contenido de fibra

dietética se incrementa. El contenido de fibra dietética total está en función de la fuente de la cual es extraída siendo mayor este componente en frutas y verduras como en el caso de la harina de berenjena (26.8%), que en cereales y leguminosas como el salvado de trigo (16%) (Duque, *et al*, 1998). Resultados similares presenta Vergara (2005), al elaborar galletas con harina de trigo y harina de mango criollo, donde con una concentración de 6% presento 17.4% de fibra dietética total, mientras que en este trabajo el contenido de FDT con la concentración más baja de harina de berenjena que fue de 10% presento un valor similar que fue de 17.09% de fibra dietética, mientras que con la concentración más alta, reporta un valor de 19.64%. La harina de berenjena presenta 26.8% de fibra dietética total mientras que la harina de mango criollo presenta un 28%, es por esto que en una concentración más baja de harina de mango se aproxima al mismo valor, que al agregar mayor concentración de harina de berenjena.

La sustitución parcial de harina de trigo por harina de berenjena disminuye el contenido de carbohidratos totales de las galletas, existiendo una diferencia altamente significativa ($P < 0.05$) entre el testigo y los otros tres tratamientos, esto es debido a que conforme se incrementa la concentración de harina de berenjena el contenido total de carbohidratos disminuye obteniéndose la media con el valor más bajo en las galletas adicionadas con 20%.

El testigo presenta un contenido calórico mayor que los tratamientos 2 y 3, ya que al agregar concentraciones de 10% y 15% de harina de berenjena el contenido calórico disminuye, existiendo una diferencia altamente significativa ($P < 0.05$) entre el testigo y el tratamiento 2 y 3, pero no existe diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 4, ya que su contenido calórico es similar.

Resultados similares reportados por González (2012), en galletas adicionadas con harina de garbanzo donde a una concentración de 20%, su contenido de carbohidratos totales fue de 67% y su contenido calórico fue de 448 Kcal/100 g, mientras que en este trabajo a una concentración de 20% se reporta un valor menor en el contenido de carbohidratos totales (53.43%) y un valor mayor en el contenido

calórico (479.99%). La diferencia del contenido de carbohidratos se debe a que la harina de garbanzo presenta 58% de carbohidratos y la harina de berenjena presenta 52%, la harina de berenjena presenta un contenido calórico mayor que el de la harina de garbanzo, esto se debe a que la harina de berenjena presenta un contenido de fibra dietética (26.34%) mayor que el de la harina de garbanzo (11%), por lo que al haber mayor contenido de fibra incrementará la retención de grasa y aumentara su contenido calórico.

Cuadro 12. Resultados del análisis bromatológico de galletas por el método de Tukey

TRATAMIENTOS	PARÁMETROS								
	MST (%)	H (%)	C (%)	P (%)	E.E. (%)	FC (%)	FD (%)	CHO's (%)	C.C (Kcal)
(1) Testigo	96.31 ^A	3.69 ^B	1.44 ^A	10.05 ^A	20.66 ^C	1.99 ^C	14.10 ^B	62.18 ^A	474.80 ^A
(2) HB 10%	93.09 ^B	6.91 ^A	1.62 ^A	9.44 ^B	21.11 ^{BC}	2.44 ^B	17.09 ^{AB}	58.48 ^B	461.69 ^B
(3) HB 15%	92.07 ^B	7.93 ^A	1.18 ^A	8.78 ^C	21.78 ^B	3.04 ^A	16.18 ^{AB}	57.30 ^B	460.31 ^B
(4) HB 20%	92.69 ^B	7.31 ^A	1.74 ^A	8.66 ^C	25.74 ^A	3.12 ^A	19.64 ^A	53.43 ^C	479.99 ^A

HB: Harina de berenjena; MST = materia seca total; H = humedad; C = cenizas; P = proteína; E.E = extracto etéreo; FC = fibra cruda; FD = fibra dietética; CHO'S = carbohidratos totales; C.C = contenido calórico.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (P<0.05).

4.4 Actividad de agua (Aw) de las galletas

De acuerdo a los resultados obtenidos de la comparación de medias de Tukey el testigo no es significativamente diferente (P<0.05) a los otros 3 tratamientos ya que estadísticamente las medias obtenidas son iguales (Cuadro 13). Los valores promedio de actividad de agua (Aw) determinados en las galletas en estudio,

presenta una A_w por debajo de 0.6 lo que es favorable porque limita el crecimiento microbiano, como mesófilos aerobios, hongos y levaduras, con estos valores de A_w se evitara una proliferación microbiana, durante el almacenamiento del producto a temperatura ambiente por lo que el producto tendrá una vida útil más larga. Siendo esto aseverado por Maldonado & Pacheco (2000), en galletas de harina de plátano verde y trigo, donde obtuvieron promedios de 0.43–0.47.

Cuadro 13. Resultados de la A_w de las galletas

Tratamientos	Resultados de la A_w
(1) Testigo	0.36 ^{AB}
(2) HB 10%	0.37 ^A
(3) HB 15%	0.35 ^B
(4) HB 20%	0.36 ^B

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

La mediciones se hicieron a una temperatura: 24.2 ± 0.3 °C

4.5 Determinación de color de las galletas

Las cinco lecturas de L^* , a^* y b^* obtenidas con el colorímetro, de las galletas fueron promediadas para identificar la tonalidad que presentaba cada una de ellas. Se presentan las coordenadas de color en el espacio uniforme $L^*a^*b^*$ que presentan las galletas (Cuadro 14).

Las galletas que presentaron mayor luminosidad fueron las galletas testigo, ya que al agregar HB y conforme aumenta la concentración el valor de luminosidad va disminuyendo, obteniéndose el valor más bajo en las galletas con una concentración de 20% de HB, que presentaba un color más oscuro.

