

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Elaboración de galleta apta para el consumo de individuos con enfermedad celíaca y sensibilidad no celíaca

Trabajo de investigación presentado por Natalia Calderón Font para optar por el grado académico de Licenciada en Nutrición

Guatemala,
2019

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Elaboración de galleta apta para el consumo de individuos con enfermedad celíaca y sensibilidad no celíaca

Trabajo de investigación presentado por Natalia Calderón Font para optar por el grado académico de Licenciada en Nutrición

Guatemala,
2019

[Vo.Bo.

(f)

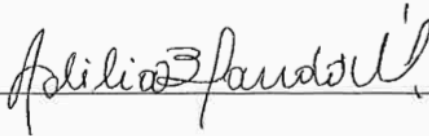


Msc. Adilia Blandón

Asesor

Tribunal examinador

(f)



Msc. Adilia Blandón

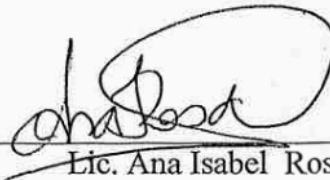
Asesor

(f)



Msc. Ana Silvia Colmenares

(f)



Lic. Ana Isabel Rosal

Fecha de aprobación del examen de graduación: Guatemala, 3 de diciembre de 2019 /

PREFACIO

Este trabajo de graduación surgió del interés personal en estudiar y comprender la enfermedad celíaca. Al igual, de experimentar con alimentos sin gluten. Por ello, el estudio se enfocó en desarrollar un producto para celíacos. Gracias a esta investigación se formuló una galleta aceptada por el grupo objetivo.

Agradezco a mis padres, mis hermanos y a mi cuñado por apoyarme y motivarme incondicionalmente en este proceso. A los celíacos e individuos con sensibilidad no celíaca que participaron en el estudio. A Patricia González por apoyarme y darme ideas de mejora para el producto durante este periodo. A Adilia Blandón, mi asesora, por su esfuerzo y dedicación, por entenderme y ser mi mentora en el área industrial. Por último, a Dios y la Virgen por cuidarme y permitirme cumplir mi sueño.

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE GRÁFICAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
A. Enfermedad celíaca.....	2
1. Definición.....	2
a. Fisiopatología.....	2
b. Manifestaciones clínicas.....	3
c. Deficiencias nutricionales en la enfermedad celíaca.....	4
d. Diagnóstico de la enfermedad celíaca.....	4
2. Sensibilidad al gluten no celíaca.....	5
3. Alergia al gluten.....	5
B. Tecnología de galletas.....	6
1. Tipos de galletas	6
a. Galletas de masa dura.....	6
b. Galletas de masa corta.....	6
c. Galletas waffer.....	6
2. Proceso para la elaboración de galletas.....	6
a. Proceso de premezclado.....	6
b. Proceso de mezclado.....	7
c. Proceso de formado.....	7
d. Proceso de horneado.....	7
e. Empaque.....	8
C. Tecnología de harinas.....	8
1. Elaboración de harinas.....	8
2. Granulometría.....	9
D. Formulación.....	10
1. El trigo.....	10

a.	Proteínas del trigo	10
E.	Materias primas en galletas sin gluten.....	10
1.	Harinas sin gluten.....	10
a.	Leguminosas y tubérculos.....	11
b.	Valor nutricional de las harinas a utilizar en la formulación.....	12
2.	Hidrocoloides.....	12
3.	Emulsificantes.....	12
4.	Valor nutricional de los productos sin gluten.....	13
F.	Aspecto legal.....	13
G.	Análisis proximal/ determinación nutricional.....	16
1.	Análisis de humedad y cenizas.....	16
2.	Análisis de proteína/ Kjeldahl.....	16
3.	Análisis Soxhlet.....	17
H.	Análisis de consumidores.....	17
III.	JUSTIFICACIÓN.....	19
IV.	OBJETIVOS.....	20
A.	General.....	20
B.	Específicos.....	20
V.	HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	21
VI.	MÉTODOS	22
A.	Recursos humanos.....	22
B.	Recurso materiales.....	22
C.	Enfoque de la investigación.....	23
D.	Tipo de investigación.....	23
E.	Diseño de la investigación.....	23
F.	Muestra y tipo de muestra.....	23
G.	Criterios de inclusión y exclusión.....	24
1.	Criterios de inclusión.....	24
2.	Criterios de exclusión.....	24
H.	Procedimiento.....	24
1.	Procesamiento de harinas.....	24

2.	Análisis de granulometría.....	24
3.	Formulación.....	25
4.	Análisis de textura y actividad de agua.....	26
5.	Evaluación sensorial.....	26
6.	Análisis proximal.....	27
7.	Etiquetado nutricional.....	27
VII.	RESULTADO.....	28
A.	Análisis de granulometría.....	28
B.	Formulación.....	29
C.	Análisis de textura y físico.....	36
1.	Análisis de textura.....	36
2.	Análisis físico.....	37
D.	Análisis proximal.....	38
E.	Análisis sensorial.....	39
VIII.	DISCUSIÓN.....	42
IX.	CONCLUSIONES.....	46
X.	RECOMENDACIONES.....	47
XI.	LITERATURA CITADA.....	48
XII.	ANEXOS.....	53
A.	Métodos oficiales de la AOAC para el análisis proximal del producto.	53
1.	Método AOAC para la determinación de humedad en harinas.....	53
2.	Método AOAC para la determinación de porcentaje de nitrógeno en harinas...54	54
3.	Método AOAC para la determinación del porcentaje de grasas en harinas.....56	56
4.	Método AOAC para la determinación del porcentaje de cenizas en harinas...57	57
B.	Material utilizado para el análisis sensorial.....	58
1.	Formulario para el análisis sensorial.....	58
2.	Base de datos para el análisis de varianza.....	63
3.	Resultados del análisis de varianza en el programa R.....	66
C.	Datos brutos del análisis de granulometría.....	70
D.	Datos brutos para del análisis de textura.....	72
-	Formulación 2.....	72

-	Formulación 4.....	75
-	Formulación 8.....	78
E.	Datos reportados del análisis proximal por INCAP.....	81
1.	Formulación 2.....	81
2.	Formulación 4.....	82
3.	Formulación 8.....	83
XIII.	GLOSARIO.....	84

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Valor nutricional de las harinas a utilizar en la formulación.....	12
Cuadro 2. Materiales necesarios para la elaboración de las galletas.	22
Cuadro 3. Material necesario para la evaluación sensorial de las diferentes galletas.	22
Cuadro 4. Material necesario para elaborar la harina de garbanzo.	23
Cuadro 5. Nombres de las formulaciones realizadas durante la investigación.....	26
Cuadro 6. Comparación entre el porcentaje de la distribución del tamaño de partícula junto al tamaño de partícula.	28
Cuadro 7. Formulación original de la galleta con de avena.	29
Cuadro 8. Formulación base con sustitución de las harinas con gluten por harina de garbanzo, papa y maíz.....	30
Cuadro 9. Formulación de galletas sin gluten con sustitución de azúcar morena utilizando banano y Stevia.	31
Cuadro 10. Formulación de galletas sin gluten con sustitución de azúcar morena utilizando Splenda.	32
Cuadro 11. Formulación de galletas sin gluten con 50% de sustitución de grasa utilizando inulina.....	33
Cuadro 12. Formulación de galletas sin gluten con 50% de sustitución utilizando inulina con sabor a chocolate.....	34
Cuadro 13. Sustitución de galletas sin gluten con 40% de sustitución de grasa utilizando inulina con sabor a chocolate.	34
Cuadro 14. Formulación de galletas sin gluten con 50% de sustitución de grasa utilizando inulina con sabor a almendra.	35
Cuadro 15. Análisis de textura utilizando el texturómetro de Brookfield.	36
Cuadro 16. Actividad de agua de las diferentes formulaciones.	37
Cuadro 17. Análisis proximal de la formulación base con sustitución de las harinas con gluten por harina de garbanzo, papa y maíz.....	38
Cuadro 18. Análisis proximal de la formulación con sustitución de azúcar por Splenda.....	38
Cuadro 19. Análisis proximal de la formulación con sustitución de grasa al 40% con inulina y sabor a chocolate.	39

Cuadro 20. Análisis de varianza para la aceptación de las muestras.	40
Cuadro 21. Prueba de Tukey para el análisis de varianza de la aceptación de las muestras.	40
Cuadro 22. Análisis de varianza para la apariencia de las muestras.	40
Cuadro 23. Prueba de Tukey para el análisis de varianza de la apariencia de las muestras.	41
Cuadro 24. Análisis de varianza para la textura de las muestras.	41
Cuadro 25. Prueba de Tukey para el análisis de varianza de la textura de las muestras.	41
Cuadro 26. Análisis de varianza para el sabor de las muestras.	41
Cuadro 27. Prueba de Tukey para el análisis de varianza del sabor de las muestras.	41
Cuadro 28. Primera prueba de la harina elaborada por el estudiante.	70
Cuadro 29. Segunda prueba de la harina elaborada por el estudiante.	70
Cuadro 30. Tercera prueba de la harina elaborada por el estudiante.	70
Cuadro 31. Primera prueba de la harina comercial	71
Cuadro 32. Segunda prueba de la harina comercial.	71
Cuadro 33. Tercera prueba de la harina comercial.	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Manifestaciones clínicas digestivas de la enfermedad celíaca.....	3
Figura 2. Manifestaciones clínicas extra digestivas de la enfermedad celíaca.....	3
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de galletas	8
Figura 4. Distribución del tamaño de partícula de la harina de garbanzo elaborada.	28
Figura 5. Distribución del tamaño de partícula de la harina de garbanzo comercial.....	29
Figura 6. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas de la receta original y con sustitución de harinas.....	30
Figura 7. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas con sustitución de azúcar morena utilizando banano y Stevia.	31
Figura 8. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas con sustitución de azúcar morena utilizando Splenda.	32
Figura 9. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas con sustitución al 50% de grasa utilizando inulina.	33
Figura 10. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas con sustitución al 40% y 50% de grasa utilizando inulina y sabor a chocolate.	35
Figura 11. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas con sustitución al 50% de grasa utilizando inulina con sabor a almendra.	36
Figura 12. Número de individuos por género que participaron en el estudio.....	39
Figura 13. Número de individuos por grupo etario que participaron en el estudio.....	40

RESUMEN

El propósito del estudio fue desarrollar una galleta sin gluten a base de materias primas nacionales y evaluar la aceptación del consumidor. Para ello, se utilizaron harina de garbanzo (*Cicer arietinum*), maíz (*Zea mays*) y papa (*Solanum tuberosum*). Se realizaron siete pruebas que correspondían a diferentes formulaciones, de las cuales, se eligieron tres para ser evaluadas a través de una prueba de aceptación. Las tres formulaciones elegidas fueron: una fórmula con sustitución de harinas, otra con sustitución de azúcar y la última con sustitución parcial de grasas.

Como resultados se obtuvo que la formulación más aceptada por el consumidor fue la galleta con sustitución de harinas con un valor de 7.22 en la escala hedónica indicando que les gusta moderadamente. Esta galleta tiene en una presentación de 100 gramos 436 kilocalorías. La menos aceptada fue el producto con sustitución de grasa al 40% por inulina y sabor a chocolate con un valor de 4.95 en la escala hedónica indicando que les disgusta ligeramente. Dicho producto tiene en una presentación de 100 gramos 394 kilocalorías (una galleta de 20 gramos contiene 79 kilocalorías) reduciendo un 10% de las kilocalorías totales. Sin embargo, la galleta con sustitución de azúcar por Splenda fue la más calórica con 460 kilocalorías por 100 gramos (una galleta de 20 gramos contiene 92 kcal).

En conclusión, la galleta más aceptada por el consumidor celíaco y personas con sensibilidad no celíaca fue el producto con mayor contenido de azúcar y la menos gustada fue la galleta con reducción calórica al 10%. Se recomienda realizar la prueba sensorial en un laboratorio bajo las condiciones adecuadas y así evitar sesgo en los resultado.

I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad celíaca es una patología autoinmune en la que los individuos no pueden consumir gluten debido a que esta proteína daña la mucosa intestinal causando síntomas de origen gastrointestinal como no gastrointestinal e inflamación generalizada en el organismo (Rubio-Tapia *et al.* 2013). Para disminuir los síntomas y la inflamación, los pacientes deben adoptar una dieta libre de gluten. Es decir, que deben eliminar los alimentos que contengan trigo, centeno y cebada.

La prevalencia de esta enfermedad ha aumentado en los últimos 10 años (Rubio-Tapia *et al.* 2013). Se estima que alrededor del 1 al 2% de la población mundial es celíaca (Rodríguez, 2010) representando una prevalencia de 1:100 (Elli *et al.* 2015). Debido a este incremento, la industria alimentaria ha despertado su interés en productos sin gluten. Estos alimentos representan un reto, ya que las texturas suelen ser poco aceptadas por el consumidor debido a las propiedades funcionales de esta proteína (Molina-Rosell, 2013). A pesar de dicha dificultad, los precios de estos alimentos en Guatemala son elevados, porque la mayoría son exportados. Dicha situación, limita a los individuos a tener refacciones como frutas y semillas reduciendo su variedad de opciones. Por estas razones, se desea formular una galleta con productos nacionales aceptada por el consumidor.

II. ANTECEDENTES

A. Enfermedad celíaca

1. Definición

La enfermedad celíaca es una patología inflamatoria autoinmune que daña la mucosa proximal del intestino delgado de personas genéticamente expuestas al consumir productos que contengan gluten (Capriles y Areas, 2014; Moscoso y Quera, 2016). En esta se presentan anticuerpos específicos, tales como: antitransglutaminasa tisular (ATGt-2), antiendomisio (EMA) y halotipos característicos; entre otros, que tienen el gen HLA tipo DQ2 y DQ8 (Moscoso y Quera, 2016; Vaquero *et al.* 2015) causando su expresión.

a. Fisiopatología

La enfermedad celíaca puede ser causada por varios factores, entre ellos: 1) predisposición genética con presencia de genes HLA y no HLA debido a que para el desarrollo de esta se debe encontrar presente los genes HLA, DQ-2 y DQ-8. 2) Factores asociados a patologías de origen autoinmune como diabetes tipo 1 y dermatitis herpetiforme (Shamir *et al.* 2014; Moscoso y Quera, 2016). 3) Factores ambientales; como, una dieta en la que se consume gluten. 4) Por último, alteraciones en la permeabilidad intestinal, porque se atrofian las vellosidades causando que las personas estén más propensas a infecciones intestinales por dicha razón (Herrera *et al.* 2009).

La respuesta inmune inflamatoria implicada en la enfermedad se debe a que la gliadina causa la expresión de las citoquinas proinflamatorias por la alteración de los linfocitos aumentando los marcadores TcR- $\alpha\beta$, CD8+ y CD4+ y también; estimula la respuesta T específica causando la liberación de IFN. Esta promueve la polarización de la Th1 estimulando los linfocitos B que producen anticuerpos antigliadinas. Finalmente, se activa la cascada inflamatoria causando daño tisular que atrofia las vellosidades intestinales reduciendo el área de absorción del órganos y predisponiendo al individuo a deficiencias (Herrera *et al.* 2009; Shamir *et al.* 2014).

El daño tisular puede ocasionar manifestaciones intestinales y extraintestinales mencionadas en las figuras 1 y 2 (Mahan *et al.* 2013).

b. Manifestaciones clínicas

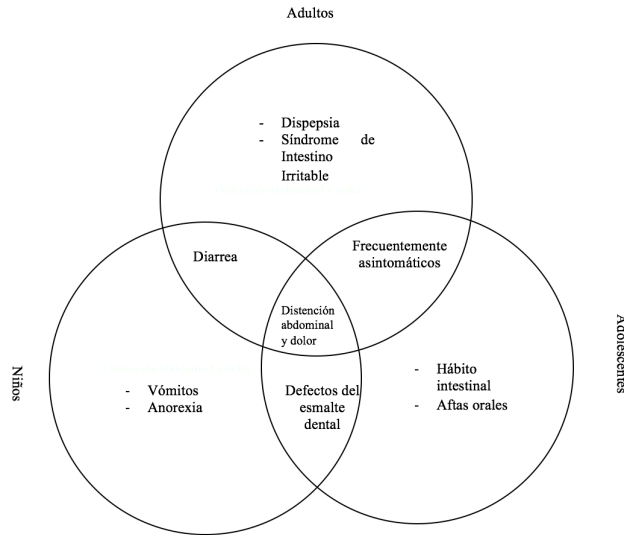


Figura 1. Manifestaciones clínicas digestivas de la enfermedad celíaca (Jiménez, Martínez, Quiles, Majid y González. 2016)

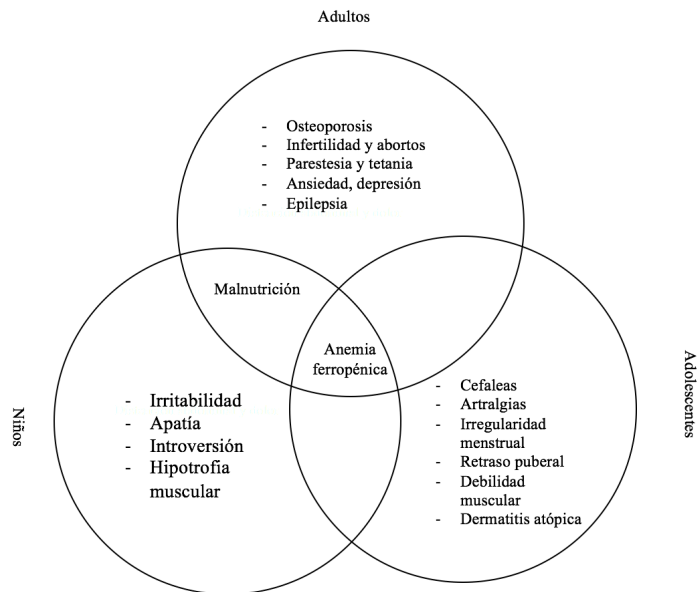


Figura 2. Manifestaciones clínicas extra digestivas de la enfermedad celíaca (Jiménez, Martínez, Quiles, Majid y Gonzalez, 2016)

c. Deficiencias nutricionales en la enfermedad celíaca

Las personas con enfermedad celíaca desarrollan enteropatía de macro y micronutrientes debido a la afectación de la mucosa en la pared del intestino delgado (Wierdsma *et al.* 2013). Entre las deficiencias que pueden presentar estos individuos son de: hierro (Fe), Zinc (Zn) y calcio cuando se afecta la pared proximal intestinal. También, se pueden encontrar de las vitaminas liposolubles (A, D, E, K), Selenio y Cobre y el complejo B que es el más común (en especial la vitamina B12) (García-Manzanares y Lucendo, 2011; Guevarra *et al.* 2014).

