

Elaboración de Galletas sin gluten utilizando granos básicos guatemaltecos: Maíz blanco y Frijol negro.

Ana Gabriela Tobar, Andrea Waleska Hernández, Ligia Elena Quintanilla, Stephany Girón¹

¹Estudiantes de la Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería, Ingeniería en Industria de Alimentos.

RESUMEN (Araneda, 2015)

En el mercado guatemalteco popular existe una mínima variedad de productos libres de gluten, y generalmente estos tienen un alto costo y son importados. Tomando en cuenta estos datos se elaboró un producto libre de gluten a base de materias primas guatemaltecas esperando la aceptación de consumidores.

Por tanto, el objetivo principal al realizar este proyecto fue elaborar galletas para personas celiacas a base de granos básicos guatemaltecos maíz blanco, y frijol negro. Esperando también que este fuera una buena alternativa de consumo para personas celiacas en Guatemala.

El proyecto constó en definir una formulación para cada tipo de galleta, esperando tener un alto rendimiento de las materias primas; maíz blanco y frijol negro.

Al definir las formulaciones se realizó una muestra del producto para determinar la aceptación del producto por medio de una evaluación sensorial a 73 personas, en esta

prueba se evaluó 7 atributos o características de las galletas; sabor, color, textura, olor, apariencia, regusto y dulzor.

A estos se les ponderó del 1 al 7, siendo 7 la puntuación máxima (me gusta mucho) y 1 la puntuación mínima (me disgusta mucho); las galletas de maíz tuvieron una ponderación promedio de 6 puntos lo cual indica que la galleta a base de maíz blanco tuvo una aceptación alta y la galleta de chocolate a base de frijol tuvo una ponderación promedio de 5 puntos lo que indica que la galleta tuvo una aceptación alta pero algunos aspectos podrían mejorar.

Al evaluar estos resultados se pudo concluir que los objetivos del proyecto fueron cumplidos, ya que el nivel de aceptación de ambas galletas fue alto. También se pudo concluir que este producto podría ser una alternativa de consumo viable para personas celiacas.

Palabras claves: celiacos, gluten, evaluación sensorial, frijol, maíz

ABSTRACT

Preparation of gluten-free cookies using basic Guatemalan grains: white corn and black beans.

In the popular Guatemalan market there's a minimum range of gluten-free products, and generally these products are expensive and imported.

Based on this data, a gluten-free product was developed based on Guatemalan raw materials expecting the consumer acceptance.

Therefore, the main objective of this project was to elaborate cookies for celiac patients based on Guatemalan basic grains; white corn and black beans. Also hoping that this would be a good consumption alternative for people with celiac disease in Guatemala.

The project consisted of defining a formula for each type of cookie, expecting a raw material high yield; white corn and black beans. When the formula was defined, a product sampling was conducted to determine the product acceptance. This product sampling was determined through a sensory evaluation of 73

people, in which 7 tributes of the cookies were evaluated; flavor, color, texture, smell, appearance, taste and sweetness. The 7 tributes were weighed from 1 to 7, being the highest score 7 (I like it a lot), and the lowest score 1 (I dislike it a lot).

The corn cookies had an average score of 6, which means these cookies had a high acceptance.

The black bean cookie had an average score of 5, which means these cookies had a high acceptance but could improve in some respects.

INTRODUCCIÓN (Alimentación y Nutrición, 2005)

En el mercado guatemalteco existen muy pocas opciones para las personas celiacas, las opciones además de ser pocas son poco accesibles económicamente y son productos fabricados a base de granos poco consumidos en el país; como lo son el garbanzo, tapioca, almendra, soya y habas, entre otros.

El esprúe celiaco en una persona se da cuando las personas sensibles ingieren gluten, un término utilizado para describir proteínas contenidas en el trigo, centeno, cebada y avena por lo que existen muchos granos libres de gluten como lo son el maíz y el frijol. (Betancourt, 2003)

Este tipo de pacientes necesita mayor diversidad en productos aptos para su consumo, ya que el tratamiento consiste en eliminar completamente todos los alimentos que contengan gluten de la dieta. Entre éstos se encuentran los grupos de cereales como trigo, centeno, cebada, avena y malta, es decir, pan, pastas y productos de panificación elaborados con harina de trigo.

When evaluating these results, it was concluded that the project objectives were achieved, and the level of acceptance of both cookies was high. It was also concluded that these products could be a viable alternative for celiac consumption.

Keywords: celiac, gluten, sensory evaluation, vean, corn

Actualmente, en Guatemala existe una abundante producción de granos básicos, tales como el frijol negro y el maíz blanco, por lo que es importante para nuestro país dar a conocer en el mercado nuevas alternativas de productos utilizando los granos para celiacos, que no solo cubran el pilar de utilización biológica, si no el aspecto de accesibilidad a un producto de alta calidad.

El presente proyecto busca proponer un producto alimenticio innovador que pueda ser consumido por personas celiacas de Guatemala. Este producto consistirá en dos tipos de galletas a base de frijol negro y maíz blanco, para las cuales se realizará una formulación que permita obtener un alto rendimiento.

Se buscó que el producto a elaborar fuera aceptado por los consumidores, la cual se evaluó por medio de una prueba sensorial afectiva, la cual se realizará a 73 personas.