Las galletas que presentan el valor más alto en la coordenada a^* fueron las que tenían una concentración de 20% de HB comparada con la galleta testigo que tuvo el menor valor, se observa que al agregar HB e ir aumentando la concentración el valor de esta coordenada va aumentando, en los valores de las coordenadas b^* ocurrió lo contrario ya que las galletas testigo presentaron el valor más alto y se observa que al agregar la HB e ir aumentando la concentración el valor de esta coordenada va disminuyendo, esto es debido por la HB que propicia un aumento en la coloración que se puede apreciar como ligeramente café (figura 8), por lo que se observa que el color es afectado por la concentración de HB utilizada.

Cuadro 14. Valores obtenidos con el colorímetro de las galletas

Lecturas	Galletas Testigo	Galletas HB 10%	Galletas HB 15%	Galletas HB 20%
L^*	64.78	52.20	51.16	45.86
a^*	5.72	6.72	7.17	8.26
b^*	18.75	17.64	16.84	16.77

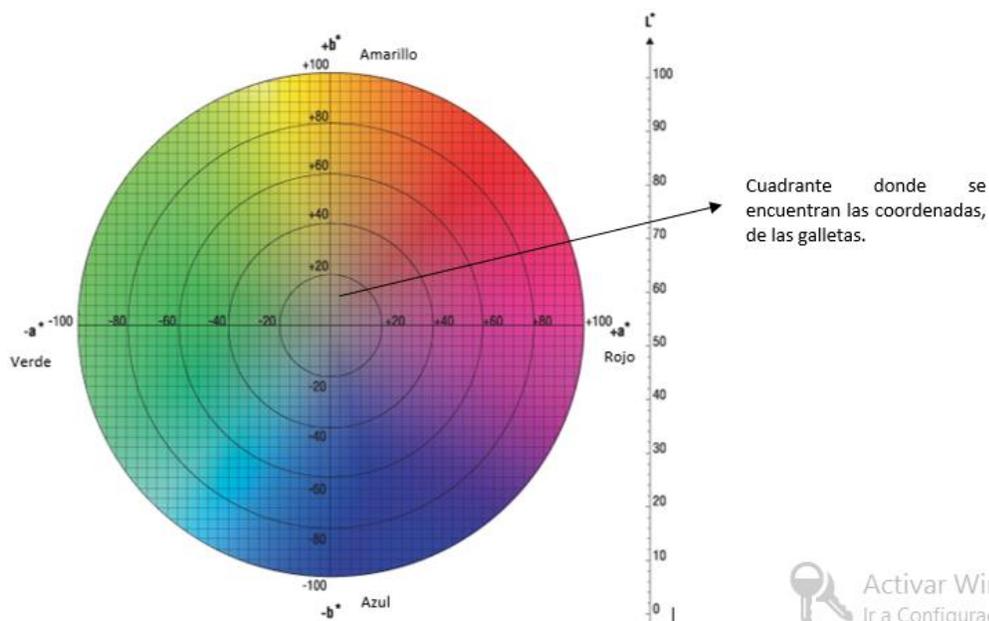


Figura 8. Identificación de las galletas y la HB en el diagrama del sistema de notación de color L^* a^* y b^*

4.6 Resultados de la evaluación sensorial de las galletas

Los datos se sometieron a un análisis de varianza utilizando en paquete estadístico JMP 5.0.1. Cuando el efecto del tratamiento fue significativo se empleó la prueba de comparación de medias de Tukey HSD con un nivel de confianza del 95%, para identificar las diferencias significativas entre las medias individuales de los parámetros de las galletas adicionadas con harina de berenjena y el testigo (Cuadro 15).

Cuadro 15. Resultados de evaluación sensorial por el método de Tukey

Tratamientos	Resultados de Evaluación sensorial			
	APARIENCIA GLOBAL	OLOR	TEXTURA	SABOR
(1) Testigo	5.73 ^A	4.38 ^B	6.40 ^A	6.79 ^A
(2) HB 10%	5.73 ^A	4.38 ^B	5.27 ^{AB}	5.14 ^B
(3) HB 15%	4.77 ^A	4.66 ^{AB}	4.87 ^{AB}	4.79 ^B
(4) HB 20%	3.00 ^B	6.38 ^A	4.20 ^B	3.69 ^B

HB: Harina de berenjena.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

El análisis de los datos en cuanto a apariencia global indico que existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.05$) entre el tratamiento 4 que contiene 20% de harina de berenjena y el testigo, pero el testigo no es significativamente diferente al tratamiento 2 y 3, obteniendo medias similares respectivamente, en cuanto al tratamiento 4 tuvo una media con un valor más bajo quedando por debajo del testigo y los otros dos tratamientos, presentando características totalmente diferentes, por lo que no fue del agrado de los jueces. Esto se debe a que el color de las galletas era más oscuro al ir incrementando la concentración de harina de berenjena, la concentración más alta (tratamiento 4) recibió la calificación más baja debido a que presentaba un color café oscuro que de acuerdo a los jueces no era agradable ya que daba la apariencia de estar quemada (Figura 9).