Se considera que la anemia microcítica es la manifestación extradigestiva más común. En este tipo de anemia las concentraciones de hierro sérico y ferritina sérica se encuentran bajas debido a la atrofia del intestino. Algunos factores que se ven implicados en el riesgo de dichas deficiencias son: la localización y daño de la mucosa del intestino delgado, severidad de la malabsorción y falta de adherencia al tratamiento nutricional de una dieta libre de gluten, entre otros (Guevarra *et al.*, 2014).

d. Diagnóstico de la enfermedad celíaca

Según Jimenez *et al.* (2016) y Bosh *et al.* (2012) el diagnóstico de la enfermedad celiaca está compuesto por varios elementos:

- Manifestaciones digestivas o extradigestivas
- Pruebas específicas para la determinación de anticuerpos específicos en suero; tales como: - ATGt-2, EMA y DGP (anticuerpos séricos de celiaquía de clase IgA positivos a valores altos).
- Halotipos característicos: genes de HLA tipo DQ2 y DQ8
- Enteropatía tipo celíaco en la biopsia intestinal delgado
- Respuesta a la dieta sin gluten

2. Sensibilidad al gluten no celíaca

La sensibilidad al gluten no celíaca es una patología para el diagnóstico diferencial de la Enfermedad Celíaca. Dicha sensibilidad es una enfermedad que presenta los mismos signos y síntomas que la Celíaca; los halotipos característicos de la enfermedad no se encuentran positivos. En el 50% de los casos se encuentran positivas las antigliadinas IgG (Jimenez *et al.* 2016 y Elli *et al.* 2015). Los principales síntomas son: distensión abdominal, dolor abdominal, diarrea, estreñimiento, cefalea, confusión mental, fatiga, depresión, dolores musculares o articulares (Vaquero *et al.* 2015).

Los criterios diagnósticos para la sensibilidad al gluten no celíaca son:

- Síntomas intestinales y extraintestinales al consumir productos con gluten.
- Al retirar el gluten de la dieta, los síntomas desaparecen.
- La IgE específica presenta resultados negativos.
- Los anticuerpos anti-tTG, anti-EMA y anti-DGP presentan resultados negativos.
- Del 40 al 50% de los pacientes presentan anticuerpos antigliadinas.
- Los linfocitos intraepiteliales se encuentran levemente elevados
- 40% de los pacientes presentan resultados positivos para los halotipos HLDA DQ2 o HLA DQ 8 (Vaquero *et al.* 2015).

3. Alergia al trigo

La alergia al trigo es una reacción hipersensible a las proteínas presentes en este alimento que liberan IgE y mediadores químicos; tales como la histamina. Esta se caracteriza por síntomas en el aparato respiratorio como Asma y Rinitis; en el digestivo y expresiones cutáneas como urticaria y dermatitis. Dicha alergia puede llegar a causar anafilaxis (Ortiz *et al.* 2017). Para el diagnóstico de esta hipersensibilidad se presentan IgE elevado (Elli *et al.* 2015).

B. Tecnología de galletas

1. Tipos de galletas

a. Galletas de masa dura

Las masas duras se caracterizan por el alto contenido de agua, baja cantidad de grasa y agua. Durante el proceso de mezclado se desarrolla el gluten. Se adicionan agentes acondicionadores que modifican el gluten reduciendo la cantidad de enlaces disulfuro que reducen el tiempo de mezclado y disminuye la tensión de la masa (Miller, 2016; Cabeza, 2009).

b. Galletas de masa corta

Las masas cortas se caracterizan por su bajo contenido de agua y proteína, niveles altos de azúcar y de grasa (Davidson, 2009). El proceso de mezclado inicia con el cremado de la mantequilla, líquido y el azúcar. Luego, se adicionan los ingredientes en polvo. El gluten en estas masas no se desarrolla en el proceso de mezclado debido al alto contenido de grasa y azúcar que no permiten la hidratación por completo por la grasa presente (Manley, 2011; Miller, 2016). Las masas cortas pueden ser: depositadas, masas cortadas, masas para modelos rotatorios y los extrusados (Miller, 2016).

c. Galletas Waffer

Las galletas waffles se caracterizan por ser delgadas y crujientes, su contenido de azúcar y grasa es bajo; sin embargo, su contenido de agua es alto (Miller, 2016).

2. Proceso para la elaboración de galletas

a. Proceso de premezclado

El proceso de premezclado consiste en pesar los ingredientes acordes a la formulación. Dicho paso, se puede realizar de forma manual cuando el tamaño de producción es menor y se realiza de forma automatizada cuando la producción es continua (Chavan y Sandeep, 2016).

b. Proceso de mezclado

En el proceso de mezclado se incorporan todos los ingredientes para formar una masa uniforme y homogénea (Chavan y Sandeep, 2016). Existen tres tipos de mezclado: el de una fase, el cremado y el esponjado. El mezclado de una fase consiste en adicionar el agua en una sola etapa generando una masa uniforme. El cremado permite desarrollar un producto con mejor textura, ya que se alterna la adición de agua y harina y en el esponjado se forma una espuma primero y luego se le adicionan los otros ingredientes (Hui, 2006).

El tiempo de mezclado toma alrededor de 15 a 25 minutos dependiendo de las características de la formulación y los ingredientes que se utilizan. Para la producción de bizcochos y galletas, se emplean dos tipos de mezcladores: mezcladores por lotes y mezcladores continuos (Chavan y Sandeep, 2016).

c. Proceso de formado

El proceso de formado consiste en dar forma a la masa. Previo al formado en algunos productos de panificación, tales como: las galletas laminadas o panes, se reposa la masa para que se fermente y se desarrollen ciertos olores y sabores característicos. Existen tres tipos de formado: laminado, calibrado y de corte; modelo rotativo y los extruidos (Chavan y Sandeep, 2016; Matz, 1992).

d. Proceso de horneado

Operación unitaria que se realiza como método de cocción en el que se somete al alimento a un flujo de aire constante a alta temperatura para transferir el calor (Moncada y Gualdrón, 2006). Durante el proceso de horneado, los productos cambian su densidad, su estructura que se vuelve porosa y se disminuye la humedad (Chavan y Sandeep, 2016).

e. Empaque

El empaque es un método de conservación que se utiliza con el fin de evitar la presencia de microorganismos en los alimentos, para informar y llamar la atención de los consumidores. Entre los empaques usados en la industria de alimentos se encuentra: el plástico, el papel y cartón, materiales biodegradables; entre otros (Navia *et al.* 2014).

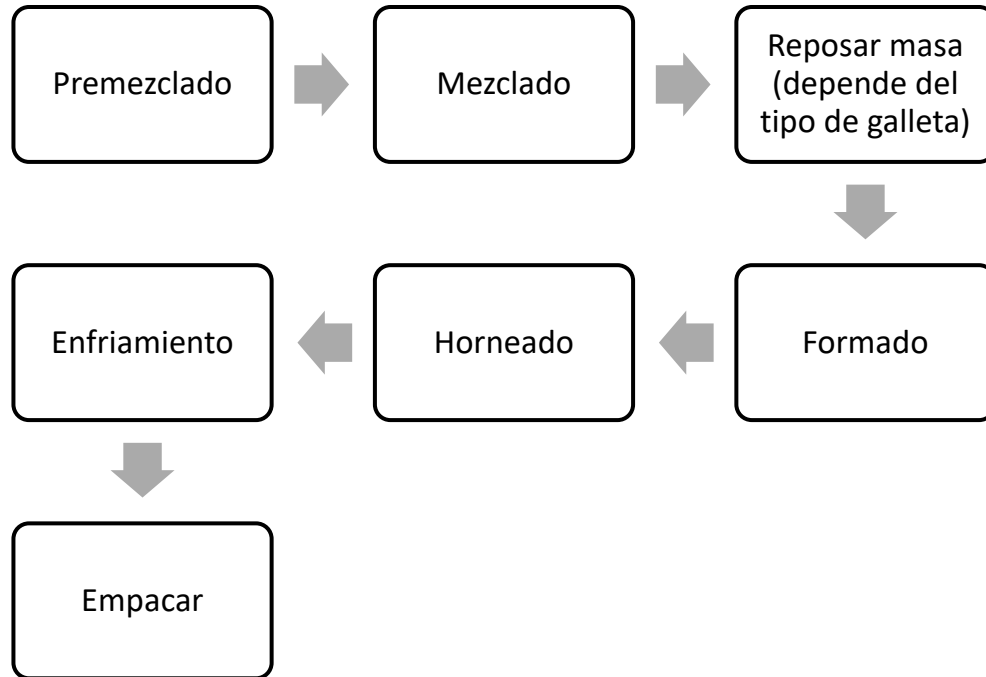


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de galletas (Davidson, 2009)

C. Tecnología de harinas

1. Elaboración de harinas

La harina es un producto finamente triturado obtenido del secado, molienda y tratamiento de este mismo (Badui, 2014).

La elaboración de harinas inicia con el secado del alimento que es una operación unitaria en el que se reduce el contenido de humedad. Esta operación generalmente se realiza por medio de calor u otro método. Luego del proceso de secado, se procede a la molienda en esta operación unitaria se tritura el alimento hasta obtener un tamaño de partícula adecuado para el producto (Ubaldo, 2014).

El proceso de las harinas es similar en los cereales, leguminosas y otros, la etapa que varía es el tratamiento y la forma de molienda del producto. En el caso de las harinas de trigo, en la molienda se quiebra el trigo para liberar el salvad. Después, se cierce y se purifica para clasificar las fracciones de la molienda. Un segundo rodillo reduce el tamaño de partícula hasta obtener el deseado. Por último, se agregan ciertos aditivos para mejorar las características de horneado (Desrosier, 1999).

El procesamiento de la harina de maíz implica la maceración que es una extracción sólido-líquido en el que se separa el agua del grano ablandado. Luego, se procede a la desgerminación en el que se rompe el germen. Debido al agua añadido en la maceración, el germen está hinchado; por lo que se necesita moler el grano dos veces para extraer los líquidos. La separación ocurre por medio de diferencia de densidades. Por último, se vuelve a moler para separar las fibras, almidón y de la proteína (Desrosier, 1999 y Durán, 2006).

Las harinas de trigo de alta calidad contienen una alta proporción de endospermo indicando que poseen mayor porcentaje de proteína debido a que las partes del endospermo que resisten al rompimiento poseen mayor cantidad de este macronutriente. Mientras que las de baja calidad poseen menor cantidad aumentando la proporción de endospermo y permitiendo la clasificación de harina clara (Duran, 2006).

2. Granulometría

La granulometría es un análisis que se realiza para determinar el tamaño de partícula de un sólido. Para llevar a cabo el proceso se coloca en un tamiz vibrador, el cual posee mallas con diferentes diámetros. El equipo vibra y las partículas que no van pasando la malla se van quedando atrapadas. Por último, se pesan los remanentes y se calculan porcentajes (Sandoval y Valencia, 2006). Para harinas de trigo se establece que el límite del tamaño de partícula es de 98% o más de la harina deberá pasar a través de un tamiz (No.70) de 212 micras (CODEX STAN 152-1985).

D. Formulación

1. El trigo

El trigo es el cereal más utilizado a nivel mundial en la industria de alimentos debido a sus propiedades funcionales (Tosi *et al*, 2011). Este cereal está compuesto por dos almidones amilosa y amilopectina que contribuyen a las características de los productos (Salinas *et al*, 2003).

a. Proteínas del trigo

Las proteínas del trigo se clasifican en base a su solubilidad y la funcionalidad que poseen. Una de ellas es el gluten, el cual es un complejo formado por 85% de sus proteínas, lípidos y agua (Capriles y Areas, 2014). Este se desarrolla cuando las gliadinas y gluteninas se desnaturalizan durante el amasado permitiendo la formación de enlaces disulfuro (Sciarini *et al*. 2017).

Las gluteninas son polímeros solubles en etanol que representan 50% del total de las proteínas totales del trigo. Estas contribuyen a la elasticidad de la masa debido a que forman enlaces disulfuro que ayudan a la expansión de la masa durante la operación unitaria de cocción. Por el otro lado, las gliadinas son monómeros insolubles en soluciones neutras que contribuyen a la viscosidad y elasticidad de la masa y a formación de dióxido de carbono aumentando el volumen del producto (Capriles y Arêas, 2014). Sin embargo, cuando hay exceso de gliadinas en relación con las gluteninas, el gluten se debilita causando pérdida de volumen, ya que no se retiene el dióxido de carbono generado por la fermentación de las levaduras del trigo (Badui, 2014; Ayula y Singh, 2009).

E. Materias primas en galletas sin gluten

1. Harinas sin gluten

Los productos sin gluten pueden ser elaborados utilizando harinas refinadas sin dicho complejo de proteína, hidrocoloides, pseudocereales, entre otros. Las harinas de cereales que más se utilizan en el desarrollo de estos alimentos son el maíz y arroz (Gallager, 2009). El cereal que se utiliza con más frecuencia para productos sin gluten es el arroz, ya que este posee características

organolépticas aceptadas por el consumidor. Al utilizar este cereal, se requiere el uso de hidrocoloides, emulgentes, enzimas o proteínas para que el producto posea una mayor viscoelasticidad (Molina-Rosell, 2013). Por el otro lado, los productos a base de maíz tienen mayor volumen, pero menor firmeza que las harinas refinadas. La desventaja que presenta es sabor residual presente en la formulación (Dogan *et al.* 2016). En general, estos productos suelen ser de baja calidad debido a que presentan una vida corta de anaquel por su alto contenido de almidones (Krupa *et al.* 2010 y Molina-Rosell, 2013).

a. Leguminosas y tubérculos

También se pueden utilizar harinas de legumbres, tales como los frijoles, algarroba, garbanzos, lentejas, arvejas y soya. Cada uno presenta características diferentes: los frijoles son una fuente alta de fibra y proteína y son una fuente de ácidos grasos insaturados. La algarroba, las lentejas y los garbanzos presentan características similares, ya que ambos son altos en azúcar, fibra dietética, proteína, vitaminas y minerales. Sin embargo, las proteínas de las lentejas pueden formar complejos más estables debido a que son las legumbres con el mayor porcentaje de proteína. Los garbanzos poseen un índice glicémico menor que las otras legumbres (Flores-Silva *et al.* 2015). Las arvejas brindan amino ácidos esenciales; en excepción de los sulfurados. Por último, la soya tiene un alto contenido de proteína y menor porcentaje de almidón que las otras legumbres (Foschia *et al.* 2017). Los garbanzos presentan variedad de propiedades funcionales, entre la humectación, capacidad emulsionante con las grasas, tiene la capacidad de formación de espumas y formación de geles (Aguilar, 2009). Además, contribuyen a aumentar el volumen de los productos sin gluten y mayor suavidad (Wang *et al.* 2017).

Las harinas de tubérculos también se utilizan en la elaboración de productos sin gluten. Entre los tubérculos que se utilizan se encuentran la yuca, la papa y el camote (Capriles y Areas, 2014). La harina de papa se caracteriza por el balance de amino ácidos que posee en comparación con otros cereales. Además, presenta polifenoles y flavonoides que brindan propiedades, como antioxidantes (Xing- Li *et al.* 2016). También, ayuda al incremento del volumen, crujencia y posee un sabor neutro (Ayula y Singh, 2009).

b. Valor nutricional de las harinas a utilizar en la formulación:

Cuadro 1. Valor nutricional de las harinas a utilizar en la formulación.

Tipo de harina	% Proteínas	% Carbohidratos	% Grasas	Cita
Garbanzos	22.4	57.8	6.7	(Aguilar y Velez, 2013)
Maíz	10.5	79.8	9.7	(FAO, 2010)
Papa	7.73	93.09	0.86	(INCAP, 2012)

2. Hidrocoloides

En el desarrollo de productos sin gluten se utilizan ciertos aditivos para obtener características similares a los del trigo, como: los hidrocoloides se utilizan para mejorar las características sensoriales, las propiedades fisicoquímicas, la viscosidad evitando la fase de separación y la cristalización (Anton y Artfield, 2008) y la vida de anaquel del producto. Si se añaden estos, se debe aumentar el porcentaje de agua de la formulación, ya que la viscosidad de la masa se altera. Los hidrocoloides que se utilizan con más frecuencia son carboximetilcelulosa, hipromelosa (HPMC), el cual aumenta el volumen de la masa y ayuda a tener migas más suaves (Anton y Artfield, 2008; Mezaize *et al.* 2009). También se utiliza pectina, inulina, fructooligosacáridos y otros (Capriles y Areas, 2014). Otras de las gomas que se utilizan con frecuencia son: la goma de Xanthan y la Guar (Gallager, 2009).

3. Emulsificantes

Los emulsificantes se utilizan para estabilizar la interfase entre agua/aire o agua/lípido que permite formar una miga más fina (El Khoury *et al.* 2018). Además, estos aditivos aumentan la absorción de gases, principalmente de dióxido de carbono, para disminuir la tensión superficial y obtener un mayor volumen en productos de panificación sin gluten (Capriles y Areas, 2014). Entre los emulsificantes que más se utilizan son: ácidos grasos del Ácido Diacetil Tartárico, lecitina y otros (El Khoury *et al.* 2018).

4. Valor nutricional de los productos sin gluten

Los productos sin gluten se caracterizan por ser altos en grasas, reducidos en carbohidratos complejos, fibra dietética, vitaminas y minerales, tales como potasio, fósforo y zinc (Pellegrini y Agostini, 2015; Rosell y Matos, 2015).

F. Aspecto legal

Según establece la norma RTCA 67.04.54:10, la galleta elaborada debe cumplir con los siguientes requisitos para aditivos.

Aditivo	Nivel máximo aceptado
Amarillo ocazo FCF	300 mg/kg
Carotenoides	BPM
Carotenos vegetales	BPM
Estearoil-2- lactilatos	550 mg/kg
Extractos de bija, bixina, norbixina, annato,	BPM
Fosfato de aluminio y sodio	2000 mg/kg
Propilenglicol	20000 mg/kg
Rojo allura AC	2200 mg/kg
Sorbatos	BPM

(RTCA, 2012)

Según lo establecido en el RTCA 67.01.15:06 los requisitos fisicoquímicos de conformidad de variedad de trigo son:

Determinaciones	Límite
Humedad, en porcentaje máximo en masa (m/m)	15.5%
Proteínas (Nx 5.7) en porcentaje mínimo en masa (m/m), en base seca	7.0%
Ceniza en porcentaje máximo en masa (m/m)	1.0%

(RTCA,2007)

Según lo establecido en el RTCA 67.01.15:06 los niveles mínimos de micronutrientes en la harina de trigo fortificada son:

Micronutrientes	Nivel mínimo a alcanzar (mg/kg de harina)
Hierro	55.0
Tiamina (vitamina B1)	6.2
Riboflavina (vitamina B2)	4.2
Niacina	55.0
Ácido fólico	1.8

(RTCA, 2007)

Según establece la norma RTCA 67.04.54:10, las harinas elaboradas deben cumplir con los siguientes requisitos para aditivos.