MÉTODOS, PROCEDIMIENTOS Y MATERIALES

Se elaboró galletas para personas celiacas, a base de granos básicos guatemaltecos; maíz blanco y frijol negro, las cuales fueron

aceptadas por los consumidores como un producto libre de gluten y una nueva alternativa para consumir dichos granos

Variables

Tabla no.1 Variable independiente: Porcentaje de harina utilizada

Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Porcentaje	Es una forma de expresar un numero como una fracción de 100 (por ciento que significa de cada 100)	Cuantitativa	Razón	Porcentaje

(Juárez, 2012)

Tabla no.2 Variable dependiente: Aceptabilidad del producto

Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Escala de medición
Características organolépticas: a. Sabor b. Olor c. Regusto d. Calidad Características físicas: a. Textura b. Apariencia c. Color d. Calidad	Todas se medirá por medio de una evaluación sensorial afectiva, la cual indicará la aceptabilidad	Cualitativa	Ordinal

(Juárez, 2012)

Sujetos

La presente investigación se llevará a cabo por disponibilidad del grano de frijol negro y maíz blanco en Guatemala. Se buscará la formulación y aceptación de galletas sin gluten utilizando granos básicos guatemaltecos, por parte de los sujetos que padezcan de intolerancia o alergia al gluten, es decir personas celiacas de Guatemala. Además, también se buscará la aceptación por parte de las personas no celiacas.

Para la evaluación sensorial y de aceptación se tomará personas de cualquier edad que padezcan de celiaquismo, pero además se tomará en cuenta personas que no padezcan de ninguna enfermedad pero que estén dispuestos a buscar productos novedosos.

Instrumentos

El siguiente proyecto y trabajo de investigación se validará y evaluará con datos que permitan la aceptación del proyecto y la importancia de la fabricación de alimentos sin gluten en Guatemala. Además, se realizará una encuesta

como un análisis sensorial del producto a 73 personas, los resultados indicarán la

aceptabilidad del producto en 7 atributos que se presentarán.

Diagramas de flujo (Beiker, S.F.)

Diagrama no.1 Galletas a base de maíz blanco

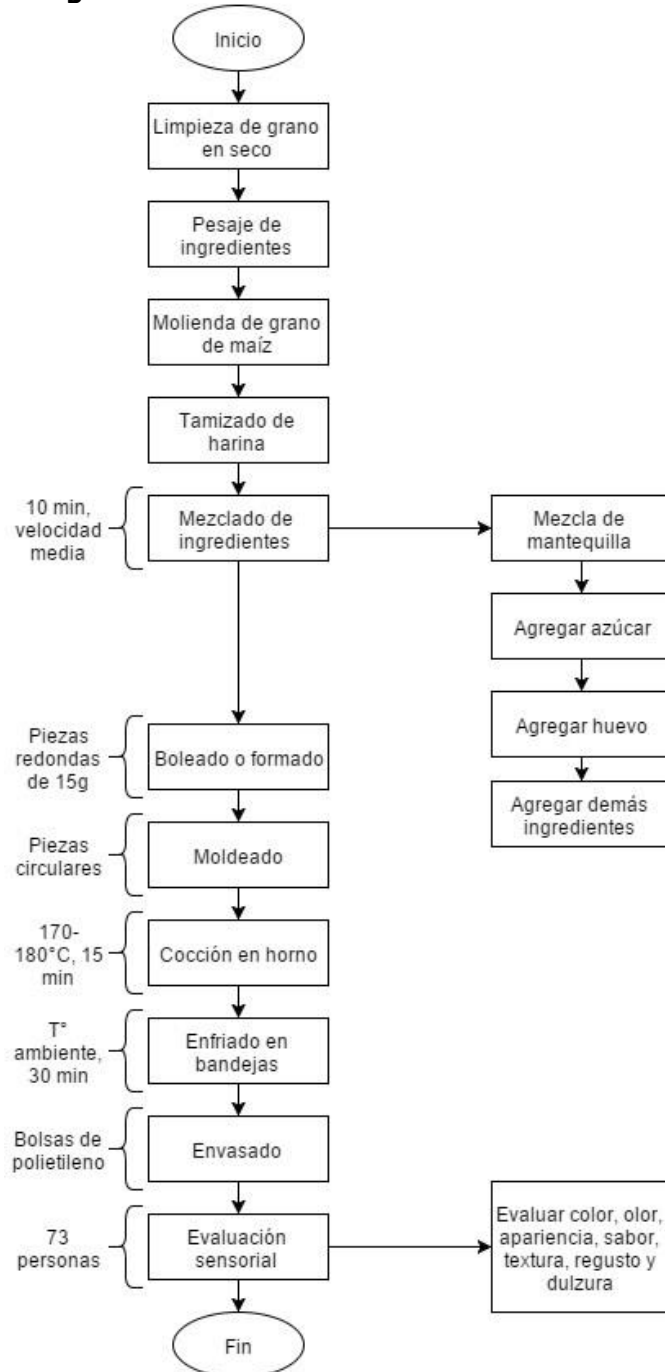
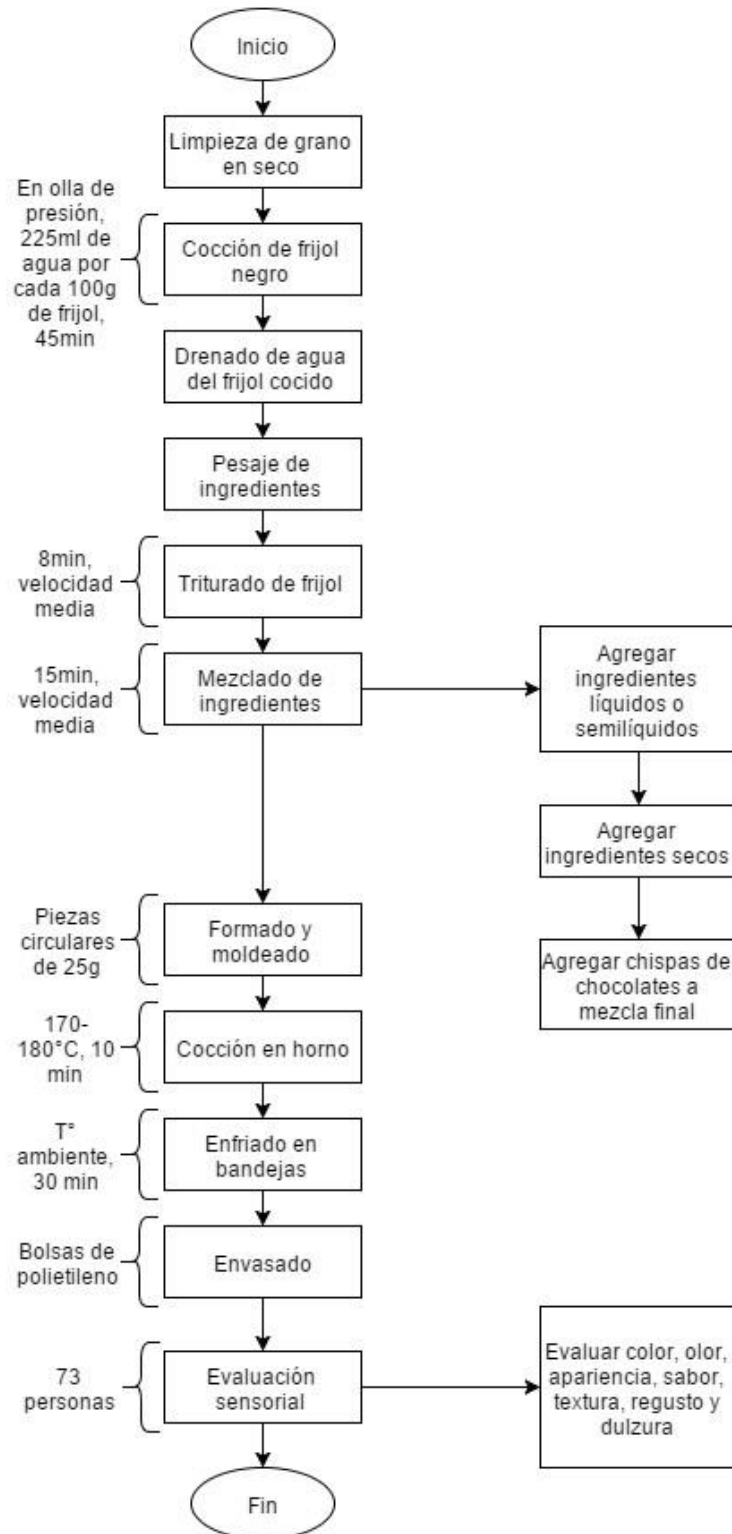


