



UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Y
NUTRICIÓN

GALLETA ELABORADA A BASE DE SORGO
[Sorghum bicolor (L.) Moench] CON ALTO
CONTENIDO DE FIBRA Y REDUCIDA EN
AZÚCARES AÑADIDOS

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN NUTRICIÓN

P R E S E N T A:

FRANCISCO JAVIER CARDOZA HERNÁNDEZ

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. EN C. SUSUKY MAR ALDANA

VICTORIA DE DURANGO, DGO., 29 DE MAYO DE 2025



**UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Y
NUTRICIÓN**

**“GALLETA ELABORADA A BASE DE SORGO [*Sorghum
bicolor* (L.) Moench] CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA Y
REDUCIDA EN AZÚCARES AÑADIDOS”**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN NUTRICIÓN**

**P R E S E N T A:
FRANCISCO JAVIER CARDOZA HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:
DRA. EN C. SUSUKY MAR ALDANA**

**CODIRECTOR DE TESIS:
DRA. EN C. MIRIAM HAZEL RODRÍGUEZ LÓPEZ**

**ASESORES:
DRA. EN C. ELVIA GUADALUPE MUÑOZ REYES
M.C. y T.A.F. LUIS MANUEL CRUZ GARCÍA**

VICTORIA DE DURANGO, DGO., 29 DE MAYO DE 2025

DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

At'n. Dra. Karla Massiel Quiñones Martínez
Secretaria Académica
Facultad de Medicina y Nutrición

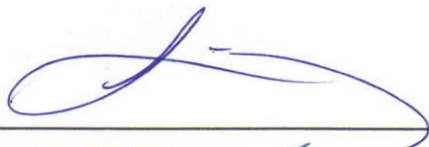
Por medio del presente nos dirigimos a Usted de la manera más atenta con la finalidad de informarle que hemos revisado y aprobado el documento de Tesis titulado **"GALLETA ELABORADA A BASE DE SORGO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA Y REDUCIDA EN AZÚCARES AÑADIDOS"** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta el estudiante **FRANCISCO JAVIER CARDOZA HERNÁNDEZ**, por lo cual los abajo firmantes autorizamos que el interesado inicie sus trámites de titulación.

Sin más por el momento, nos despedimos de Usted, no sin antes agradecerle todas las atenciones recibidas.

A T E N T A M E N T E

Victoria de Durango, Dgo., a 12 de mayo de 2025

Dra. en C. Susuky Mar Aldana
Directora de tesis




Dra. en C. Miriam Hazel Rodríguez López
Codirectora de tesis



Dra. en C. Elvia Guadalupe Muñoz Reyes
Asesora de tesis

M.C. y T.A.F. Luis Manuel Cruz García
Asesor de tesis





UJED
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL
ESTADO DE DURANGO

UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN



**FACULTAD DE
MEDICINA Y
NUTRICIÓN**
Universidad Juárez del Estado de Durango

DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

At'n. M.C. Jehan Calvo Cervantes
Jefa de Carrera de la Licenciatura en Nutrición

Por medio del presente nos dirigimos a Usted de la manera más atenta con la finalidad de informarle que hemos revisado y aprobado el documento de Tesis titulado **"GALLETA ELABORADA A BASE DE SORGO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA Y REDUCIDA EN AZÚCARES AÑADIDOS"** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta el estudiante **FRANCISCO JAVIER CARDOZA HERNÁNDEZ**, por lo cual los abajo firmantes autorizamos que el interesado inicie sus trámites de titulación.

Sin más por el momento, nos despedimos de Usted, no sin antes agradecerle todas las atenciones recibidas.

A T E N T A M E N T E

Victoria de Durango, Dgo., a 12 de mayo de 2025

Dra. en C. Susuky Mar Aldana
Directora de tesis

Dra. en C. Miriam Hazel Rodríguez López
Codirectora de tesis

Dra. en C. Elvia Guadalupe Muñoz Reyes
Asesora de tesis

M.C. y T.A.F. Luis Manuel Cruz García
Asesor de tesis

DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

At´n. Dra. Karla Massiel Quiñones Martínez
Secretaria Académica
Facultad de Medicina y Nutrición

Me es grato comunicarle que después de revisar cuidadosamente y de discutir mis sugerencias y correcciones al documento de tesis titulado **"GALLETA ELABORADA A BASE DE SORGO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA Y REDUCIDA EN AZÚCARES AÑADIDOS"** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta el alumno **FRANCISCO JAVIER CARDOZA HERNÁNDEZ**, considero que la Tesis reúne los requisitos establecidos y por ello emito mi **VOTO APROBATORIO** para que se proceda a la impresión oficial del documento y se realice la réplica oral.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

A T E N T A M E N T E

Victoria de Durango, Dgo., a 12 de mayo de 2025



DRA. EN C. ELVIA GUADALUPE MUÑOZ REYES
ASESORA DE TESIS

c.c.p. Dra. en C. Susuky Mar Aldana. Directora de Tesis
c.c.p. Interesado
c.c.p. Archivo

DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

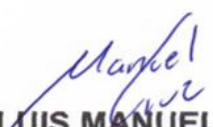
At´n. Dra. Karla Massiel Quiñones Martínez
Secretaria Académica
Facultad de Medicina y Nutrición

Me es grato comunicarle que después de revisar cuidadosamente y de discutir mis sugerencias y correcciones al documento de tesis titulado **“GALLETA ELABORADA A BASE DE SORGO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA Y REDUCIDA EN AZÚCARES AÑADIDOS”** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta el alumno **FRANCISCO JAVIER CARDOZA HERNÁNDEZ**, considero que la Tesis reúne los requisitos establecidos y por ello emito mi **VOTO APROBATORIO** para que se proceda a la impresión oficial del documento y se realice la réplica oral.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

ATENTAMENTE

Victoria de Durango, Dgo., a 12 de mayo de 2025



M.C. y T.A.F. LUIS MANUEL CRUZ GARCÍA
ASESOR DE TESIS

c.c.p. Dra. en C. Susuky Mar Aldana. Directora de Tesis
c.c.p. Interesado
c.c.p. Archivo

DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

At'n. M.C. Jehan Calvo Cervantes
Jefa de Carrera de la Licenciatura en Nutrición

Me es grato comunicarle que después de revisar cuidadosamente y de discutir mis sugerencias y correcciones al documento de tesis titulado **"GALLETA ELABORADA A BASE DE SORGO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA Y REDUCIDA EN AZÚCARES AÑADIDOS"** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta el alumno **FRANCISCO JAVIER CARDOZA HERNÁNDEZ**, considero que la Tesis reúne los requisitos establecidos y por ello emito mi **VOTO APROBATORIO** para que se proceda a la impresión oficial del documento y se realice la réplica oral.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

A T E N T A M E N T E

Victoria de Durango, Dgo., a 12 de mayo de 2025



DRA. EN C. ELVIA GUADALUPE MUÑOZ REYES
ASESORA DE TESIS

c.c.p. Dra. en C. Susuky Mar Aldana. Directora de Tesis
c.c.p. Interesado
c.c.p. Archivo

DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS GARCÍA
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN
UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
P R E S E N T E.

At'n. M.C. Jehan Calvo Cervantes
Jefa de Carrera de la Licenciatura en Nutrición

Me es grato comunicarle que después de revisar cuidadosamente y de discutir mis sugerencias y correcciones al documento de tesis titulado **"GALLETA ELABORADA A BASE DE SORGO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA Y REDUCIDA EN AZÚCARES AÑADIDOS"** que para obtener el grado de Licenciada en Nutrición presenta el alumno **FRANCISCO JAVIER CARDOZA HERNÁNDEZ**, considero que la Tesis reúne los requisitos establecidos y por ello emito mi **VOTO APROBATORIO** para que se proceda a la impresión oficial del documento y se realice la réplica oral.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

ATENTAMENTE

Victoria de Durango, Dgo., a 12 de mayo de 2025



M.C. y T.A.F. LUIS MANUEL CRUZ GARCÍA
ASESOR DE TESIS

c.c.p. Dra. en C. Susuky Mar Aldana. Directora de Tesis
c.c.p. Interesado
c.c.p. Archivo

ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	13
I. RESUMEN	14
II. ABSTRACT	16
III. INTRODUCCIÓN.....	18
IV. ANTECEDENTES	20
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	45
VI. JUSTIFICACIÓN	48
VII. OBJETIVOS	51
7.1. OBJETIVO GENERAL	51
7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	51
VIII. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	52
IX. HIPÓTESIS	53
X. MATERIALES Y MÉTODOS.....	54
10.1. Diseño de estudio.....	54
10.2. Estrategia de Muestreo	54
10.3. Grupos de Estudio.....	54
10.4. Universo de estudio	54
10.5. Tiempo de Estudio	54
10.6. Tamaño de muestra	54
10.7. Criterios de Selección	54
10.8. Variables de Estudio	54
10.9. Instrumentos empleados.....	54
10.10. Procedimiento	55

X.11. Recolección de datos	58
X.12. Normatividad	61
XI. CONSIDERACIONES ÉTICAS	63
XII. RESULTADOS	67
XIII. DISCUSIÓN.....	89
XIV. CONCLUSIONES.....	100
XV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
XVI. GLOSARIO	107
XVII. ANEXOS.....	110
XVI.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	1

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Preparación de galletas	68
Ilustración 2 Pesaje de los crisoles para la determinación de ceniza	111
Ilustración 3 Introducción de crisoles en la mufla	111
Ilustración 4 Colocación de los crisoles en el desecador previo al pesaje final ...	111
Ilustración 5 Pesaje de muestra para la determinación de humedad.....	112
Ilustración 6 Introducción de la muestra en la estufa	112
Ilustración 7 Proceso de digestión de la muestra	112
Ilustración 8 Fase inicial del proceso de destilación	113
Ilustración 9 Fase final del proceso de destilación	113
Ilustración 10 Muestra destilada previo a la titulación	113
Ilustración 11 Muestra posterior a la titulación.....	114
Ilustración 12 Dedales de celulosa con la muestra en su interior	114
Ilustración 13 Tazas de aluminio donde se recolectó la grasa	114
Ilustración 14 Proceso de extracción de grasa.....	115
Ilustración 15 Muestra sumergida en ácido sulfúrico.....	115
Ilustración 16 Muestra sumergida en hidróxido de sodio	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estimación hecha con el SMAE del aporte nutricio de los ingredientes utilizados para la preparación de la galleta endulzada con sucralosa (138 g).....	70
Tabla 2 Estimación hecha con el SMAE del aporte nutricio de los ingredientes utilizados para la preparación de la galleta endulzada con miel de agave (140 g)	70
Tabla 3 Costos de galleta endulzada con sucralosa	71
Tabla 4 Costos de galleta endulzada con miel de agave	72
Tabla 5 Aporte energético en 100g galleta endulzada con miel de agave (muestra 1)	76
Tabla 6 Aporte energético en 100g galleta endulzada con miel de agave (muestra 2)	77
Tabla 7 Aporte energético en 100g galleta endulzada con miel de agave (muestra 3)	78
Tabla 8 Aporte energético en 100g galleta endulzada con sucralosa (muestra 1)	79
Tabla 9 Aporte energético en 100g galleta endulzada con sucralosa (muestra 2)	80
Tabla 10 Aporte energético en 100g galleta endulzada con sucralosa (muestra 3)	81
Tabla 11 Promedios de ambas formulaciones.....	82
Tabla 12 Cuadro comparativo de estimaciones vs análisis proximal de galleta endulzada con sucralosa	92
Tabla 13 Cuadro comparativo de estimaciones vs análisis proximal de galleta endulzada con miel de agave	93
Tabla 14 Comparativo de información nutricional de galletas de sorgo vs galletas ofertadas en el mercado (100g de producto).....	94
Tabla 15 Comparación de costos galletas de sorgo vs galletas similares	95

ABREVIATURAS

FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Kcal	Kilocaloría
IMC	Índice de masa corporal
DM2	Diabetes Mellitus tipo 2
OMS	Organización Mundial de la Salud
G	Gramos
mL	Mililitros
° F	Grados Fahrenheit
° C	Grados Centígrados
Pts	Proteínas
HCO	Hidratos de Carbono
CHO	Carbohidratos
L	Litros
Kg	Kilogramos
SMAE	Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes

I. RESUMEN

Introducción. El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es un cereal altamente eficiente en términos agronómicos, con alta productividad y bajo requerimiento hídrico. En México su consumo es limitado, a pesar de ser uno de los principales países exportadores. Este grano tiene múltiples aplicaciones gastronómicas, destacando su uso en la elaboración de productos de panadería como las galletas. Las galletas son productos de panificación populares por su practicidad, variedad y aceptación general, lo que las convierte en un excelente vehículo para la innovación alimentaria.

Objetivo. Elaborar una galleta a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] con alto contenido de fibra y reducida en azúcares añadidos.

Materiales y métodos. Se elaboraron 2 formulaciones de galletas empleando harina de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], variando únicamente el edulcorante: miel de agave, sucralosa. Se un análisis proximal por triplicado a las formulaciones endulzadas con miel de agave y sucralosa, además de una evaluación instrumental para comparar las características organolépticas entre ambas.

Resultados. A través del análisis proximal, se observó que la formulación con sucralosa presentó menor contenido calórico (381.56 kcal/100 g) y lipídico (9.88%), junto con un mayor contenido proteico (8.66%) respecto a la variante con miel de agave. Ambas formulaciones mantuvieron un contenido similar de carbohidratos (~64 g/100 g) y fibra (~4.7 g/100 g). En la evaluación instrumental con 114 participantes, ambas galletas obtuvieron buena aceptación, aunque la endulzada con miel de agave fue ligeramente preferida en sabor y textura.

Discusión y conclusiones. La investigación evidenció que la harina de sorgo puede emplearse como ingrediente principal en productos de panificación alternativos, al desarrollar galletas con alto contenido de fibra y bajo aporte de azúcares añadidos. Ambas formulaciones presentaron perfiles nutricionales favorables y fueron aceptadas por los consumidores, aunque la versión con miel de agave fue mejor valorada en atributos sensoriales como sabor, aroma y aceptación

general. En comparación con productos comerciales etiquetados como “saludables”, las galletas elaboradas mostraron un costo por porción notablemente menor, representando así una alternativa accesible y funcional. Estos resultados respaldan el potencial del sorgo como base para alimentos dirigidos a consumidores conscientes de su salud, y sugieren la viabilidad de desarrollar versiones comerciales destinadas a poblaciones con necesidades nutricionales específicas.

Referencias. Ochame Ochame B, Mikailu Esther G. Effect of Alkaline Soaking and Cooking on the Proximate, Functional and Some Anti-Nutritional Properties of Sorghum Flour. *Au JT.* enero de 2011;14(3):210-6.; Salazar-López NJ, González-Aguilar G, Rouzaud-Sáñez O, Robles-Sánchez M. Technologies applied to sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench): changes in phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Sci Technol.* 9 de agosto de 2018;38(3):369-82.;

Palabras clave. Azúcares, Cereal, Fibra, Galleta, Miel de agave, Sacarosa, Sorgo, Sucralosa.

II. ABSTRACT

Introduction. Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] is an agronomically efficient cereal, with high productivity and low water requirements. Despite being one of the main exporting countries, its consumption in Mexico remains limited. This grain has various culinary applications, notably in the production of baked goods such as cookies. Cookies are popular baked products due to their convenience, variety, and overall acceptance, making them an excellent vehicle for food innovation.

Objective. To develop a sorghum-based cookie [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] with high fiber content and reduced added sugars.

Materials and methods. Two cookie formulations were developed using sorghum flour [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], differing only in the sweetener used: agave syrup and sucralose. Proximate analyses were performed in triplicate on both formulations, along with instrumental evaluations to compare their organoleptic characteristics.

Results. Proximate analysis showed that the sucralose-sweetened formulation had lower caloric content (381.56 kcal/100 g) and fat content (9.88%), along with a higher protein content (8.66%) compared to the agave syrup version. Both formulations had similar carbohydrate (~64 g/100 g) and fiber (~4.7 g/100 g) contents. In a sensory evaluation with 114 participants, both cookies received good acceptance, although the agave-sweetened version was slightly preferred in terms of flavor and texture.