Aditivo	Nivel máximo aceptado
Ácido ascórbico	300 mg/kg
Ascorbato de sodio	300 mg/kg
Ascorbato de potasio	300 mg/kg
Azodicarbonamida	45 mg/kg
Carbonato ácido de sodio	45000 mg/kg
Carbonato cálcico	10000 mg/kg
Carbonato de magnesio	1500 mg/kg
Cloro	2500 mg/kg
Dióxido de cloro	2500 mg/kg
Dióxido de silicio	BPM
Estearoil-2-lactilatos	5000 mg/kg
Esteres diacetiltartaricos y los ácidos grasos deglicerol	5000 mg/kg
Esteres pologliceridos de ácidos grasos	10000 mg/kg

Aditivo	Nivel máximo aceptado
Esteres poliglicéridos del ácido rínicico interesterificado	5000 mg/kg
Fosfato de aluminio y sodio	45000 mg/kg
Fosfatos	11900 mg/kg
L-cisteína	90 mg/kg
Oxidasa de glucosa	780 mg/kg
Óxido nítrico	BPM
Papaína	BPM
Peróxido de benzoilo	66 mg/kg
Peróxido de acetona	BPM
Sulfato cálcico	BPM
Sulfitos	200 mg/kg

(RTCA, 2012)

La norma relativa a los alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes a gluten establece que los alimentos exentos de gluten no deben sobrepasar los 20 mg/kg de gluten; al igual que los alimentos procesados de forma especial para reducir el contenido de gluten (CODEX, 2008).

La norma del CODEX para la harina de trigo establece que el límite del tamaño de partícula es de 98% o más de la harina deberá pasar a través de un tamiz (No.70) de 212 micras (CODEX STAN 152-1985).

G. Análisis proximal/ determinación nutricional

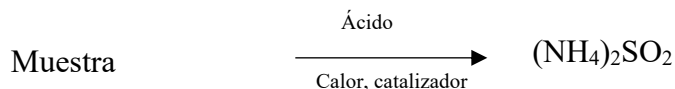
1. Análisis de humedad y cenizas

El análisis proximal de los alimentos se realiza con el fin de determinar el valor nutritivo de los alimentos. Para ello primero se determina el porcentaje de humedad en el que la muestra se somete a calor para eliminar el agua presente y se obtienen las cenizas del producto que son las cenizas (Mora, 2007).

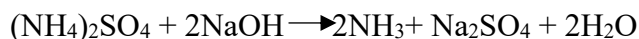
2. Análisis de proteína/Kjeldahl

El método Kjeldahl se utiliza para determinar el contenido de nitrógeno en muestras orgánicas e inorgánicas (Skoog *et al.* 2015). Dicho análisis se realiza en tres etapas:

- a. La primera etapa del proceso es la digestión en la que se rompen los enlaces de nitrógenos de la muestra para formar la unión de nitrógeno y amonio (Skoog *et al.* 2008). Durante esta la materia orgánica se carboniza formando una espuma que se descompone y se forma un líquido claro. Se pueden utilizar catalizadores como sulfato de potasio para acelerar la reacción (Skoog *et al.* 2015 y Gregorio *et al.* 2016).

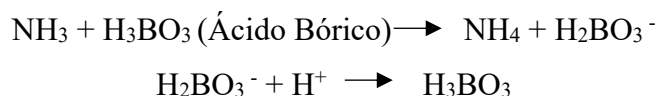


- b. La segunda etapa es la destilación en la que los iones de amonio que se habían formado en el proceso de digestión se convierten en amoniaco por medio de la adición de una sustancia alcalina como el Hidróxido de Sodio (Gregorio *et al.* 2016 y Skoog *et al.* 2015).



c. La tercera etapa es la valoración en la que se determina el Nitrógeno por medio de dos métodos:

- Cuando se utiliza como solución absorbente de ácido sulfúrico, el ácido sulfúrico residual se valora con una solución estandarizada de hidróxido de sodio y se calcula la cantidad de amoníaco por diferencia (Skoog *et al.* 2015).
- Cuando se utiliza como solución absorbente una solución de ácido bórico se realiza una valoración ácido- base utilizando una solución de ácido sulfúrico o clorhídrico junto al indicador (Gregorio *et al.* 2016 y Skoog *et al.* 2015).



3. Análisis Soxhlet

El método Soxhlet se utiliza para determinar el contenido de grasa por medio de diferencia de peso en el proceso (Nielsen, 2010). Este método consiste en extraer la fase apolar del alimento (Canosa, 2009).

H. Análisis de consumidores

La evaluación sensorial de los alimentos es un análisis de los alimentos que se realiza por medio de los sentidos con el fin de evaluar las características organolépticas del producto (Olivas-Gastélum *et al.* 2009). Existen diferentes tipos de pruebas, entre ellas: pruebas de discriminación, de aceptación y preferencia.

Las pruebas de aceptación son evaluaciones sensoriales que se realizan con el fin de determinar la aceptación que tiene un producto según los consumidores. Una herramienta para este tipo de pruebas es la escala hedónica, en las que se colocan 9 puntos siendo un extremo la calificación que no le gusta para nada el producto y en el otro extremo que sí le gusta el producto. Los resultados se evalúan por medio de una ANOVA de una vía (Lawless y Heymann, 2010) que indica si hay diferencia o no entre los productos evaluados.

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1. Separación de medias

Según Martín *et al.* (2008) las separaciones de medias se utilizan para determinar cuáles son las medias diferentes cuando hay diferencia significativa entre las medias. Algunos ejemplos de estas pruebas son: prueba Tukey, prueba de Scheffém, método del rango múltiple (Ducan) y prueba de Bonferroni.

III. JUSTIFICACIÓN

La enfermedad celíaca es una patología autoinmune en la que se genera intolerancia al gluten, el cual se encuentra en los cereales: trigo, cebada y centeno (Capriles y Areas, 2014). Dicha enfermedad, toma un papel importante en la salud de la persona, ya que tienen una alta prevalencia de osteoporosis y posibles deficiencias de nutrientes; tales como, zinc, hierro, vitamina D y vitamina B12 (O Shea *et al*, 2014). Se considera que del 1 al 2% de la población mundial presenta dicha enfermedad (Rodríguez, 2010) que corresponde a una prevalencia de 1:100 individuos, sin tomar en cuenta las personas que no han sido diagnosticadas (Elli *et al*. 2015). Por esta razón, el crecimiento del mercado de productos sin gluten ha aumentado, según el estudio de Zion Market (2018), en el 2017 el mercado global de estos productos se valoró en aproximadamente 4,72 mil millones de dólares y se estima que entre el 2018 y el 2024 tenga un incremento del 7.12% de tasa de crecimiento anual, lo que representaría que para el 2024 este mercado tendría un valor aproximadamente 7,60 mil millones de dólares.

En respuesta al crecimiento de la población celiaca a nivel mundial, surge la necesidad de producir alimentos sin gluten en Guatemala. Una limitante que presentan estos productos son que la textura y el sabor, lo que genera poca aceptación por el consumidor. Además, estos productos suelen ser altos en grasas y reducidos en carbohidratos complejos, fibra dietética, vitaminas y minerales (Rossel y Matos, 2015)

Otra limitante que poseen estos productos es el costo que tienen, ya que la mayoría en Guatemala son importados. Este factor causa que las personas celíacas cambien sus hábitos alimenticios evitando el consumo de galletas y panes. Dicha situación limita a los celíacos a consumir en las refacciones preparaciones elaboradas con frutas, verduras y semillas; entre otros. Por dicha razón, se desea realizar una galleta a base de productos nacionales para disminuir los costos y brindar otra opción a las personas celiacas

IV. OBJETIVOS

A.General

Desarrollar una formulación de una galleta apta para el consumo de personas con enfermedad celíaca y sensibilidad no celíaca a base de harinas de productos nacionales.

B.Específicos

1. Realizar diferentes formulaciones de galletas con harinas de tubérculos y cereales guatemaltecos con el fin de obtener un producto con características sensoriales aceptables.
2. Determinar la mejor fórmula a través de una prueba de aceptación de las galletas sin gluten.
3. Determinar por medio de un análisis químico proximal, el valor nutricional de la galleta elaborada.

V. HIPÓTESIS DE TRABAJO

1. H: la combinación de las harinas de garbanzo, maíz y papa darán lugar a un producto con aceptación sensorial por parte del consumidor.
H₀: la combinación de las harinas de garbanzo, maíz y papa no darán lugar a un producto con aceptación sensorial por parte del consumidor.
2. H: si hay diferencia significativa entre los productos evaluados en la prueba de aceptación.
H₀: no hay diferencia significativa entre los productos evaluados en la prueba de aceptación.

VI. MÉTODOS

A. Recursos Humanos

- Natalia Calderón Font, estudiante de Licenciatura en Nutrición de la Universidad del Valle de Guatemala, tesista.
- Ingeniera Adilia Blandón, catedrática de cursos de Ingeniería en Alimentos y Nutrición de la Universidad del Valle de Guatemala, asesora.

B. Recursos materiales

Cuadro 2. Materiales necesarios para la elaboración de las galletas.

Recursos	Unidad
Horno convencional	1
Batidora marca KitchenAid	1
Bandejas	3
Pesa de alimentos	1
Recipientes	3
Espatulas	2

Cuadro 3. Material necesario para la evaluación sensorial de las diferentes galletas.

Recursos	Unidad
Galletas sin gluten	40
Galletas sin gluten con sustitución de azúcar	40
Galletas sin gluten con sustitución de inulina	40
Bandejas de duroport	40
Bolsas ziploc pequeñas	120
Marcador permanente	1
Boletas para evaluación sensorial	40

Cuadro 4. Material necesario para elaborar la harina de garbanzo.

Recursos	Unidad
Deshidratador de bandeja	1
Molino de café electrónico	1
Olla de presión	1

C. Enfoque de la investigación

La investigación fue descriptiva.

D. Tipo de investigación

La investigación fue experimental

E. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue transeccional descriptivo.

F. Muestra y tipo de muestreo

Para la prueba sensorial se buscaron 40 individuos con enfermedad celíaca o sensibilidad no celíaca. Se les preguntó si deseaban participar en el estudio y luego, se coordinó con la persona para poder realizar la prueba. No se llevó a cabo en el Laboratorio Sensorial de la Universidad del Valle de Guatemala debido a que se dificultaba coordinar con todos los panelistas para que pudieran llegar el mismo día a realizar la prueba sensorial.

En el caso de las pruebas de textura y de análisis proximal no aplica el muestreo, ya que no existe ningún método de aleatorización de selección de muestra. Los resultados se realizaron en duplicado.

G. Criterios de inclusión y exclusión

1. Criterios de inclusión

- Receta de galleta sin gluten con harinas de tubérculos y cereales guatemaltecos.
- Splenda como sustituto de azúcar morena
- Inulina como sustituto de grasa
- Banano como sustituto de azúcar morena
- Stevia como sustituto de azúcar morena

2. Criterios de exclusión

- Receta de galletas que posean gluten.
- Sustituto de grasa que no sea inulina
- Sustituto de azúcar que no sea stevia, banano y Splenda

H. Procedimiento

1. Procesamiento de harinas.

Se utilizó el método para la elaboración de harina de garbanzo propuesto por Aguilera (2009) en el que se primero se sumergió 1 libra de garbanzo crudo en agua para el proceso de remojo por 16- 18 horas a temperatura ambiente. Luego, se cosieron en olla de presión por 30 minutos. Se colocaron los garbanzos, en el deshidratador de bandeja por 14 horas a 65°C. Después, se molieron en molino de café electrónico. Se sometieron 2 veces las partículas al molino para tener una partícula más fina.

2. Análisis de granulometría.

Para el análisis de granulometría se pesaron 250 gramos de la harina de garbanzo. Luego, se pesó cada tamiz de forma individual, se colocó en el equipo ROTAP, se vertió en el primer tamiz el

producto y se programó un tiempo de 20 minutos. Se pesó de nuevo cada tamiz para calcular cuánta harina no pasó en cada tamiz. El análisis se realizó en triplicado. Luego, se procedió a analizar los resultados y determinar el tamaño de partícula por medio de la media aritmética de la harina comercial de garbanzo y la elaborada por el estudiante.

3. Formulación

Se eligió una formulación base de galletas de avena y harina de trigo para tomar de referencia la distribución de los ingredientes. Se realizaron tres tipos de galletas: una sin modificar azúcar, ni grasa; otra en la que se sustituyó el azúcar; por último, una en la que se sustituyó parcialmente la grasa. Como sustitutos de azúcar se utilizaron Stevia, Splenda y banano para la sustitución. Como sustituto de grasa se utilizó inulina. Se inició realizando la formulación base sustituyendo el porcentaje de la harina y la avena por la harina de papa, maíz y garbanzo. Luego, se realizaron las pruebas para sustitución de azúcar. Se elaboró una prueba con una combinación de Stevia y banano para la para la sustitución. Luego, se prosiguió a hacer la sustitución, con Splenda. Por último, se realizaron las pruebas para la sustitución de grasa, en la que se realizó una sustitución del 40% y 50% de la grasa con inulina. Además, se realizaron pruebas con dos sabores: 50% de sustitución de grasa con sabor a almendra y chocolate y sustitución del 40% con sabor a chocolate.

Para el formado se pesaron 20 gramos de masa en forma de una esfera, se colocaron en bandejas previamente engrasadas con aceite en aerosol. Se presionaron las bolitas para que los productos tuvieran forma de un círculo. Se precalentó el horno a 350 °F por 10 minutos. Se hornearon por 8-10 minutos.

A continuación, se presentan los nombres de las formulaciones realizadas:

Cuadro 5. Nombres de las formulaciones realizadas durante la investigación.

No. Formulación	Nombre de la formulación
Formulación 1	Formulación original de galleta con avena.
Formulación 2	Formulación base con sustitución de las harinas con gluten por harina de garbanzo, papa y maíz.
Formulación 3	Formulación de galletas sin gluten con sustitución de azúcar morena utilizando banano y Stevia.
Formulación 4	Formulación de galletas sin gluten con sustitución de azúcar morena utilizando Splenda.
Formulación 5	Formulación de galletas sin gluten con 50% de sustitución de grasa utilizando inulina
Formulación 6	Formulación de galletas sin gluten con 50% de sustitución de grasa utilizando inulina y sabor a chocolate.
Formulación 7	Formulación de galletas sin gluten con 50% de sustitución de grasa utilizando inulina y sabor a almendra
Formulación 8	Formulación de galletas sin gluten con 40% de sustitución de grasa utilizando inulina y sabor a chocolate.

4. Análisis de textura y actividad de agua

Se midió la actividad de agua de cada galleta utilizando el equipo Aqua Lab. Para ello, se trituro la muestra y se colocó en los recipientes del equipo. Luego, se cerró el compartimiento, para que leyera los resultados. El procedimiento se realizó en triplicado.

Para el análisis de textura se programó el equipo para analizar la dureza de los productos y se utilizó el accesorio de corte fino. Se introdujeron los datos generales de la muestra como el nombre, diámetro y ancho de la galleta. Cada muestra se realizó en triplicado.

5. Evaluación sensorial

Se realizó una prueba de aceptación utilizando una escala hedónica de 9 puntos (ver anexo C) en la que se evaluó la aceptación, apariencia, textura y sabor de las tres formulaciones seleccionadas (ver cuadro 5). Los resultados se analizaron utilizando la prueba estadística ANOVA

y para determinar cuál de las muestras era la diferente se utilizó la prueba TUKEY. Todo panelista debía probar las muestras y contestar el cuestionario proporcionado que se muestra en el anexo C.

6. Análisis proximal

Se llevó a cabo el análisis proximal de la formulación base con la sustitución únicamente de las harinas sin gluten, la formulación con sustitución de azúcar con Splenda y la formulación con sustitución del 40% de grasa utilizando inulina con sabor a chocolate. Esto se debe a que fueron las tres muestras seleccionadas para realizar el análisis sensorial. Los análisis se hicieron en duplicado para tener mayor representatividad. Los análisis que se realizaron para llevar a cabo el proximal fueron:

- Análisis de humedad (AOAC 925.09 18^a ed) (ver anexo B.1)
- Análisis de proteína (FosS. ASN 3439. Microkjeldahl) (ver anexo B.2)
- Análisis de grasa total (AOAC 922.06 18^a ed) (ver anexo B.3)
- Cenizas (AOAC 923.03 18^a ed) (ver anexo B.4)

7. Etiquetado nutricional

Para la elaboración del etiquetado nutricional se utilizaron los resultados obtenidos en el análisis proximal. Este contiene información acerca de las kilocalorías, proteína, grasas, carbohidratos totales y fibra dietética.

VII. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del estudio para la elaboración de las galletas sin gluten a base de productos nacionales.

A. Análisis de granulometría

Cuadro 6. Comparación entre el porcentaje de la distribución del tamaño de partícula junto al tamaño de partícula.