Diagrama no.2 Proceso de elaboración de galletas a base de frijol negro



Diseño Experimental (Faveri & Larbalétrier, 2008)

Para poder validar y respaldar los resultados y conclusiones en el presente trabajo se necesita de:

- Pruebas de laboratorio junto con las pruebas de campo (evaluación sensorial), las cuales darán un cambio en las condiciones de operación del proceso para obtener una muestra de la población y así poder concluir sobre los resultados obtenidos, además de obtener la información acerca de las galletas.
- Se validará la formulación utilizada como innovadora para la población guatemalteca por medio de cambios en la composición y el sabor tradicional de una galleta, además se espera obtener un alto rendimiento.
- Variar las condiciones de operación (temperatura, tamaño de la porción, borradores, etc.)
- Se buscará la aceptación del producto por parte de posibles consumidores, por medio de una evaluación sensorial afectiva.

Análisis Estadístico

Se realizará una evaluación sensorial afectiva para determinar la aceptación y preferencia del consumidor al producto elaborado. Se darán a degustar 2 muestras diferentes de galletas: una galleta a base de frijol negro y otra a base de maíz blanco.

- Manejo de la Muestra: La porción que se le entregará al degustador debe colocarse en un recipiente adecuado. Nunca se le entregará en las manos ni se colocará sobre la mesa de trabajo, pues esto pudiera adjudicarle olores o sabores extraños. La galleta se colocará sobre un contenedor de papel.

Se presentará en primer lugar las muestras con sabor más débil, dejándose para el final las de sabor más fuerte. Con esto se evitará el agotamiento de los degustadores y el efecto de contraste. Se dará a degustar

primero la galleta a base de frijol negro, seguido la de maíz blanco.

- Codificación de la Muestra: Se utilizarán códigos aleatorios de tres cifras asignados por el responsable de la prueba, con la ayuda de tablas de números aleatorios para identificar las muestras que se le darán al evaluado. La fórmula empleada en Excel para la generación de los números aleatorios de tres cifras es la siguiente: “=ALEATORIO.ENTRE(100,999)”, para Excel en español.
- Tamaño de la Porción de la Muestra: El tamaño de la porción de ensayo debe ser suficiente para que el degustador pueda evaluar la muestra. La muestra proporcionada al posible consumidor será de media galleta.
- Temperatura de la Muestra: La porción de ensayo se presentará a la temperatura a la que habitualmente se consume el producto. Es sumamente importante asegurar que la temperatura sea uniforme para todas las muestras. Las galletas se presentarán a temperatura ambiente de 18-22°C.
- Borradores: Los borradores, conocidos también como agentes enjuagantes o diluyentes, tienen la función de eliminar regustos causados por las muestras que se evalúan antes de continuar con la siguiente. Se dará al degustador un vaso con agua pura a temperatura ambiente para utilizar como borrador entre cada prueba de galleta.
- Prueba: Para evaluar la degustación de las galletas se realizará una prueba afectiva, ya que se realizará con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que constituyen los denominados jueces afectivos o jueces consumidores; estos se escogerán atendiendo a que sean consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, teniendo en cuenta situaciones económicas, demográficas, entre otros

aspectos. Se realizará la prueba a posibles consumidores guatemaltecos.