Discussion and conclusions. The study demonstrated that sorghum flour can be used as a main ingredient in alternative baked goods, enabling the development of cookies with high fiber content and low levels of added sugars. Both formulations exhibited favorable nutritional profiles and were accepted by consumers, with the agave syrup version being better rated in sensory attributes such as flavor, aroma, and overall acceptance. Compared to commercially available cookies labeled as “healthy,” the developed cookies had a significantly lower cost per serving, representing an accessible and functional alternative. These findings support the potential of sorghum as a base for foods aimed at health-conscious consumers and

suggest the feasibility of developing commercial versions for populations with specific nutritional needs.

References. Ocheme Ocheme B, Mikailu Esther G. Effect of Alkaline Soaking and Cooking on the Proximate, Functional and Some Anti-Nutritional Properties of Sorghum Flour. AU J.T. January 2011;14(3):210-6.; Salazar-López NJ, González-Aguilar G, Rouzaud-Sáñez O, Robles-Sánchez M. Technologies applied to sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench): changes in phenolic compounds and antioxidant capacity. Food Sci Technol. August 9, 2018;38(3):369-82.

Keywords. Agave Syrup Sugars, Cookie, Cereal, Fiber, Sorghum, Sucralose. Sucrose,

III. INTRODUCCIÓN

El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es un cereal que es considerado como un cultivo agronómicamente perfecto, ya que suele dar una alta producción con un consumo menor de agua que otros cereales (1).

Este cereal tiene un contenido nutricional bastante similar al del maíz e incluso podría llegar a ser un poco superior, sin embargo, en México es un cereal algo desconocido y poco consumido por la población. A pesar de ello, México se encuentra ubicado como uno de los principales 5 exportadores de este grano, apenas por debajo de países como Estados Unidos, Australia, Argentina y China (2).

Dicho grano tiene una gran variedad de aplicaciones en cuanto a la gastronomía, siendo las más comunes la fabricación de harina para realizar productos de panificación y repostería, producción de aceites a partir de su cera, o inclusive la preparación de cervezas tanto con alcohol como sin él (3).

Dentro de los productos de panificación y repostería elaborados con harina de sorgo, las galletas representan una alternativa atractiva debido a las propiedades funcionales de este cereal. Su alto contenido en fibra y antioxidantes, junto con su índice glucémico más bajo en comparación con otros cereales refinados, lo hacen una opción viable para el desarrollo de productos dirigidos a poblaciones con necesidades dietéticas específicas, como personas con diabetes o sensibilidad al gluten. Además, la harina de sorgo proporciona una textura crujiente y un perfil sensorial que puede ser mejorado con la

combinación de otros ingredientes funcionales, lo que ha impulsado su uso en la formulación de galletas más saludables y nutritivas (4).

IV. ANTECEDENTES

4.1. Historia de las galletas

El término “galleta” proviene del francés *galette* y hace referencia a un alimento plano, pequeño, que puede ser tanto salado como dulce. Es un producto horneado y suele llevar entre sus ingredientes principalmente harina, huevo, azúcar, mantequilla, entre otros (5).

La palabra *galette* fue utilizada por primera vez en 1636 y se usaba para referirse al pan elaborado sin levadura que comúnmente se consumía en los barcos (5).

Este alimento se comenzó a utilizar debido a la necesidad que tenían los marineros de alimentos nutritivos, fáciles de transportar y que tuvieran un tiempo de vida prolongado. Por ello, las galletas se convirtieron en el producto ideal, ya que cumplían con todos los requisitos anteriormente mencionados (5).

Hasta la fecha las galletas continúan siendo un alimento recurrente entre la población, ya sea por su practicidad, por su alta palatabilidad, o por su precio generalmente accesible.

4.2. Tipos de galletas

Las galletas son un producto alimenticio con una gran variedad de formulaciones que las vuelven distintas unas de otras, sin embargo, en general cumplen con algunas características que les permiten agruparse bajo el nombre “galleta”, por ejemplo: que suelen tener un porcentaje de humedad inferior al 5%, y que en su formulación se incluye la harina, azúcares y grasas. Con base en estos ingredientes

se pueden generar un sinnúmero de productos, variando las formulaciones y la forma en que se procesan los ingredientes de cada formulación, no obstante, existen subclasificaciones donde podemos ubicar los distintos tipos de galletas según las características que comparten.

4.2.1. Galletas laminadas dulces con formación de la red de gluten

Dentro de esta categoría podemos encontrar a las galletas “Marías”. Esta formulación suele utilizar menor cantidad de grasas y azúcares que los otros tipos. Para su elaboración suelen utilizar principalmente la harina de trigo, ya que se requiere la presencia de las proteínas presentes en el trigo para dar lugar a la red de gluten, además requieren de la hidratación de estas proteínas con agua y de trabajo mecánico (6).

Una vez formada la masa, se requiere de la utilización de una variedad de rodillos, los cuales, irán reduciendo el grosor de la masa de forma paulatina, ya que, si este proceso se realiza de forma drástica, se terminará dañando la masa. Por lo tanto para evitar el daño se deja un espacio de tiempo de reposo entre cada laminación permitiendo que la masa se relaje y sea capaz de resistir la siguiente laminación (6).

Después de obtener el grosor buscado, la masa pasa por rodillos cortadores, que, por lo general le dan forma e imprimen algún logo o nombre sobre la galleta (6).

4.2.2. Galletas laminadas saladas con formación de la red de gluten

Este tipo de galletas son las que contienen una menor cantidad de azúcar en su formulación y por ende una mayor proporción de harina de trigo, lo que facilita la

formación de la red de gluten, en la mayoría de los casos, no solo se les realiza un laminado, sino que se realizan pliegues para obtener una estructura hojaldrada (6).

4.2.3. Galletas laminadas dulces sin formación de la red de gluten

Cuando en la formulación, el porcentaje de azúcar y grasa es elevado, es posible que no se forme la red de gluten, por lo que, se producen masas más quebradizas y rígidas. En la industria, cuando se producen estos tipos de masas no se suelen realizar los laminados, sin embargo, es posible hacerlo. El laminado de estas masas suele realizarse más en la panificación artesanal (6).

4.2.4. Galletas de molde rotatorio

Al igual que la variante anterior, este tipo de galletas tampoco forma una red de gluten por la alta cantidad de azúcar y grasa que emplean, sin embargo, en este caso se emplea una escasa cantidad de tiempo de trabajo mecánico (6).

Después del amasado, la masa obtenida pasa por dos rodillos en la máquina formadora, uno de ellos contiene huecos y el otro empuja la masa contra los huecos y retira el excedente una cuchilla (6).

Cabe recalcar que, a diferencia de los tipos anteriores, estas tienden a expandirse durante el horneado porque los azúcares y las grasas se funden, reduciendo la consistencia de la masa durante el horneado (6).

4.2.5. Galletas de corte de alambre

Para la preparación de estas galletas, la masa es introducida dentro de tubos alargados, los cuales son los encargados de proporcionarle la forma (6).

Una vez que la masa sale de los tubos, un alambre se encarga de cortar la masa (6).

Aquí tampoco se produce la red de gluten, pero se obtiene una consistencia ligeramente menor que en el caso de las galletas de molde rotativo, y al igual que el tipo anterior no se les aplica demasiado trabajo mecánico con el objetivo de minimizar la red de gluten (6).

4.2.6. Galletas de deposición

Su consistencia es menor que en los tipos anteriores, ya que se usa para su fabricación una masa que pasó por un proceso de batido. Su nombre se debe a que la masa es depositada en cintas de presión, de forma similar a cuando se forma una manga pastelera. Finalmente, la forma de la galleta la determinará el cabezal mediante el movimiento de deposición, el cual se realiza sobre una cinta que se encarga de fijar la masa y posteriormente ser pasada al proceso de horneado (6).

4.2.7. Galletas elaboradas mediante extrusión

En este caso la masa pasa por un extrusor en frío, el cual, se encarga de darle una forma de barra a la masa, posteriormente una guillotina se encargará de cortar la masa en forma de palillos, o bien, estos cortes pueden presentarse de forma posterior al horneado (6).

4.2.8. Barquillos

Para la preparación de este tipo de galletas, se requiere de masas más fluidas, por lo que requieren de equipos más especializados específicamente para la fabricación de esta variante de galletas (6).

En un inicio, la masa es depositada entre dos placas metálicas conocidas como “dragas”. Al principio se depositan en forma de tiras de batido, sin embargo, por su fluidez, la masa se extiende cubriendo la placa, posteriormente, se unen las placas y dan vuelta en el interior del horno, ya que, una vez que la placa ya dio la vuelta, la masa ya se ha secado y proporciona una textura quebradiza (6).

4.3. Problemática nutricional de las galletas comerciales

De forma general, las galletas son un alimento que puede presumir de 4 ventajas que muy pocos alimentos logran cumplir: tienen una prolongada conservación debido a su bajo contenido de humedad, tienen una gran variedad de sabores, son de fácil digestión y existe una gran variedad de ellas.

A pesar de las ventajas que tiene como alimento, la mayoría de las galletas existentes en el mercado, son un alimento poco nutritivo. La mayoría de las opciones existentes en el mercado son alimentos que aportan una gran cantidad de energía, usando como fuente principal de esta los azúcares simples y las grasas saturadas.

Por lo tanto, un consumo habitual de estos productos por un tiempo prolongado puede llevar a quién lo consume a presentar problemas de salud como lo son; el

sobrepeso, la obesidad, la diabetes mellitus, dislipidemias, entre otra gran cantidad de comorbilidades (7).

Para evitar presentar estas problemáticas, lo ideal sería ofrecer una alternativa atractiva de estos productos que sea más completa en cuanto a los nutrientes que aporta, ya que, las galletas son un producto insustituible en la dieta del mexicano. Y para lograrlo se puede hacer el uso de cereales integrales para buscar reemplazar en gran cantidad las harinas refinadas.

4.4. Consumo de galletas en México

En México, el consumo de galletas dulces es muy amplio, ya que forman parte de la dieta habitual desde etapas muy tempranas de la vida. Según datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) Continua 2023, hasta un 45.9 % de la población preescolar consume este tipo de productos. Durante la etapa escolar, la proporción aumenta hasta el 53.9%, convirtiéndose en uno de los grupos con mayor prevalencia de consumo. Posteriormente, en la adolescencia, el consumo disminuye ligeramente al 39.1%, mientras que en la etapa adulta se mantiene en aproximadamente 46.0% (8).

Esta tendencia refleja un patrón de consumo persistente a lo largo del curso de vida, lo cual resulta preocupante si se considera la alta densidad energética y el contenido de azúcares simples que suelen tener las galletas dulces comerciales. De acuerdo con datos de Kantar Worldpanel, el 99.7% de los hogares mexicanos compra galletas, con un consumo promedio de 12 kilogramos por hogar al año, siendo las galletas dulces las más adquiridas (9).

Es importante mencionar que el alto consumo de este tipo de productos ultraprocesados ha sido vinculado con un aumento en la incidencia de enfermedades no transmisibles como el sobrepeso, la obesidad, la diabetes tipo 2, etc. Y, en efecto, la ENSANUT 2023 reporta que en adultos mexicanos, el 37.4% presenta sobrepeso y el 37.1% obesidad, es decir, más del 75% tiene exceso de peso. Asimismo, la prevalencia total estimada de diabetes es del 18.4%, lo que equivale a alrededor de 14.6 millones de personas. En el caso de la hipertensión arterial, se estima una prevalencia del 29.9%, aunque más de la mitad de los casos permanece sin diagnóstico.

Otro factor de riesgo asociado para la aparición de estas enfermedades es el sedentarismo. La misma encuesta señala que una gran proporción de la población mexicana no cumple con las recomendaciones mínimas de actividad física, siendo 67.4% en escolares, 50.1% en adolescentes y 21.6% en adultos. Esta combinación de alta ingesta calórica por consumo de alimentos ricos en azúcares simples y bajo gasto energético crea un entorno obesogénico que favorece el desarrollo y progresión de múltiples enfermedades no transmisibles.

Este panorama resulta aún más preocupante cuando se considera que los preescolares, escolares y adolescentes se encuentran en etapas críticas de crecimiento y desarrollo físico y cognitivo. Una alimentación inadecuada durante estos periodos, especialmente si está basada en productos ultraprocesados ricos en azúcares y grasas, puede afectar negativamente estos procesos, comprometiendo no solo su estado nutricional presente, sino también su salud futura. La evidencia sugiere que los hábitos alimentarios adquiridos en la infancia

tienden a mantenerse en la vida adulta, lo que subraya la necesidad de intervenir tempranamente con estrategias preventivas y educativas.

Además, diversos estudios han señalado que el consumo frecuente de galletas, especialmente como colación o snack en escolares, se asocia a un mayor índice de masa corporal (IMC), acumulación de grasa abdominal y alteraciones metabólicas. Por ejemplo, investigaciones recientes indican que un consumo diario de azúcares libres (galletas, pasteles, cereales endulzados) aumenta las probabilidades de desarrollar un exceso de peso en edades tempranas (Jardí et al. 2018)(10), lo cual es extrapolable a la población escolar, adolescente y adulta.

Ante este panorama, resulta pertinente el desarrollo de alternativas alimentarias más saludables que mantengan la aceptabilidad sensorial del producto, pero con mejor perfil nutricional. En este contexto, la incorporación de ingredientes como el sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] (un cereal rico en fibra, antioxidantes y con menor índice glucémico) y el uso de edulcorantes bajos en calorías como la sucralosa o la miel de agave, representan una estrategia viable para reducir el impacto glucémico y calórico de productos como las galletas, sin comprometer su sabor ni su textura.

4.5. Tendencias en el mercado de galletas

Actualmente el mercado de galletas se estima que representa 12,14 mil millones de dólares, pero para el año 2029 se estima que puede llegar a crecer hasta 18,77 mil millones de dólares. Y según datos proporcionados por un estudio de mercado realizado por Mordor Intelligence, las preferencias de los consumidores comienzan

a decantarse por opciones más nutritivas, en especial aquellas que están compuestas por avena y nuez (11).

Es importante adaptarse a estas nuevas tendencias en el mercado, ya que se cree que apearse a estas nuevas preferencias puede atraer a nuevos consumidores y mantener el crecimiento de este mercado.

Además cabe mencionar que aquellas galletas que han optado por sustituir el trigo en sus formulaciones por otros cereales como el mijo o la avena están tomando popularidad y se cree que es atribuido a un aumento en la aparición de enfermedades como la diabetes, hipertensión y otros problemas digestivos (11).

Otro dato a considerar es el hecho de que la creciente prevalencia de enfermedad celíaca a nivel mundial ha llevado a los consumidores a optar por opciones libres de gluten y más saludables, especialmente se destacan los países más desarrollados como principales impulsores de este mercado (11).

4.6. Cereales

Los cereales han sido la base de la alimentación humana desde tiempos ancestrales, proporcionando una fuente esencial de energía y nutrientes para diversas poblaciones alrededor del mundo. Cultivados en prácticamente todos los continentes, estos granos desempeñan un papel clave en la seguridad alimentaria y en la economía global. Sin embargo, la forma en que se procesan y consumen influye significativamente en su valor nutricional. En este contexto, los cereales de grano entero han cobrado especial relevancia debido a su contenido de fibra,

vitaminas y minerales, lo que los convierte en una opción más saludable en comparación con los cereales refinados (12).

Existen alrededor de 9,000 variantes de cereales distintas en el mundo; sin embargo, la producción y el consumo se centra en el arroz, trigo y maíz, dejando de lado a una gran variedad de cereales con características nutricionales que podrían beneficiar la salud de la población, además de aportar una mayor diversidad en la dieta de las personas. Esta preferencia por ciertos cereales se debe a que, históricamente, han sido una fuente primaria de energía para el ser humano, constituyendo la base de la alimentación desde que comenzaron a utilizarse como sustento (12).