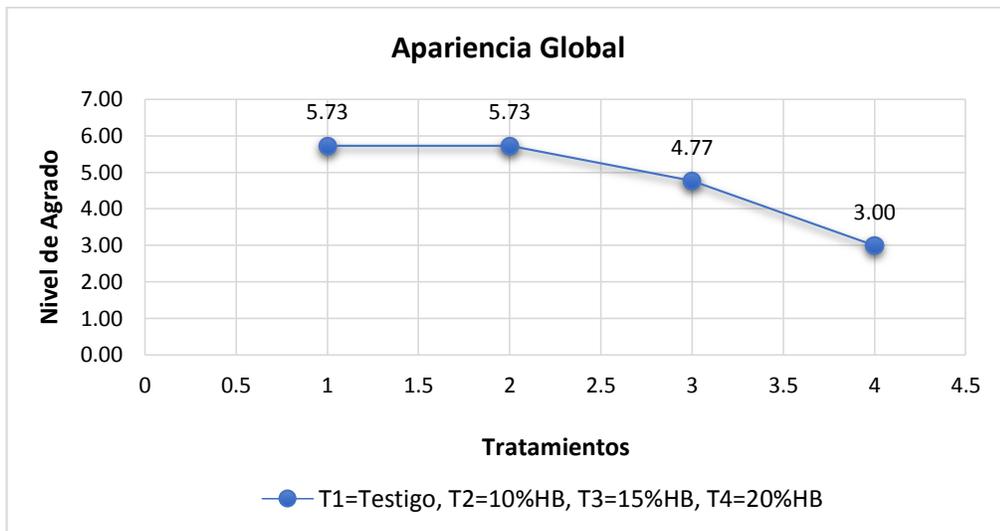


Figura 9. Comportamiento de la apariencia global respecto a la concentración de HB

Para la propiedad de olor existe una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el tratamiento 4 y el testigo, pero no existe diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 2 y el tratamiento 3 por lo que estadísticamente son iguales, la concentración más alta correspondiente al tratamiento 4 recibió la mayor calificación con una media de 6.38, dejando por debajo al testigo y a los otros dos tratamientos, esto se debe a que el olor a naranja de las galletas se potencializaba cada vez más al ir agregando harina de berenjena, haciendo que las galletas tuvieran un olor más fuerte y agradable según la evaluación de los jueces (Figura 10).

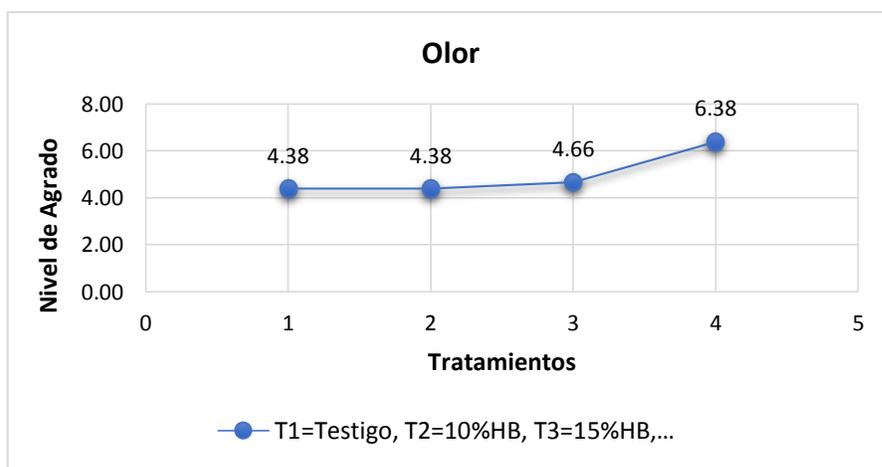


Figura 10. Comportamiento del olor en las diferentes concentraciones de HB

En la variable de textura existe una diferencia muy significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos, donde el testigo recibiendo la calificación más alta con una media de 6.40, el tratamiento 2 con una media de 5.27, el tratamiento 3 con una media de 4.87 y el tratamiento 4 con la más baja calificación de 4.20, este comportamiento se debió a que unas galletas eran más suaves que otras, de acuerdo a la evaluación de los jueces, conforme incrementaba la concentración de harina de berenjena las galletas tenían una textura más firme por lo que el tratamiento 4 con la concentración más alta recibió la calificación más baja por tener una textura demasiado firme y difícil de morder, resultando desagradable para los jueces, los otros tres tratamientos tuvieron calificaciones que no son significativamente diferentes ($P < 0.05$), de acuerdo a la evaluación de los jueces, las galletas tuvieron una textura suave y crujiente por lo que eran agradables al paladar. Esto se debe a que al aumentar el contenido de fibra en las galletas da una textura más crujiente lo que resulta favorable, pero en concentraciones muy altas proporciona una textura muy dura al producto resultando desagradable para el evaluador (Figura 11).

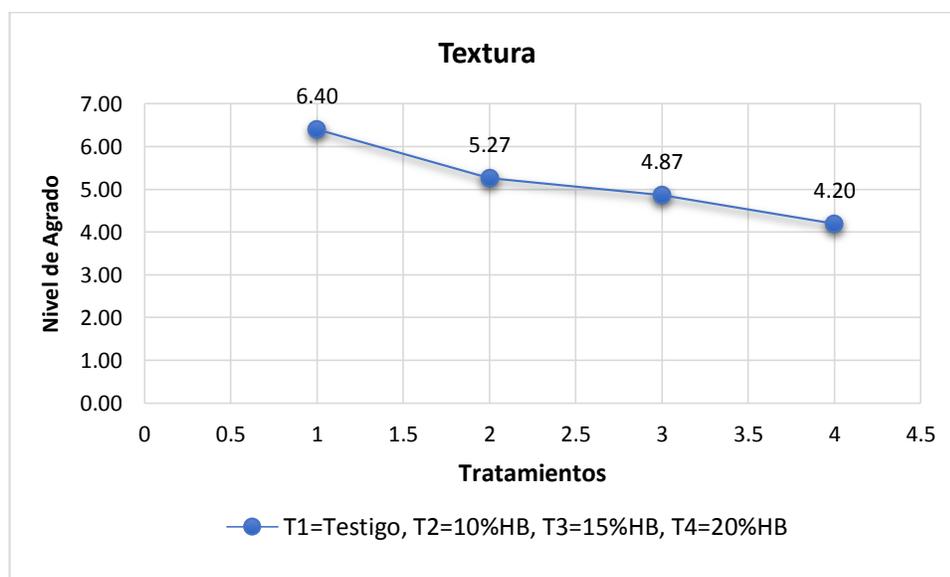


Figura 11. Comportamiento de la textura respecto a la concentración de HB

Para la variable sabor, existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.05$) entre el testigo y los otros 3 tratamientos, al ir incrementando la concentración de harina de berenjena las calificaciones disminuyeron en comparación al testigo, siendo el testigo el que recibió la calificación más alta con una media de 6.79, quedando con la calificación más baja el tratamiento 4 que contenía la concentración más alta de harina de berenjena. De acuerdo a la evaluación este comportamiento se debe a que a mayor concentración de harina de berenjena, el sabor era ligeramente amargo dejando un resabio en la boca que resultaba desagradable para los jueces, pero en concentraciones más bajas aumenta el sabor a cítrico pero sin dejar el sabor amargo en la boca, lo que resulta beneficioso (Figura 12).