- **Tamaño de la muestra:** Para determinar la cantidad de personas a las que se evaluará en la prueba sensorial se utilizó la siguiente fórmula estadística:

Ecuación no.1

$$n = \frac{k^2 N p q}{e^2 (N-1) + k^2 p q}$$

Ecuación no.2

$$n = \frac{(1.96)^2 (5811193) (0.05) (0.95)}{(0.05)^2 (5811193-1) + (1.96)^2 (0.05) (0.95)}$$

En donde n indica la cantidad de posibles consumidores que deben ser evaluados, k es un valor equivalente a 1.96, debido a que se utiliza un 95% de confianza. N representa a la población económicamente activa estimada para el año 2014, la cual equivale, según el INE de Guatemala, a 5,811,193 personas (COREMIF, 2014). p equivale a un valor de 0.05 y q a 0.95; para e se utilizó un 5%, 0.05, debido al nivel de confianza utilizado.

Al utilizar estos datos en la fórmula (2), se determinó que 73 personas deben ser evaluadas en la prueba sensorial.

La encuesta por realizar en la evaluación sensorial se muestra a continuación:

Tabla no.3 Formato de encuesta.

Evaluación sensorial de galletas a base de granos básicos

Sexo: F M **Edad:** _____

Instrucciones: A continuación, se le proporcionará 2 muestras de galletas. Favor degustar las muestras, una por una, luego responda la siguiente encuesta para cada galleta, colocando el número de muestra evaluada y marcando con una X según su agrado hacia el producto.

No. de muestra: _____

Característica	Color	Olor	Apariencia	Sabor	Textura	Regusto	Dulzura
Me gusta mucho							
Me gusta moderadamente							
Me gusta poco							
Ni me gusta ni me disgusta							
Me disgusta poco moderadamente							
Me disgusta							
Me disgusta mucho							

No. de muestra: _____

Característica	Color	Olor	Apariencia	Sabor	Textura	Regusto	Dulzura
Me gusta mucho							
Me gusta moderadamente							
Me gusta poco							
Ni me gusta ni me disgusta							
Me disgusta poco moderadamente							
Me disgusta							
Me disgusta mucho							

Escriba el No. de muestra que prefiere: _____

Dicha encuesta será realizada a 73 personas. Donde por medio de una boleta se evaluarán 7 atributos; Color, Olor, Apariencia, Sabor, Dureza, Regusto y Calidad. Con los Resultados obtenidos a partir de las encuestas se dará una ponderación numérica a la escala verbal. Siendo "Me disgusta mucho" = 1 punto y "Me gusta Mucho" = 7 puntos.

Luego se multiplicará el número de personas que contestaron el agrado específico por el punteo establecido para cada atributo evaluado. Luego se sumarán los puntos obtenidos para cada atributo y se dividirá dentro de la cantidad de personas encuestadas (73) para determinar el promedio.

El resultado obtenido representará el nivel de agrado promedio de cada atributo. Dichos resultados serán representados por medio de un gráfico de radar.

Descripción del producto (FAO, S.F.)

El producto consistirá en galletas sin gluten a base de granos básicos maíz blanco y frijol negro, provenientes de los cultivos de Guatemala. Se buscará ofrecer a los consumidores una nueva alternativa de consumo para el maíz y

el frijol, ya que, al ser consumidos en una galleta, se ofrecerán cambios en la composición y sabor tradicional de dichos granos.

Esto conlleva modificaciones en la funcionalidad de los nutrientes que aporta al producto, aumentando su competitividad y satisfaciendo la demanda de los consumidores y autoridades sanitarias en cuanto a alimentos más saludables como dichas galletas.

Características del producto (Bradui Dergal, 2013)

El producto por elaborar tiene las siguientes características:

- Forma: Redonda (circular) a base de maíz blanco y frijol negro.
- Color: Amarillo/café para las galletas a base de maíz blanco y café oscuro para las galletas a base de frijol negro.
- Tamaño: Cada galleta a base de maíz blanco tendrá un peso neto aproximado de 12 gramos, y las elaboradas a base de frijol negro tendrá un peso neto de 23 gramos.
- Presentación: empaque de plástico de polietileno.
- Ingredientes:

Tabla no.4 Ingredientes del producto.

Galletas a base de maíz blanco	Galletas a base de frijol negro
Harina de maíz blanco	Frijol negro cocido
Mantequilla sin sal	Azúcar morena
Azúcar blanca	Chispas de chocolate
Huevos	Miel de maple
Levadura en polvo	Aceite vegetal
Esencia de vainilla	Cocoa en polvo
Sal granulada	Esencia de vainilla
	Fécula de maíz (maicena)
	Sal granulada

	Fosfato de calcio ácido y bicarbonato de sodio
--	--

Tabla no. 5 ingredientes a utilizar para la elaboración de galletas a base de granos básicos guatemaltecos

Identificación y descripción del proceso (FDA, 2015)

- a) Fase 1: Molienda
- b) Fase 2: Preparación de galletas
- c) Fase 3: Cocción y envasado

FASE	PROCEDIMIENTO
1	Verificar que los granos no se encuentren sucios ni con agentes extraños. Limpiarlos en seco.
1	Cocción del grano (solo para el frijol negro)
1	Realizar la molienda (para grano de maíz blanco) y triturado del grano cocido (para el frijol negro)
1	Realizar tamizado de harina (solo para las galletas de maíz blanco)
2	Realizar el mezclado de los ingredientes siguiendo el diagrama de flujo #1 (para las galletas a base de maíz) y el diagrama de flujo #2 (para las galletas a base de frijol)
2	Moldear las galletas, según los parámetros establecidos en los diagramas de flujo #1 y #2, y colocarlas en las bandejas de acero inoxidable
3	Cocinaren horno de convección a temperaturas entre 170 y 180°C, durante 10 minutos (para galletas a base de frijol negro) y 15 minutos (para galletas a base de maíz blanco)
3	Sacar del horno y enfriar por 30 minutos a temperatura ambiente. Luego realizar la evaluación sensorial.
3	Empacar el producto en bolsa de polietileno

Selección de maquinaria y equipo

El equipo por utilizar para la elaboración de las galletas a base de granos básicos guatemaltecos se presenta a continuación:

Tabla no. 6 maquinaria y equipo a utilizar durante el proceso de elaboración de galletas a base de granos básicos guatemaltecos.