Tamaño de mesh	Diámetro de partícula (μm)	Porcentaje de distribución de partículas de harina elaborada	Porcentaje de distribución de partículas de harina comercial (%)
20	850	15.5 \pm 2.1	0.0 \pm 0.0
30	600	20.2 \pm 1.2	5.0 \pm 2.1
45	355	19.0 \pm 1.2	2.5 \pm 2.2
60	250	7.1 \pm 0.2	13.8 \pm 2.3
80	180	7.1 \pm 0.2	12.5 \pm 2.0
100	150	8.2 \pm 4.2	10.0 \pm 2.3
Fondo	<150	22.7 \pm 3.9	56.2 \pm 2.8
Tamaño de partícula		685.8 \pm 18.9	416.2 \pm 41.2

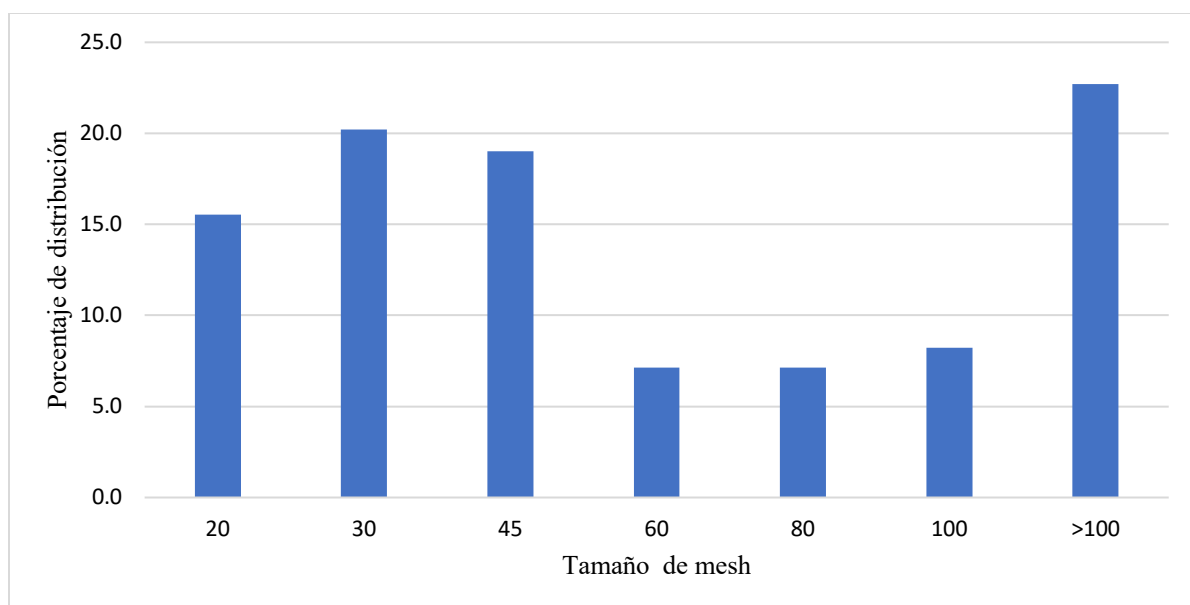


Figura 4. Distribución del tamaño de partícula de la harina de garbanzo elaborada.

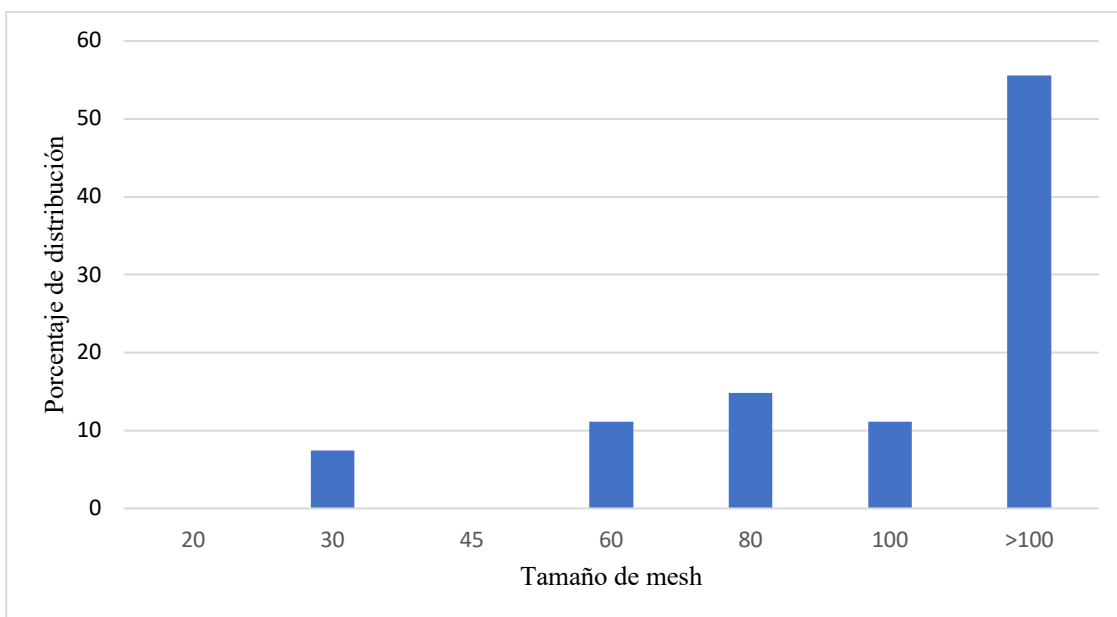


Figura 5. Distribución del tamaño de partícula de la harina de garbanzo comercial.

B. Formulación

Cuadro 7. Formulación original de la galleta de avena.

Ingrediente	Porcentaje (%)
Mantequilla	18.0
Panela	16.7
Azúcar morena	9.5
Bicarbonato de Sodio	0.1
Polvo para hornear	0.1
Canela	0.1
Harina de trigo	25.9
Hojuelas de avena	17.1
Huevos	12.0
Esencia de vainilla	0.5
Total	100

Cuadro 8. Formulación base con sustitución de las harinas con gluten por harina de garbanzo, papa y maíz.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Mantequilla	17.0
Panela	15.6
Huevos	9.8
Azúcar morena	11.0
Bicarbonato de Sodio	0.2
Polvo para hornear	0.2
Canela	2.0
Harina de garbanzo	14.0
Harina de papa	16.0
Harina de maíz	12.1
Esencia de vainilla	0.1
Sorbato de Potasio	0.1
Total	100

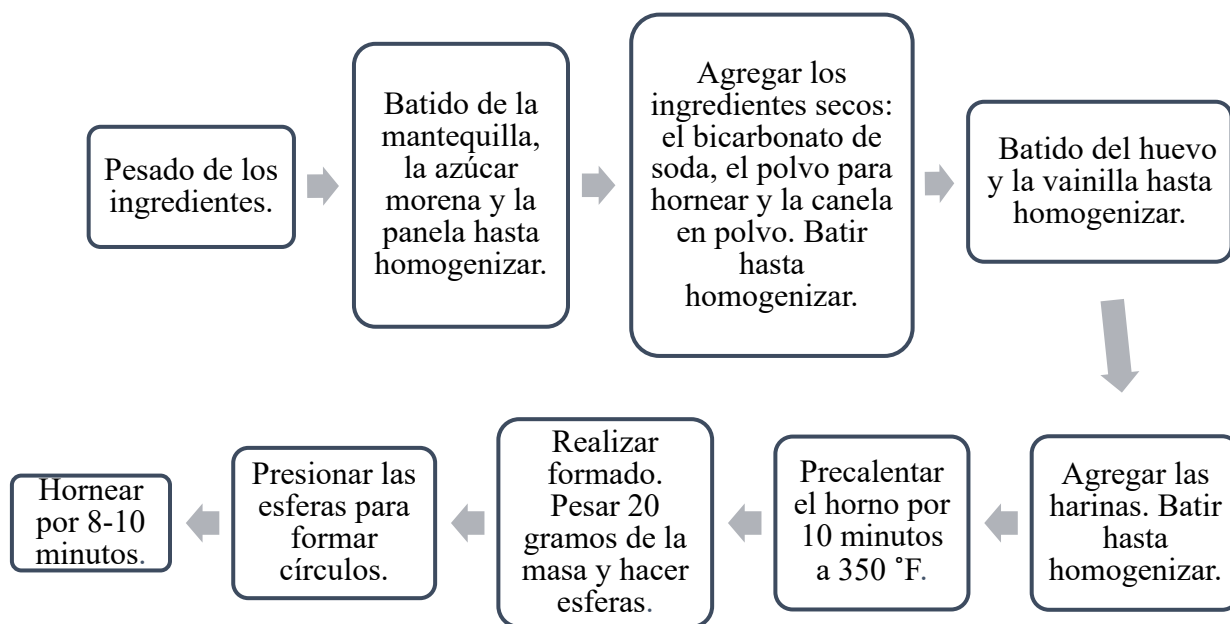


Figura 6. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas de la receta original y con sustitución de harinas.

Cuadro 9. Formulación de galletas sin gluten con sustitución de azúcar morena utilizando banano y Stevia.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Mantequilla	18.0
Panela	9.5
Stevia	2.0
Huevos	11.0
Bicarbonato de Sodio	0.2
Polvo para hornear	0.2
Canela	2.0
Harina de garbanzo	14.1
Harina de papa	15.0
Harina de maíz	15.0
Banano	14.1
Total	100

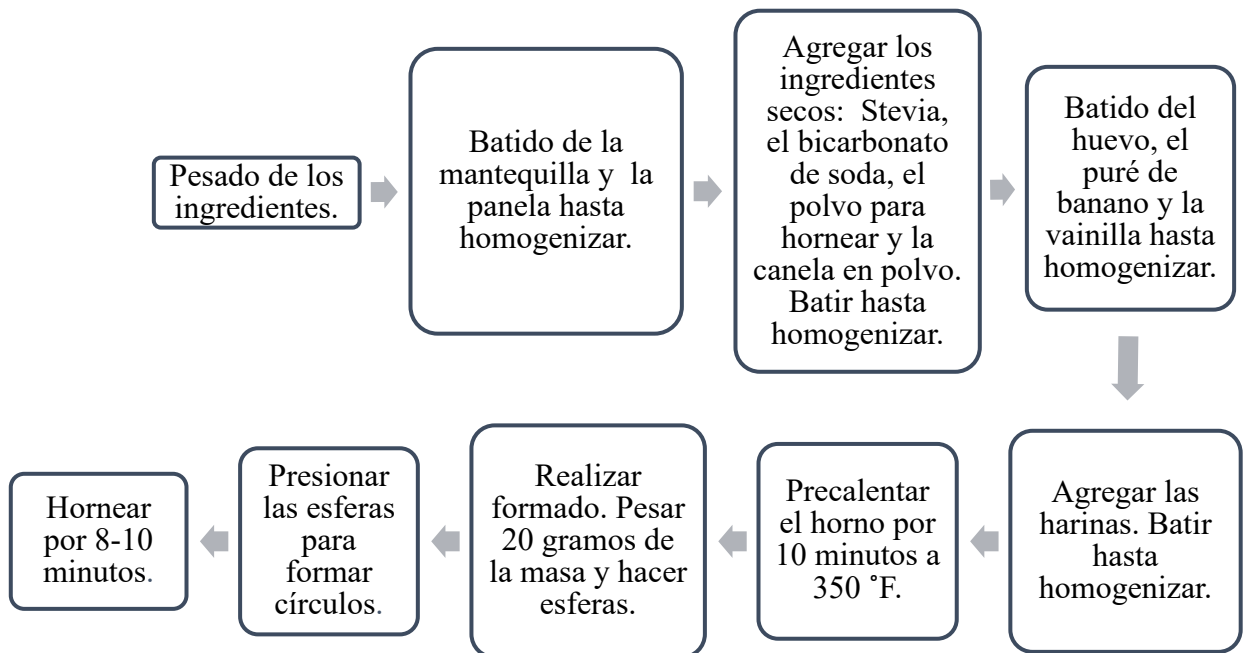


Figura 7. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas con sustitución de azúcar morena utilizando banano y Stevia.

Cuadro 10. Formulación de galletas sin gluten con sustitución de azúcar morena utilizando Splenda.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Mantequilla	20.5
Panela	9.5
Splenda	1.0
Huevos	13.0
Bicarbonato de Sodio	0.3
Polvo para hornear	0.3
Sorbato de Potasio	0.1
Canela	2.0
Harina de garbanzo	18.0
Harina de papa	18.0
Harina de maíz	17.0
Esencia de vainilla	2.0
Total	100

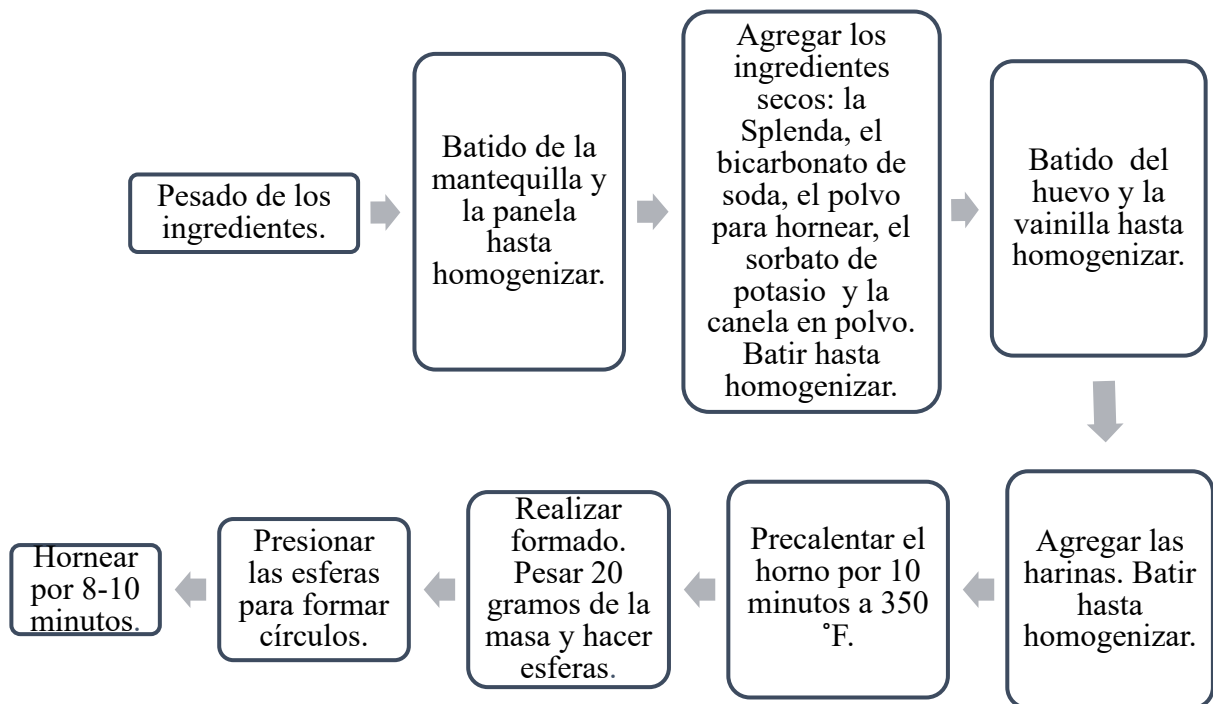


Figura 8. Diagrama de flujo modificado para la elaboración de las galletas con sustitución de azúcar morena utilizando Splenda.

Cuadro 11. Formulación de galletas sin gluten con 50% de sustitución de grasa utilizando inulina

Ingredientes	Porcentaje (%)
Agua	5.0
Inulina	5.0
Mantequilla	10.0
Panela	13.0
Huevos	13.5
Canela	2.5
Harina de garbanzo	17.0
Harina de papa	17.0
Harina de maíz	14.0
Polvo para hornear	0.3
Bicarbonato de Sodio	0.3
Sorbato de Potasio	0.1
Total	100

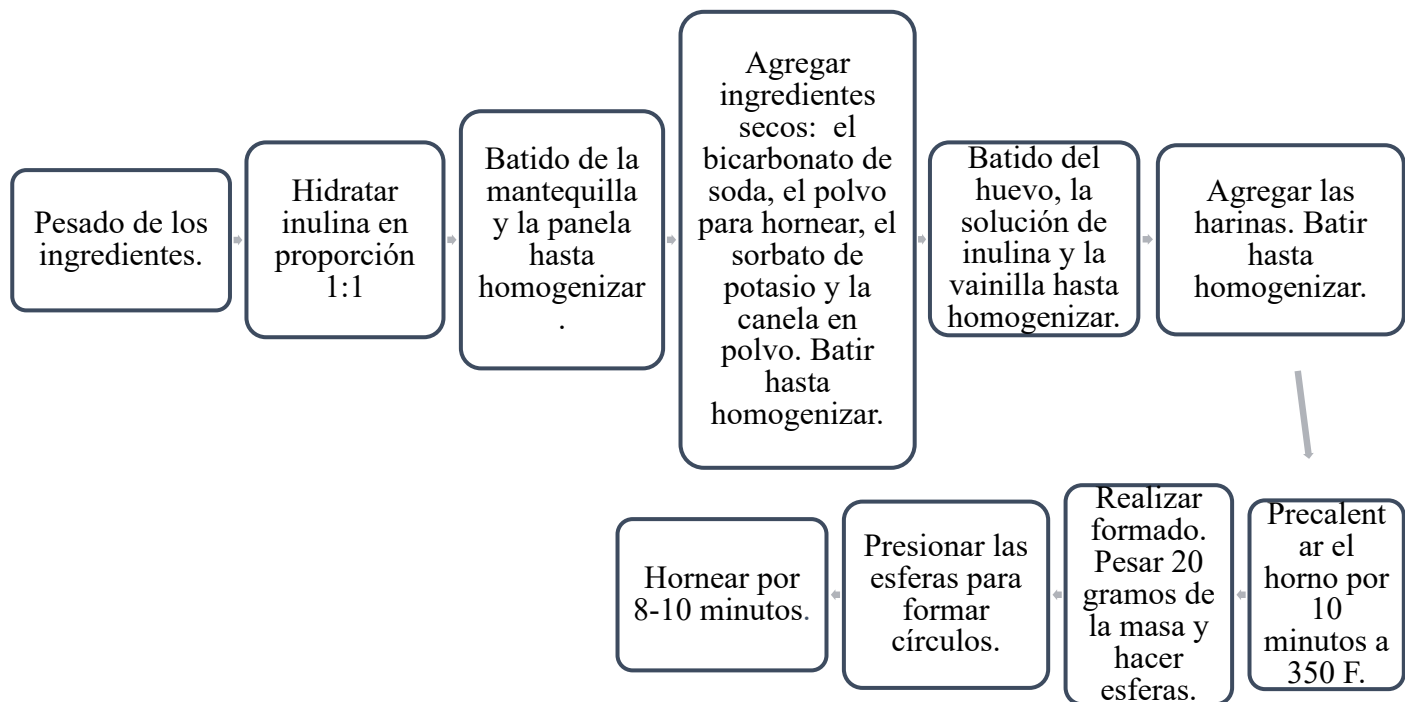


Figura 9. Diagrama modificado de flujo para la elaboración de las galletas con sustitución al 50% de grasa utilizando inulina.