Su gran versatilidad ha permitido a los cereales incursionar en con una amplia variedad de usos en la industria alimentaria, que incluyen la elaboración de panes, galletas, bollería, tortillas, cereales para el desayuno e incluso bebidas alcohólicas (12). No obstante, la forma en que son procesados puede afectar su valor nutricional ya sea para bien o para mal, su valor nutricional. De ahí que, de esta forma, la inclusión de cereales de grano entero en la dieta cobra especial relevancia, ya que conservan la totalidad de sus componentes naturales, y así, lo que les permite aportar una mayor cantidad de fibra, vitaminas y minerales en comparación con los cereales refinados, lo que contribuye a una alimentación más saludable.

4.6.1. Producción de cereales

Los cereales son un alimento de gran importancia en la dieta humana, ya que ocupan una base fundamental en la pirámide alimenticia. De manera general,

podemos decir que son ricos en fibra y micronutrientes, lo cual los vuelve un pilar en la alimentación balanceada.

La FAO menciona que son la fuente de alimentos más importante del mundo, ya que no solo satisfacen las necesidades nutricionales de los seres humanos, sino que también tienen un amplio uso dentro de la alimentación animal (13).

A nivel mundial, los cereales más producidos son el maíz, el trigo y el arroz, representando cerca del 90% de la producción mundial de cereales, posteriormente se encuentran la malta, el sorgo, la avena y el centeno (14).

A pesar de que a nivel mundial el cereal más consumido es el trigo, en México no es así, puesto que el maíz es el cereal de mayor importancia en el país, inclusive es tanta la importancia en la gastronomía mexicana que se nos denomina “el pueblo del maíz” (15).

Por otro lado, no solo el maíz se produce en gran cantidad en México, también cereales como el trigo, el sorgo, el arroz y la avena se producen en gran cantidad dentro del país (15).

4.7. Sorgo

El sorgo es una planta proveniente de la India y pertenece a la familia de las gramíneas, llega a tener una altura de hasta 1.5 metros, sus semillas miden alrededor de 3 mm (16).

4.7.1. Necesidades del cultivo

Tiene la ventaja de que es un cultivo que se adapta bien a climas cálidos, áridos y semiáridos, además de que tiene una gran capacidad para soportar sequías por grandes períodos de tiempo, ya que, cuando el suelo carece de la humedad necesaria, el sorgo detiene su crecimiento, pero una vez que el suelo retoma una humedad adecuada, el sorgo también reemprende su crecimiento (16).

Para lograr germinar requiere que la temperatura oscile entre los 12 y 13°C y se desarrolla bien en terrenos alcalinos (16).

4.7.2. Variedades

El sorgo puede presentarse con distintas morfologías y distintas características fisiológicas, las cuales terminan determinando sus usos dentro de las distintas industrias donde tiene aplicaciones. De esta forma, se presentan distintas categorías, ya sea por los principales productos o usos que se le da o bien, por las características o distinciones genéticas que llega a presentar como planta.

4.7.2.1. Clasificación de acuerdo con su uso

Dentro de esta clasificación podemos encontrar los sorgos para granos, para miel, forrajeros, escoberos y aquellos con propósitos especiales.

4.7.2.1.1. Sorgo para grano [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]

Estas variantes se caracterizan porque tienen un tamaño relativamente grande, además, de que presentan una gran facilidad para desprenderse de su gluma o vaina que los envuelve. Sus tallos pueden ser secos o moderadamente jugosos y pueden ir de no dulces a moderadamente dulces. En cuanto a colores, incluyen una

gran variedad, los granos pueden ser blancos, amarillos, rojos, anaranjados, cafés o castaños (17).

4.7.2.1.2. Sorgos para miel o sorgo dulce [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]

Los sorgos para miel poseen tallos altos y jugosos, y suelen utilizarse para la conservación de los alimentos de forraje, como alimento de forraje y para la fabricación de heno, o bien, para la fabricación de miel y/o jarabe. Sus semillas suelen ser blancas o coloreadas y suelen ser de menor tamaño que las de tipo granífero (17).

4.7.2.1.3. Sorgos forrajeros o herbáceos (*Sorghum arundinaceum*)

Presentan tallos tiernos, hojas angostas, abundantes espiguillas y sus semillas son bastante pequeñas en comparación con los graníferos y dulces. Dentro de esta clasificación destacan el pasto de Sudán y el Johnson (17).

4.7.2.1.4. Sorgos de escoba (*Sorghum technicum*)

Este tipo de sorgo es usado principalmente para la fabricación de escobas, presenta ramificaciones muy largas, los granos son pequeños y se encuentran encerrados casi por completo en su vaina. Sus tallos son secos y no azucarados, además de que presentan una corteza rígida. Esta variante tuvo su origen en África, sin embargo, la iniciación de este tipo de cultivo en los Estados Unidos, se le atribuye a Benjamin Franklin, ya que se dice que él separó la semilla que se encontraba en una escoba importada (17).

4.7.2.1.5. Sorgos para propósitos especiales

Existe una variante con endospermo céreo, la cual ha sido usada para la fabricación de adhesivos, papel para pegar textiles, gomas para estampillas y sobres y, como sustituto de productos alimenticios, por ejemplo la tapioca. También hay otras variantes con las semillas córneas, que pueden reventar de forma similar al maíz palomero (17).

4.7.3 Usos en el mercado

Tiene una variedad de usos, sin embargo, el uso predominante de este grano a nivel nacional es para consumo animal. Por otro lado, en la industria también se le da un gran uso para la extracción de almidón, alcohol, glucosa e inclusive se puede obtener harina para su uso posterior en la preparación de alimentos balanceados. Dentro de los usos dentro de la industria menos comunes, también se encuentra la producción de solventes como alcohol, acetona y butanol (16).

4.7.4. Perfil nutricional del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]

El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es un cereal que presenta un perfil nutricional bastante completo, el germen del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es rico en ácidos grasos poliinsaturados, además, es en general una buena fuente de vitaminas B (tiamina, riboflavina y niacina) e inclusive, algunas variedades de endospermo amarillo contienen betacaroteno, el cual, puede ser convertido en vitamina A en el cuerpo humano (18).

Además se destaca su contenido energético, ya que, por cada 100 gramos aporta 329 kcal, ofreciendo un importante aporte de hierro, calcio, fósforo, zinc y fibra insoluble (19).

El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es una buena fuente de carbohidratos, ya que estos representan alrededor del 60-70% de su contenido, esto se complementa con un aporte de entre 8 y 12% de proteínas, un 2.8 a 3.6% de aporte de lípidos, un aproximado de 8% de fibra y entre 1 y 2% de ceniza (20).

Cabe mencionar que el perfil nutricional del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] puede ser mejorado aún más, usando las técnicas de procesamiento adecuadas, por ejemplo, la cocción del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], reduce la disponibilidad de energía y aumenta su contenido de fibra dietética, ya que aumenta la formación de almidón resistente a la enzima alfa amilasa, y el uso de otras técnicas de procesamiento como el remojo, hervido, germinación y fermentación permiten reducir la cantidad de antinutrientes presentes en el grano crudo, los cuales incluyen fenoles, fitatos, taninos e inhibidores de enzimas y a su vez, permiten aumentar la biodisponibilidad de minerales como lo son el hierro y el zinc, así como la digestibilidad proteica (21).

4.8. Canela

La canela es la especia más consumida a nivel mundial, principalmente por su capacidad de modificar el sabor y el aroma de los alimentos. Sin embargo, la canela presenta una gran variedad de ventajas médicas y nutricionales, las cuales se enlistan a continuación (22).

4.8.1. Actividad antioxidante

Una de los grandes beneficios para la salud que provee el consumo de canela es su actividad antioxidante, ya que diversos estudios se ha observado que al usar extractos de esta especia, por ejemplo, un estudio realizado por Mancini Filho y colaboradores (1998), donde demostraron que usando como solventes éter, metanol y agua para obtener extractos de canela, pueden reducir los procesos oxidativos en un 68%, 95.5% y 87.5% respectivamente y tomando en cuenta que el antioxidante control solo consiguió un 80% de efectividad, se puede hacer una fuerte asociación entre el uso de extractos de canela y una disminución en los procesos oxidativos (23).

4.8.2. Actividad antimicrobiana

Se ha observado que los aceites volátiles presentes en la canela han mostrado una gran acción antimicrobiana, actuando sobre bacterias como *Candida albicans*, *Estafilococo aureus*, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida krusei*, y *Candida tropicalis*. Además no solo se ha demostrado que tiene un efecto antibacteriano, sino que, también ha mostrado tener una función antifúngica y antiparasitaria (22).

4.8.3 Actividad anticancerígena

En un estudio realizado por Shrishrimal RP y colaboradores (2016), se menciona que una solución a base de aceite de canela, esta puede mostrar un efecto positivo actuando como auxiliar en el tratamiento de tumores, algunos tipos de cáncer

gástrico y melanomas, o incluso han mostrado un efecto positivo ayudando a combatir células cancerígenas como aquellas presentes en el cáncer de colon (24).

4.8.4. Efecto terapéutico sobre el síndrome metabólico

En un estudio realizado por Tim N. Ziegenfuss y colaboradores (2006), se demostró como la suplementación de un extracto de canela soluble en agua puede tener efectos positivos en la medición de glucosa en ayunas sobre individuos que presentaban prediabetes y/o síndrome metabólico que incluso llegaban a una reducción de hasta -8.4% en los niveles de glucosa en sangre en ayunas, además, se observó una reducción en la presión sistólica de hasta -3.8% y un aumento de masa magra al compararlos con la población que recibió el placebo (25).

4.8.5 Efecto antidiabético

Un estudio realizado en el Reino Unido mostró que un consumo de 2 gramos diarios de canela por un periodo de 12 semanas puede reducir significativamente los niveles de hemoglobina glicosilada, los niveles de presión arterial sistólica y diastólica, los niveles de glucosa en sangre en ayunas y el IMC en pacientes que presentaban diabetes tipo 2 (26).

4.9. Edulcorantes

Un edulcorante es una sustancia que tiene la capacidad de imitar con gran similitud el dulzor proporcionado por el azúcar. Usualmente, estos presentan un dulzor mayor al que brinda el azúcar, por lo que, se usan en pequeñas cantidades, provocando que su aporte calórico sea menor (27).

Como se mencionó anteriormente el consumo de bebidas azucaradas es causa de miles de muertes al año, por lo tanto, es importante considerar alternativas que le permitan a la población reducir el elevado consumo de azúcares en su dieta, manteniendo ese sabor dulce en los alimentos.

De esta manera, los edulcorantes han venido a representar una opción viable como sustituto de estos azúcares, sin la desventaja del incremento de peso o un posterior desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles.

4.9.1.1. Clasificación

Dentro de los edulcorantes existen diversas clasificaciones, sin embargo, las más representativas son 2, las cuales los dividen los edulcorantes en calóricos y no calóricos y, edulcorantes naturales y artificiales.

4.9.1.2. Edulcorantes calóricos

Este tipo de endulzantes proveen de energía a la dieta y suelen aportar alrededor de 4 calorías por gramo, estos comprenden los azúcares edulcorantes (azúcares refinados, jarabe de maíz de alta fructosa, la fructosa cristalina, la glucosa, la dextrosa, edulcorantes provenientes del maíz, la miel, la lactosa, la maltosa, varios jarabes, los azúcares invertidos o jugo concentrado de frutas) y los polioles de baja energía (sorbitol, manitol, xilitol, isomalzol y los hidrolizados de almidón hidrogenados) (27).

4.9.1.3. Edulcorantes no calóricos

Dentro de esta clasificación se encuentran todos aquellos edulcorantes que, por su poder endulzante, se requieren una baja cantidad para lograr alcanzar el dulzor similar al que se consigue con el azúcar, por lo que, energéticamente hablando, su aporte es insignificante. Ejemplos de ellos son: Aspartame, sacarina, acesulfame K, sucralosa, ciclamato (27).

La utilidad de un edulcorante no calórico radica en su capacidad de transmitir un sabor agradable y dulce sin el aporte calórico. Además, diversos estudios han demostrado que el consumo de bebidas que contienen edulcorantes no calóricos como sustitutos del azúcar promueven una pérdida de peso, aunado a una mayor facilidad para mantenerlo. Estos productos suelen estar en constante evaluación, con el objetivo de garantizar la inocuidad para la población en general (28).

En México, los principales edulcorantes no calóricos usados en la industria alimentaria son: Acesulfame K, Sucralosa, Aspartame, Sacarina, Ciclamato y sus sales de sodio y de calcio y la Estevia (28).

Cabe mencionar que, en algunas personas podrían llegar a ocasionar malestares gastrointestinales como diarrea o inflamación, por lo que, de presentarse alguno de los síntomas se recomienda detener su consumo (28).

4.9.1.4. Edulcorantes naturales y artificiales

Por último, esta clasificación hace referencia a la procedencia del edulcorante, es decir, aquellos que son considerados naturales son aquellos que provienen de fuentes vegetales o animales, por ejemplo, la stevia y la miel (28).

Por otro lado, aquellos que se clasifican como artificiales incluyen a todo tipo de edulcorantes que son procesados industrialmente y que son obtenidos a partir de componentes naturales, por ejemplo, el aspartame que es sintetizado a partir de la combinación de 2 aminoácidos (ácido aspártico y fenilalanina) (28).

4.9.2. Importancia de la reducción de azúcares

Actualmente, la prevalencia de comorbilidades como diabetes mellitus tipo 2, el sobrepeso o la obesidad está en aumento, y, se sabe que la aparición de ellas está directamente relacionada con el estilo de vida.

Es alarmante como enfermedades como la DM2 se presenta en personas cada vez más jóvenes y se ha relacionado principalmente a que es cada vez más común observar a personas jóvenes con sobrepeso y obesidad, a causa de llevar una mala dieta y/o la presencia de sedentarismo.

Para lograr combatir esta problemática el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado recomienda aumentar la actividad física, además de modificar los hábitos alimenticios, especialmente, prestar atención al consumo de bebidas azucaradas como jugos y refrescos (29).

En cuanto a la dieta, se recomienda evitar a toda costa los alimentos densos en calorías, por ejemplo, las frituras, productos azucarados, productos industrializados, etc. Además, se recomienda aumentar el consumo de fibra, especialmente, aquella del tipo soluble, la cual puede ser encontrada en alimentos como frutas o verduras. También es importante tener en cuenta el consumo de alcohol, ya que, las calorías

que aporta no representan un gran valor nutrimental. Para aquellas personas que viven con obesidad, también se hace la recomendación de sustituir el azúcar refinada por edulcorantes no calóricos, debido a que un uso moderado de estos productos no representa un riesgo para la salud (29).

Organismos internacionales como la OMS, también se han pronunciado ante la problemática de la ingesta de azúcares y hace la recomendación de evitar que nuestro consumo de azúcares libres sobrepase un límite de 10% de las calorías diarias totales y señala que si este consumo se reduce aún más, hasta el 5%, podría traer consigo beneficios adicionales para la salud (30).

También, en un comunicado de la Organización Panamericana de Salud explica que el azúcar no es un nutriente indispensable y que existe evidencia sólida que demuestra que hay una estrecha relación entre un elevado consumo de esta y la aparición de sobrepeso, obesidad y caries dental (30).

En adición, según datos presentados por el doctor Dariush Mozafarian, a finales de 2014, en México, las bebidas azucaradas representaban alrededor de 24,000 muertes al año y entre los hombres y mujeres menores a 45 años las bebidas azucaradas representaban la causa, de 22 y 33% respectivamente, de todas las muertes causadas por enfermedad cardiovascular, diabetes y obesidad en el país (30).

4.10. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es una ciencia que surge en la década de 1940, como una respuesta ante la necesidad de evaluar de forma sistemática y objetiva los alimentos que eran fabricados en ese periodo, con el objetivo final de que tuvieran una buena aceptación al momento de sacar el producto al mercado. Antes de la revolución industrial no se le daba gran importancia a la evaluación sensorial de los alimentos, solo se solía tomar en cuenta el hecho de que no fueran perjudiciales para la salud del consumidor y que, con el paso del tiempo, el producto lograra mantener características similares a cuando recién fue fabricado. Sin embargo, a medida que aumentaban los productos ofrecidos en el mercado, la industria alimentaria necesitaba desarrollar metodologías que le permitieran obtener conclusiones objetivas tomando en cuenta la capacidad que tenemos los seres humanos para utilizar nuestros sentidos (31).