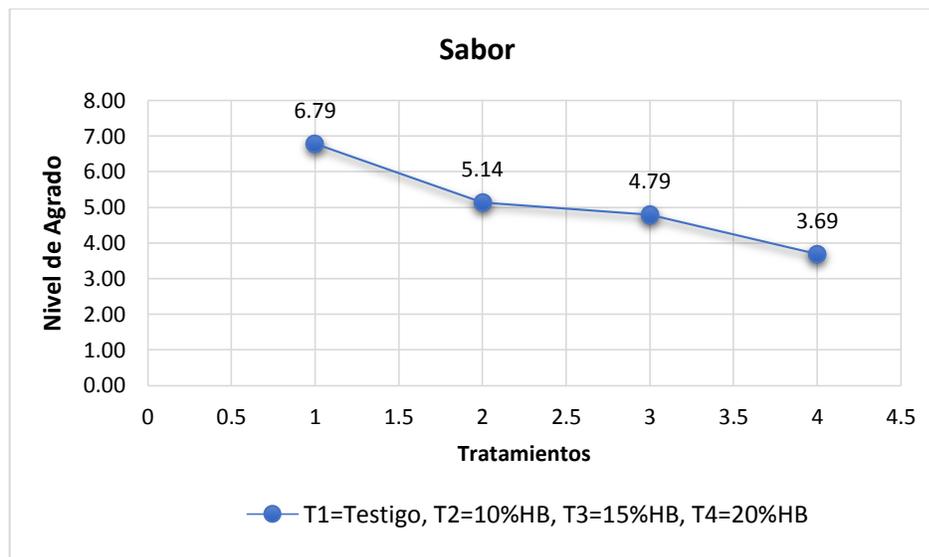


Figura 12. Comportamiento del sabor respecto a la concentración de HB

En cuanto a los atributos de apariencia global, sabor y textura, la formulación con 10% de harina de berenjena fue la que obtuvo mayores calificaciones y fue también la más aceptada, además de no presentar diferencia significativa ($P < 0.05$) en cuanto a apariencia global, olor y textura respecto al testigo. Los resultados de estos análisis significan que ambas galletas tienen la misma aceptación sensorial, referente a sus características de apariencia global, olor y textura. Actualmente se busca que la población incremente el consumo de alimentos con contenidos de fibra y reduzca hábitos alimenticios basados en grasas y azúcares.

La textura, el sabor y la apariencia global disminuyeron conforme se incrementó la cantidad de fibra alimentaria en el producto, obteniéndose calificaciones muy bajas para el producto adicionado con 20% de harina de berenjena que ocasionó una mala aceptación por parte de los jueces respecto a los atributos de apariencia global, sabor y textura evaluados, esto es por que presentaba un color muy oscuro que daba la apariencia de estar quemada, una textura muy firme que era difícil de morder y dejaba un sabor ligeramente amargo, pero presentaba un olor más intenso y agradable.

De las características evaluadas el olor fue la que obtuvo menor calificación para el tratamiento testigo, pero el sabor y la textura obtuvieron las más altas valoraciones.

Resultados similares se reportó Hernández-Estrada (2010), quien elaboro galletas de tamarindo, donde utilizo concentraciones de 1.2, 2.4, 4.8 y 9.6% de residuos fibrosos de tamarindo, realizó una prueba sensorial para evaluar la aceptación de las galletas, donde determinó que las galletas con un contenido del 2.4% de fibra adicionada presentaron los mejores atributos de color, sabor, textura y aceptación general , y que la textura y la aceptabilidad en general disminuyen conforme se incrementa la cantidad de fibra alimentaria en el producto obteniendo calificaciones muy bajas para el producto con mayor concentración (9.6%) de material fibroso, lo que ocasionó una mala aceptación, en este trabajo se obtuvieron resultados similares ya que la galleta con mejor aceptación fue la que contiene menor concentración (10%) de harina de berenjena y la menos aceptada fue la que contenía la concentración más alta (20%).

5. CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos de esta investigación, tenemos las siguientes conclusiones:

- Se caracterizaron las propiedades de la harina de berenjena, presentando un tamaño de partícula mayor a 210 μm , debido a estas características la harina de berenjena presenta un tamaño de partícula ideal para ser incorporado en productos como las galletas favoreciendo su textura, se evaluó la influencia de adición de fibra dietética obteniéndose que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de berenjena en la preparación de galletas, aumenta el contenido de fibra dietética conforme incrementa su sustitución, obteniendo el contenido más alto de FD (19.64%) en la formulación con 20% de HB y el más bajo en el testigo (14.10%).
- Se realizó un análisis fisicoquímico de la harina de berenjena obteniéndose un contenido de fibra cruda de 12.58%, fibra dietética de 26.34%, una CRA de 11.07 g agua/g muestra seca, una CRa de 7.18 g agua/g muestra seca, un ISA de 10.57% y una Aw de 0.33, tomando en cuenta estas características, esta harina tiene una Aw que asegura una vida útil larga, además de poder emplearse en productos que requieren de hidratación, generación de viscosidad y conservación de frescura como los productos de panificación, con la ventaja de que sus propiedades pueden cambiar al hacerlo su tamaño de partícula.
- Se evaluó la composición proximal de la harina de berenjena obteniéndose una humedad de 16.40%, cenizas 6.69%, proteína cruda de 12.31%, extracto etéreo de 0.33%, carbohidratos totales de 51.90% y un contenido calórico de 263.39 Kcal/100 g.