Cantidad	Equipo
1	Molino de granos
1	Tamizadores metálicos
1	Olla de presión
1	Triturador (procesador) de alimentos
1	Batidora
1	Horno de convección
1	Empacadora
10	Bolsas de polietileno

Control de calidad del producto

La evolución del concepto de calidad en la industria y en los servicios muestra que se pasó de una etapa donde la calidad solamente se refería al control final, hasta la actualidad, en donde las técnicas de control de calidad son necesarias en cada fase del proceso, en donde

lo que se busca no es solo corregir o reducir defectos sino prevenir que estos sucedan. Existen herramientas básicas para asegurar la calidad de las galletas en este caso, será una hoja de control (evaluación sensorial), la cual reunirá y clasificará las informaciones según el consumidor.

RESULTADOS

Tabla no. 7 formulación de galletas a base de maíz blanco

Ingrediente	Porcentaje
Harina de maíz blanco	46.27%
Mantequilla sin sal	24.80%
Azúcar blanca	19.69%
Huevos	7.87%
Levadura en polvo	0.59%
Esencia de vainilla	0.59%
Sal granulada	0.20%

Tabla no. 8 formulación de galletas a base de frijol negro

Ingrediente	Porcentaje
Frijol negro cocido	50.15%
Azúcar morena	22.26%
Chispas de chocolate	11.72%
Miel de maple	7.03%
Aceite vegetal	5.27%
Cocoa en polvo	1.93%
Esencia de vainilla	0.59%
Fécula de maíz (maicena)	0.47%
Sal granulada	0.35%
Fosfato de calcio ácido y bicarbonato de sodio	0.23%

Tabla no. 9 rendimiento de las galletas a base de maíz blanco

Etapas	Ingrediente	Masa inicial	Masa final	Rendimiento porcentual
Después de tamizado	Maíz blanco crudo	352.50g (antes de molienda)	341.63g (después de tamizado)	96.92%
Después de horneado	Galletas horneadas (masa total)	762g (antes de formado)	600g (después de horneado)	78.74%

Tabla no. 10 rendimiento de las galletas a base de frijol negro

Etapas	Ingrediente	Masa inicial	Masa final	Rendimiento porcentual
--------	-------------	--------------	------------	------------------------

Después de horneado	Galletas horneadas (masa total)	1,250g (antes de formado)	1,100g (después de horneado)	88.00%
---------------------	---------------------------------	---------------------------	------------------------------	--------

Tabla no. 11 resultado de evaluación sensorial del frijol negro.

Valor	Tipo	Color		Olor		Apariencia		Sabor		Textura		Regusto		Dulzura	
		Personas	Puntaje	Personas	Puntaje	Personas	Puntaje	Personas	Puntaje	Personas	Puntaje	Personas	Puntaje	Personas	Puntaje
7	Me gusta mucho	21	147	23	161	10	70	21	147	14	98	9	63	40	280
6	Me gusta moderadamente	37	222	32	192	11	66	22	132	22	132	26	156	27	162
5	Me gusta poco	8	40	7	35	23	115	5	25	11	55	9	45	3	15
4	Ni me gusta ni me disgusta	2	8	4	16	20	80	6	24	3	12	8	32	1	4
3	Me disgusta poco	4	12	2	6	5	15	11	33	15	45	11	33	1	3
2	Me disgusta moderadamente	1	2	3	6	2	4	6	12	8	16	0	0	1	2
1	Me disgusta mucho	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	10	10	0	0
	SUMA	73	431	73	418	73	352	73	375	73	358	73	339	73	466
	PROMEDIO		5.9041		5.7260		4.8219		5.1370		4.9041		4.6438		5.2955
	REDONDEADO		6		6		5		5		5		5		5

Tabla no. 12 resultado de evaluación sensorial del maíz blanco

Valor	Tipo	Color		Olor		Apariencia		Sabor		Textura		Regusto		Dulzura	
		Personas	Puntaje	Personas	Puntaje	Personas	Puntaje	Personas	Puntaje	Personas	Puntaje	Personas	Puntaje	Personas	Puntaje
7	Me gusta mucho	18	126	28	196	36	252	35	245	25	175	12	84	24	168
6	Me gusta moderadamente	45	270	33	198	27	162	16	96	18	108	18	108	32	192
5	Me gusta poco	8	40	3	15	4	20	9	45	12	60	10	50	6	30
4	Ni me gusta ni me disgusta	1	4	8	32	5	20	8	32	3	12	20	80	6	24
3	Me disgusta poco	0	0	0	0	0	0	1	3	9	27	12	36	4	12
2	Me disgusta	0	0	1	2	1	2	2	4	2	4	1	2	1	2
1	Me disgusta mucho	1	1	0	0	0	0	2	2	4	4	0	0	0	0
	SUMA	73	441	73	443	73	456	73	427	73	390	73	360	73	428
	PROMEDIO		6.0411		6.0685		6.2466		5.8493		5.3425		4.9315		5.8630
	REDONDEADO		6		6		6		6		5		5		6

Figura no. 1 gráfico de radar.