Cuadro 12. Formulación de galletas sin gluten con 50% de sustitución utilizando inulina y sabor a chocolate.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Agua	5.0
Inulina	5.0
Mantequilla	10.0
Panela	13.0
Huevos	13.5
Canela	2.5
Harina de garbanzo	16.0
Harina de papa	16.0
Harina de maíz	13.0
Polvo para hornear	0.3
Bicarbonato de Sodio	0.3
Sorbato de Potasio	0.1
Chocolate amargo	3.0
Total	100

Cuadro 13. Sustitución de galletas sin gluten con 40% de sustitución de grasa utilizando inulina y sabor a chocolate.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Agua	3.0
Inulina	3.0
Mantequilla	10.0
Panela	14.0
Huevos	12.6
Canela	2.5
Harina de garbanzo	14.9
Harina de papa	14.9
Harina de maíz	12.1
Polvo para hornear	0.3
Bicarbonato de Sodio	0.3
Sorbato de Potasio	0.1
Chocolate amargo	3.0
Total	100

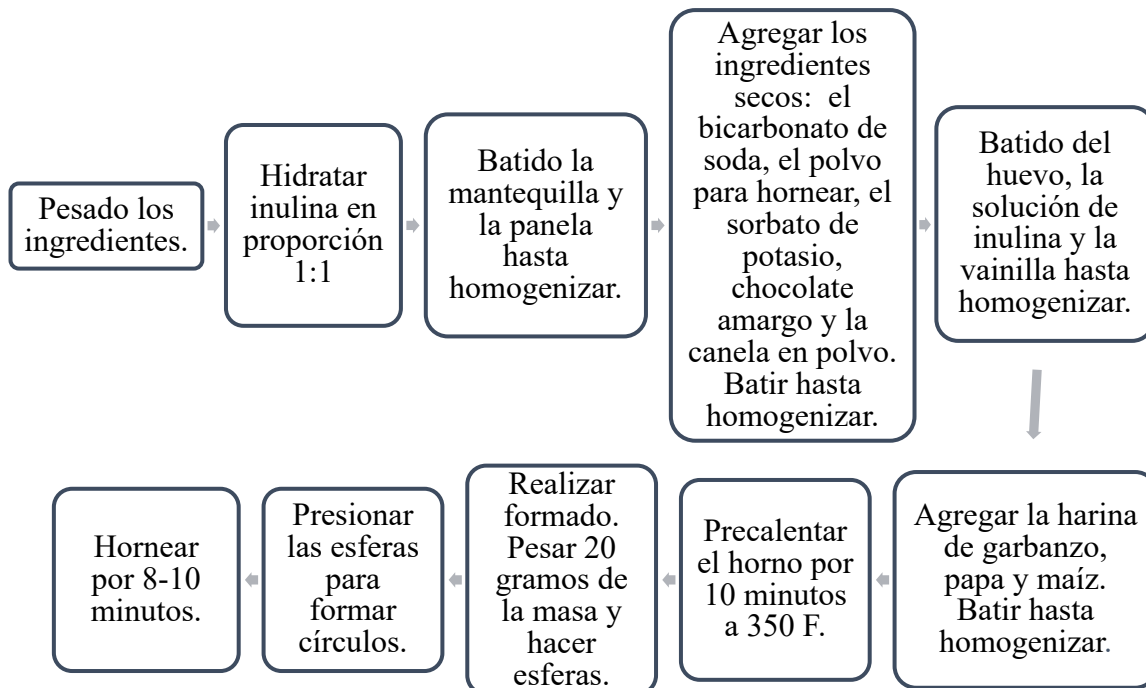


Figura 10. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas con sustitución al 40% y 50% de grasa utilizando inulina y sabor a chocolate.

Cuadro 14. Formulación de galletas sin gluten con 50% de sustitución de grasa utilizando inulina y sabor a almendra.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Agua	5.0
Inulina	5.0
Mantequilla	10.0
Panela	13.0
Huevos	13.5
Canela	2.5
Harina de garbanzo	16.0
Harina de papa	16.0
Harina de maíz	12.0
Polvo para hornear	0.3
Bicarbonato de Sodio	0.3
Sorbato de Potasio	0.1
Esencia de almendra	4.0
Total	100

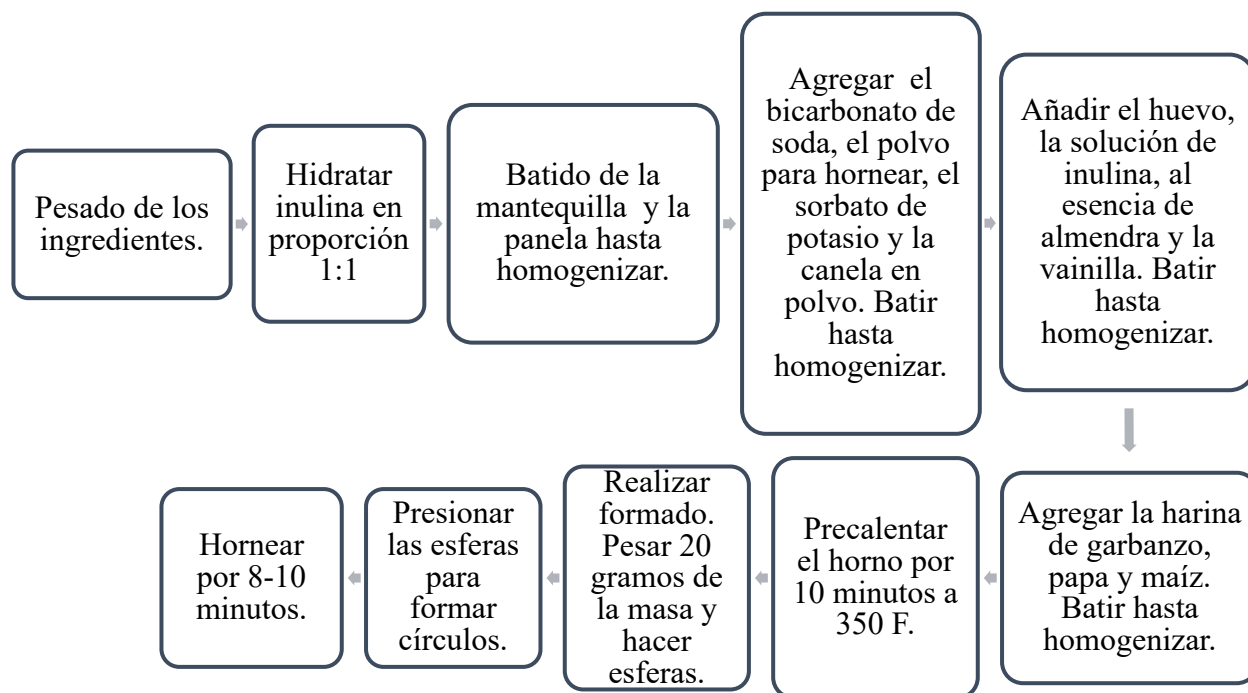


Figura 11. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas con sustitución al 50% de grasa utilizando inulina y sabor a almendra.

C. Análisis de textura y físico

1. Análisis de textura

Cuadro 15. Análisis de textura utilizando el texturómetro de Brookfield.







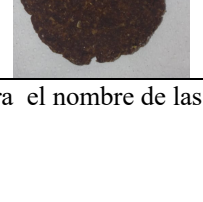
Atributo	Formulación 2	Formulación 4	Formulación 8
Dureza (g)	1310	1742	2525
Trabajo de dureza terminado (mJ)	50	71	98
Trabajo terminado (mJ)	36	38	40

Donde, fórmula 2 es la formulación base con sustitución de las harinas con gluten por harina de garbanzo, papa y maíz; formulación 4 es la formulación de galletas sin gluten con sustitución de azúcar morena utilizando Splenda y la formulación 8 es la formulación con sustitución al 40% de grasa utilizando inulina y sabor a chocolate.

2. Análisis físico

A continuación, se presenta un cuadro que muestra la apariencia de las galletas realizadas junto a su actividad de agua.

Cuadro 16. Actividad de agua de las diferentes formulaciones.

Descripción de la formulación	Figura	Actividad de agua (Aw)
Formulación 2		0.796±0.014
Formulación 3		0.772± 0.032
Formulación 4		0.578±0.002
Formulación 5		0.811±0.005
Formulación 6		0.728±0.001
Formulación 7		0.770±0.002
Formulación 8		0.739±0.014

Ver Cuadro 5 para el nombre de las formulaciones.

D. Análisis proximal

Las muestras seleccionadas para realizar el análisis sensorial fueron: la formulación base con sustitución de las harinas con gluten por harina de garbanzo, papa y maíz (formulación 2), la formulación con sustitución de azúcar con Splenda (formulación 4) y la sustitución de grasa al 40% con inulina y sabor a chocolate (formulación 8). A continuación, se presentan los resultados del análisis proximal que realizó el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP):

Cuadro 17. Análisis proximal de la formulación base con sustitución de las harinas con gluten por harina de garbanzo, papa y maíz (tamaño de porción 20 g).

Análisis	Gramos	Kilocalorías (kcal)	Porcentaje de macronutrientes (%)
Carbohidratos totales	65.53	262.12	60%
Proteínas	7.89	31.56	7%
Grasas	15.83	142.47	33%
Cenizas	1.22	-	-
Humedad	9.53	-	-
Total	100.00	436.15 kcal	100%

Cuadro 18. Análisis proximal de la formulación con sustitución de azúcar por Splenda (tamaño de porción 20 g).

Análisis	Gramos	Kilocalorías (kcal)	Porcentaje de macronutrientes (%)
Carbohidratos totales	55.85	223.40	48%
Proteínas	8.67	34.68	8%
Grasas	22.31	200.79	44%
Cenizas	1.41	-	-
Humedad	11.76	-	-
Total	100.00	459.87	100%

Cuadro 19. Análisis proximal de la formulación con sustitución de grasa al 40% con inulina y sabor a chocolate (tamaño de porción 20 g).

Análisis	Gramos	Kilocalorías (kcal)	Porcentaje de macronutrientes (%)
Carbohidratos totales	58.49	233.96	59%
Proteínas	9.03	36.12	9%
Grasas	13.82	124.38	32%
Cenizas	1.37	-	-
Humedad	17.29	-	-
Total	100.00	394.46	100%

E. Análisis sensorial

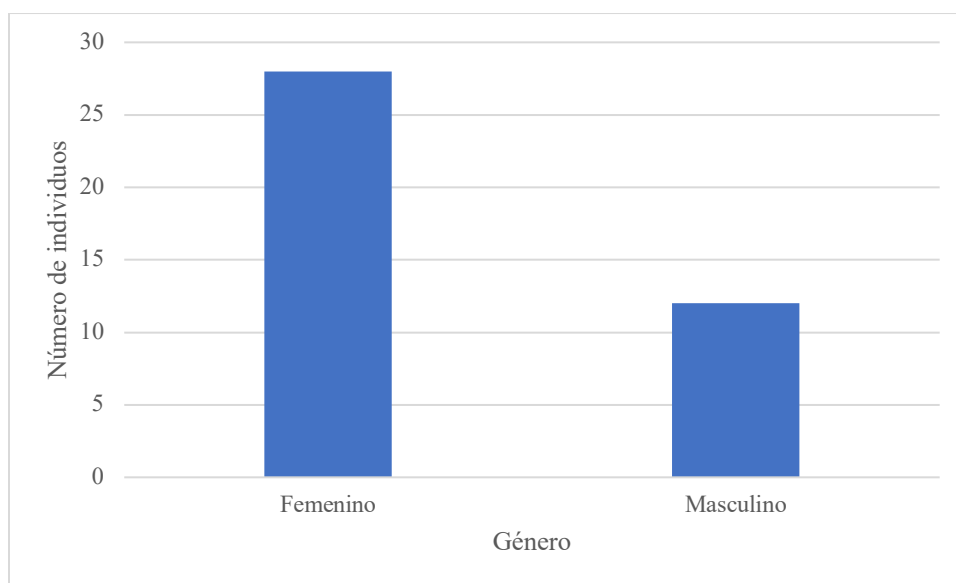


Figura 12. Número de individuos por género que participaron en el estudio. (Calderón, 2019)

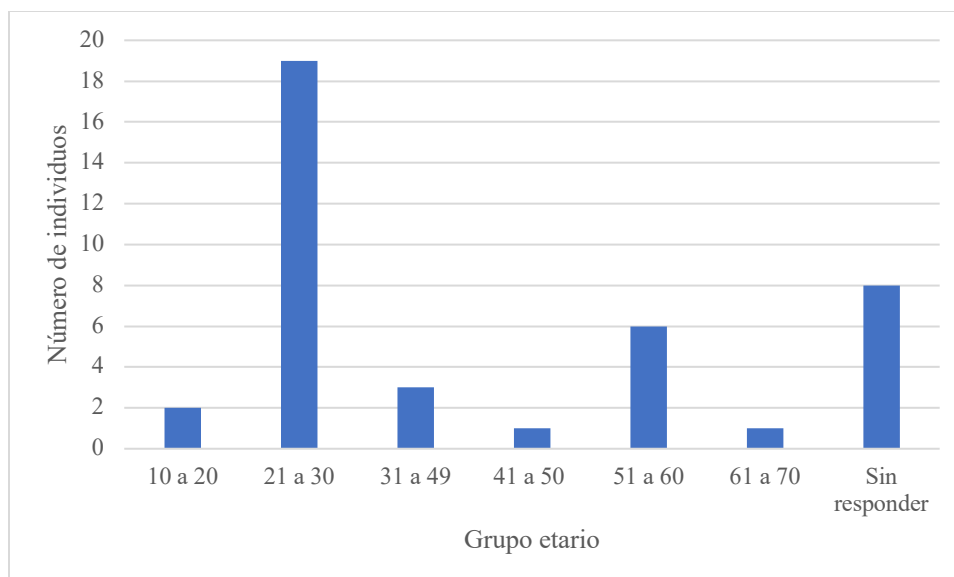


Figura 13. Número de individuos por grupo etario que participaron en el estudio. (Calderón, 2019)

Cuadro 20. Análisis de varianza para la aceptación general de las muestras.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Pr (>F)
Muestra	2	106.5	53.27	15.26	1.29x10 ⁻⁶
Residuales	117	408.4	3.49		

Cuadro 21. Prueba de Tukey para el análisis de varianza de la aceptación general de las muestras.

Muestra	Promedio	Desviación estándar	r	Min	Max	Q25	Q50	Q75	Código de letra
Formulación 2	7.22	1.48	40	3	9	7	7.0	8.0	a
Formulación 4	5.75	1.89	40	2	9	4	5.5	7.0	b
Formulación 8	4.95	2.17	40	1	9	3	5.5	6.3	b

Donde, fórmula 2 es la formulación base con sustitución de las harinas con gluten por harina de garbanzo, papa y maíz; formulación 4 es la formulación de galletas sin gluten con sustitución de azúcar morena utilizando Splenda y la formulación 8 es la formulación con sustitución de grasa al 40% utilizando inulina y sabor a chocolate.

Cuadro 22. Análisis de varianza para la apariencia de las muestras.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Pr (>F)
Muestra	2	17.32	8.658	3.806	0.025
Residuales	117	266.15	2.275		

Cuadro 23. Prueba de Tukey para el análisis de varianza de la apariencia de las muestras

Muestra	Promedio	Desviación estándar	r	Min	Max	Q25	Q50	Q75	Código de letra
Formulación 2	7.20	1.16	40	5	9	7	7	8	a
Formulación 4	6.23	1.52	40	3	9	6	7	8	ab
Formulación 8	6.28	1.79	40	2	9	5	7	8	b

Donde, fórmula 2 es la formulación base con sustitución de las harinas con gluten por harina de garbanzo, papa y maíz; formulación 4 es la formulación de galletas sin gluten con sustitución de azúcar morena utilizando Splenda y la formulación 8 es la formulación con sustitución al 40% de grasa utilizando inulina y sabor a chocolate.

Cuadro 24. Análisis de varianza para la textura de las muestras.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Pr (>F)
Muestra	2	55.2	27.61	7.543	0.0083
Residuales	117	428.2	3.66		

Cuadro 25. Prueba de Tukey para el análisis de varianza de la textura de las muestras.

Muestra	Promedio	Desviación estándar	r	Min	Max	Q25	Q50	Q75	Código de letra
Formulación 2	6.73	1.66	40	3	9	6.00	7	8	a
Formulación 4	5.25	1.98	40	3	9	3.75	5	7	b
Formulación 8	5.33	2.07	40	1	9	4.00	5	7	b

Donde, fórmula 2 es la formulación base con sustitución de las harinas con gluten por harina de garbanzo, papa y maíz; formulación 4 es la formulación de galletas sin gluten con sustitución de azúcar morena utilizando Splenda y la formulación 8 es la formulación con sustitución al 40% de grasa utilizando inulina y sabor a chocolate.

Cuadro 26. Análisis de varianza para el sabor de las muestras.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Pr (>F)
Muestra	2	123.8	61.9	16.93	3.5×10^{-7}
Residuales	117	427.9	3.66		

Cuadro 27. Prueba de Tukey para el análisis de varianza del sabor de las muestras.

Muestra	Promedio	Desviación estándar	r	Min	Max	Q25	Q50	Q75	Código de letra
Formulación 2	7.40	1.39	40	3	9	7.00	8	8	a
Formulación 4	5.80	2.18	40	2	9	4.75	6	7	b
Formulación 8	4.95	2.10	40	1	9	3.00	5	7	b

Donde, fórmula 2 es la formulación base con sustitución de las harinas con gluten por harina de garbanzo, papa y maíz; formulación 4 es la formulación de galletas sin gluten con sustitución de azúcar morena utilizando Splenda y la formulación 8 es la formulación con sustitución al 40% de grasa utilizando inulina y sabor a chocolate.

VIII. DISCUSIÓN

El objetivo principal de la investigación fue desarrollar una galleta apta para el consumo de individuos con enfermedad celíaca y sensibilidad no celíaca a base de productos nacionales (maíz, papa y garbanzo). Para ello, se realizaron siete formulaciones distintas (ver Cuadro 5), de las cuales se eligieron tres por medio de un grupo focal de cinco celíacos que evaluaron la textura, sabor y apariencia de los productos de forma verbal.

Inicialmente se elaboró la harina de garbanzo con el fin de reducir el costo del producto, ya que las harinas comerciales de esta leguminosa en Guatemala son importadas. Como se muestra en el Cuadro 6, se realizó un análisis de granulometría para determinar el tamaño de partícula de la harina elaborada y una marca comercial. Al comparar el tamaño de partícula de ambas, se determina que la harina comercial tiene una partícula más pequeña que la otra harina indicando que es más fina. Además de esta característica, la harina comercial es más uniforme en su proceso de molienda, ya que en la distribución de las partículas (Figura 5), la mayor proporción de harina se encuentra en el tamaño de mesh >100. Mientras que, en la otra harina, se puede observar que las partículas tenían diferente tamaño, ya que la distribución no es uniforme (ver Figura 4).