- Se determinó análisis proximal de las galletas obteniéndose menores contenidos en el testigo en cuanto a humedad (3.69%), cenizas (1.44%), extracto etéreo (20.66%), fibra cruda (1.99%) y fibra dietética (14.10%), al incrementar la concentración de HB estos valores aumentan obteniendo valores más altos en la concentración de 20%, humedad (7.31%), cenizas (1.74%), extracto etéreo (25.74%), fibra cruda (3.12%) y fibra dietética (19.64%), la proteína cruda y los carbohidratos totales disminuyen al incrementar la concentración de HB, obteniendo valores más altos en el testigo 10.05% y 62.18% respectivamente y valores más bajos en la concentración de 20%, el contenido calórico disminuye al agregar HB pero a una concentración de 20% presentan valores similares respecto al testigo 474.80 ± 5.19 Kcal/ 100 g. Se obtuvo una A_w idéntica en todas las formulaciones de 0.43 ± 0.02 , y se determinó que el color de las galletas adicionadas con HB está en función de la concentración, ya que al aumentar el color cambia y va presentando tonalidades más oscuras, obteniendo el color más oscuro en la concentración de 20%, los valores de A_w está por debajo de 0.6, lo que indica que limitara el crecimiento microbiano durante su almacenamiento, asegurando que el producto tendrá una vida útil más larga y que la adición de harina de berenjena es una buena fuente de FD, que podría emplearse en productos para promover beneficios a la salud
- Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial indicaron que las galletas si presentaban diferencias estadísticamente en algunos de sus atributos y permitió establecer que las galletas que presentaron mayor nivel de agrado en general para todos los atributos (apariencia global, olor, textura y sabor) fueron las de una concentración de 10% de harina de berenjena, se debe considerar una sustitución parcial de 10 y 15% como máximo, para no afectar los atributos sensoriales drásticamente.

6. LITERATURA CITADA

- A.O.A.C.** (1990). Métodos Oficiales de análisis. Décimo cuarta edición. Association of Official analytical Chemists. Washington, D.C.U.S.A.
- Ackerman, D.** (1990). A natural history of senses. Random House, New York. 13/01/14
- Amerine, M.A., Pangborn, R.M. Roessler, E.B.** (1965). Principles of Sensory Evaluation of Food. Academic Press, New York. 13/01/14
- Anzaldúa–Morales, A.** (1994). La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Acribia S.A. Zaragoza, España. 13/01/14
- Baquero, C. & Bermúdez, A. S.** (1998). Los residuos vegetales de la industria de jugos de maracuyá como fuente de fibra dietética. Lajolo, F.M, Wensel de Menezes, E. Eds. Vol. 2, pp. 207-214.
- Berlitz H.D. & Grosch W.** (1997). Química de los Alimentos. 2ª Ed. Editorial. Acribia. Zaragoza. España.
- Bourges H., Casanueva E., Rosado J.L.** (2009). Recomendaciones de Ingestión de Nutrimientos para la Población Mexicana, Bases Fisiológicas Tomo 2. Editorial Médica Panamericana, México D.F. 13/01/14
- British Nutrition Foundation.** (1990). Complex Carbohydrates in foods. London: Chapman & Hall. 10/01/14
- Briz Escribano, J. & García Faure, R.** (2004). Análisis sensorial de productos alimentarios: métodos y aplicaciones a casos prácticos. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Cano-Chauca, M., Stringheta, P. C., Ramos, A. M., & Cal-Vidal, J.** (2005). Effect of the carriers on the microstructure of mango powder spray drying and its functional characterization. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 6(4), 420–428. 23/10/13
- Carlos Maya.** (2004). Horticultura de exportación y competencia global, Editorial Plaza y Valdés, S.A. de C.V. Primera edición, México, D.F. pp.136-138. 18/12/13

- Codex alimentarius.** (1996). Volumen 7: Cereales, legumbres, leguminosas, productos derivador y proteínas vegetales.
- Costell, E. & Durán, L.** (1981). El análisis sensorial en el control de la calidad de los alimentos. I. Introducción. II. Planteamiento y planificación: selección de pruebas. III. Planificación, selección de jueces y diseño estadístico. IV. Realización y análisis de datos. *Rev. Agroquim. Technol. Aliment.* 21(4), 454-475. 13/01/14
- Cruz M.** (2002). Caracterización fisicoquímica, fisiológica y funcional de residuos fibrosos de cáscara de maracuyá (*Pasiflora edulis*). [Tesis para obtener el grado de Ingeniero Químico]. México. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. 156 p.
- Chawla R. & Patil G.R.** (2010). Soluble Dietary Fiber, *Compr Rev Food Sci Food Safety*: 178-96. 20/12/13
- Cherbut C.H.** (1998). Fibres alimentaires: que deviant l'hypothèse de Burkitt? *Cah Nutrition Diététique*; 33:95-104. 12/01/14
- Cho, Sungsoo, Jhonathan W. de Vries & León Prosky.** (1997). Dietary Fiber, *Análisis and Applications*, AOAC International, USA. Pp.1-9, 49-60, 119-132.
- De Antocio Mateu X.** (2004). La fibra en la alimentación. *Farmacia hospitalaria* nº 3. 10/01/14
- De la Plaza M. Bendersky S. Cáceres G.A. Llanos P. & Zugasti B.** (2008). *Terapéutica Nutricional en Diabetes Mellitus, Parte I. Actualizaciones Nutr*: 98-104. 20/12/13
- Donnelly B.** (2003). NAS definitions relating to food fiber only add confusion. *Cereal Foods World*: 132-133.
- Duque R. L., Gallardo N. Y., Santoyo M. A., & Sánchez P.** (1998). Estudio del efecto de diferentes niveles de adición de las fibras de salvado de trigo y betabel sobre el bolo fecal. En: *Temas de tecnología de alimentos* (pp. 135–141). México: CYTED.
- Englyst H.N. & Cummings J.H.** (1990). Non-starch polysaccharides (dietary fibre) and resistant starch. *Adv Exp Med Biol.* 10/01/14