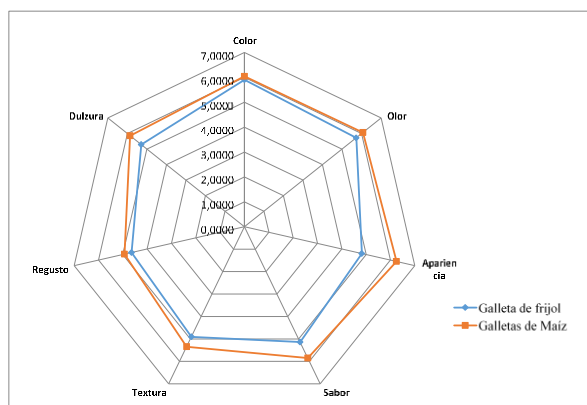
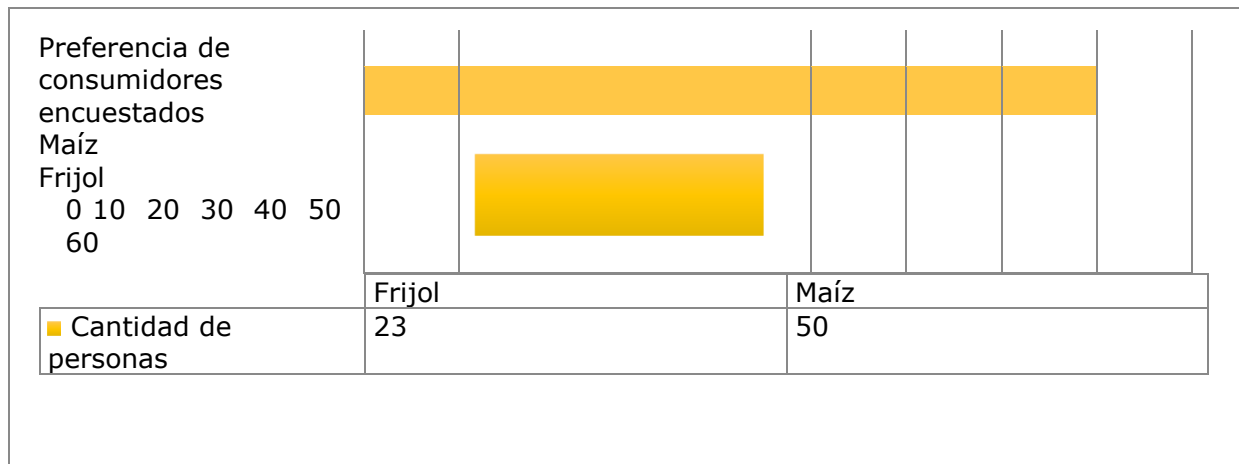


Tabla no. 13 resultados de preferencia

Galleta evaluada	Cantidad personas que la prefieren
A base de frijol negro	23
A base de maíz blanco	50

Figura no. 2 preferencia de degustadores hacia galletas elaboradas.



DISCUSION DE RESULTADOS

Discusión elaboración de galletas a base de maíz blanco (Bailey, 1984)

Durante la elaboración de las galletas a base de maíz blanco, se realizó una formulación (ver tabla#6) con la que se logró obtener un producto libre de gluten que cumpliera con las características organolépticas deseadas, las cuales se basaron en lograr un sabor, olor, dulzor, apariencia, textura y regusto, agradables para los consumidores.

El gluten es una mezcla de dos proteínas insolubles, gliadina y glutenina, y es el componente que confiere propiedades elásticas, esponjosidad y la capacidad de retener los gases (CO₂) que se producen durante la fermentación de los productos de panificación. Los productos libres de gluten generalmente presentan características organolépticas no deseadas, tales como color

poco atractivo y sabor desagradable, debido a la ausencia de dicha proteína.

Es por esto por lo que, en la formulación utilizada para la elaboración de las galletas a base de maíz blanco, se empleó diversas materias primas con el fin de favorecer las características sensoriales del producto. Dichas materias primas fueron harina de maíz, mantequilla sin sal, azúcar, huevo, sal granulada, levadura y esencia de vainilla.

El principal componente de la formulación de las galletas fue la harina de maíz, la cual se obtuvo de la molienda del grano crudo de maíz blanco.

El producto de molienda obtenido tuvo que ser tamizado con un tamizador metálico, ya que la cáscara del grano no se logró triturar por completo, y al no ser retirada, la consistencia y textura del producto final se ve afectada, ya

que dichas partículas de maíz son perceptibles al gusto y provocan una sensación y sabor poco agradable.

La masa obtenida luego del amasado presentó una consistencia pegajosa y no elástica, siendo difícil de manipular.

La consistencia obtenida en la masa es causa de la interacción de las moléculas de almidón dentro de la harina de maíz.

Según (FAO, 2001), el componente principal del maíz es el almidón, correspondiente al 72-73% de su peso total. (Rodríguez Sandoval, 2005), explica que la masa de maíz es una red de moléculas de almidón (amilosa y amilopectina) solubilizadas y gránulos de almidón dispersos, parcialmente gelatinizados, en una fase continua de agua libre, que sostiene los gránulos de almidón no gelatinizados, las piezas de endospermo y los lípidos.

Es por esto por lo que la masa de maíz posee propiedades cohesivas, sin gluten y sin propiedades elásticas parecidas a la masa de trigo. Las propiedades elásticas de la masa son alcanzadas debido a la interacción entre las proteínas hidratadas, la matriz de almidón y las interacciones almidón-proteína.

Las proteínas de gluten interactúan por enlaces disulfuro, puentes de hidrógeno, entrecruzamientos e interacciones hidrofóbicas, las cuales le dan a la masa la capacidad de retención de gas, y, por lo tanto, elasticidad.

(Rodríguez Sandoval, 2005) plantea que, en el caso del maíz, las interacciones almidón-almidón son conseguidas por las fuerzas de Van der Waals y puentes de hidrógeno, por lo que el gas, CO₂, que podría producirse durante una fermentación, no es capaz de ser retenido dentro de la masa, y en este caso, dentro de las galletas de maíz.