La formulación se diseñó en base a una receta de galletas de avena. La primera formulación que se elaboró sin gluten, se sustituyó únicamente la harina de trigo y la avena por la harina de garbanzo, papa y maíz (ver Cuadro 8). Esta galleta fue seleccionada para el análisis de aceptación por medio de un grupo focal debido al sabor y textura que poseía. Posteriormente, se decidió formular productos con sustitución de azúcar y grasa, ya que las galletas sin gluten suelen ser altos en estos dos componentes (Pellegrini y Agostini, 2015). Se realizó una galleta con reducción de azúcar con sustitución de banano y Stevia (ver Cuadro 9). Esta formulación, no fue aceptada por el grupo focal, ya que mencionaron que tenía una consistencia pesada y tampoco les gustó el sabor debido a que persistió un residual del edulcorante artificial. Se formuló otra con reducción en azúcar, en la cual se sustituyó por edulcorante Splenda (ver Cuadro 10 para la formulación). Esta prueba si fue seleccionada para la prueba de aceptación debido a sus características sensoriales.

Como sustituto de grasa se utilizó la inulina, ya que tiene la capacidad de formar geles que encapsulan el agua cumpliendo la función de las grasas (Colla *et al.* 2018). Se realizaron cuatro formulaciones con sustitución parcial de este macronutriente (ver Cuadro 5). En la primera, se sustituyó al 50%. Esta galleta no fue aceptada por el grupo focal debido a la textura y mencionaron que tampoco tenía sabor. Por lo que se realizó otra prueba, añadiendo chocolate amargo (Cuadro 12) y otra con almendra (Cuadro 13). El sabor del producto mejoró con el chocolate amargo; sin embargo, la textura no fue aceptada, ya que mencionaban que estaba muy dura. En el caso de la galleta con sabor a almendra, no fue aceptada, mencionaron que todavía estaba insípida.

Debido a los problemas de textura que presentaba la galleta, se decidió reducir el grado de sustitución al 40% (Cuadro 14), la textura de la galleta mejoró y se le adicionó chocolate amargo para aportar sabor al producto. Esta fue la galleta seleccionada baja en grasa para el análisis sensorial. En el protocolo se había descrito que se iba a medir el diámetro y altura de las galletas. Sin embargo, por limitaciones prácticas únicamente se pesaron 20 gramos de la masa para el formado.

Efectivamente, la galleta más dura evaluada en el análisis sensorial, fue el producto con sustitución de grasa al 40% con inulina y sabor a chocolate, ya que se necesitó hacer 2525 g de fuerza para cortarla, tal como se muestra en el Cuadro 15. En contraste, la galleta más suave fue la formulación 2, con sustitución únicamente de harinas. Este resultado concuerda con Krystyhan *et al.* (2015) debido a que indica que la dureza de los productos de panificación aumenta con la adición de esta fibra.

En el Cuadro 16, se muestra que la galleta que obtuvo la actividad de agua más alta fue la formulación 5, sustitución de grasa al 50% con inulina con un valor de 0.811 ± 0.005 indicando que poseía mayor agua libre. En contraste, la que obtuvo una actividad de agua menor fue la formulación 4, la galleta con sustitución de azúcar por Splenda. Esto se debe a que la galleta tiene un mayor porcentaje de harinas disminuyendo el agua libre (ver Cuadro 10). Se adicionó sorbato de potasio para evitar el crecimiento de mohos, ya que estos suelen crecer en actividades de agua entre 0.65 a 0.95 (Durán, 2006).

El análisis proximal muestra que al analizar los cuadros 17,18 y 19, se comprende que la formulación elegida para el panel sensorial más calórica fue la de sustitución con Splenda con 460 kcal por 100 gramos. Esto se debe a su alto contenido de grasa que es de 44%, mientras que para la formulación 2 el porcentaje de grasa es de 33%. Al disminuir la cantidad de azúcar del producto, se aumenta la cantidad de grasa para brindar sabor al producto. A pesar de su alto contenido de grasa, el porcentaje de carbohidratos totales se redujo en un 12% respecto a la formulación 2. En cuestión de proteína únicamente aumentó 1% debido a las proporciones que se utilizaron de las harinas.

La formulación menos calórica fue la formulación con inulina con un total de calorías de 394 kilocalorías en 100 gramos de producto. A pesar que se realizó la sustitución parcial de grasa al 40% con inulina únicamente se pudo reducir 1% de la grasa total con respecto a la formulación 2. Sin embargo, se redujo un 10% las kilocalorías totales respecto a la formulación 2.

Con respecto al análisis sensorial, se obtuvo diferencia significativa en los cuatro atributos evaluados (aceptación general, apariencia, sabor y textura). Esta diferencia se observa en el valor de p obtenido en los análisis de varianza que fue menor de 0.05 que es el nivel de significancia (ver cuadros 20,22,24,26). Debido a estos resultados, se realizaron pruebas post-hoc Tukey en el que se obtuvo que en el atributo de aceptación la formulación 2 fue la más aceptada, ya que presentó un código de letra distinto a las otras (ver Cuadro 21). En el caso de la apariencia se obtuvo que la formulación 2 y 8 son distintas y la formulación 4 presenta una apariencia similar a la 2 y a la 8, ya que comparte los códigos de letra. La galleta más gustada en apariencia fue la fórmula 2 con una puntuación en promedio de 7.2 que indica me gusta moderadamente en la escala hedónica. Mientras que la formulación 8, obtuvo una apariencia en promedio de 6.28 que indica me gusta ligeramente (ver Cuadro 23). Al igual que en la aceptación, la galleta que presentó una textura y sabor más aceptado fue la formulación 2, porque presenta un código de letra en la prueba de Tukey diferente a las otras dos galletas (ver cuadros 25 y 27).

Al analizar los datos en conjunto se comprende que la galleta más gustada fue la formulación 2, con únicamente sustitución de harinas y la que menos les gustó a los individuos fue

la galleta con inulina. Al comparar los resultados de la dureza con la aceptación de los mismos, se comprende que mientras más suave es la galleta, más aceptada va a ser.

Como fuentes de error se determinó que no se utilizó una balanza analítica para el análisis de granulometría y la preparación de las galletas, únicamente se usó este tipo de balanza para pesar el sorbato de potasio, el bicarbonato de sodio y polvo para hornear. Se recomienda estimar el costo para establecer el precio del producto.

IX. CONCLUSIONES

1. La harina de garbanzo elaborada tuvo un tamaño de partícula ($685.8 \pm 18.9 \mu m$) mayor y menos homogénea que la harina comercial ($416.2 \pm 41.2 \mu m$).
2. La galleta más dura evaluada en el análisis sensorial fue la formulación con sustitución de grasa al 40% y sabor chocolate (2525 g) (formulación 8) y la más suave fue la formulación con únicamente sustitución de harinas sin gluten (1310 g) (formulación 2); además, presentó la actividad de agua más elevada siendo de 0.796 ± 0.014 .
3. En los cuatro atributos evaluados en la prueba sensorial hubo diferencia significativa indicando que las galletas son diferentes en la aceptación general, sabor, textura y apariencia.
4. La galleta con únicamente sustitución de harinas (formulación 2) fue la que gustó más en la aceptación general, la textura y el sabor.
5. La galleta con sustitución de azúcar morena por Splenda (formulación 4) fue la formulación más calórica en comparación a las otras dos evaluadas en el análisis sensorial con un valor de 460 kilocalorías en una porción de 100 gramos presentando el porcentaje de grasa mayor (44%).
6. La galleta con sustitución de grasa al 40% con inulina y sabor a chocolate (formulación 8) fue la galleta menos calórica con un valor de 394 kilocalorías en una porción de 100 gramos; presentando el porcentaje de grasa menor (32%) y de proteína más alto (9%).
7. La formulación con sustitución al 40% de grasa con inulina y sabor a chocolate (formulación 8) presentó menor aceptación general (4.95) y tampoco presentó aceptación de valores altos de textura (5.33) y sabor (4.95).

X. RECOMENDACIONES

1. Analizar los costos del producto incluyendo materia prima, proceso y empaque para determinar el precio del producto, ya que estos suelen tener un precio elevado en el mercado guatemalteco.
2. Para futuros investigadores, se recomienda evaluar la calidad proteica de las galletas.
3. Determinar la vida útil del producto debido a la actividad de agua de las galletas.
4. Realizar el análisis sensorial en un laboratorio bajo las condiciones adecuadas, ya que los consumidores degustaron los productos en sus casas, lo que pudo generar sesgo en la investigación.
5. Perfilar la textura de los productos por medio de un panel entrenado en galletas.

XI. LITERATURA CITADA

1. Aguilar, V y J Velez. (2013). *Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (Cicer arietinum L.)*. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos 7-2. 25-30.
2. Aguilera, Y. (2009). Harinas de leguminosas deshidratadas “Caracterización Nutricional y Valoración de sus Propiedades Tecno- Funcionales”. Universidad Autónoma de Madrid. 208 pp.
3. Anton, A. A., y Artield, S.D. (2008). *Hydrocolloids in gluten-free breads: a review*. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 59 (1), 11-23.
<https://doi.org/10.1080/09637480701625630>
4. Ayula, R. y R. Singh. (2009). *Functional Properties of Potato Flour and its role in product development- A review*. Global Science Books.3 (2), 105-112.
5. Badui, S.(2014). (5a) *Química de Alimentos*. México. Pearson. 517 pp.
6. Bosh, J; J Abraldes, C. Aracil. (2012). «Sensibilidad al gluten no celiaca: una revision crítica de la evidencia actual». Gastroenterología y Hepatología, 37(6), 362-371.
7. Cabeza, S. (2009). *Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galleta*. Universidad de Burgos. Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos. 24 pp.
8. Canosa, M. (2009). *Desarrollo de metodología analítica para determinación de Triclosán y parabenes aplicación al estudio de su distribución y transformación en muestras ambientales*. Universidad de Santiago Compostela. España. 291 pp.
9. Capriles, V. D., y Arêas, J. A. G. (2014). *Novel approaches in gluten-free breadmaking: Interface between food science, nutrition, and health*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 13(5), 871–890.
10. Chavan, RS y K Sandeep. (2016). *Biscuits, cookies and crackers: chemistry and manufacture*. *Encyclopedia of Food and Health*. El Sevier. 437- 444 pp.
11. CODEX. (2008). << Norma relativa a los alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten>>. CODEX STAN 118-1979.
12. CODEX. (1985). <<Norma del codex para la harina de trigo>>. CODEX 152-2985
13. Colla, K; A Costanzo; S. Galmlath. (2018). *Fat replacers in baked food products*. Foods. 7 (192),12 pp.
14. Davidson, I. (2009). *Biscuit Baking Technology: processing and engineering manual*. Baker Pacific. United Kingdom. 333 pp.
15. Desrosier, N. (1999). *Elementos de tecnología de alimentos*. Avi Publising Company. Décima Cuarta edición. 782 pp.
16. Dogan, I. S., Yildiz, O., & Meral, R. (2016). «Optimization of corn, rice and buckwheat formulations for gluten-free wafer production». Food Science and Technology International, 22(5), 410–419. <https://doi.org/10.1177/1082013215610981>
17. Duran, F. (2006). *Manual del ingeniero en alimentos*. Grupo latino Ltda. 488 pp.
18. El Khoury, D; S Balfour-Ducharme e I Joye. (2018). *A review on the Gluten- Free Diet:*

- technological and Nutritional Challenges*. Nutrientes. 25 pp.
19. Elli, L, F. Tomba, C., Villata, D., Norsa, L., Ferretti, F. y Bardella, M, T. (2015). «*Diagnosis of gluten related disorders: celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity*». *World Journal of Gastroenterology*, 21(23), 7110-7119. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i23.7110>
 20. FAO. (2010). *Contenido de nutrientes en alimentos*. <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s1x.htm> [28 de abril de 2019]
 21. Flores-Silva, P. C., Rodriguez-Ambriz, S. L., & Bello-Pérez, L. A. (2015). *Gluten-Free Snacks Using Plantain-Chickpea and Maize Blend: Chemical Composition, Starch Digestibility, and Predicted Glycemic Index*. *Journal of Food Science*, 80(5), C961–C966. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12865>
 22. Foschia, M., Horstmann, S. W., Arendt, E. K., & Zannini, E. (2017). «*Legumes as Functional Ingredients in Gluten-Free Bakery and Pasta Products*». *Annual Review of Food Science and Technology*, 8(1), 75–96. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030216-030045>
 23. Gallager, E. (2009). *Gluten- Free Food Science and Technology*. 2a edición. Wiley-Blackwell. Irlanda. 246 pp.
 24. García- Manzanares, A y A. Lucendo. (2011). «*Nutritional and Dietary Aspects of Celiac Disease*». *Nutritional in Clinical Practice*, 26(2), 163-172.
 25. Guevarra G.; E. Chavez y C. Castillo (2014). «*Deficiencia de micronutrientes y enfermedad celíaca en pediatría*». *Archivos Argentinos de Pediatría*, 112(5), 457–463. <https://doi.org/10.5546/aap.2014.457>
 26. Gregorio, J; P Lanza; C Churión y N Gómez. (2016). *Comparación entre el método Kjeldahl tradicional y el método Dumas automatizado (N Cube) para la determinación de Proteínas en distintas clases de alimentos*. *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*. 28 : (2). 9 pp.
 27. Herrera, M.J., Hermoso, M. A y Quera, R. (2009). «*Enfermedad celíaca y su patogenia*. *Revista médica de Chile*, 137(12), 1617-
 28. Hui, H. (2006). *Bakery Products: Science and Technology*. Blackwell. 574 pp.
 29. INCAP. (2012). *Tabla de Composición de alimentos Centroamérica*. 2a edición. 128 pp.
 30. Jiménez Ortega, A. I., Martínez García, R. M., Quiles Blanco, M. J., Majid Abu Naji, J. A., & González Iglesias, M. J. (2016). «*Enfermedad celíaca y nuevas patologías relacionadas con el gluten*». *Nutricion Hospitalaria*, 33, 44–48. <https://doi.org/10.20960/nh.345>
 31. Krystyjan et al. (2015). *The effect of inulin as fat replacement on dough and biscuit*

- properties*. Journal of Food Quality. 38. 305-315.
32. Krupa, U., Rosell, C. M., Sadowska, J., & Soral-ŚMietana, M. (2010). «*Bean starch as ingredient for gluten-free bread*». Journal of Food Processing and Preservation, 34(SUPPL. 2), 501–518. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2009.00366.x>
 33. Lawless, H y H Heymann. (2010). *Sensory Evaluation of Food*. 2da edición. Springer. 598 pp.
 34. Mahan, L; S Escott- Stump y J Raymond. (2013). *Krause Dietoterapia*.(13a).México. El Sevier.
 35. Matz, S. (1992). *Snack food technology*. (3ª). Estados Unidos. Pan Tech International, Inc.450 pp.
 36. Manley, D. (2011). *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. (4ª). Woodhead Publishing. 587 pp.
 37. Martín et al. (2008). *Tratamiento estadístico de datos con SPSS*. International Thomson. Espana. 596 pp.
 38. Mezaize, S., Chevallier,S., Le Bail, A. y De Lamballerie, M. (2009). *Optimization of gluten- free formulations for French- style breads*. Journal of Food Science, 74(3), 140-146. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01096.x>
 39. Miller, R. (2016). *Biscuits, Cookies and Crackers: nature of the products*.Encyclopedia of Food and Health. 445-450.
 40. Molina-Rosell, C. (2013). «*Alimentos sin gluten derivados de cereales*». Enfermedad celíaca y Sensibilidad al gluten no celíaca, 1(22), 447-461. <https://doi.org/10.3926/oms.27>
 41. Moncada, L y L Gualdrón. (2006). *Retención de nutrientes en la cocción, freído y horneado de tres alimentos energéticos*. Revista de Investigación Universidad La Salle. 6(2): 179-187.
 42. Mora, I. (2007). *Nutrición animal*. EUNED. Costa Rica. 120 pp
 43. Moscoso, F y R. Quera. (2015).*Enfermedad celíaca: revisión*. 211-221.
 44. Navia, D.; A Ayala y H Villada. (2014). *Interacciones empaque- alimento: migración*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 13 (25): 99-113 pp.
 45. Nielsen, S. (2010). *Food Analysis*. Fourth edition. Springer. USA. 585 pp.
 46. Olivas- Gastélum, R; G Nevárez- Moorillón y M.G Gastélum- Franco. (2009). *Las pruebas diferencia en el análisis sensorial de los alimentos*. Tecnociencia Chihuahua. 3(1): 1-7 pp.
 47. Ortiz et al. (2017). «*Enfermedad celíaca, sensibilidad no celíaca al gluten y alergia al trigo: comparación de patologías diferentes gatilladas por un mismo alimento*». Revista

- Chilena de Pediatría*, 88(3), 417-423.
48. O'Shea, N, E Arendt y Eimear Gallagher. (2014). *State of the Art in Gluten-Free Research*. *Journal of Food Science*. 79 (6). 1067- 1079
 49. Pellegrini, N., & Agostoni, C. (2015). *Nutritional aspects of gluten-free products*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(12), 2380–2385.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.7101>
 50. Rodriguez, L. (2010). *Enfermedad celiaca. It.34*. 49-58.
<https://doi.org/10.1157/13111813>
 51. Rosell CM, Matos ME. *Market and Nutrition Issues of Gluten-Free Foodstuff*. In Arranz E, Fernández-Bañares F, Rosell CM, Rodrigo L, Peña AS, editors. *Advances in the Understanding of Gluten Related Pathology and the Evolution of Gluten-Free Foods*. Barcelona, Spain: OmniaScience; 2015. p. 675-713.
 52. Rubio-Tapia *et al.* (2013). *ACG Clinical Guidelines: Diagnosis and Management of Celiac Disease*. *The American Journal of Gastroenterology*. 108. 656-676.
 53. RTCA. (2007). <<Harinas. Harina de trigo fortificada. Especificaciones. >> RTCA 67.01.15:07
 54. RTCA. (2012). <<Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios>> RTCA 67. 04.54:10.
 55. Salinas *et al.* (2003). *Relación de amilosa: amilopectina en el almidón de harina nixtamalizada de maíz y su efecto en la calidad de la tortilla*. *Revista Fitotécnica Mexicana*. 26(2): 115-121.
 56. Sandoval, M. y A Y Valencia. (2006). *Granulometría en harinas y contenido de taninos en el grano de sorgos criollos cultivados en seis departamentos de El Salvador*. Universidad de El Salvador. 135 pp.
 57. Sciarini *et al.* (2016). *El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su parte en la elaboración del pan*. *Agriscientia*. 33(2): 61-74.
 58. Shamir *et al.* (2014). «*Celiac Disease: Past, present and future challenges dedicated to the memory of our friend and Colleague Prof David Branski (1944- 2013)* » *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 59(1). 4 pp.
 59. Skoog, D; D West; J Holler; S Crouch. (2015). *Fundamento de Química Analítica*. Novena Edición. México.958 pp.
 60. Tosi, P., Gritsch, C. S., He, J., & Shewry, P. R. (2011). «*Distribution of gluten proteins in bread wheat (Triticum aestivum) grain*». *Annals of Botany*, 108(1), 23–35.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcr098>
 61. Ubaldo, L. (2014). *Evaluación del proceso de elaboración de harina de moringa (Moringa oleífera Lam) para su aplicación en la formulación de harina de maíz fortificada para incrementar su valor nutritivo*. Universidad de San Carlos de Guatemala. 188 pp.