Por lo tanto, la evaluación sensorial se define como la ciencia encargada de evocar, medir, analizar e interpretar la percepción de los productos a través de los sentidos (31).

4.10.1. Tipos de análisis sensoriales

Existen 3 grupos en los que se pueden dividir los análisis sensoriales: descriptivo, discriminativo y del consumidor.

4.10.2. Análisis descriptivo

Este tipo de análisis se enfoca en describir las características sensoriales de los productos. En la primera etapa de este tipo de análisis se trabaja con el producto que será evaluado y, se usa un breve conjunto de palabras para describirlo. Posteriormente en la siguiente etapa, se busca determinar una escala para poder medir las características del producto (32).

4.10.3. Análisis discriminativo

Este análisis es utilizado para comparar características específicas de dos productos concretos, por ejemplo, se puede tomar una muestra A como control y en base a ella, determinar qué tan dulce es la muestra B en comparación con la muestra A (32).

4.10.4. Test del consumidor

En este caso, a diferencia de las 2 pruebas anteriores, no se usan evaluadores entrenados y se les pregunta si el producto es de su agrado o no. A pesar de que el evaluador no es entrenado, si se requiere que el evaluador sea un consumidor habitual del producto que se quiere evaluar (32).

4.11. Análisis nutrimental de los alimentos

Comúnmente, las determinaciones que se usan para conocer la composición de los alimentos son: determinación de humedad, cenizas, grasa cruda, proteína total, fibra y carbohidratos asimilables (33).

4.11.1. Determinación de humedad

Esta determinación toma en cuenta la pérdida de peso que sufre una determinada cantidad de alimento tras ser sometida a un secado en estufa a 100°C, de tal forma que la cantidad de peso que pierde el alimento tras el secado, se le atribuye a la cantidad de agua que presentaba el alimento (34).

Esta determinación es de importancia en el sector alimenticio, ya que la cantidad de agua que contiene el alimento puede determinar la velocidad con la que sucede la descomposición causada por enzimas bacterianas, tisulares o de hongos (34).

4.11.2. Determinación de ceniza

Para determinar la cantidad de ceniza que contiene un alimento, este pasa por un proceso de incineración a una temperatura de entre 550-600°C (34).

Esta determinación es el punto de partida para conocer la cantidad de minerales específicos que componen al alimento (34).

4.11.3. Determinación de proteína cruda

En esta prueba se usa el contenido de Nitrógeno de la muestra para determinar la cantidad proteica del mismo, sin embargo, en esta prueba se asume que todo el Nitrógeno presente en la muestra pertenece a proteínas, por lo que, es posible que se sobreestime el contenido de proteínas al no tomar en cuenta la presencia de urea, aminos y amidas (34).

4.11.4. Extracto etéreo

La prueba de extracto etéreo o también llamada determinación de grasa toma en cuenta la solubilidad de las grasas en distintos solventes orgánicos como cloroformo y éter etílico (34).

4.11.5. Fibra cruda

En esta prueba se realiza una digestión ácida a una muestra desgrasada y posteriormente se somete la muestra a una digestión alcalina, para finalmente tomar en cuenta la cantidad de residuo posterior a ambas digestiones (34).

4.11.6. Extracto libre de Nitrógeno

Aquí se toma en cuenta la fracción del alimento constituida por almidones, azúcares solubles, pectinas, ácidos orgánicos, mucílagos y cantidades variables de celulosas y ligninas (34).

El valor de esta determinación representa una estimación, ya que, para su obtención se resta del 100% los porcentajes correspondientes de las determinaciones anteriores (humedad, ceniza, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda), de tal forma que, todos los errores y sesgos que pudieran presentarse en el análisis proximal también se verán reflejadas en el resultado de esta determinación (34).

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante las últimas décadas, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en México ha aumentado de manera constante. Esto se debe principalmente a un mayor consumo de alimentos ultraprocesados ricos en calorías y a una disminución en la actividad física. Además, ha disminuido el consumo de alimentos integrales y de bajo procesamiento, contribuyendo al incremento de estos problemas de salud pública (35).

El desarrollo económico y social en México ha mejorado el acceso a una amplia variedad de alimentos. Sin embargo, la población suele optar por alimentos altamente calóricos y pobres en nutrientes debido a su bajo costo, practicidad y alta accesibilidad, desplazando así a los alimentos tradicionales más nutritivos (35). A pesar de las múltiples estrategias de los organismos gubernamentales para disminuir el consumo de estos productos ultraprocesados, no se ha logrado un cambio significativo, y la población sigue prefiriendo este tipo de alimentos. Esto se refleja en las tasas de sobrepeso y obesidad que reportan que más del 70% de la población mexicana presenta alguna de estas patologías (35).

Las galletas son un ejemplo de alimentos ultraprocesados, ya que en sus formulaciones suelen incluir ingredientes como harinas refinadas, conservadores, colorantes y altas concentraciones de azúcares y grasas (7). De acuerdo con el artículo de Kantar Worldpanel México realizado por Mariana Cruz (2018), 8 de cada 10 mexicanos consumen este producto, destacando especialmente la población menor de 25 años (36). Este patrón de consumo favorece la incorporación de

calorías vacías, azúcares y grasas en la dieta, lo que incrementa el riesgo de sobrepeso y obesidad. En un país donde el 37.3% de los adultos presenta sobrepeso y el 38.9% obesidad, es crucial considerar alternativas alimentarias más saludables (8).

Cabe destacar que, para 2017, el 99.7% de los hogares mexicanos eran consumidores de galletas, siendo las opciones dulces las favoritas de 8 de cada 10 mexicanos, lo que refuerza aún más la necesidad de replantear los hábitos alimentarios y optar por productos con un mejor perfil nutricional (37). En este contexto, es importante considerar que los productos ultraprocesados, como las galletas, suelen tener un bajo contenido de fibra, un nutriente esencial para la salud digestiva y el control del azúcar en sangre. De hecho, en México, la ingesta promedio de fibra es de 16-18 gramos por día, muy por debajo de los 25 gramos recomendados por la OMS, lo que contribuye al desarrollo de problemas de salud como el estreñimiento, cáncer colorrectal y el aumento del riesgo de enfermedades metabólicas como la obesidad (38).

La modificación de la formulación de las galletas, incorporando ingredientes más saludables como el sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], podría aumentar el contenido de fibra en la dieta de los mexicanos. Además, se sabe que el sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] presenta un menor índice glucémico que el trigo (*Triticum aestivum*) y es libre de gluten, lo que lo convierte en una excelente opción para la población general, incluidas aquellas personas con posibles patologías. Un aspecto adicional que resalta al sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es su alta seguridad alimentaria, debido a su resistencia a las sequías, lo que lo convierte en

un cultivo más sostenible y accesible. Esta modificación no solo mejoraría la calidad nutricional de los productos, sino que también contribuiría a mejorar la salud pública, ayudando a combatir la prevalencia de sobrepeso y obesidad. Este enfoque podría, por lo tanto, no solo mejorar la calidad nutricional de los productos consumidos, sino también constituir una estrategia integral para reducir la prevalencia de enfermedades metabólicas como la obesidad, promoviendo así una dieta más equilibrada y saludable a nivel nacional.

VI. JUSTIFICACIÓN

En un contexto donde el 37.3% de los adultos en México presentan sobrepeso y el 38.9% obesidad, resulta imperativo considerar alternativas alimentarias más saludables. De hecho, la prevalencia de sobrepeso más obesidad ($\text{IMC} \geq 25 \text{ kg/m}^2$) alcanza el 76.3% en mujeres y el 76.2% en hombres (36). Paralelamente, según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2020-2022, el 40.8% de los adultos mexicanos consumen cereales dulces como galletas, donas y pastelillos, lo que refuerza la necesidad de reformular este tipo de productos con ingredientes de mayor valor nutricional (39).

Actualmente, las galletas comerciales disponibles en el mercado suelen presentar un bajo contenido de fibra, además de incluir ingredientes como azúcares añadidos y aceites poco saludables. Un estudio realizado en España reveló que el valor energético promedio de 350 galletas analizadas fue de $471.86 \pm 35.83 \text{ kcal}$ por cada 100 g de producto, y que el 90% contenía azúcares añadidos, el 47.1% aceite de palma, y tan solo una mediana de 3.2 g de fibra por 100 g. Este panorama evidencia la necesidad de alternativas que no solo satisfagan el gusto del consumidor, sino que también contribuyan a mejorar su salud (7).

Ante esta situación, el sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] se presenta como una alternativa viable para mejorar el perfil nutricional de productos como las galletas. Este cereal es una fuente rica en fibra insoluble y tiene un bajo índice glucémico, lo que lo hace especialmente útil en dietas dirigidas a personas con sobrepeso, obesidad o riesgo de diabetes. Además, aporta vitaminas y minerales esenciales

como niacina, riboflavina, tiamina, hierro, fósforo, zinc y calcio. También es naturalmente libre de gluten, lo que lo hace apto para personas con enfermedad celíaca (18).

El consumo adecuado de fibra está ampliamente relacionado con múltiples beneficios para la salud, entre ellos: la reducción del peso corporal, la disminución del riesgo de diabetes tipo 2, la prevención del cáncer colorrectal, el alivio del estreñimiento y la mejora del perfil cardiovascular (40). Como se mencionó anteriormente, las galletas comerciales tradicionalmente no son ricas en fibra, por lo tanto, el desarrollo de galletas con harina de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] representa una estrategia factible y práctica para incrementar la ingesta de fibra en la población mexicana.

A pesar de sus beneficios, el sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es un cereal poco aprovechado en la alimentación humana en México, siendo destinado mayoritariamente a la producción de forraje. En 2014, alcanzó su punto más alto de producción con 8.4 millones de toneladas, pero desde 2015 su cultivo ha disminuido debido a una baja en la demanda y a la preferencia de los agricultores por cultivos más rentables (41).

No obstante, el sorgo posee características agronómicas sobresalientes: destaca por su capacidad de resistir condiciones climáticas adversas como sequías prolongadas, reactivándose rápidamente cuando las condiciones mejoran (1). En estados como Durango, donde esta investigación se lleva a cabo, se destinan aproximadamente 17,440 hectáreas al cultivo de sorgo granífero (42). Su resiliencia

lo convierte en un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria, especialmente en un contexto de cambio climático y escasez de agua.

Por tanto, el desarrollo de una galleta a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] no solo responde a la necesidad de ofrecer una alternativa nutricionalmente más adecuada y funcional, sino que también promueve el uso de un cultivo local subutilizado, impulsando tanto la salud pública como la economía agrícola regional. Esta investigación busca contribuir a ambos frentes, proponiendo un producto accesible, saludable y alineado con las condiciones agroalimentarias de Durango y México en general.

VII. OBJETIVOS

7.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar una galleta a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] con alto contenido de fibra y reducida en azúcares añadidos.

7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los ingredientes adecuados para la formulación de la galleta a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].
2. Diseñar la formulación de las galletas a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].
3. Caracterización por análisis proximal de las galletas a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].
4. Evaluar el grado de aceptación de una galleta a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

VIII. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La galleta elaborada a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] tiene un alto contenido de fibra y es reducida en azúcares?

IX. HIPÓTESIS

9.1. HIPÓTESIS ALTERNA (H_1)

La galleta elaborada a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] tiene un alto contenido de fibra y es reducida en azúcares.

9.2. HIPÓTESIS NULA (H_0)

La galleta elaborada a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] no tiene un alto contenido de fibra y no es reducida en azúcares.

X. MATERIALES Y MÉTODOS

10.1. Diseño de estudio

Comparativo experimental

10.2. Estrategia de Muestreo

10.3. Grupos de Estudio

10.4. Universo de estudio

10.5. Tiempo de Estudio

Agosto 2024 a julio de 2025

10.6. Tamaño de muestra

Por conveniencia

10.7. Criterios de Selección

10.8. Variables de Estudio

10.9. Instrumentos empleados

Formulación endulzada con azúcar

- 100 g de harina de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]
- 1 huevo
- 1 cucharadita de aceite de oliva
- 11.5 g de azúcar de mesa

- 3 g de canela en polvo

Formulación endulzada con miel de agave

- 100 g de harina de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]
- 1 huevo
- 1 cucharadita de aceite de oliva
- 2 cucharadas de miel de agave
- 3 g de canela en polvo

Formulación endulzada con sucralosa

- 100 g de harina de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]
- 1 huevo
- 1 cucharadita de aceite de oliva
- 2.5 g de sucralosa
- 3 g de canela en polvo

10.10. Procedimiento

10.10.1 Preparación de la harina de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]:

Para la preparación de la harina se empleó un procedimiento similar al que previamente describe (Ocheme y Mikailu, 2011) y que se desglosa a continuación:

1. Se limpió el sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] crudo manualmente, retirando los pequeños residuos del cultivo.
2. Una vez eliminadas estas impurezas, se procedió a dar un tratamiento térmico a los granos del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] mediante el

hervido, usando una cantidad de 2000 mL de agua para 400 g de granos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] durante un periodo de 30 minutos.

Todo esto con la finalidad de eliminar la mayor cantidad de anti nutrientes presentes en el sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] crudo.

3. Pasados los 30 minutos, se procedió a desechar el agua utilizada y los granos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] fueron llevados a secado dentro de un horno a 200°F por un periodo de 20 minutos.
4. Posteriormente los granos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] fueron triturados.
5. Finalmente se tamizó la harina obtenida para obtener un producto más fino y se llevó a refrigeración a una temperatura de 6°C.

10.10.1. Metodología de preparación de galletas

1. Mezclar los ingredientes en un bowl hasta formar una masa homogénea.
2. Envolver la mezcla en un film por 30 minutos a temperatura de refrigeración.
3. Estirar la masa hasta que alcance el espesor deseado.
4. Cortar la masa con la forma deseada.
5. Colocar las galletas en una bandeja para hornear.
6. Precalentar el horno a 18°C.
7. Hornear a 180°C por 10 minutos.
8. Separar las galletas de la bandeja para hornear y dejar reposar en un lugar seco.

10.11. Procedimiento análisis proximal

Para las determinaciones realizadas en el análisis proximal de la galleta, se siguió la metodología que aparece en las siguientes normas: determinación de humedad (NMX-F-083-1986), determinación de ceniza (NMX-F-607-NORMEX), determinación de proteínas (NMX-F-608-NORMEX), extracción de grasa (NOM-086-SSA1-1994 APENDICE NORMATIVO C NUMERAL 1), determinación de fibra cruda (NMX-F-613-NORMEX-2017), determinación de carbohidratos totales y contenido energético (NOM-051-SCFI/SSA1-2010)

X.11. Recolección de datos

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeY9nv2zn-](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeY9nv2zn-PqNi8FyoAciLe9yE19JXExmvNDK8XCjKMNPVwA/viewform?usp=sf_link)

[PqNi8FyoAciLe9yE19JXExmvNDK8XCjKMNPVwA/viewform?usp=sf_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeY9nv2zn-PqNi8FyoAciLe9yE19JXExmvNDK8XCjKMNPVwA/viewform?usp=sf_link)

Galletas a base de harina de sorgo como alternativa a las opciones comerciales

Carta de consentimiento informado para participar en el proyecto titulado: "Galletas a base de harina de sorgo como alternativa a las opciones comerciales"

Por medio del presente acepto participar en el trabajo de investigación titulado "Galletas a base de harina de sorgo como alternativa a las opciones comerciales".

Donde el objetivo de este estudio es Diseñar una alternativa a las galletas comerciales para pacientes diabéticos, usando como ingrediente base el sorgo.

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio, que son los siguientes:

Beneficios: Debe quedar claro que usted no recibirá ningún beneficio económico por participar en este estudio. Su participación es una contribución para el desarrollo de la ciencia y el conocimiento acerca de los efectos positivos como negativos de "Galletas a base de harina de sorgo como alternativa a las opciones comerciales".

Riesgos: En este estudio los participantes podrían describir los malestares o riesgos que podrían llegar a presentárseles. Sin embargo, en ningún momento del estudio, se juzgará si se quiere abandonar la investigación.

Los investigadores de la Licenciatura en Nutrición de la FAMEN, se han comprometido a aclarar cualquier duda que se les plantee acerca de los procedimientos que se llevaran a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello me afecte en forma alguna.