Sin embargo, (Molina-Rosell, 2013), explica que en la fabricación de galletas libres de gluten no es necesaria la formación de gases ni la obtención de una masa elástica, ya que los constituyentes esenciales en este tipo de

productos son el almidón (proporcionado por la harina de maíz) y el azúcar.

El proceso de mezclado culminó en 10 minutos, ya que, al no requerirse una fermentación, debido a la incapacidad para retener gas dentro de la masa de harina de maíz, no fue necesario ningún tiempo adicional de reposo. Sin embargo, para sustituir la capacidad de retención de gases que confiere el gluten, se añadió una levadura de tipo "gasificante", con la finalidad de producir una hinchazón o elevación de la masa sin llegar a transformar ningún componente de la harina, tal como ocurriría normalmente, durante una fermentación.

Debido a que la fermentación de la masa de maíz no se llevó a cabo, el azúcar añadido en la formulación cumplió la función de conferirle el sabor dulce a la galleta, así como proporcionar la coloración característica luego del horneado.

Según (Morales, s.f.), generalmente, en los productos de panificación en donde se lleva a cabo una fermentación, la sal cumple la función de regular dicho proceso, así como también la de mejorar la plasticidad de la masa, aumentar la capacidad de hidratación de la harina y aumentar el rendimiento del producto. Sin embargo, en el caso de las galletas elaboradas, la sal favoreció la coloración y finura de la corteza, además actuó restringiendo la actividad de bacterias de descomposición.

(Morales, s.f.), explica que las grasas cumplen la función de lubricar, provocar extensibilidad y aumentar el volumen del pan, así como cumplir con una función emulsificante. En las galletas de maíz elaboradas se pudo observar que la mantequilla utilizada cumplió con la función de conferir crujibilidad y suavidad al producto, así como posiblemente aumentar su volumen antes del horneado. Con el fin de lograr una emulsión en la masa, se utilizó huevo, dicho ingrediente también contribuyó mejorando el color y el brillo de la galleta.

La esencia de vainilla fue añadida con el fin de enmascarar de manera considerable el sabor del maíz, ya que este grano tiene un sabor

característico muy fuerte, y algunas personas no están familiarizadas con este.

Durante el horneado de las galletas, la temperatura del horno se mantuvo entre 170 y 180°C. Sin embargo, aunque dicha temperatura se mantuvo controlada, se pudo observar que las galletas no se hornearon de manera homogénea, ya que mientras la cobertura se cocinaba e incluso llegaba a quemarse, el interior del alimento aún seguía crudo. (Salvadori, 2015) explica que "durante la cocción en horno, las moléculas de agua son evaporadas en las regiones del producto en donde la temperatura se eleva rápidamente, absorbiendo calor latente de vaporización. El vapor es difundido por los poros interconectados del producto hacia la superficie, debido al gradiente de concentración de vapor.

Simultáneamente, se forma un gradiente de agua líquida, el cual provoca la transferencia de agua desde el interior hacia la superficie. Debido a que el flujo difusivo de agua líquida desde el centro es más lento que el flujo de vapor en la superficie, se genera una zona deshidratada, la cual incrementa su espesor a medida que transcurre el proceso de horneado". Dicho efecto ocasionó que las galletas presentaran una corteza quemada o "pasada de cocción" y un interior "húmedo" o con aspecto crudo.

Así mismo, el horneado le proporcionó una coloración amarillo oscuro/café a las galletas, debido a la presencia de azúcar en la formulación y a la composición química del grano utilizado. Dicha coloración fue causada por una combinación entre reacciones de pardeamiento; caramelización y reacción de Maillard.

(Badui Dergal, 2013) explica que "la reacción de caramelización o pirólisis ocurre cuando los azúcares reductores o no reductores, se calientan por arriba de su punto de fusión"; tomando en cuenta que la temperatura de fusión de la sacarosa (azúcar añadida en mayor cantidad en la formulación de las galletas) es de 180-185°C, y que la temperatura de horneado de las galletas fue de 170-180°C, se asume que dicha reacción de

caramelización ocurrió durante dicho proceso y contribuyó a la coloración característica de la corteza de la galleta a base de maíz blanco.

De igual forma, (Badui Dergal, 2013) menciona que para producir la reacción de Maillard durante el horneado de productos panificados debe haber presencia de un azúcar reductor y un grupo amino libre. Según (FAO, 2001), el maíz contiene un 11.76% de azúcares respecto a su peso total, en donde se incluye la sucrosa, azúcar reductor que permitió que ocurriera dicha reacción en las galletas elaboradas.

Luego del horneado de las galletas, se pudo determinar que éstas presentaron una pérdida de peso de 3 gramos, aproximadamente. Dicha pérdida de peso se relaciona con la transferencia de energía (calor) hacia el interior del producto durante el proceso, la cual induce el transporte de agua hacia el exterior provocando un cambio en la distribución de humedad del producto durante el horneado.

Las galletas, luego de ser enfriadas, presentaron una textura porosa, quebradiza y seca. Este resultado pudo ser causa de la ausencia de agua como ingrediente en la formulación, ya que según (Morales, s.f.), una masa con poca agua da como producto un alimento seco y quebradizo, debido a que los almidones no pueden absorber la cantidad de agua necesaria para producir su hinchamiento máximo, provocando que las moléculas de almidón no se rompan y de esta manera no completar el proceso de gelatinización.

El empaque utilizado para las galletas fue bolsas de polietileno, sin embargo, se analizó que dicho material no es suficientemente efectivo para la conservación del producto, ya que según (Procuraduría Federal del Consumidor, s.f.), el empaque apropiado para las galletas consta de una bolsa de polietileno laminado en el interior y con cierre hermético.