- Fuertes S.** (1998). Tendencias actuales en el uso de la fibra dietética en la alimentación séptimo simposio de alimentos. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Gallagher E,** O'Brien C.M., Scannell A.G.M, Arendt E.K. (2003). Use of response surface methodology to produce functional short dough biscuits. *Journal of Food Engineering*; (56):269–71. 22/01/14
- García Luna.** (2003). Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (*Mangifera indica* L.) y su incorporación en galletas. Tesis Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oax, México.
- García Peris P,** Bretón Lesmes I, De la Cuerda Compes C, Camblor Álvarez M. (2002). Metabolismo colónico de la fibra. *Nutr Hosp*; 17(Supl. 2):11-16. 12/01/14
- García Peris P.** (2000). Álvarez de Frutos V: Fibra y salud. *Nutrición y obesidad*; 127-135. 10/01/14
- González Toro Alejandra.** (2012). Desarrollo de un producto de panificación a partir de una harina compuesta de trigo, garbanzo y brócoli. Tesis de licenciatura. Universidad de San Buenaventura. Cali.
- Gordon D.,** Kritchevsky D, Bonfield C & Aderson J.W. (1990). Total dietary fibre and mineral absorption. *Dietary fiber: chemistry, physiology and health effects*. New York: Plenum Press: 105-128. 12/01/14
- Ha, M.A., Jarvis M .C, & Mann J.L.** (2000). A definition for dietary fibre. *Eur J Clin Nutr*; 861-864. 10/01/14
- Hernández-Estrada, A.** (2010). Galletas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). *U. Tecnociencia* 4 (1) 16 - 22.
- Hidaka H,** Eida T, Tarizawa T, Tokunga T. & Tashiro Y. 1986. Effects of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifidobacteria Microflora*; 5:37-50.
- Kin Y-I.** (2000). A technical review: Impact of dietary fiber on colorectal cancer occurrence. *Gastroenterology*. 11/01/14

- Lajolo M.F.** (2001). Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. Brasil. Editora Varela. 7/01/14
- Larmond, E.** (1977). Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Food Res. Inst. Can. Dept. Agri., Ottawa. 13/01/14
- Maldonado, R. & Pacheco E.** (2000). Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde. Arch. Latinoam. Nutr. 50(4):387-393.
- Mateu, X.** (2004). La fibra en la alimentación. Farmacia Hospitalaria. Editorial Edkamed. Barcelona, España.
- Megías Isabel.** (9 de enero de 2014). Este alimento. Fundación EROSKI. España.
- Meier R, Gassull M.A.** (2004). Consensus recommendations on the effects and benefits of fibre in clinical practice. Clinical Nutrition Supplements; 1:73-80. 13/01/14
- Montoya Jairo & Giraldo German.** (2010). Caracterización Físico-Química de Harina de Trigo, Masa y Pan. Rev. Invest. Univ. Quindío (20): 29-35. Armenia – Colombia.
- Nagy, S., Shaw, P. & Wardowski, W.** (1990). "Fruit of Tropical and Subtropical Origin", Estados Unidos, pp. 193, 216.
- Périco Pérez Patricia Maria & Rogério Germani.** (2004). Revista de tecnología e higiene de los alimentos, ISSN 0300-5755, N° 359, págs. 67-72. 18/01/14
- Picallo, A.** (2009). "El Imperio de los Sentidos". Encrucijadas N°46. EUDEBA (ISSN: 1515-6435). 13/01/14
- Preston K.R.** (1998). Protein-carbohydrate interactions. In: Interactions: the keys to cereal quality. Hamer, R. J., Hosney, R.C. Eds. American Association of Cereal Chemists: St Paul, Minesota: 81-93.
- Prohens, J. & Nuez, F.** (2001). Variedades tradicionales de berenjena en España. Vida Rural. 15/12/13
- Ruales, J. & Zumba J.** (1998). Cuantificación y caracterización de fibra dietética en frutas y hortalizas ecuatorianas. Lajolo, F.M, Wensel de Menezes, E. Eds. Vol. 2, pp. 55-59.

- Sánchez, B.** (2005). Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética del fruto de níspero (*Eriobotrya japonica*) y de la cáscara de mango obo (*Mangifera indica* L). Tesis Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oax, México.
- Sastre Gallego A.** (2003). Fibra y prebióticos: conceptos y perspectivas. *Gastroenterol Hepatol*; 26(Supl.): 6-12. 11/01/14
- Saura-Calixto F.** (2006). Evolución del concepto de fibra. En *Carbohidratos en Alimentos Regionales Iberoamericanos*. Sao Paulo: Editora de Universidad de de Sao Paulo: 237-53. 20/12/13
- Saura-Calixto, F.** (2001). Compuestos bioactivos asociados a la fibra dietética. En: *Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud*. Lajolo, M, F. Saura-Calixto, F., Wittig de Penna, E. y Wensel de Menezes, E. Eds. Varela. Cap. 7. pp. 103-126.
- Sergio Henao Osorio.** (2009). Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación, vol.29 no.1 Bogotá.
- Severini, C.;** Baiano, A.; De Pilli, T.; Romaniello, R.; Derossi, A. (2003). Prevention of enzymatic browning in sliced potatoes by blanching in boiling saline solutions. *Lebensmann-Wisenthal-Technologies*.
- Stone, H., & Sidel, J.** (2004). *Sensory evaluation practices 3rd ed.* California: Elsevier Academic Press. 13/01/14
- Tamayo, Y. & Bermúdez, A. S.** (1998). Los residuos vegetales de la industria del jugo de naranja como fuente de fibra dietética. Lajolo, F. M, Wensel de Menezes, E. Eds. Vol. 2, pp. 181-189.
- Trantwein E.A, Kunath-Ran A, Erbersdobler H.F.** (1999). Increased fecal bile acid excretion and changes in the circulating bile acid pool are involved in the hypocholesterolemic and gallstone-preventive actions of psyllium in hamsters. *J Nutr*; 129:896-902. 12/01/14
- Trowell H.C.** Southgate D.A.T. Wolever T.M.S. Leeds A.R. Gassull M.A. & Jenkis. (1976). D.J.A. Dietary fiber redefined, *The Lancet*; 96. 5/01/14
- Tungland B.C. & Meyer D.** (2002). Non-digestible oligo and polysaccharides (Dietary Fiber): Their physiology and role in human health and food, *Compr Rev Food Sci Food Safety*; 73-7. 5/01/14