62. Vaquero et al. (2015). «Revisión de las patologías relacionados con la ingesta de gluten». *Nutrición Hospitalaria*, 31(6), 2359-2371.
63. Wang, K; F. Lu; Z. Li; L. Zhao y C. Han. (2017). *Recent developments in gluten-free baking approaches: a review*. *Food Science and Technology*.37(1). 1-9 pp.
64. Wierdsma, N., van Bokhorst-de van der Schueren, M., Berkenpas, M., Mulder, C., & van Bodegraven, A. (2013). *Vitamin and Mineral Deficiencies Are Highly Prevalent in Newly Diagnosed Celiac Disease Patients*. *Nutrients*, 5(10), 3975–3992.
<https://doi.org/10.3390/nu5103975>
65. Xing-li, L; M. Tai-hua; S. Hong-man; M. Zhang; C. Jing-wang (2016). *Influence of flour on dough rheological properties and quality of steamed bread*. *Journal of Integrative Agriculture*. 15(11): 2666-2676.
66. Zion Market. (2018). *Gluten-Free product market research USD 7.60 billion bay 2024 globally: Zion market research*. <https://www.globenewswire.com/news-release/2018/12/05/1662178/0/en/Gluten-Free-Product-Market-Will-Reach-USD-7-60-Billion-By-2024-Globally-Zion-Market-Research.html>

XII. ANEXO

A. Métodos oficiales de la AOAC para el análisis proximal del producto.

1. Método AOAC para la determinación de humedad en harinas (No. 925.09 18ª ed)

a. Procedimiento

- Lavar y secar los crisoles en horno por 30 minutos a 98-100°C, enfriar en desecadora y tarar.
- Pesar 2 gramos de la muestra en el crisol previamente tarado.
- Secar el crisol en horno parcialmente al vacío <25 mmHg a 98-100°C hasta llegar a peso constante.
- Permitir entrada de aire para que la presión atmosférica vuelva a los valores normales.
- Colocar el crisol tapado en la desecadora hasta alcanzar temperatura ambiente.
- Pesar crisoles, calcular porcentaje de humedad. Por último, reportar sólidos totales y humedad.

Ecuación 1. Cálculo de contenido de humedad

$$\frac{B - C}{A} * 100 = \%Humedad$$

A= Peso de la muestra inicial (g)

B= Peso de cápsula+ muestra húmeda (g)

C= Peso de cápsula + muestra seca (g)

2. Método AOAC para la determinación de porcentaje de nitrógeno en harinas (FosS. ASN 3439. Microkjeldahl)

a. Reactivos

- Ácido sulfúrico: gravedad específica 1.84, libre de nitrógeno
- Catalizador de cobre: pesar 15 gramos de K_2SO_4 y 0.45 gramos de $CuSO_4$. Calentar y en punto de ebullición, agregar 0.1 gramos de piedra pómez.
- Sulfato de potasio: solución libre de nitrógeno.
- Solución de hidróxido de sodio-tiosulfato de sodio: disolver 60 gramos de NaOH y 5 g $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ en H_2O y diluir hasta 100 ml o añadir 25 ml 25% $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ a 100 ml solución 50% NaOH.
- Solución de ácido bórico: solución saturada.
- Solución indicadora: rojo de metileno- azul de metileno. Mezclar dos partes 0.2% de solución de rojo metileno con una parte 0.2% de solución alcohólica de azul de metileno.
- Ácido clorhídrico 0.02 M. Tomar 1.6 ml de HCl concentrado y envasar a un litro. Titular con Na_2CO_3 anhídrido.

b. Procedimiento

- Pesar muestra requerida 3-10 ml de 0.02M HCl y trasvasar al matraz de Kjeldahl de capacidad de 30 ml.
- Agregar 1.9 g K_2SO_4 , 40 mg HgO y 2 ml H_2SO_4 . Si la muestra pesa >15 mg, añadir 0.1 ml H_2SO_4 por cada 10 mg de muestra más de los 15 mg y agregar perlas de vidrio.
- Calentar solución hasta ebullición para la digestión, si toma entre 2- 2.5 minutos, dejar digestionar por 1 hora después que toda el agua haya sido destilada y el ácido se encuentre en ebullición. En caso que la ebullición tome entre 2.5 a 3 minutos, digestionar por 1.5 horas.
- Enfriar y agregar un volumen mínimo de agua para disolver sólidos.

- Poner papel parafilm en la boca del matraz. Trasvasar al equipo de destilación. Realizar 5-6 lavados con 1 o 2 ml de agua destilada.
- En un Erlenmeyer de 125 ml, adicionar 5 ml de la solución H_3BO_3 y 2-4 gotas de la solución indicadora y colocarlo debajo del condensador.
- Agregar 8-10 ml de la solución $NaOH * Na_2S_2O_3$ para coleccionar 15 ml del destilado, diluir a 50 ml. Para diluir utilizar 2.5 ml de H_3BO_3 y 1-2 gotas de indicador.
- Titular y calcular el porcentaje de nitrógeno.

Ecuación 2. Determinación de gramos de nitrógeno en 100 g de muestra

$$g \text{ de } N_2 [(V * 0.014) * N] * 100 = \frac{x}{PO}$$

N= Normalidad del ácido de valoración

V= Volumen de ácido consumido

0.0014= Peso atómico del nitrógeno

PO= Peso de la muestra (g)

Ecuación 3. Cálculo de porcentaje de proteína a partir de gramos de nitrógeno

$$N_2 * F = \% \text{ de proteína}$$

N_2 = Nitrógeno

F= Factor proteínico

3.Método AOAC para la determinación del porcentaje de grasas en harinas (No. 922.06 18^a ed)

a. Procedimiento

- Pesar 2 gramos de la muestra y colocarlo en un beaker de 50 ml.
- Agregar 2 ml de alcohol y mezclar hasta homogenizar.
- Adicionar 10 ml de HCl, mezclar y colocar en baño María a 70-80°C durante 30-40 minutos. Agitar constantemente. Agregar 10 ml de alcohol y dejar enfriar.
- Trasvasar solución al equipo Mojonnier. Lavar beaker con 25 ml éter en tres lavados.
- Colocar tapón y agitar por 1 minuto.
- Agregar otros 25 ml de éter y agitar de nuevo por 1 minuto.
- Dejar reposar hasta que se separen las dos fases o centrifugar por 20 minutos a 600 rpm.
- Conectar embudo al vacío, armar sistema de filtrado para separar ambas fases.
- Antes de pesar el matraz, secarlo en el horno a 100°C. Dejar enfriar y pesar.
- Realizar otras dos extracciones con 15 ml de éter. Filtrar de nuevo al vacío.
- Calentar el extracto para evaporar restos de éter.
- Colocar el extracto en el horno a 100°C para llevar a peso constante.
- Calcular el porcentaje de grasa por hidrólisis de ácido.

Ecuación 4. Cálculo de contenido de lípidos

$$\frac{B - C}{A} * 100 = \% \text{ de lípidos}$$

A= Peso del matraz sin muestra (g)

B= Peso del matraz con grasa (g)

C= Peso de la muestra inicial (g)

4. Método AOAC para la determinación del porcentaje de cenizas en harinas (No. 923.03 18ª ed)

a. Procedimiento

1. Pesar 3-5 gramos de la muestra mezclada en un crisol previamente llevado a peso constante. Es decir, que fue calentado y enfriado en desecador y pesado al alcanzar temperatura ambiente.
2. Calentar la mufla a 550°C y colocar crisol con la muestra hasta que se observa que la muestra este de un color gris claro.
3. Enfriar en la desecadora y pesar muestra cuando esté en temperatura ambiente.

Ecuación 5. Cálculo de contenido de humedad

$$\frac{B - C}{A} * 100 = \% \text{ de lípidos}$$

A= Peso del matraz sin muestra (g)

B= Peso del matraz con grasa (g)

C= Peso de la muestra inicial (g)

B. Material utilizado para el análisis sensorial

1. Formulario para la prueba sensorial



Universidad del Valle de Guatemala
Taller de Trabajo de Graduación

Formulario de consentimiento informado

Usted está invitado a participar en un estudio que involucra la evaluación sensorial de GALLETAS SIN GLUTEN. El objetivo general de este estudio es analizar la aceptabilidad de la galleta sin gluten formulada para pacientes celíacos y con sensibilidad no celíaca. Se le pedirá que indique qué tanto le gusta el olor, sabor, apariencia general y textura del producto utilizando una escala. **SI USTED TIENE EXPERIENCIA PREVIA DE CUALQUIER REACCIÓN ALÉRGICA A CUALQUIER INGREDIENTE DE LAS GALLETAS, NO DEBE PARTICIPAR EN EL ESTUDIO.** En el caso de que presente, algún indicio de reacción alérgica, debe interrumpir su participación en el estudio. No hay beneficio directo para usted por participar en el panel sensorial, por lo que es libre de retirarse en cualquier momento y por cualquier motivo. También nos reservamos el derecho de terminar su participación del estudio en cualquier momento y por cualquier razón.

Su desempeño y los datos de esta investigación son confidenciales. Las respuestas se codifican para ser confidenciales y cualquier publicación o presentación de los resultados del estudio solo incluirán desempeño grupal. Los nombres u otra información identificable no serán revelado ni publicado.

Se le anima a hacer cualquier pregunta que pueda tener sobre la investigación, ya sea antes, durante o después de la participación.

Entiendo la información anterior y consiento voluntariamente en participar en el estudio descrito anteriormente.

Nombre

Firma

CUESTIONARIO

Número de panelista _____

Género: _____

Edad: _____

¿Alguna vez ha sufrido de infecciones el oído medio?

	No
	Sí, pero no serio
	Sí, antibióticos requeridos más de una vez
	Sí, tubos necesarios en los oídos

¿Hace cuánto lo diagnosticaron con enfermedad celíaca o sensibilidad no celíaca?

POR FAVOR TOMAR UN SORBO DE AGUA PARA ENJUAGARSE LA BOCA

Recuerde hacer esto antes de probar cada muestra

**COLOQUE EL NÚMERO DE LA MUESTRA EN EL ESPACIO INDICADO SEGÚN EL
ORDEN QUE SE LE PRESENTA**

TOME UN SOBRO DE AGUA PURA PARA EJUAGARSE LA BOCA.

Muestra _____

¿Cuánto le gusta la muestra?

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Califique la APARIENCIA

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Califique la TEXTURA

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Califique el SABOR

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

TOME UN SOBRO DE AGUA PURA PARA EJUAGARSE LA BOCA.

TOME UN SOBRO DE AGUA PURA PARA EJUAGARSE LA BOCA.

Muestra _____

¿Cuánto le gusta la muestra?

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Califique la APARIENCIA

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Califique la TEXTURA

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Califique el SABOR

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

TOME UN SOBRO DE AGUA PURA PARA EJUAGARSE LA BOCA.

TOME UN SOBRO DE AGUA PURA PARA EJUAGARSE LA BOCA.

Muestra _____

¿Cuánto le gusta la muestra?

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Califique la APARIENCIA

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Califique la TEXTURA

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Califique el SABOR

Me Disgusta demasiado	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, Ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta demasiado
1	2	3	4	5	6	7	8	9

TOME UN SOBRO DE AGUA PURA PARA EJUAGARSE LA BOCA.

2. Base de datos para el Análisis de Varianza

PANELISTA	FÓRMULA	ACEPTACIÓN	APARIENCIA	TEXTURA	SABOR
1	FÓRMULA1	7	8	7	7
1	FÓRMULA2	5	7	4	6
1	FÓRMULA3	7	7	7	7
2	FÓRMULA1	7	8	6	7
2	FÓRMULA2	7	8	8	7
2	FÓRMULA3	6	5	5	6
3	FÓRMULA1	8	7	9	9
3	FÓRMULA2	7	7	8	8
3	FÓRMULA3	6	7	6	6
4	FÓRMULA1	8	8	8	8
4	FÓRMULA2	7	8	7	7
4	FÓRMULA3	6	6	6	6
5	FÓRMULA1	8	8	9	9
5	FÓRMULA2	8	8	8	8
5	FÓRMULA3	7	8	7	7
6	FÓRMULA1	7	7	7	7
6	FÓRMULA2	8	6	8	8
6	FÓRMULA3	6	8	4	6
7	FÓRMULA1	8	7	6	8
7	FÓRMULA2	6	8	6	7
7	FÓRMULA3	2	3	5	2
8	FÓRMULA1	8	7	7	8
8	FÓRMULA2	3	5	3	3
8	FÓRMULA3	2	5	2	2
9	FÓRMULA1	8	8	9	9
9	FÓRMULA2	4	7	3	2
9	FÓRMULA3	2	7	2	1
10	FÓRMULA1	9	8	8	8
10	FÓRMULA2	8	7	4	7
10	FÓRMULA3	8	7	8	8
11	FÓRMULA1	8	8	8	9
11	FÓRMULA2	8	8	7	8
11	FÓRMULA3	5	8	7	5
12	FÓRMULA1	9	8	9	9
12	FÓRMULA2	8	8	5	8
12	FÓRMULA3	6	8	8	5
13	FÓRMULA1	6	6	6	7
13	FÓRMULA2	7	7	5	7

13	FÓRMULA3	5	5	4	4
14	FÓRMULA1	9	9	9	9
14	FÓRMULA2	9	9	9	9
14	FÓRMULA3	6	9	6	7
15	FÓRMULA1	9	5	5	6
15	FÓRMULA2	4	5	3	3
15	FÓRMULA3	4	4	4	4
16	FÓRMULA1	7	8	8	7
16	FÓRMULA2	7	8	8	7
16	FÓRMULA3	7	8	8	7
17	FÓRMULA1	7	7	8	7
17	FÓRMULA2	4	6	4	6
17	FÓRMULA3	6	5	5	6
18	FÓRMULA1	9	9	9	9
18	FÓRMULA2	8	9	6	8
18	FÓRMULA3	4	8	5	3
19	FÓRMULA1	7	5	7	8
19	FÓRMULA2	4	5	4	5
19	FÓRMULA3	3	4	6	3
20	FÓRMULA1	3	5	3	4
20	FÓRMULA2	4	5	3	2
20	FÓRMULA3	2	5	3	2
21	FÓRMULA1	7	5	6	8
21	FÓRMULA2	5	6	2	6
21	FÓRMULA3	2	5	2	2
22	FÓRMULA1	4	5	5	6
22	FÓRMULA2	2	3	3	2
22	FÓRMULA3	2	5	3	5
23	FÓRMULA1	8	9	7	8
23	FÓRMULA2	3	5	3	3
23	FÓRMULA3	7	8	7	7
24	FÓRMULA1	7	8	5	7
24	FÓRMULA2	4	8	4	2
24	FÓRMULA3	4	8	5	5
25	FÓRMULA1	7	6	5	6
25	FÓRMULA2	5	6	4	4
25	FÓRMULA3	6	7	6	5
26	FÓRMULA1	7	7	7	7
26	FÓRMULA2	6	7	7	6
26	FÓRMULA3	8	7	7	8

27	FÓRMULA1	7	7	6	7
27	FÓRMULA2	7	8	7	7
27	FÓRMULA3	7	5	8	8
28	FÓRMULA1	8	8	8	8
28	FÓRMULA2	8	8	7	7
28	FÓRMULA3	8	8	8	7
29	FÓRMULA1	6	7	5	7
29	FÓRMULA2	2	3	4	2
29	FÓRMULA3	2	6	4	2
30	FÓRMULA1	8	9	7	8
30	FÓRMULA2	5	9	3	6
30	FÓRMULA3	1	9	1	2
31	FÓRMULA1	8	7	8	8
31	FÓRMULA2	7	7	6	7
31	FÓRMULA3	6	7	5	6
32	FÓRMULA1	9	8	6	8
32	FÓRMULA2	8	8	8	9
32	FÓRMULA3	9	9	9	8
33	FÓRMULA1	6	7	6	7
33	FÓRMULA2	5	5	6	6
33	FÓRMULA3	4	4	4	4
34	FÓRMULA1	9	8	8	9
34	FÓRMULA2	5	8	7	6
34	FÓRMULA3	6	7	8	6
35	FÓRMULA1	7	6	7	8
35	FÓRMULA2	7	7	5	7
35	FÓRMULA3	4	4	4	4
36	FÓRMULA1	6	6	6	7
36	FÓRMULA2	7	6	5	6
36	FÓRMULA3	5	4	5	5
37	FÓRMULA1	4	7	3	3
37	FÓRMULA2	3	5	2	2
37	FÓRMULA3	2	2	2	2
38	FÓRMULA1	4	7	4	4
38	FÓRMULA2	5	8	5	6
38	FÓRMULA3	3	7	5	3
39	FÓRMULA1	8	8	8	8
39	FÓRMULA2	5	8	6	5
39	FÓRMULA3	4	5	4	4
40	FÓRMULA1	7	7	4	7