No podrán ser parte de la investigación personas que presentan alergia o algún grado de intolerancia o bien no es de su agrado alguno de los ingredientes utilizados: harina de sorgo, huevo, aceite de oliva, miel de agave, sucralosa, canela.

Datos generales		Frecuencia de consumo	
Edad * Tu respuesta _____		¿Sueles consumir galletas como refrigerio o postre? * ☐ Nunca ☐ 1-2 veces por semana ☐ De 2-5 veces por semana ☐ De 5-7 veces por semana	
Género * ☐ Masculino ☐ Femenino		¿Con qué frecuencia sueles añadir cereales (arroz, maíz, avena, trigo, etc.) en tu dieta habitual? * ☐ Nunca ☐ 1-2 veces por semana ☐ De 2-5 veces por semana ☐ De 5-7 veces por semana	
Ocupación * Tu respuesta _____		¿Has consumido el cereal denominado "sorgo"? * ☐ Sí ☐ No ☐ No lo conozco	

Valor nutrimental		Nutricionalmente hablando ¿A cuál de los siguientes puntos le das mayor importancia en tu dieta? *	
Antes de consumir un alimento, ¿sueles analizar su aporte nutricional? * ☐ Siempre ☐ Casi siempre ☐ En ocasiones ☐ Nunca		☐ Valor nutricional ☐ Sabor ☐ Apariencia ☐ Olor ☐ Precio ☐ Otro: _____	☐ Contenido de fibra ☐ Contenido de azúcares ☐ Contenido de grasas ☐ Contenido proteico ☐ Otro: _____

Evaluación del producto endulzado con miel de agave

Seleccione la opción que considere más apropiada de acuerdo a las siguientes características

Dulzor *

☐ Dulce
 ☐ Salado
 ☐ Amargo

Sabor *

☐ Agradable
 ☐ Desagradable
 ☐ Neutro

Aroma *

☐ Agradable
 ☐ Desagradable
 ☐ Neutro

Evaluación del producto endulzado con sucralosa

Seleccione la opción que considere más apropiada de acuerdo a las siguientes características

Dulzor *

☐ Dulce
 ☐ Salado
 ☐ Amargo

Sabor *

☐ Agradable
 ☐ Desagradable
 ☐ Neutro

Aroma *

☐ Agradable
 ☐ Desagradable
 ☐ Neutro

Textura *

☐ Rígida
 ☐ Adecuada
 ☐ Blanda

Aceptabilidad *

☐ Me agrada mucho
 ☐ Me agrada
 ☐ Ni me agrada ni me desagrada
 ☐ No me agrada
 ☐ Me desagrada mucho

¿Te gustaría volver a consumir el producto? *

☐ Si
 ☐ No

¿Estarías dispuesto a añadir el producto como un snack recurrente en tu dieta? *

☐ Si
 ☐ No

Textura *

☐ Rígida
 ☐ Adecuada
 ☐ Blanda

Aceptabilidad *

☐ Me agrada mucho
 ☐ Me agrada
 ☐ Ni me agrada ni me desagrada
 ☐ No me agrada
 ☐ Me desagrada mucho

¿Te gustaría volver a consumir el producto? *

☐ Si
 ☐ No

¿Estarías dispuesto a añadir el producto como un snack recurrente en tu dieta? *

☐ Si
 ☐ No

Sugerencia

Agradecemos tu colaboración dando respuesta a esta breve encuesta

¿Tienes alguna sugerencia para mejorar el producto?

Tu respuesta

X.12. Normatividad

- NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- CODEX STAN 173-1989 Norma del CODEX para la harina de sorgo
- NORMA Oficial Mexicana NOM-158-SCFI-2003, Jamón-Denominación y clasificación comercial, especificaciones fisicoquímicas, microbiológicas, organolépticas, información comercial y métodos de prueba.
- NORMA MEXICANA NMX-F-608-NORMEX-2011 alimentos-determinación de proteínas en alimentos-método de ensayo (prueba)
- NORMA Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- NORMA MEXICANA NMX-F-607-NORMEX-2020, alimentos- determinación de cenizas en alimentos-método de prueba.
- Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria.

- NORMA MEXICANA NMX-F-613-NORMEX-2017, alimentos-determinación de fibra cruda en alimentos-método de prueba

XI. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Declaración de Helsinki

En el presente estudio se seguirán los lineamientos oficiales de la Declaración de Helsinki del año 2013, se aplicará el principio de beneficencia que consiste en el derecho de no ser dañado física ni psicológicamente.

Se explicarán los objetivos del estudio y se explicará que se conservará la confidencialidad. La participación será voluntaria e informada para las personas que se incluyen, además deberán firmar el consentimiento informado al aceptar participar en este estudio.

Se aclarará que no existirá retribución alguna en dinero o especie. Se informará que podrán retirarse voluntariamente del estudio sin existir situaciones que lo afecten.

De acuerdo con la Ley General de Salud vigente, en su artículo 16 y 17, Apartado II, el estudio es clasificado de riesgo mínimo.

Este estudio se someterá a la aprobación del comité de investigación de la Facultad de Medicina de la UJED para su revisión.

Carta de consentimiento informado



Universidad Juárez del Estado de Durango Facultad de Medicina y Nutrición



Carta de consentimiento informado para participar en el proyecto titulado:

“Galleta elaborada a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] con alto contenido de fibra y reducida en azúcares”

Que será realizado en Victoria de Durango, Dgo., a ____ de _____ 2024.

Por medio del presente acepto participar en el trabajo de investigación titulado “Galleta elaborada a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] con alto contenido de fibra y reducida en azúcares”.

Donde el objetivo de este estudio es “Elaborar una galleta a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] con alto contenido de fibra y reducida en azúcares”.

Se me ha explicado que mi participación será necesaria únicamente los días: _____, donde el proceso consistirá en:

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio, que son los siguientes:

Beneficios: Debe quedar claro que usted no recibirá ningún beneficio económico por participar en este estudio. Su participación es una contribución para el desarrollo de la ciencia y el conocimiento acerca de los efectos positivos como negativos de

“Galleta elaborada a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] con alto contenido de fibra y reducida en azúcares”.

Riesgos: En este estudio los participantes podrían describir los malestares o riesgos que podrían llegar a presentárseles. Sin embargo, en ningún momento del estudio, se juzgará si se quiere abandonar la investigación.

Los investigadores alumnos de quinto semestre de la Licenciatura en Nutrición de la FAMEN, se han comprometido a aclarar cualquier duda que se les plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello me afecte en forma alguna.

Los investigadores alumnos de quinto semestre de la Licenciatura en Nutrición de la FAMEN, me han dado seguridad de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.

No podrán ser parte de la investigación personas que son intolerantes al gluten, o bien no es de su agrado alguno de los ingredientes utilizados.

Nombre y firma del participante

Nombre y firma del testigo

Investigador responsable

Nombre y número telefónico al cual puede comunicarse en caso de dudas y preguntas relacionadas con el estudio:

Francisco Javier Cardoza Hernández 618-109-26-39

XII. RESULTADOS

En este apartado se exponen los resultados obtenidos en el desarrollo de una galleta a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], formulada con un alto contenido de fibra y una reducción en azúcares. Los resultados se presentan en función de los objetivos específicos planteados en la investigación, abarcando la selección y justificación de los ingredientes, el diseño de la formulación, el análisis proximal y la evaluación sensorial del producto final.

Se detallan los hallazgos obtenidos a partir de cada fase del estudio, desde la identificación de los componentes más adecuados hasta la aceptación del producto por parte de los consumidores. Estos resultados permiten evaluar la viabilidad de la galleta como una alternativa nutricionalmente beneficiosa, especialmente para personas que requieren una ingesta reducida de azúcares.

En el transcurso de esta investigación se investigó acerca de los ingredientes más idóneos para la elaboración de la galleta, obteniendo una selección final de 4 ingredientes, sin tomar en cuenta los edulcorantes empleados.

Ilustración 1 Preparación de galletas



Se decidió usar 3 formulaciones variando únicamente el edulcorante usado, esto se realizó con el objetivo de comparar si la población general prefería una opción endulzada con un edulcorante natural o artificial, en este caso miel de agave, sucralosa y azúcar de mesa.

Ambas formulaciones contenían 100 g de harina de sorgo, 1 huevo, 1 cucharadita de aceite de oliva y 3 gramos de canela. A continuación, se explica por qué se decidió usar cada respectivo ingrediente (a excepción de la harina de sorgo, ya que la investigación gira en torno a este ingrediente).

Huevo: Fue utilizado principalmente por su capacidad ligante, ya que, gracias a las proteínas que contiene, ayuda a formar una masa homogénea y con menos viscosidad, además el huevo apoya a distribuir y fijar tanto sabores como aromas.

Aceite de oliva: Se eligió usar aceite de oliva sobre otras grasas debido a que en lugar de ser rico en grasas saturadas, el aceite de oliva aporta principalmente grasas monoinsaturadas, lo cual puede traer beneficios a la salud metabólica y

cardiovascular, además de ayudar ralentizado la absorción de carbohidratos y de esta forma apoyando a reducir el índice glucémico de la galleta.

Canela: Como se mencionó anteriormente en la presente investigación, la canela aporta múltiples beneficios en ambas formulaciones, ya que se le atribuyen propiedades antioxidantes, antimicrobianas, además de que se le atribuyen propiedades sobre el control glucémico.

Miel de agave: Además de mejorar el sabor de la galleta, la miel de agave tiene un bajo índice glucémico debido a su alto contenido en fructosa, además aporta una textura más suave al producto final, ya que al ser higroscópica ayuda a retener la humedad y evita que obtengamos una textura seca.

Sucralosa: Aporta dulzor a las galletas sin la necesidad de aumentar el contenido energético, además de que, a diferencia de otros edulcorantes artificiales, la sucralosa es termoestable, lo que la hace ideal para el proceso de horneado.

Una vez obtenido el producto deseado, se le realizó un análisis proximal, con la finalidad de comprobar que las galletas contenían las características nutricionales esperadas.

Tabla 1 Estimación hecha con el SMAE del aporte nutricional de los ingredientes utilizados para la preparación de la galleta endulzada con sucralosa (138 g)

Ingredientes	Energía (Kcal)	Pts (gramos)	CHOt (gramos)	CHODisp (gramos)	Lípidos (gramos)	Fibra (gramos)
100 g de sorgo	346	9.2	68	60.5	4	7.5
1 huevo	63	6.9	0.4	0.4	5.2	0
1 cucharadita de aceite de oliva	44	0	0	0	5	0
2.5g de sucralosa	8	0	2.3	2.3	0	0
3 g de canela en polvo	0	0	0	0	0	0
Total	445	16.1	70.7	63.2	14.2	7.5

Tabla 2 Estimación hecha con el SMAE del aporte nutricional de los ingredientes utilizados para la preparación de la galleta endulzada con miel de agave (140 g)

Ingredientes	Energía (Kcal)	Pts (gramos)	CHOt (gramos)	CHODisp (gramos)	Lípidos (gramos)	Fibra (gramos)
100 g de sorgo	346	9.2	68	60.5	4	7.5
1 huevo	63	6.9	0.4	0.4	5.2	0
1 cucharadita de aceite de oliva	44	0	0	0	5	0
2 cucharadas de miel de agave	124	0	30.5	30.5	0.2	0
3 g de canela en polvo	0	0	0	0	0	0
Total	559.6	16.1	98.9	91.4	14.4	7.5

Posterior al cálculo nutricional realizado con el SMAE, se procedió a efectuar un cálculo de los costos de la materia prima empleada por receta.

Tabla 3 Costos de galleta endulzada con sucralosa

Ingredientes	Costo por kg o L	Costo por receta (138g de producto)
100 g de sorgo	\$30	\$3
1 huevo	\$52	\$2.6
1 cucharadita de aceite de oliva	\$255	\$1.275
2.5g de sucralosa	\$316.66	\$0.79
3 gr de canela en polvo	\$572.72	\$1.71
Total	\$1226.38	\$9.375

Tabla 4 Costos de galleta endulzada con miel de agave

Ingredientes	Costo por kg o L	Costo por receta (140 g de producto)
100 g de sorgo	\$30	\$3
1 huevo	\$52	\$2.6
1 cucharadita de aceite de oliva	\$255	\$1.275
2 cucharadas de miel de agave	\$196.96	\$5.90
3 gr de canela en polvo	\$572.72	\$1.71
Total	\$1106.68	\$14.485

En cuanto al análisis proximal, se realizó un triplicado para cada muestra con la finalidad de asegurarnos que realmente los resultados obtenidos eran confiables.

Para los cálculos de humedad se utilizó la formula:

$$(A-B) \times 100$$

$$\% \text{Humedad} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$W$$

$$\% \text{Sólidos Totales} = 100 - \% \text{Humedad}$$

En donde:

A = Peso de la caja con muestra en g

B = Peso de la caja con muestra desecada en g.

W = Peso de la muestra en g

En cuanto a ceniza, se usó la formula:

$$(P - p) \times 100$$

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$M$$

En donde:

P = Masa del crisol con las cenizas en gramos

p = Masa de crisol vacío en gramos

M = Masa de la muestra en gramos

En proteína se usó:

$$\text{ml HCl gastados} \times \text{Factor de HCl} = \%N \times 6.25 = \% \text{Proteína.}$$

Gramos de muestra

En la determinación de grasa se empleó la siguiente formula:

$$\%EE = \frac{PTF - Pti}{M} \times 100$$

M

En donde:

PTF = Peso taza al final de la extracción

PTi = Peso inicial de la tasa

M = muestra en g

Finalmente, para determinar la cantidad de fibra cruda de la muestra, se empleó la formula:

$$FC = \frac{\text{Peso No. 1} - \text{peso número 2}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Peso de la muestra

Para la determinación de carbohidratos disponibles se utilizó la formula propuesta por Muñoz de Chávez (2010)(43).

“Los hidratos de carbono totales se calculan de la siguiente manera:

$$\text{CHOt} = 100 - (\text{proteína} + \text{grasa} + \text{ceniza} + \text{humedad})$$

Los hidratos de carbono disponibles se calculan:

$$\text{CHOdisp} = \text{CHOt} - \text{fibra.}”$$

En cuanto al cálculo de energía también se usó la metodología propuesta por Muñoz de Chávez (2010)(43).

La energía se calcula usando los factores de proteínas, grasas y carbohidratos (4, 9, 4 kcal/g, respectivamente).

Galleta endulzada con miel de agave (muestra 1).

Determinación de humedad

Muestra 1: $136.772 - 136.4120 \times 100 / 3.0553 = 11.78\%$

Determinación de ceniza

Muestra 1: $12.8817 - 12.8319 \times 100 / 3.0302 = 1.64\%$

Determinación de proteínas

Muestra 1: $1.3 \times 0.1 / 0.1057 = 1.22\% \text{ N} \times 6.25 = 7.625\% \text{ Proteína}$

Determinación de grasa

Muestra 1: $25.2320 - 25.1033 / 1.0048 \times 100 = 12.808\%$

Determinación de fibra

Muestra 1: $13.3181 - 13.2791 / 0.8137 \times 100 = 4.7929\%$

Tabla 5 Aporte energético en 100g galleta endulzada con miel de agave (muestra 1)

Muestra	Energía (kcal)	Pts (gramos)	CHOt (gramos)	CHOdisp (gramos)	Lípidos (gramos)	Fibra (gramos)	Humedad (gramos)	Ceniza (gramos)
Endulzada con miel de agave (muestra 1)	391.182	7.625	66.147	61.3541	12.808	4.7929	11.78	1.64

Galleta endulzada con miel de agave (muestra 2).