- Van der Kamp J.W. Asp N.G. Millar J.J. & Schaaf- smag.** (2004). Dietary fibre bio-active carbohydrates for food and feed. Ed. Wageningen Academia Publishers. Netherlands. 5/01/14
- Vergara Valencia Nely.** (2005). Obtención de fibra dietética antioxidante a partir de mango y su aplicación de productos de panificación. Tesis Maestría Instituto Politécnico Nacional. Yautepec Morelos, México.
- Viuda-Martos M. López-Marcos M.C. Fernández- López J. Sendra E. López-Vargas J.H. & Pérez- Álvarez J.A.** (2010). Role of fiber in cardiovascular dis- eases: A review, Compr Rev Food Sci Food Safety 2010; 240-58. 5/01/14
- Zaruelo A. & Gálvez J.** (2005). Fibra dietética. Gil Hernández A (ed.) Tratado de Nutrición. Acción Médica: 336-368. 11/01/14
- Zuleta Ángela.** (2005). Efectos Nutricionales y Fisiológicos de las Fibras. Reseña sobre Fibras Insolubles. En: Primer Simposio Internacional sobre Alimentos Funcionales. Buenos Aires. Hotel Sheraton Libertador. Granotec Argentina Group. 5/01/14

PÁGINAS WEB

- ASERCA con datos de SAGARPA, 2012 “Producción de berenjena en México”. [En línea] Consultado el 18 de Diciembre del 2013. Disponible en: [http://www.aserca.gob.mx]
- Dietas. net, 2013 “Composición nutricional de galletas integrales”. [En línea] Consultado el 26 de Enero del 2014. Disponible en: [www.dietas.net/tabla-de-composicion-nutricional-de-los-alimentos/cereales/galletas/galleta-integral.htm]
- Donnelly B, 2003. ”NAS definitions relating to food fiber only add confusion. Cereal Foods World”. [En línea] Consultado el 5 de Enero del 2014. Disponible en: [http://www.aaccnet.org/news/polif/FDletter.pdf]
- EROSKI CONSUMER, 2006 “La berenjena”. [En línea] Consultado el 13 de Diciembre del 2013. Disponible en: [www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/hortalizas-yverduras/2001/09/24/35379.php]
- EROSKI CONSUMER, 2009 “Del grano a la harina”. [En línea] Consultado el 27 de enero del 2014. Disponible en: [http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2009/03/30/184290.php.]
- EROSKI CONSUMER, 2012. “El agua en los alimentos”. [En línea] Consultado el 17 de Marzo del 2014. Disponible en: [http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/03/26/175613.php.]
- FAO, 2000. “Producción de berenjena en el mundo”. [En línea] Consultado el 3 de Febrero del 2014. Disponible en: [http://www.fao.org]
- FAO, 1999. “Exportación de berenjena”. [En línea] Consultado el 3 de Febrero del 2014. Disponible en: [http://www.fao.org]
- INFOAGRO & FAO, 2006. “Características de la berenjena”. [En línea] Consultado el 13 de Diciembre del 2013. Disponible en: [http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/BERENJENA.HTM] [http://www.infoagro.com/hortalizas/berenjena.htm]
- Alimentos, 2008. “Importancia de la evaluación sensorial”. [En línea] Consultado el 28 de Febrero del 2014. Disponible en: [http://www.revistaalimentos.com.co/ediciones/edicion3/especialtendencias/qu es-la-evaluacion-sensorial-de-los-alimentos.htm]

INEGI, 2012 “Consumo de galletas en México”. [En línea] Consultado el 26 de Enero del 2014. Disponible en: [[http://www.inegi.org.mx/.](http://www.inegi.org.mx/)]

JOINT FAO/WHO, 2007. “Recomendaciones de la ingesta de fibra”. [En línea] Consultado el 13 de Enero del 2014. Disponible en: [ftp://ftp.fao.org/codex/ccnfsdu29/nf29_03e.pdf]

NCDA&CS, 2006 “Fitonutrientes y Antioxidantes”. [En línea] Consultado el 15 de Diciembre del 2013. Disponible en: [[www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/Berenjena.pdf.](http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/Berenjena.pdf)]

USDA, 2013 “Composición nutrimental de la berenjena”. [En línea] Consultado el 15 de Diciembre del 2013. Disponible en: [[http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl.](http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl)]

Wpcinternational.wordpress.com, 2013. “Diagrama de cromaticidad”. [En línea] Consultado 10 de Febrero del 2014. Disponible en: [[www.wpcinternacional.wordpress.com.](http://www.wpcinternacional.wordpress.com)]

7. ANEXOS

Anexo 1. Prueba de Tukey para materia seca total de las galletas

ANOVA

SOURCE	DF	Sum of squares	Mean square	F ratio	Prob > F
MODEL	3	32.2658238	10.7552746	10.7346354	0.00353718
ERROR	8	8.01538139	1.00192267		
C. TOTAL	11	40.2812052	.	.	