40	FÓRMULA2	5	7	3	7
40	FÓRMULA3	8	7	8	8

3. Resultados del análisis de varianza en el programa R.

```
setwd("C:/Users/DELL/Downloads")

Natalia <- read.csv("tiposgalletas (1).csv")
str(Natalia)

## 'data.frame': 120 obs. of 9 variables:
## $ PANELISTA : int 1 1 1 2 2 2 3 3 3 4 ...
## $ MUESTRA : Factor w/ 3 levels "FORMULA1","FORMULA2",...: 1 2 3 1 2 3 1
2 3 1 ...
## $ ACEPTACION: int 7 5 7 7 7 6 8 7 6 8 ...
## $ APARIENCIA: int 8 7 7 8 8 5 7 7 7 8 ...
## $ TEXTURA : int 7 4 7 6 8 5 9 8 6 8 ...
## $ SABOR : int 7 6 7 7 7 6 9 8 6 8 ...
## $ CHON : int 7 8 9 7 8 9 7 8 9 7 ...
## $ COOH : int 33 44 32 33 44 32 33 44 32 33 ...
## $ CHO : int 60 48 59 60 48 59 60 48 59 60 ...

library(agricolae)

## Warning: package 'agricolae' was built under R version 3.4.4

library(foreign)

Aceptación = aov(ACEPTACION ~ MUESTRA, data=Natalia)
summary(Aceptación)

## Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## MUESTRA 2 106.5 53.27 15.26 1.29e-06 ***
## Residuals 117 408.4 3.49
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

aceptacionxmuestra <- HSD.test(Aceptación, "MUESTRA", group=TRUE)
aceptacionxmuestra

## $statistics
## MSerror Df Mean CV MSD
## 3.490385 117 5.975 31.2679 0.9917133
##
## $parameters
## test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey MUESTRA 3 3.357218 0.05
##
## $means
## ACEPTACION std r Min Max Q25 Q50 Q75
## FORMULA1 7.225 1.476092 40 3 9 7 7.0 8.00
```

```

## FORMULA2      5.750 1.891276 40   2   9   4 5.5 7.00
## FORMULA3      4.950 2.171494 40   1   9   3 5.5 6.25
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##      ACCEPTACION groups
## FORMULA1      7.225      a
## FORMULA2      5.750      b
## FORMULA3      4.950      b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

Textura = aov(TEXTURA ~ MUESTRA, data=Natalia)
summary(Textura)

##              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## MUESTRA        2   55.2   27.61   7.543 0.00083 ***
## Residuals    117  428.2    3.66
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

texturaxmuestra <- HSD.test(Textura, "MUESTRA", group=TRUE)
texturaxmuestra

## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV      MSD
##      3.660256 117 5.766667 33.17653 1.015559
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
##      Tukey MUESTRA 3          3.357218 0.05
##
## $means
##      TEXTURA      std  r Min Max  Q25 Q50 Q75
## FORMULA1      6.725 1.663908 40   3   9 6.00   7   8
## FORMULA2      5.250 1.983910 40   2   9 3.75   5   7
## FORMULA3      5.325 2.067917 40   1   9 4.00   5   7
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##      TEXTURA groups
## FORMULA1      6.725      a
## FORMULA3      5.325      b
## FORMULA2      5.250      b
##

```



```

## attr(,"class")
## [1] "group"

Apariencia = aov(APARIENCIA ~ MUESTRA, data=Natalia)
summary(Apariencia)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## MUESTRA      2  17.32   8.658   3.806 0.025 *
## Residuals  117 266.15   2.275
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

aparienciaxmuestra <- HSD.test(Apariencia, "MUESTRA", group=TRUE)
aparienciaxmuestra

## $statistics
##   MSerror Df      Mean      CV      MSD
## 2.274786 117 6.766667 22.28925 0.8006078
##
## $parameters
##   test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey MUESTRA 3           3.357218 0.05
##
## $means
##           APARIENCIA      std  r Min Max Q25 Q50 Q75
## FORMULA1      7.200 1.159133 40  5  9  7  7  8
## FORMULA2      6.825 1.517209 40  3  9  6  7  8
## FORMULA3      6.275 1.782932 40  2  9  5  7  8
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           APARIENCIA groups
## FORMULA1      7.200      a
## FORMULA2      6.825     ab
## FORMULA3      6.275      b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

Sabor = aov(SABOR ~ MUESTRA, data=Natalia)
summary(Sabor)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## MUESTRA      2  123.8   61.90  16.93 3.5e-07 ***
## Residuals  117  427.9    3.66
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

saborxmuestra <- HSD.test(Sabor, "MUESTRA", group=TRUE)
saborxmuestra

## $statistics
##   MSerror Df Mean      CV      MSD
##   3.657265 117 6.05 31.60988 1.015144
##
## $parameters
##   test name.t ntr StudentizedRange alpha
##   Tukey MUESTRA 3          3.357218 0.05
##
## $means
##           SABOR      std  r Min Max  Q25 Q50 Q75
## FORMULA1  7.40 1.392286 40  3  9 7.00  8  8
## FORMULA2  5.80 2.150730 40  2  9 4.75  6  7
## FORMULA3  4.95 2.099450 40  1  8 3.00  5  7
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           SABOR groups
## FORMULA1  7.40      a
## FORMULA2  5.80      b
## FORMULA3  4.95      b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

```

C. Datos brutos del análisis de granulometría.

Cuadro 28. Primera prueba de la harina elaborada por el estudiante.

Tamaño del mesh	Diámetro	Fracciones ($\pm 0.01\text{Kg}$)	%
20	850	0.05	18.5
30	600	0.05	18.5
45	355	0.05	18.5
60	250	0.02	7.4
80	180	0.02	7.4
100	150	0.01	3.7
>100	<150	0.07	25.9
Total		0.27	100

Cuadro 29. Segunda prueba de la harina elaborada por el estudiante.

Tamaño del mesh	Diámetro	Fracciones ($\pm 0.01\text{Kg}$)	%
20	850	0.04	14.3
30	600	0.06	21.4
45	355	0.05	17.9
60	250	0.02	7.1
80	180	0.02	7.1
100	150	0.02	7.1
>100	<150	0.07	25.0
Total		0.28	100

Cuadro 30. Tercera prueba de la harina elaborada por el estudiante

Tamaño del mesh	Diámetro	Fracciones ($\pm 0.01\text{Kg}$)	%
20	850	0.04	13.8
30	600	0.06	20.7
45	355	0.06	20.7
60	250	0.02	6.9
80	180	0.02	6.9
100	150	0.04	13.8
>100	<150	0.05	17.2
Total		0.29	100.0

Cuadro 31. Primera prueba de la harina comercial.

Tamaño del mesh	Diámetro	Fracciones ($\pm 0.01\text{Kg}$)	%
20	850	0	0.00
30	600	0.01	3.70
45	355	0.01	3.70
60	250	0.04	14.81
80	180	0.03	11.11
100	150	0.02	7.41
Total		0.27	100.00

Cuadro 32. Segunda prueba de la harina comercial.

Tamaño del mesh	Diámetro	Fracciones ($\pm 0.01\text{Kg}$)	%
20	850	0	0.00
30	600	0.01	3.85
45	355	0.01	3.85
60	250	0.04	15.38
80	180	0.03	11.54
100	150	0.03	11.54
>100	<150	0.14	53.85
Total		0.26	100.00

Cuadro 33. Tercera prueba de la harina comercial.

Tamaño del mesh	Diámetro	Fracciones ($\pm 0.01\text{Kg}$)	%
20	850	0	0.00
30	600	0.02	7.41
45	355	0	0.00
60	250	0.03	11.11
80	180	0.04	14.81
100	150	0.03	11.11
>100	<150	0.15	55.56
Total		0.27	100.00

D. Datos brutos del análisis de textura

1. Formulación 2

Prueba 1

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: Formula 1	Notas:
Nombre de lote: Muestra 1	
Ejemplo: 1	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 14.55 mm	
Anchura: 750.00 mm	
Altura: 51.00 mm	
Método Test	
Fecha: 09/19/2019	Hora: 04:53:38 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 7.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 1 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 100 puntos/seg
Vel. Test: 10 mm/s	Sonda: TA39
Velocidad Vuelta: 5 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 10000g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	1194 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	48.7 mJ
%Deformación según objetivo:	42.7 %
Trabajo terminado 1ª Fractura:	19.9 mJ
con 1% de sensibilidad de carga	

Prueba 2

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: Formula 1	Notas:
Nombre de lote: Muestra 1	
Ejemplo: 2	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 15.29 mm	
Anchura: 750.00 mm	
Altura: 51.00 mm	
Método Test	
Fecha: 09/19/2019	Hora: 05:00:29 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 7.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 1 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 100 puntos/seg
Vel. Test: 10 mm/s	Sonda: TA39
Velocidad Vuelta: 5 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 10000g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza: 880 g	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: 30.2 mJ	
%Deformación según objetivo: 38.8 %	
Trabajo terminado 1ª Fractura: 22.0 mJ	
con 1% de sensibilidad de carga	

INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: Formula 1	Notas:
Nombre de lote: Muestra 1	
Ejemplo: 2	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 14.16 mm	
Anchura: 750.00 mm	
Altura: 51.00 mm	
Método Test	
Fecha: 09/19/2019	Hora: 05:02:21 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 7.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 1 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 100 puntos/seg
Vel. Test: 10 mm/s	Sonda: TA39
Velocidad Vuelta: 5 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 10000g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	1857 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	72.5 mJ
%Deformación según objetivo:	43.3 %
Trabajo terminado 1ª Fractura:	65.3 mJ
con 1% de sensibilidad de carga	

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

Descripción Muestra		Notas:
Nombre Producto: Formula 2		
Nombre de lote: Muestra 1		
Ejemplo: 1		
Dimensiones:		
Forma: Cilindro		
Longitud: 14.11 mm		
Anchura: 750.00 mm		
Altura: 49.00 mm		
Método Test		
Fecha: 09/19/2019	Hora: 05:05:28 p.m.	
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s	
Objetivo: 7.0 mm	Mismo activador: Falso	
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 1 mm/s	
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 100 puntos/seg	
Vel. Test: 10 mm/s	Sonda: TA39	
Velocidad Vuelta: 5 mm/s	Elemento: TA-BT-KI	
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 10000g	
Resultados		
Ciclo 1 Dureza:	1565 g	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	63.9 mJ	
%Deformación según objetivo:	43.6 %	
Trabajo terminado 1ª Fractura:	27.1 mJ	
		con 1% de sensibilidad de carga

INFORME DATOS

Descripción Muestra		Notas:	
Nombre Producto:	Formula 2		
Nombre de lote:	Muestra 1		
Ejemplo:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	13.92 mm		
Anchura:	750.00 mm		
Altura:	49.00 mm		
Método Test			
Fecha:	09/19/2019	Hora:	05:07:50 p.m.
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	0 s
Objetivo:	7.0 mm	Mismo activador:	Falso
Esperar t.:	0 s	Velocidad Pretest:	1 mm/s
Carga Activación:	5 g	Fr. Muestreo:	100 puntos/seg
Vel. Test:	10 mm/s	Sonda:	TA39
Velocidad Vuelta:	5 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	1	Celda Carga:	10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	1588 g		
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	51.2 mJ		
%Deformación según objetivo:	42.6 %		
Trabajo terminado 1ª Fractura:	28.6 mJ		
con 1% de sensibilidad de carga			

Prueba 3

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: Formula 2	Notas:
Nombre de lote: Muestra 1	
Ejemplo: 1	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 14.73 mm	
Anchura: 750.00 mm	
Altura: 49.00 mm	
Método Test	
Fecha: 09/19/2019	Hora: 05:10:22 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 7.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 1 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 100 puntos/seg
Vel. Test: 10 mm/s	Sonda: TA39
Velocidad Vuelta: 5 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 10000g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza: 2075 g	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado: 77.8 mJ	
%Deformación según objetivo: 40.2 %	
Trabajo terminado 1ª Fractura: 58.1 mJ	
con 1% de sensibilidad de carga	

3. Formulación 8

Prueba 1

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: Formula 3	Notas:
Nombre de lote: Muestra 1	
Ejemplo: 1	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 13.53 mm	
Anchura: 750.00 mm	
Altura: 51.00 mm	
Método Test	
Fecha: 09/19/2019	Hora: 05:13:03 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 7.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 1 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 100 puntos/seg
Vel. Test: 10 mm/s	Sonda: TA39
Velocidad Vuelta: 5 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 10000g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	2015 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	79.6 mJ
%Deformación según objetivo:	45.5 %
Trabajo terminado 1ª Fractura:	30.5 mJ
con 1% de sensibilidad de carga	

Prueba 2

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: Formula 3	Notas:
Nombre de lote: Muestra 1	
Ejemplo: 1	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 12.39 mm	
Anchura: 750.00 mm	
Altura: 51.00 mm	
Método Test	
Fecha: 09/19/2019	Hora: 05:15:08 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 7.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 1 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 100 puntos/seg
Vel. Test: 10 mm/s	Sonda: TA39
Velocidad Vuelta: 5 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 10000g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	2345 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	93.7 mJ
%Deformación según objetivo:	47.8 %
Trabajo terminado 1ª Fractura:	42.4 mJ
con 1% de sensibilidad de carga	

INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: Formula 3	Notas:
Nombre de lote: Muestra 1	
Ejemplo: 1	
Dimensiones:	
Forma: Cilindro	
Longitud: 11.95 mm	
Anchura: 750.00 mm	
Altura: 51.00 mm	
Método Test	
Fecha: 09/19/2019	Hora: 05:17:28 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 7.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 1 mm/s
Carga Activación: 5 g	Fr. Muestreo: 100 puntos/seg
Vel. Test: 10 mm/s	Sonda: TA39
Velocidad Vuelta: 5 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 10000g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	3217 g
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	121.8 mJ
%Deformación según objetivo:	51.5 %
Trabajo terminado 1ª Fractura:	47.5 mJ
con 1% de sensibilidad de carga	

E. Datos reportados del análisis proximal por INCAP

1. Formulación 2



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Centro Analítico Integral (CAI)
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)
 Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.
 PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529
 www.incap.int


1 de 1

INFORME DE ANÁLISIS			
No. cliente:	75	Informe No.:	LCA-19-323
Solicitante:	Universidad del Valle de Guatemala	Código de Lab:	LCA-19-757
Atención:	Natalia Calderón	No. de Orden:	LCA-19-129
Dirección:	Ciudad	Fecha de ingreso:	19/8/2019
Teléfono:	5364-3340	Fecha del informe:	5/9/2019
Correo electrónico:	cm.nataliacalderon@gmail.com	Fecha de inicio del análisis:	20/8/2019
Enviar copia del informe a:	0	Correo electrónico:	0
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Empaque primario:	Bolsa ziploc	Temperatura de recepción:	Ambiente
Tipo de muestra:	Galleta	Muestreo realizado por:	Cliente
Descripción por el solicitante:	Muestra 1		
Análisis	Dimensionales	Resultado	Metodología basada en:
Humedad	g/100g	9.53	AOAC 925.09. 18a. ed.
Proteína ^(a)	g/100g	7.89	Foss. AN 3001; ASN 3439. Microkjeldahl.
Grasa total	g/100g	15.83	AOAC 922.06. 18a. ed.
Cenizas	g/100g	1.22	AOAC 923.03. 18ª. ed.
Carbohidratos totales	g/100g	65.53	Cálculo por diferencia
Energía ^(c)	kcal/100g	436	Cálculo

Observaciones:

^(a) % proteína = % nitrógeno x factor de conversión (F.C.= 6.25)

^(c) Valores de energía calculados utilizando: Proteína=4 kcal/g; Grasa=9 kcal/g; Carbohidratos=4 kcal/g.


 Licda. Mónica Guamuch
 Responsable Lab. de Composición de Alimentos




 Revisado

Los resultados corresponden solamente a las muestras recibidas en el laboratorio. Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio. El informe es válido sólo con las firmas respectivas.

2. Formulación 4



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Centro Analítico Integral (CAI)
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)
 Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.
 PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529
 www.incap.int

1 de 1

INFORME DE ANÁLISIS

No. cliente:	75	Informe No.:	LCA-19-325
Solicitante:	Universidad del Valle de Guatemala	Código de Lab:	LCA-19-758
Atención:	Natalia Calderón	No. de Orden:	LCA-19-129
Dirección:	Ciudad	Fecha de ingreso:	19/8/2019
Teléfono:	5364-3340	Fecha del informe:	5/9/2019
Correo electrónico:	cm.nataliacalderon@gmail.com	Fecha de inicio del análisis:	20/8/2019
Enviar copia del informe a:	0	Correo electrónico:	0

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Empaque primario:	Bolsa ziploc	Temperatura de recepción:	Ambiente
Tipo de muestra:	Galleta	Muestreo realizado por:	Cliente
Descripción por el solicitante:	Muestra 2		
Análisis	Dimensionales	Resultado	Metodología basada en:
Humedad	g/100g	11.76	AOAC 925.09. 18a. ed.
Proteína ^(a)	g/100g	8.67	Foss. AN 3001; ASN 3439. Mikrokjeldahl.
Grasa total	g/100g	22.31	AOAC 922.06. 18a. ed.
Cenizas	g/100g	1.41	AOAC 923.03. 18ª. ed.
Carbohidratos totales	g/100g	55.85	Cálculo por diferencia
Energía ^(c)	kcal/100g	459	Cálculo

Observaciones:

^(a) % proteína = % nitrógeno x factor de conversión (F.C.= 6.25)

^(c) Valores de energía calculados utilizando: Proteína=4 kcal/g; Grasa=9 kcal/g; Carbohidratos=4 kcal/g.

Licda. Mónica Guamuch
 Responsable Lab. de Composición de Alimentos



Revisado

Los resultados corresponden solamente a las muestras recibidas en el laboratorio. Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio. El informe es válido sólo con las firmas respectivas.

3. Formulación 8



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Centro Analítico Integral (CAI)
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)
 Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.
 PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529
 www.incap.int

1 de 1

INFORME DE ANÁLISIS

No. cliente:	75	Informe No.:	LCA-19-324
Solicitante:	Universidad del Valle de Guatemala	Código de Lab:	LCA-19-759
Atención:	Natalia Calderón	No. de Orden:	LCA-19-129
Dirección:	Ciudad	Fecha de ingreso:	19/8/2019
Teléfono:	5364-3340	Fecha del informe:	5/9/2019
Correo electrónico:	cm.nataliacalderon@gmail.com	Fecha de inicio del análisis:	20/8/2019
Enviar copia del informe a:	0	Correo electrónico:	0


INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Empaque primario:	Bolsa ziploc	Temperatura de recepción:	Ambiente
Tipo de muestra:	Galleta	Muestreo realizado por:	Cliente
Descripción por el solicitante:	Muestra 3		
Análisis	Dimensionales	Resultado	Metodología basada en:
Humedad	g/100g	17.29	AOAC 925.09. 18a. ed.
Proteína ^(a)	g/100g	9.03	Foss. AN 3001; ASN 3439. Microkjeldahl.
Grasa total	g/100g	13.82	AOAC 922.06. 18a. ed.
Cenizas	g/100g	1.37	AOAC 923.03. 18ª. ed.
Carbohidratos totales	g/100g	58.49	Cálculo por diferencia
Energía ^(c)	kcal/100g	394	Cálculo


Observaciones:

^(a) % proteína = % nitrógeno x factor de conversión (F.C.= 6.25)

^(c) Valores de energía calculados utilizando: Proteína=4 kcal/g; Grasa=9 kcal/g; Carbohidratos=4 kcal/g.


 Licda. Mónica Guamuch
 Responsable Lab. de Composición de Alimentos




 Revisado

Los resultados corresponden solamente a las muestras recibidas en el laboratorio. Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio. El informe es válido sólo con las firmas respectivas.

XIII. GLOSARIO

1. HPMC: Hidroxipolimetilcelulosa.
2. FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
3. AOAC: Association of Official Analytical Chemists.
4. ATGt: Anticuerpos anti- transglutaminase tisular IgA.
5. HLA: Antígenos leucocitarios humanos.
6. IFN: Interferón.
7. EMA: Anticuerpos antiendomiso.