Determinación de humedad

Muestra 2: $84.43 - 84.0651 \times 100 / 3.0457 = 11.98\%$

Determinación de ceniza

Muestra 2: $13.3075 - 13.2572 \times 100 / 3.0050 = 1.67\%$

Determinación de proteínas

Muestra 2: $1.4 \times 0.1 / 0.1072 = 1.30\% \text{ N} \times 6.25 = 8.125\% \text{ Proteína}$

Determinación de grasa

Muestra 2: $25.1163 - 24.9910 / 1.0082 \times 100 = 12.428\%$

Determinación de fibra

Muestra 2: $18.4728 - 18.4374 / 0.7946 \times 100 = 4.550\%$

Tabla 6 Aporte energético en 100g galleta endulzada con miel de agave (muestra 2)

Muestra	Energía (kcal)	Pts (gramos)	CHOt (gramos)	CHOdisp (gramos)	Lípidos (gramos)	Fibra (gramos)	Humedad (gramos)	Ceniza (gramos)
Endulzada con miel de agave (muestra 2)	389.34	8.125	65.797	61.247	12.428	4.550	11.98	1.67

Galleta endulzada con miel de agave (muestra 3).

Determinación de humedad

Muestra 3: $130.0205 - 129.6597 \times 100 / 3.0400 = 11.86\%$

Determinación de ceniza

Muestra 3: $13.9736 - 13.9274 \times 100 / 3.0193 = 1.53\%$

Determinación de proteínas

Muestra 3: $1.3 \times 0.1 / 0.1074 = 1.21\% \text{ N} \times 6.25 = 7.565\% \text{ Proteína}$

Determinación de grasa

Muestra 3: $25.6237 - 25.4930 / 1.0079 \times 100 = 12.957\%$

Determinación de fibra

Muestra 3: $12.8799 - 12.8394 / 0.8234 \times 100 = 4.8579\%$

Tabla 7 Aporte energético en 100g galleta endulzada con miel de agave (muestra 3)

Muestra	Energía (kcal)	Pts (gramos)	CHOt (gramos)	CHOdisp (gramos)	Lípidos (gramos)	Fibra (gramos)	Humedad (gramos)	Ceniza (gramos)
Endulzada con miel de agave (muestra 3)	391.7934	7.565	66.088	61.2301	12.957	4.8579	11.86	1.53

Galleta endulzada con sucralosa (muestra 1).

Determinación de humedad

Muestra 1: $140.5456 - 140.2137 \times 100 / 3.0001 = 11.06\%$

Determinación de ceniza

Muestra 1: $15.9091 - 15.8585 \times 100 / 3.0376 = 1.66\%$

Determinación de proteínas

Muestra 1: $1.6 \times 0.1 / 0.1084 = 1.47\% \text{ N} = 9.187\% \text{ Proteína}$

Determinación de grasa

Muestra 1: $25.4092 - 25.3080 / 1.0013 \times 100 = 10.1068\%$

Determinación de fibra

Muestra 1: $17.2945 - 17.2580 / 0.7368 \times 100 = 4.9538\%$

Tabla 8 Aporte energético en 100g galleta endulzada con sucralosa (muestra 1)

Muestra	Energía (kcal)	Pts (gramos)	CHOt (gramos)	CHOdisp (gramos)	Lípidos (gramos)	Fibra (gramos)	Humedad (gramos)	Ceniza (gramos)
Endulzada con sucralosa (muestra 1)	379.8388	9.187	67.9862	63.0324	10.1068	4.9538	11.06	1.66

Galleta endulzada con sucralosa (muestra 2).

Determinación de humedad

Muestra 2: $143.4787 - 143.1367 \times 100 / 3.0509 = 11.20\%$

Determinación de ceniza

Muestra 2: $20.0811 - 20.0347 \times 100 / 3.0336 = 1.52\%$

Determinación de proteínas

Muestra 2: $1.5 \times 0.1 / 0.1070 = 1.40\% \text{ N} = 8.750\% \text{ Proteína}$

Determinación de grasa

Muestra 2: $25.7387 - 25.6410 / 1.0035 \times 100 = 9.7359\%$

Determinación de fibra

Muestra 2: $17.9225 - 17.8892 / 0.7655 \times 100 = 4.3500\%$

Tabla 9 Aporte energético en 100g galleta endulzada con sucralosa (muestra 2)

Muestra	Energía (kcal)	Pts (gramos)	CHOt (gramos)	CHOdisp (gramos)	Lípidos (gramos)	Fibra (gramos)	Humedad (gramos)	Ceniza (gramos)
Endulzada con sucralosa (muestra 2)	380.3995	8.750	68.7941	64.4441	9.7359	4.3500	11.20	1.52

Galleta endulzada con sucralosa (muestra 3).

Determinación de humedad

Muestra 3: $140.119 - 139.7749 \times 100 / 3.0850 = 11.15\%$

Determinación de ceniza

Muestra 3: $18.4708 - 18.4214 \times 100 / 3.002 = 1.64\%$

Determinación de proteínas

Muestra 3: $1.4 \times 0.1 / 0.1079 = 1.29\% \text{ N} = 8.062\% \text{ Proteína}$

Determinación de grasa

Muestra 3: $25.7625 - 25.6641 / 1.0022 \times 100 = 9.8183\%$

Determinación de fibra

Muestra 3: $15.8987 - 15.8641 / 0.7323 \times 100 = 4.7248\%$

Tabla 10 Aporte energético en 100g galleta endulzada con sucralosa (muestra 3)

Muestra	Energía (kcal)	Pts (gramos)	CHOt (gramos)	CHOdisp (gramos)	Lípidos (gramos)	Fibra (gramos)	Humedad (gramos)	Ceniza (gramos)
Endulzada con sucralosa (muestra 3)	379.0323	8.062	69.3297	64.6049	9.8183	4.7248	11.15	1.64

Finalmente, a partir de los promedios obtenidos de cada determinación realizada del análisis proximal se obtuvo un promedio y se reportó en la tabla siguiente.

Tabla 11 Promedios de ambas formulaciones

Formulación	Energía (kcal)	Pts (gramos)	CHOt (gramos)	CHOdisp (gramos)	Lípidos (gramos)	Fibra (gramos)	Humedad (gramos)	Ceniza (gramos)
Endulzada con miel de agave	401.65	7.56	68.91	64.21	12.73	4.7	9.51	1.29
Endulzada con sucralosa	381.56	8.66	69.17	64.5	9.88	4.67	11.10	1.19

Además del análisis proximal, se utilizó un instrumento de evaluación propia para evaluar las características organolépticas de las galletas y fue contestado por parte de consumidores no entrenados.

El instrumento aplicado, se detalla en el apartado de recolección de datos. Se aplicó a un total de 114 personas, con la finalidad de evaluar ambas formulaciones en el aspecto organoléptico. Los resultados se muestran a continuación.

El cuestionario se agrupó en secciones separando las respuestas de acuerdo con la información que se recabó.

La primera sección buscaba obtener información demográfica de los participantes e incluía preguntas sobre la edad, género y ocupación:

- Edad: Del total de 114 respuestas, la edad de los encuestados abarcó desde los 14 años hasta los 60 años. El promedio de edad fue de 26.18 años y la edad que más se repitió fue de 20 años.
- Género: En total participaron 40 varones y 74 mujeres
- Ocupación: 71 participantes fueron estudiantes, 25 maestros, 6 secretarias, 4 amas de casa, 2 asistentes de servicios, 2 laboran como personal de apoyo, 2 como contadores, 2 como abogados, 3 mencionaron ser empleados, sin especificar el rubro en el que se desempeñan y los 5 restantes decidieron no especificar a qué se dedican

La siguiente sección fue denominada “frecuencia de consumo” y en ella se buscaba saber si los participantes habían consumido el sorgo, su consumo de cereales y galletas.

- Consumo de galletas: Aquí 89 participantes (78.1%) señaló que consumían galletas entre 1-2 veces por semana, 12 (10.5%) señalaron que nunca lo hacían, 12 más (10.5%) mencionaron hacerlo entre 2-5 veces por semana, y tan solo una persona (0.9%) mencionó que lo hacía de 5-7 veces por semana.
- Consumo de cereales: 74 encuestados indicaron consumir cereales de 5-7 veces por semana (64.9%), 25 encuestados de 2-5 veces por semana (21.9%), 10 encuestados de 1-2 veces por semana (8.8%) y 5 encuestados mencionaron nunca hacerlo (4.4%).

- Consumo de sorgo: 63 encuestados mencionaron nunca haber consumido sorgo (55%), 32 encuestados señalaron que no lo conocían (28%) y 19 encuestados declararon haberlo consumido anteriormente (17%).

Avanzando con las secciones, la siguiente sección fue nombrada valor nutrimental, y en ella se buscaba averiguar acerca de la dieta habitual de los encuestados.

- Antes de consumir un alimento, ¿sueles analizar su aporte nutricional? La mayoría de los encuestados mencionaron revisar el aporte de los alimentos antes de consumirlos solamente en algunas ocasiones, con 46 encuestados (40.4%). Otro gran porcentaje mencionó hacerlo casi siempre, con 42 encuestados (36.8%). Solo unos cuantos mencionaron hacerlo siempre, con 19 encuestados (16.7%), y el resto, 7 encuestados (6.1%), reconoció nunca hacerlo.
- Al añadir un nuevo alimento a tu dieta habitual, ¿a qué factor le das más importancia? En esta pregunta, la mayoría de la población encuestada, 50 personas (43.9%), mencionó dar una mayor importancia al valor nutricional del alimento. El segundo porcentaje más alto correspondió al sabor, con 41 encuestados (36%). Finalmente, quedaron un poco rezagados los factores de apariencia, olor y precio, que obtuvieron 9 encuestados (7.9%), 4 encuestados (3.5%) y 10 encuestados (8.8%), respectivamente.
- Nutricionalmente hablando, ¿a cuál de los siguientes puntos le das mayor importancia en tu dieta? Aquí las opiniones estuvieron bastante divididas, ya que los porcentajes obtenidos para cada respuesta fueron muy similares. 38 encuestados (33.3%) dieron mayor importancia al contenido de proteínas, 29

encuestados (25.4%) al contenido de fibra, 24 encuestados (21.1%) al contenido de grasa y 23 encuestados (20.2%) al contenido de azúcares.

Posteriormente continuamos con la sección “Evaluación del producto endulzado con miel de agave” en la cual, se formularon una serie de preguntas para evaluar organolépticamente la galleta endulzada con miel de agave

- **Dulzor:** Aquí se buscaba conocer si el participante percibía un sabor dulce, salado o amargo. La gran mayoría de los encuestados, 97 personas (85.1%), percibió las galletas como dulces, lo que indica que el nivel de dulzor es predominante en el producto. Un total de 14 encuestados (12.3%) lo calificó como neutro, lo que sugiere que para algunos consumidores el dulzor no es demasiado marcado. Solo 3 encuestados (2.6%) percibieron un sabor amargo, lo que podría deberse a variaciones en los endulzantes utilizados.
- **Sabor:** En esta pregunta se quería saber si el consumidor percibía la galleta con sabor agradable, neutro o desagradable. La gran mayoría de los encuestados, 102 personas (89.5%), encontró el sabor de las galletas agradable. Un total de 10 encuestados (8.8%) lo calificó como neutro, lo que sugiere que para algunos el sabor podría ser mejorado o intensificado. Solo 2 encuestados (1.7%) mencionaron que el sabor era desagradable, lo cual representa una minoría poco significativa.
- **Aroma:** De forma similar a las preguntas anteriores, se les ofrecieron tres respuestas a los encuestados (agradable, neutro y desagradable). Un total de 89 encuestados (78.1%) seleccionó que el aroma era agradable, 23

encuestados (20.2%) lo calificó como neutro y 2 encuestados (1.7%) lo percibieron como desagradable.

- Textura: Más de la mitad de los encuestados, 64 personas (56.1%), considera que la textura es adecuada, lo que indica una percepción mayoritariamente positiva. Sin embargo, 40 encuestados (35.1%) la describen como rígida, lo que sugiere que una parte importante de los participantes la encuentra demasiado dura o seca. Solo 8 encuestados (7.0%) la percibieron como blanda, lo que indica que este perfil es menos común en la formulación actual del producto. La categoría neutra tuvo una representación mínima con 2 encuestados (1.8%).
- Aceptabilidad: Los resultados de esta pregunta fueron muy alentadores, ya que 104 encuestados (91.2%) calificaron positivamente la galleta. Un total de 55 encuestados (48.2%) señalaron que la galleta les agrada, mientras que 49 encuestados (43%) indicaron que les gustó mucho. Por otro lado, 9 encuestados (7.9%) se mostraron neutrales y solo 1 encuestado (0.9%) indicó que no le gustó la galleta.
- ¿Te gustaría volver a consumir el producto? Como ocurrió en la pregunta anterior, las respuestas aquí también fueron bastante positivas, ya que 106 encuestados (93%) señalaron que sí volverían a consumir el producto, mientras que únicamente 8 encuestados (7%) indicaron que no lo volverían a consumir.
- ¿Estarías dispuesto a añadir el producto como un snack recurrente en tu dieta? La mayoría de los encuestados, 98 personas (86.0%), indicó que sí

estaría dispuesta a incorporar el producto como un snack recurrente en su dieta, mientras que 16 encuestados (14.0%) mencionaron que no lo añadirían de manera recurrente.

De la misma forma se realizó la misma evaluación a las galletas endulzadas con sucralosa, para obtener un comparativo de los resultados.

- Dulzor: Un total de 84 encuestados (73.7%) percibió un sabor dulce en la galleta, 22 encuestados (19.3%) describieron el dulzor como neutro y 8 encuestados (7.0%) percibieron un sabor amargo.
- Sabor: En cuanto al sabor, 88 encuestados (77.2%) consideraron que era agradable, 18 encuestados (15.8%) lo calificaron como neutro y 8 encuestados (7.0%) como desagradable.
- Aroma: En este apartado, el aroma tuvo una calificación agradable para 79 encuestados (69.3%), una respuesta neutra de 27 encuestados (23.7%) y finalmente, 8 encuestados (7.0%) lo calificaron como desagradable.
- Textura: En cuanto a la textura, la opinión de los encuestados se encontró dividida: 52 encuestados (45.6%) la consideraron adecuada, 48 encuestados (42.1%) la describieron como rígida, 10 encuestados (8.8%) la percibieron blanda y 4 encuestados (3.5%) tuvieron una postura neutra ante la textura.
- Aceptabilidad: Aquí, se obtuvo una respuesta positiva por parte de la mayoría de los encuestados, ya que 38 personas (33.3%) afirmaron que la galleta les agradaba mucho, 48 encuestados (42.1%) dijeron que simplemente les agradaba, 20 encuestados (17.5%) indicaron que no les agradaba pero

tampoco les desagradaba, y 8 encuestados (7.0%) mencionaron que no les agradaba.

- ¿Te gustaría volver a consumir el producto? En esta pregunta, se observó una respuesta bastante positiva, ya que 92 encuestados (80.7%) mencionaron que sí volverían a consumir el producto, mientras que 22 encuestados (19.3%) respondieron negativamente.
- ¿Estarías dispuesto a añadir el producto como un snack recurrente en tu dieta? De forma similar a la pregunta anterior, la respuesta también fue positiva, con 84 encuestados (73.7%) que contestaron que sí y 30 encuestados (26.3%) que dijeron que no.

Finalmente, se dejó un apartado en la encuesta para que los encuestados dieran sus sugerencias y la sugerencia que más se repitió fue la de mejorar la textura, ya que algunos describieron que la textura era algo rígida y arenosa. También se hizo la sugerencia de usar distintos condimentos para mejorar su aroma y ampliar la variedad de sabores.

Nota: Aunque esta evaluación aborda características sensoriales de las galletas, no se trata de un análisis sensorial formal, ya que no se contó con jueces entrenados ni se siguieron los protocolos establecidos por normas oficiales. Por ello, se considera una evaluación exploratoria de preferencia y aceptación.

XIII. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo el objetivo de elaborar una galleta a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] con alto contenido de fibra y reducida en azúcares, sin embargo, no solo se buscaba obtener un producto final con esas características, sino que, también se buscaba que fuese un producto aceptado por la población general.

Uno de los objetivos del estudio fue identificar los ingredientes adecuados para la formulación de una galleta a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. En este sentido, los resultados obtenidos pueden compararse con estudios previos que han desarrollado formulaciones similares, como el de Bernón (44). Sin embargo, existen diferencias clave entre ambas formulaciones.