TUKEYS TEST

LEVEL		Lest square means
T	A	96.3119667
10%	B	93.0912
20%	B	92.6928333
15%	B	92.0729

Anexo 2. Prueba de Tukey para contenido de cenizas de las galletas

ANOVA

% C					
SOURCE	DF	Sum of squares	Mean square	F ratio	Prob > F
MODEL	3	0.53680392	0.17893464	0.86755264	0.49662645
ERROR	8	1.65001761	0.2062522		
C. TOTAL	11	2.18682154			

TUKEYS TEST

LEVEL		Lest square means
20%	A	1.74033333
10%	A	1.61753333
T	A	1.4397
15%	A	1.1777

Anexo 3. Prueba de Tukey para el contenido de proteína de las galletas

ANOVA

% PROTEINA SOURCE	DF	Sum of squares	Mean square	F ratio	Prob > F
MODEL	3	3.70027733	1.23342578	367.350483	6.62E-09
ERROR	8	0.02686101	0.00335763		
C. TOTAL	11	3.72713834	.	.	

TUKEYS TEST

LEVEL	Least square means	
T	A	10.0476667
10%	B	9.43553333
15%	C	8.7833
20%	C	8.6616

Anexo 4. Prueba de Tukey para el contenido de humedad de las galletas

ANOVA

% H					
SOURCE	DF	Sum of squares	Mean square	F ratio	Prob > F
MODEL	3	32.2658238	10.7552746	10.7346354	0.00353718
ERROR	8	8.01538139	1.00192267		
C. TOTAL	11	40.2812052	.	.	

TUKEYS TEST

LEVEL		Least sq means
15%	A	7.9271
20%	A	7.30716667
10%	A	6.9088
T	B	3.68803333

Anexo 5. Prueba de Tukey para el contenido de extracto etéreo de las galletas

ANOVA

% EE					
SOURCE	DF	Sum of squares	Mean square	F ratio	Prob > F
MODEL	3	48.5535082	16.1845027	167.706287	1.47E-07
ERROR	8	0.77204036	0.09650505		
C. TOTAL	11	49.3255486	.	.	

TUKEYS TEST

LEVEL	Least sq means		
20%	A		25.7357333
15%	B		21.7774
10%	B	C	21.1149333
T		C	20.6554667

Anexo 6. Prueba de Tukey para el contenido de fibra cruda de las galletas

ANOVA

% FC					
SOURCE	DF	Sum of squares	Mean square	F ratio	Prob > F
MODEL	3	2.5520304	0.8506768	42.8839103	0.00002822
ERROR	8	0.15869389	0.01983674		
C. TOTAL	11	2.71072429	.	.	

TUKEYS TEST

LEVEL	Least sq means	
20%	A	3.12416667
15%	A	3.03853333
10%	B	2.44386667
T	C	1.99243333

Anexo 7. Prueba de Tukey para el contenido de fibra dietética de las galletas

ANOVA		%FD			
SOURCE	DF	Sum of squares	Mean square	F ratio	Prob > F
MODEL	3	47.3545243	15.7848414	7.27836151	0.01127085
ERROR	8	17.3498845	2.16873556		
C. TOTAL	11	64.7044088	.	.	

TUKEYS TEST

LEVEL			Least sq means
20%	A		19.6383
10%	A	B	17.0859333
15%	A	B	16.1754
T		B	14.1043333

Anexo 8. Prueba de Tukey para el contenido de carbohidratos totales de las galletas

ANOVA	CHO's			
Source	DF	Sum of squares	Means squareF ratio	Prob > F
Model	3	116.86902	38.9563	<0.0001
Error	8	6.17445	0.7718	
C. Total	11	123.04347		

Tukeys test

Level	Least sq means		
T	A		62.177
10%		B	58.4793333
15%		B	57.296
20%		C	53.4306667

Anexo 9. Prueba de Tukey para el contenido calórico de las galletas

ANOVA

SOURCE	DF	Sum of squares	Means squareF ratio	Prob > F
MODEL	3	849.2803	283.093	<0.0015
ERROR	8	160.88911	20.111	
C. TOTAL	11	1010.1714		

TUKEYS TEST

LEVEL	Least sq means	
20%	A	479.99
T	A	474.80
10%	B	461.69
15%	B	460.31

Anexo 10. Prueba de Tukey para Aw en galletas

TUKEYS TEST

LEVEL	Lest square means		
10%	A 0.37		
T	A	B	0.36
	20%	B 0.36	
15%	B 0.35		

Anexo 11. Prueba de Tukey para la variable olor

TUKEYS TEST

LEVEL	Least sq means		
20% HB	A 6.38		
15% HB	A	B	4.66
0% HB	B 4.38		
10% HB	B 4.38		

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

SOURCE	DF	Sum of squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
MODEL	7	97.75074	13.9644	2.0218	0.011
ERROR	108	745.93892	6.9068		
C. TOTAL	115	843.68966			

Anexo 12. Prueba de Tukey para la variable textura

TUKEY TEST

LEVEL			Least sq means
0% HB	A		6.40
10% HB	A	B	5.27
15% HB	A	B	4.87
20% HB		B	4.20

ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA)

SOURCE	DF	Sum of squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
MODEL	7	103.38706	14.7696	2.5505	0.0057
ERROR	112	648.57961	5.7909		
C. TOTAL	119	751.96667			

Anexo 13. Prueba de Tukey para la variable sabor

TUKEYS TEST

LEVEL		Least sq means
0% HB	A	6.79
10% HB	B	5.14
15% HB	B	4.79
20% HB	B	3.69

ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA)

SOURCE	DF	Sum of squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
MODEL	7	167.3484	23.9063	4.1415	0.0005
ERROR	108	623.41478	5.7724		
C. TOTAL	115	790.75862			