Por un lado, mientras que el estudio de Bernón (44) empleó semillas de chía, la presente investigación incorporó canela, un ingrediente que aporta un perfil sensorial distintivo que también posee propiedades funcionales. Si bien la chía es una fuente rica en omega-3, fibra y otros compuestos nutricionalmente beneficiosos, la canela destaca por su alto contenido de antioxidantes y su efecto antimicrobiano, lo que contribuye a aumentar la vida de anaquel del producto al retardar el desarrollo de microorganismos. Además, la canela ha sido asociada con propiedades anticancerígenas, antidiabéticas y efectos terapéuticos sobre el síndrome metabólico, lo que refuerza su valor en la formulación de productos con potencial impacto en la salud.

En cuanto a la fuente de grasa utilizada, el estudio previo empleó una combinación de aceite de girasol y aceite de oliva, lo que incrementa el contenido calórico y la

proporción de grasas saturadas en la formulación. En contraste, la presente investigación optó exclusivamente por aceite de oliva, ya que este ingrediente ofrece un mejor perfil de ácidos grasos, proporcionando principalmente ácidos grasos poliinsaturados, lo que lo convierte en una alternativa más saludable.

Otro aspecto diferenciador es la presencia de ralladura de limón en la formulación del estudio de Bernón (44). De acuerdo con los resultados reportados en dicha investigación, este ingrediente contribuyó positivamente al aroma y sabor del producto. Sin embargo, en la presente formulación, el uso de ralladura de limón podría haber generado un contraste poco armonioso con la canela, lo que potencialmente habría afectado la percepción sensorial del producto. No obstante, la inclusión de canela aporta beneficios funcionales y también complementa las características organolépticas de la galleta al proporcionar un aroma y sabor distintivos.

Finalmente, una diferencia importante radica en el tipo de edulcorante utilizado. Mientras que el estudio de referencia empleó exclusivamente sucralosa, en este trabajo se evaluaron dos formulaciones, una endulzada con sucralosa y otra con miel de agave, con el objetivo de determinar el impacto de ambos edulcorantes en la aceptación sensorial del producto.

En cuanto al análisis proximal, se identificó una diferencia importante respecto a la mayoría de los estudios consultados que emplean harina de sorgo en sus formulaciones. Es común que dicha harina sea utilizada como ingrediente principal, y en combinación con otros ingredientes como soya, avena o frijol, lo que da lugar a productos con características nutricionales significativamente distintas. Así

mismo, existe una investigación desarrollada en El Salvador por Albanés Morataya (45), cuyo objetivo fue elaborar un snack tipo galleta a base de sorgo fortificado con pepitoria, su análisis sensorial y bromatológico, en la cual sí se utilizó la harina de sorgo como ingrediente base y se complementó con semilla de pepitoria para aumentar el contenido proteico. Sin embargo, a pesar de enfocarse también en un análisis proximal, dicho estudio reportó únicamente el contenido de humedad (4.2%) y proteínas (10.9%), dejando de lado otras determinaciones fundamentales del análisis proximal, lo que limita la caracterización nutricional del producto final.

En contraste, el presente estudio utilizó harina de sorgo como ingrediente principal, al que se le realizó un análisis proximal completo, con replicado por triplicado para cada parámetro, lo cual incrementa la confiabilidad de los resultados obtenidos. En la formulación endulzada con miel de agave se obtuvo un promedio de 11.87% de humedad, mientras que en la opción con sucralosa fue de 11.3%. El contenido de cenizas fue de 1.61% y 1.60% respectivamente, proteínas 7.56% para la galleta con miel de agave y 8.66% para la formulación con sucralosa; grasa 12.73% y 9.88%, fibra 4.7% y 4.67%, respectivamente. Estos datos reflejan una composición nutricional bien caracterizada y respaldada experimentalmente, lo cual representa una mejora metodológica importante respecto a otros estudios en los que el aporte nutrimental se estimó únicamente mediante cálculos teóricos, sin la realización de un análisis proximal que validara dichas estimaciones.

Al comparar los resultados obtenidos en el análisis proximal de la galleta endulzada con sucralosa; con la tabla nutrimental obtenida a partir del Sistema Mexicano de

Alimentos Equivalentes (SMAE) (46) pude observar una amplia variabilidad en cuanto a los valores obtenidos.

Tabla 12 Cuadro comparativo de estimaciones vs análisis proximal de galleta endulzada con sucralosa

Componente	Estimación hecha con SMAE	Resultado real (análisis proximal)
Energía (Kcal)	445	381.56
Proteínas (g)	16.1	8.66
HCO (g)	63.2	64.5
Lípidos (g)	14.2	9.88
Fibra (g)	7.5	4.67

Como se puede observar en la tabla, todos los valores que componen la información nutrimental fueron sobreestimados. Esta discrepancia puede explicarse por varios factores, en primer lugar, el SMAE proporciona información nutricional de los ingredientes elegidos en crudo, mientras que en esta investigación se analizaron productos que ya fueron procesados. Este procesamiento térmico puede provocar la pérdida de nutrientes sensibles al calor, como algunas vitaminas y proteínas, afectando el valor final.

En particular, el contenido de fibra suele ser menor en los resultados experimentales debido a las limitaciones de la metodología utilizada. El método AOAC 991.43, comúnmente empleado para esta determinación, puede subestimar el contenido total de fibra, ya que durante el proceso de digestión enzimática algunos componentes susceptibles (como polisacáridos complejos, fibras resistentes al calor u oligosacáridos fermentables) pueden degradarse o no ser completamente

retenidos, lo que impide su cuantificación precisa. Por tanto, estas diferencias deben interpretarse considerando tanto las pérdidas propias del procesamiento térmico como las limitaciones analíticas del método empleado.(47).

Tabla 13 Cuadro comparativo de estimaciones vs análisis proximal de galleta endulzada con miel de agave

Componente	Estimación hecha con SMAE	Resultado real (análisis proximal)
Energía (Kcal)	559.6	401.65
Proteínas (g)	16.1	7.56
HCO (g)	91.4	64.21
Lípidos (g)	14.4	12.73
Fibra (g)	7.5	4.7

Del mismo modo que ocurrió con la muestra anterior, aquí también se presenta una sobreestimación de los valores y como era de esperarse, el contenido energético es mayor debido al uso de miel de agave como edulcorante.

Ahora bien, al comparar los resultados obtenidos del análisis proximal con la información nutrimental reportada en la etiqueta de algunas galletas de características similares, podemos observar que las galletas elaboradas a base de sorgo realmente ofrecen unas características nutricionales bastante aceptables dentro del mercado de galletas integrales. Cabe destacar que las galletas endulzadas con sucralosa presentan un contenido energético bajo, posicionándolas como las galletas con menor aporte calórico dentro del comparativo.

Las galletas a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] también destacan por su nulo contenido de gluten, que aunque algunas formulaciones del comparativo aparentan ser libres de este, no lo son, esto como consecuencia de que emplean harina de trigo en su formulación.

Otro punto por tomar en cuenta es la fibra, que aunque las galletas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] no son la opción que más la contiene, si tienen un aporte destacado y mucho más elevado que la gran mayoría de galletas dulces ofertadas en el mercado.

Tabla 14 Comparativo de información nutricional de galletas de sorgo vs galletas ofertadas en el mercado (100g de producto)

Galleta	Energía (Kcal)	Proteínas (gramos)	HCO (gramos)	Lípidos (gramos)	Fibra (gramos)
Sorgo (miel de agave)	401.65	7.56	64.21	12.73	4.7
Sorgo (sucralosa)	381.56	8.66	64.5	9.88	4.67
María sin azúcar marca Gullón	427	7	75	11	4.5
Soe light avena	383	10	70	7	7
Habaneras integrales de Gamesa	392	10.1	69.2	8.3	7.6

Taifeld's	413.9	9.3	59.3	15.5	7.8
integrales avena					
con nuez					

Una vez obtenidas ambas formulaciones y después de realizar el análisis proximal correspondiente, se obtuvieron los costos de producción de las galletas (únicamente tomando en cuenta la materia prima utilizada). De forma posterior a la obtención de estos datos, se procedió a realizar un comparativo con las opciones de galletas de características nutricionales similares que se ofertan en el mercado.

Tabla 15 Comparación de costos galletas de sorgo vs galletas similares

Producto	Precio total	Peso neto	Costo por 100 g
Galleta de sorgo con sucralosa	\$9.375	138 g	\$6.79
Galleta de sorgo con miel de agave	\$14.485	140 g	\$10.35
Galleta María sin azúcar marca Gullón	\$84	400 g	\$21.00
Galletas Soe light avena	\$56	330 g	\$16.96
Galletas Habaneras integrales de Gamesa	\$71	468 g	\$15.17
Galletas Taifeld's integrales avena con nuez	\$26	90 g	\$28.88

Como se puede observar en la tabla 15, las galletas a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] tienen un costo de producción bastante bajo, lo que le otorga un buen margen para ingresar al mercado. Este aspecto les otorga una ventaja competitiva en términos económicos. Incluso la galleta de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] endulzada con miel de agave, pese a ser ligeramente más costosa, se mantiene por debajo del costo de la mayoría de las galletas comerciales evaluadas. Cabe mencionar que los costos de producción de la galleta a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] aún no contemplan apartados como el consumo de gas, mantenimiento de los equipos, el costo de la mano de obra, entre otros aspectos. Únicamente incluye los costos de la materia prima

Finalmente, se realizó una encuesta sensorial a 114 participantes con el propósito de evaluar la aceptación y preferencia de dos formulaciones de galletas a base de sorgo: una endulzada con miel de agave y otra con sucralosa. Esta evaluación incluyó aspectos demográficos, hábitos alimenticios y percepción organoléptica de los productos.

Empezando con la parte demográfica, la mayoría de los encuestados fueron jóvenes, con un promedio de edad de 26.18 años, predominando el grupo de 20 años. En términos de género, hubo una mayor participación femenina (64.9%), y la ocupación más común fue la de estudiantes (62.3%).

En relación con la frecuencia de consumo de productos similares, la mayoría de los encuestados indicó consumir galletas entre una y dos veces por semana (78.1%), siendo un dato de importancia, ya que, la mayoría de los participantes son consumidores habituales de las galletas, lo cual les permite realizar comparaciones

y hacer sugerencias en base a las características que han observado anteriormente en este producto. Ahora bien, hablando del consumo de cereales, fue mayor, con un 64.9% que los consume de cinco a siete veces por semana. En contraste, el 83% de los encuestados no ha consumido sorgo previamente o desconoce este cereal, de esta forma, la realización de esta investigación permitió realizar una difusión de este cereal, así como los beneficios que aporta su inclusión en la dieta habitual. Y esto, refuerza la importancia de desarrollar productos atractivos que promuevan su inclusión en la dieta habitual.

En cuanto a la preocupación por el valor nutricional, una parte significativa de los encuestados afirmó revisar el aporte nutricional de los alimentos al menos ocasionalmente, lo cual sugiere un grado de conciencia alimentaria creciente. Al considerar la incorporación de nuevos alimentos, el 43.9% prioriza el valor nutricional por encima de factores como el sabor (36%) y el precio (8.8%). Estos resultados indican una oportunidad para posicionar productos como las galletas de sorgo entre consumidores interesados en alimentos más saludables.

Los resultados obtenidos para la galleta endulzada con miel de agave fueron ampliamente positivos. Un 85.1% de los encuestados percibió un sabor dulce, mientras que el 89.5% lo calificó como agradable. En cuanto al aroma, el 78.1% lo consideró agradable, y solo el 1.7% expresó una opinión negativa. La textura fue el aspecto más debatido: aunque el 56.1% la consideró adecuada, un 35.1% la describió como rígida. Esta observación fue respaldada por los comentarios abiertos de los encuestados, quienes sugirieron mejorar la textura arenosa y seca del producto. Por lo tanto, a pesar de que los resultados fueron alentadores, se deben

realizar las adecuaciones necesarias para mejorar su textura y de esta forma también su aceptación.

Respecto a la aceptabilidad general, el 91.2% expresó agrado por la galleta, y un notable 93% indicó que volvería a consumirla. Además, el 86% estaría dispuesto a incorporarla como snack recurrente, lo que demuestra una alta aceptación del producto, particularmente en una formulación con un edulcorante natural como la miel de agave.

En el caso de la galleta endulzada con sucralosa, los resultados también fueron favorables, aunque ligeramente inferiores. El 73.7% percibió un sabor dulce, y el 77.2% calificó el sabor como agradable. El aroma fue considerado positivo por el 69.3% de los encuestados, aunque hubo un mayor porcentaje de respuestas neutras o negativas en comparación con la formulación con miel de agave.

La textura nuevamente fue un punto de mejora: aunque el 45.6% la consideró adecuada, un 42.1% la calificó como rígida. Este resultado sugiere que la rigidez de la galleta no está relacionada exclusivamente con el tipo de edulcorante, sino con la harina de sorgo, ya que está ampliamente reportado que su uso dentro de los productos de repostería y panificación genera productos un poco más rígidos de lo común, debido a la ausencia de gluten.

En términos de aceptabilidad, el 75.4% expresó agrado por el producto y el 80.7% indicó que lo volvería a consumir. Además, el 73.7% consideró viable incorporarlo como snack frecuente.

Ambas formulaciones mostraron niveles de aceptación elevados, sin embargo, la galleta endulzada con miel de agave obtuvo mejores resultados en todos los aspectos evaluados, particularmente en sabor (89.5% vs. 77.2%), aroma (78.1% vs. 69.3%) y aceptabilidad general (91.2% vs. 75.4%). Además, una mayor proporción de participantes estaría dispuesta a consumir nuevamente la galleta con miel de agave (93% vs. 80.7%).

Estos resultados sugieren que el uso de miel de agave no solo mejora el perfil nutricional al incorporar un edulcorante natural, sino que también incrementa la aceptación sensorial del producto. La percepción de dulzor fue mejor balanceada en esta formulación, posiblemente debido a la sinergia entre el sabor de la miel y los otros ingredientes como la canela.

XIV. CONCLUSIONES

Se cumplió con el objetivo general de esta investigación al desarrollar distintas formulaciones de galletas a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], demostrando que el uso de este cereal en la industria alimentaria es viable y funcional como ingrediente principal en productos de panificación alternativos.

Asimismo, se identificaron y justificaron los ingredientes más adecuados para su elaboración, aportando fundamentos técnicos y nutricionales que pueden servir como base para futuras investigaciones en el diseño de alimentos con perfiles más saludables.

Se propusieron dos formulaciones diferenciadas por el tipo de edulcorante utilizado (miel de agave y sucralosa), ambos seleccionados por su menor índice glucémico en comparación con la sacarosa. Estas variantes fueron bien valoradas por los participantes en la evaluación de aceptación, ya que no solo se priorizó el aspecto nutricional, sino también la generación de un producto con características organolépticas agradables para el público en general.

El análisis proximal confirmó que las galletas presentan un perfil nutricional favorable, destacando su alto contenido de fibra y bajo contenido de azúcares, lo cual las posiciona como una opción más saludable en comparación con muchas de las galletas comerciales que se promocionan como “saludables”.

Si bien no se realizó un análisis sensorial formal conforme a las normas internacionales (como la ISO 8586 o la ISO 13299), los resultados de esta evaluación preliminar brindan una base para futuras investigaciones que incluyan pruebas sensoriales estructuradas, desarrollo de nuevas formulaciones, y el diseño

de empaques que permitan conservar las características organolépticas del producto por más tiempo. Además, se sugiere continuar con la evaluación del comportamiento de estas galletas en poblaciones con necesidades nutricionales específicas, como personas con diabetes, para validar su funcionalidad como alternativa baja en azúcares añadidos. Desde una perspectiva industrial, este tipo de producto representa una oportunidad para diversificar la oferta de alimentos funcionales con ingredientes locales y de alto valor nutricional como el sorgo.

XV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [Internet]. 2022 [citado 23 de octubre de 2024]. Sorgo: Más que un cereal. Disponible en: [:https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/sorgo-mas-que-un-cereal?idiom=es#:~:text=El%20sorgo%20es%20un%20cultivo,agua%20que%20los%20o tros%20cereales.&text=El%20sorgo%20es%20una%20gram%C3%ADnea,climas%20c%C3%A1ridos%2C%20%C3%A1ridos%20o%20semi%C3%A1ridos](https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/sorgo-mas-que-un-cereal?idiom=es#:~:text=El%20sorgo%20es%20un%20cultivo,agua%20que%20los%20o tros%20cereales.&text=El%20sorgo%20es%20una%20gram%C3%ADnea,climas%20c%C3%A1ridos%2C%20%C3%A1ridos%20o%20semi%C3%A1ridos)
2. Gobierno de México [Internet]. 2023 [citado 23 de octubre de 2024]. Perfil del Producto: Grano de Sorgo. Disponible en: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/grain-sorghum-sorghum?redirect=true>
3. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [Internet]. 2024 [citado 23 de octubre de 2024]. Sorgo y tierra caliente: producción segura. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/sorgo-y-tierra-caliente-produccion-segura>.
4. Akinbode BA, Malomo SA, Asasile II. In vitro antioxidant, anti-inflammatory and in vivo anti-hyperglycemia potentials of cookies made from sorghum, orange-flesh-sweet-potato and mushroom protein isolate flour blends fed to Wistar rats. Food Chem Adv. octubre de 2023;2:100263.
5. García García MA. Scribd. 2020 [citado 23 de octubre de 2024]. Antecedentes de Las Galletas. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/457256210/Antecedentes-de-las-galletas-docx>
6. Galletas I. Tipos de galletas [Internet]. Innograin. 2024 [citado 23 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://innograin.uva.es/2024/05/21/galletas-i-tipos-de-galletas/>
7. Hoyos Vázquez MS, García Castillo S, Rodríguez Delgado J, Praena Crespo M. Características nutricionales y composición de las galletas disponibles en el mercado español y de las galletas dirigidas a la población infantil. Pediatría Aten Primaria. junio de 2020;22:141-50.
8. Teresa Shamah Levy, Eduardo César Lazcano Ponce, Lucía Cuevas Nasu, Martín Romero Martínez, Elsa Berenice Gaona Pineda, Luz María Gómez Acosta, et al. ENSANUT continua 2023 [Internet]. México: Subdirección de Comunicación Científica y Publicaciones del Instituto Nacional de Salud Pública; 2024 [citado 3 de diciembre de 2024] p. 219. (ENSANUT continua). Disponible en: https://www.insp.mx/resources/images/stories/2025/docs/250108_Ensanut_23.pdf
9. Revista Fortuna. En México cada hogar adquiere 12 kilos de galletas por año. octubre de 2023 [citado 13 de mayo de 2025]; Disponible en:

<https://revistafortuna.com.mx/2023/10/04/en-mexico-cada-hogar-adquiere-12-kilos-de-galletas-por-ano/>

10. Jardí C, Aranda N, Bedmar C, Ribot B, Elias I, Aparicio E, et al. Ingesta de azúcares libres y exceso de peso en edades tempranas. Estudio longitudinal. An Pediatría. marzo de 2019;90(3):165-72.
11. Mordor Intelligence [Internet]. Tamaño del mercado de galletas y análisis de participación tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029) Source: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/cookies-market>.
12. Papel de los cereales de grano entero en la salud. Granada, España, Bogotá, Colombia: FINUT, Fundación Iberoamericana de Nutrición ; ILSI, Nor-Andino; 2020.
13. FAO [Internet]. 2025 [citado 26 de marzo de 2025]. Early wheat production prospects for 2025 point to potential increase. Disponible en: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en>
14. Universidad Nacional Autónoma de México [Internet]. 2024 [citado 25 de octubre de 2024]. Producción Nacional de Cereales y Otros Granos. Disponible en: <http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php/produccion-nacional-de-cereales-y-otros-granos>.
15. Maíz, frijol, arroz y trigo, los granos básicos de México [Internet]. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2022 [citado 25 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-frijol-arroz-y-trigo-los-granos-basicos-de-mexico>
16. SAGARPA [Internet]. 2017 [citado 4 de noviembre de 2024]. Sorgo grano mexicano. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256433/B_sico-Sorgo_Grano.pdf
17. Victor M. RM. El cultivo de sorgo [Internet]. Instituto Colombiano Agropecuario; 1977 [citado 11 de noviembre de 2024]. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20830/79722_3095.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=30.
18. González C. Pan de sorgo [Internet]. [Argentina]: Universidad FASTA; 2016 [citado 12 de noviembre de 2024]. Disponible en: <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/1274>
19. De Berandi LA. Perfil del sorgo [Internet]. Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca; 2020 [citado 14 de noviembre de 2024] p. 11. Report No.: 26. Disponible en: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/informes/perfil-de-sorgo-2019.pdf

20. Salazar-López NJ, González-Aguilar G, Rouzaud-Sáñez O, Robles-Sánchez M. Technologies applied to sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench): changes in phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Sci Technol*. 9 de agosto de 2018;38(3):369-82.
21. Ocheme Ocheme B, Mikailu Esther G. Effect of Alkaline Soaking and Cooking on the Proximate, Functional and Some Anti-Nutritional Properties of Sorghum Flour. *Au JT*. enero de 2011;14(3):210-6.
22. Goel B, Mishra S. Medicinal and Nutritional Perspective of Cinnamon: A Mini-review. *Eur J Med Plants*. 27 de febrero de 2020;10-6.
23. Mancini-Filho J, Van-Koij A, Mancini DA, Cozzolino FF, Torres RP. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomum Zeylanicum*, Breyne) extracts. *Boll Chim Farm*. diciembre de 1998;137(11):443-7.
24. Shrishrimal RP, Sharma KS, Sonawane S, Sonawane P, Varpe VV. On barks of *Cinnamomum zeylanicum* Nees. noviembre de 2016;1(5):01-9.
25. Ziegenfuss TN, Hofheins JE, Mendel RW, Landis J, Anderson RA. Effects of a Water-Soluble Cinnamon Extract on Body Composition and Features of the Metabolic Syndrome in Pre-Diabetic Men and Women. *J Int Soc Sports Nutr*. 1 de diciembre de 2006;3(2):45.
26. Akilen R, Tsiami A, Devendra D, Robinson N. Glycated haemoglobin and blood pressure-lowering effect of cinnamon in multi-ethnic Type 2 diabetic patients in the UK: a randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial. *Diabet Med*. octubre de 2010;27(10):1159-67.
27. Universidad Veracruzana [Internet]. 2022 [citado 19 de noviembre de 2024]. Edulcorantes y sus efectos en la salud. Disponible en: <https://www.uv.mx/saisuv/files/2022/05/Nota-Edulcorantes-y-efectos-en-la-salud-2022.pdf>
28. Los edulcorantes: Una alternativa para reducir el consumo de azúcar [Internet]. Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. 2024 [citado 19 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.mx/issste/articulos/sustitutos-del-azucar>
29. La obesidad se puede prevenir [Internet]. Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. 2015 [citado 18 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.mx/issste/articulos/la-obesidad-se-puede-prevenir>
30. El consumo de azúcar en México y la nueva directriz de la OMS para su reducción global [Internet]. Instituto Nacional de Salud Pública. 2023 [citado 18 de noviembre de 2024].

- 2024]. Disponible en: <https://www.insp.mx/epppo/blog/3609-consumo-azucar-mexico-nueva-directriz-oms.html>
31. Severiano Pérez P. ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? INTER Discip. 2 de septiembre de 2019;7(19):47.
 32. Barda N. Análisis sensorial de los alimentos [Internet]. [citado 25 de noviembre de 2024]. Disponible en: https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/gmanrique/images/Anal_Sens_nota.pdf
 33. Díaz Inocencio DL. Universidad Veracruzana. 2017 [citado 26 de noviembre de 2024]. Manual de Bromatología. Disponible en: <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/MANUAL-DE-BROMATOLOGIA-2017.pdf>
 34. Olguín Licon C. UACH. 2009 [citado 26 de noviembre de 2024]. Manual de laboratorio de nutrición animal. Disponible en: http://uniq.uach.mx/documentos/1/SGC/1347dt/1399dt/1521a/INF_8.3%20IZSP%2021.pdf
 35. Campos-Nonato I, Galván-Valencia Ó, Hernández-Barrera L, Oviedo-Solís C, Barquera S. Prevalencia de obesidad y factores de riesgo asociados en adultos mexicanos: resultados de la Ensanut 2022. Salud Pública México. 14 de junio de 2023;65:s238-47.
 36. Mariana Cruz. Día de las galletas [Internet]. Kantar Worldpanel México. 2018 [citado 29 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.kantarworldpanel.com/mx/Noticias-/Dia-de-la-Galleta>
 37. Fabián Ghirardelly. Día de la galleta de azúcar [Internet]. Kantar Worldpanel México. 2017 [citado 3 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.kantarworldpanel.com/mx/Noticias-/9-de-Julio-Dia-de-la-Galleta-de-azucar-#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20panel%20de%20hogares,compra%20se%20llevar%2092%20grs>
 38. ¿Cuánta fibra dietética se debe consumir? [Internet]. Secretaría de Salud. 2016 [citado 4 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/articulos/cuanta-fibra-dietetica-se-debe-consumir>
 39. Gaona-Pineda EB, Rodríguez-Ramírez S, Medina-Zacarías MC, Valenzuela-Bravo DG, Martínez-Tapia B, Arango-Angarita A. Consumidores de grupos de alimentos en población mexicana. Ensanut Continua 2020-2022. Salud Pública México. 14 de junio de 2023;65:s248-58.

40. Alanís-García E, González-Rubio PY, Delgado-Olivares L, Cruz-Cansino NDS. Fibra dietética: historia, definición y efectos en la salud. *Educ Salud Bol Científico Inst Cienc Salud Univ Autónoma Estado Hidalgo*. 5 de junio de 2021;9(18):187-95.
41. GCMA. Reporte del Mercado de Sorgo [Internet]. Grupo Consultor de Mercados Agrícolas. 2022 [citado 14 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://gcma.com.mx/reportes/mercado-del-sorgo/>
42. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Estimación de Superficie Agrícola P-V 2022: Durango [Internet]. Durango, México: Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural; 2023 jun [citado 4 de diciembre de 2024] p. 2. (Estimación de Superficie Agrícola). Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/842334/BOLETIN_Durango_PV_2022_Ver2.pdf
43. Muñoz de Chávez M. Composición de alimentos: valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo. 2a. ed. México: McGraw-Hill; 2010.
44. Olga Beatriz Bernón. Galletitas de sorgo con semillas de chía [Internet]. [Buenos Aires, Argentina]: Universidad ISALUD; 2017 [citado 29 de noviembre de 2024]. Disponible en: <http://190.210.72.90/xmlui/bitstream/handle/123456789/540/TFN641.563%207%20B456.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
45. Albanés Morataya, Daniel José. Elaboración de un snack tipo galleta a base de sorgo (*sorghum bicolor*) fortificada con semilla de pepitoria, su análisis sensorial y bromatológico. [Internet]. [El salvador]: Universidad Dr. José Matías Delgado; 2016 [citado 29 de noviembre de 2024]. Disponible en: <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/3145/1/0002523-ADTESAE.pdf>
46. Pérez Lizaur AB, Palacios González B, Castro Becerra AL, Flores Galicia I. Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. Cuarta edición. México, D.F.: Fomento de Nutrición y Salud : OGALI; 2014.
47. Hollmann J, Themeier H, Neese U, Lindhauer MG. Dietary fibre fractions in cereal foods measured by a new integrated AOAC method. *Food Chem*. octubre de 2013;140(3):586-9.

XVI. GLOSARIO

Alimento funcional. Producto que, además de nutrir, proporciona beneficios adicionales a la salud.

Antioxidante. compuestos que ayudan a proteger las células del daño causado por los radicales libres.

Azúcar. Sustancia cristalina perteneciente al grupo químico de los hidratos de carbono, de sabor dulce y de color blanco en estado puro, soluble en el agua, que se obtiene de la caña dulce, de la remolacha y de otros vegetales.

Cereal. Planta gramínea cultivada principalmente por su grano, muy utilizado en la alimentación humana y animal, y de la que existen numerosas especies, como el trigo y la cebada.

Comorbilidad. Coexistencia de dos o más enfermedades en un mismo individuo, generalmente relacionadas.

Diabetes. enfermedad crónica que se produce cuando el cuerpo no puede regular adecuadamente los niveles de azúcar en la sangre.

Dislipidemia. Alteración en los niveles normales de lípidos en la sangre.

Fibra. grupo de compuestos encontrados en plantas que no se pueden digerir completamente en nuestro intestino.

Gluten. Proteína de reserva nutritiva que se encuentra en las semillas de las gramíneas junto con el almidón.

Grasa. Nombre genérico de sustancias orgánicas, muy difundidas en ciertos tejidos de animales y plantas, que están formadas por la combinación de ácidos grasos con la glicerina.

Harina. Polvo que resulta de la molienda del trigo o de otras semillas.

Hidratos de carbono. Sustancias orgánicas compuestas por hidrógeno, oxígeno y carbono, que presentan los primeros dos componentes en idéntica proporción que aparece en el agua.

Índice glucémico. Medida de la rapidez con la que un alimento eleva los niveles de glucosa en sangre tras su consumo.

Miel de agave. Edulcorante natural extraído del agave, con un alto contenido de fructosa.

Mineral. Elementos químicos (nutrientes inorgánicos) esenciales para el correcto funcionamiento de los organismos vivos, tanto plantas como animales.

Norma Oficial Mexicana (NOM). Documentos técnicos que regulan características, procesos y métodos relacionados con productos o servicios en México.

Palatabilidad. Calidad de ser grato al paladar un alimento.

Proteína. Sustancia constitutiva de la materia viva, formada por una o varias cadenas de aminoácidos; p. ej., las enzimas, las hormonas, los anticuerpos, etc.

Propiedades organolépticas. Características perceptibles por los sentidos, como el sabor, aroma, textura y apariencia de los alimentos.

Sucralosa. Edulcorante artificial sin calorías, derivado de la sacarosa, utilizado como sustituto del azúcar.

Vitamina. Cada una de las sustancias orgánicas que existen en los alimentos y que, en cantidades pequeñísimas, son necesarias para el perfecto equilibrio de las diferentes funciones vitales.

XVII. ANEXOS

Evidencia fotográfica de la realización del análisis proximal

Determinación de ceniza

Ilustración 2 Pesaje de los crisoles para la determinación de ceniza



Ilustración 3 Introducción de crisoles en la mufla



Ilustración 4 Colocación de los crisoles en el desecador previo al pesaje final



Determinación de humedad

Ilustración 5 Pesaje de muestra para la determinación de humedad



Ilustración 6 Introducción de la muestra en la estufa



Determinación de proteínas

Ilustración 7 Proceso de digestión de la muestra



Ilustración 8 Fase inicial del proceso de destilación



Ilustración 9 Fase final del proceso de destilación



Ilustración 10 Muestra destilada previo a la titulación



Ilustración 11 Muestra posterior a la titulación



Determinación de grasa

Ilustración 12 Dedales de celulosa con la muestra en su interior



Ilustración 13 Tazas de aluminio donde se recolectó la grasa



Ilustración 14 Proceso de extracción de grasa



Determinación de fibra

Ilustración 15 Muestra sumergida en ácido sulfúrico



Ilustración 16 Muestra sumergida en hidróxido de sodio



XVI.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Agosto 2024	Septiembre 2024	Octubre 2024	Noviembre 2024	Diciembre 2024	Enero 2025	Febrero 2025	Marzo 2025	Abril 2025	Mayo 2025	Junio 2025	Julio 2025
1. Portada	X											
2. Índice General, Índice de Gráficas e Índice de Tablas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3. Resumen											X	X
4. Abstract											X	X
5. Introducción	X	X										
6. Justificación del estudio del objeto: pertinencia o relevancia, etc.	X											
7. Objetivo general	X											

8. Objetivos específicos	X	X										
9. Hipótesis o preguntas de investigación	X											
10. Planteamiento del problema o Estrategias	X											
11. Marco Teórico (Metodología)	X	X	X	X	X							
12. Materiales y métodos a desarrollar	X	X										
13. Resultados y discusiones								X	X			
14. Conclusiones									X	X		
15. Recomendaciones										X		
16. Bibliografía	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

17. Información adicional	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
a. Glosario	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
b. Cronograma de trabajo	X	X										
c. Otros aspectos que se consideren relevantes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18. Anexos (Encuestas, Tablas, etc.)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