Así mismo establece que, si el producto es conservado en condiciones ambientales frescas, libres de humedad y de luz, deberían alcanzar una vida de anaquel de seis meses. Sin embargo, las galletas elaboradas conservaron sus características durante

aproximadamente un mes. Dicha situación pudo ser causa, además del empaque utilizado, del proceso de retrogradación, el cual según (Badui Dergal, 2013), se relaciona de manera directa con el envejecimiento o endurecimiento del pan, ya que durante el cocimiento del producto de panificación, parte de la amilosa (presente en el almidón) se difunde fuera del gránulo y retrograda al momento de su enfriamiento, de manera que los restos de gránulos (en este punto ricos en amilopectina) se ven rodeados por moléculas del polímero lineal; por lo que se considera que el envejecimiento se debe principalmente a la asociación de las cadenas de amilopectina que permanecen en el gránulo hinchado después de haber perdido parte de la amilosa.

El rendimiento de la formulación utilizada fue analizado en dos etapas del proceso, después del tamizado y después del horneado de las galletas (ver tabla #8). En la primera etapa, se obtuvo un rendimiento de 96.92%, donde las pérdidas se dieron principalmente en el proceso de molienda, ya que el componente principalmente en la obtención de la harina es el endospermo, componente del grano de maíz en un 81.9% de su peso total en seco. Además, en el proceso de tamizado, se retiraron las partículas del grano que no fueron completamente trituradas, representando otra pérdida en el peso de la harina.

Después del horneado de las galletas, el rendimiento obtenido corresponde a un 78.74%. Las pérdidas en esta etapa correspondieron principalmente a la pérdida de peso en las galletas y en menor medida a la mezcla que quedó adherida a los recipientes utilizados.

El producto obtenido fue evaluado por 73 personas, por medio de una evaluación sensorial de tipo afectiva, la cual busca determinar la aceptación del producto. En dicha evaluación se analizó el color, olor, apariencia, sabor, textura, regusto y dulzura de la galleta.

Los resultados obtenidos para la evaluación realizada a las galletas a base de maíz blanco (ver tabla #9) demuestran que, en promedio, el color, olor, apariencia,

sabor y dulzura fueron calificados con una descripción de "me gusta moderadamente", mientras que los atributos de textura y regusto con una de "me gusta poco".

La calificación de la textura y el regusto pudo ser causa de la "falta de cocción" en el interior de las galletas, así como de la porosidad y dureza de estas alcanzada en el proceso de cocción.

Dichos resultados muestran que las galletas no fueron completamente aceptadas por los consumidores. Sin embargo, en la tabla #12 y el gráfico #2, se muestra que las galletas a base de maíz fueron preferidas por los consumidores al ser comparadas con las elaboradas a base de frijol.

I. 11.2 Discusión elaboración de galletas a base de frijol negro

La elaboración de galletas a base de frijol negro involucró el ajuste de tres formulaciones y procedimientos distintos hasta que se logró alcanzar una formulación con la cual se obtuvo un producto libre de gluten con las características deseadas, las cuales, al igual que para las galletas a base de maíz, se basaron el sabor, olor, color, dulzor, apariencia, textura y regusto.

Para la primera prueba de las galletas a base de frijol, se utilizó la formulación mostrada en la tabla #20. Sin embargo, tuvo que ser descartada ya que se obtuvo un producto con presencia de cáscara y consistencia muy quebradiza, características poco agradables.

En dicha prueba, el grano se dejó en la olla de presión por muy poco tiempo, y sin el agua suficiente para su cocción, por lo que el resultado fue un grano muy duro y bastante crudo. Uno de los parámetros de calidad más importantes en el frijol para consumo directo es el tiempo de cocción. Según (Hernández, 1993), el inhibidor de tripsina presente en los frijoles es el constituyente anti nutricional conocido más resistente al calor.

Y a través de bioensayos se ha demostrado que los inhibidores de tripsina son los responsables de la poca digestibilidad del grano de las

leguminosas si éstas no son adecuadamente cocidas. Es por esto por lo que se debe de realizar una cocción adecuada para mejorar la digestibilidad de la proteína del grano e inactivar al inhibidor de tripsina en el frijol crudo.

Después se procedió a licuar el grano, pero por la misma consistencia y la poca capacidad de la licuadora, el resultado fue una masa con grandes pedazos de grano semi-cruos de frijol. Al momento de agregar el resto de los ingredientes; miel de maple, aceite vegetal, azúcar morena, cocoa en polvo, esencia de vainilla, sal granulada y fosfato de calcio ácido y bicarbonato de sodio, la masa carecía de consistencia, por lo que se le agregó avena, con el fin de lograr una consistencia más firme y con un mejor sabor. Sin embargo, el producto final tuvo que ser descartado, ya que según (Salvador Peña), "la avena contiene proteínas que pueden afectar a la regeneración de la mucosa intestinal de los celíacos en recuperación, ya que pueden promover una respuesta de las células T por su capacidad inmunogénica, así como las células lisosomales y K562, por lo que indica sus propiedades citotóxicas". Además, también plantea que "la avena contiene una prolamina que una vez digerida aporta un péptido rico en estructura de giros beta, soluble y muy inmunorreactivo al que reconocen con alta sensibilidad y especificidad los anticuerpos *IgA* de los niños celíacos".

Después de esta prueba se procedió a realizar el segundo ensayo, donde se tuvo un control más estricto e inspeccionado para el proceso de cocción en la olla de presión, lográndose obtener un grano blando, suave y totalmente cocido.

Después se procedió a triturar el grano por medio de un procesador y de esta manera lograr que el grano se deshiciera por completo y que en el producto final no se percibiera la presencia de partículas grandes. Luego se procedió a agregar el resto de los ingredientes; azúcar morena, leche entera, cocoa en polvo, fosfato de calcio ácido y bicarbonato de sodio. El frijol absorbió el ingrediente líquido; la leche, dándole a la masa una consistencia muy líquida y húmeda. Según Aguirre Santos

existen varios factores que influyen en la capacidad de absorción de agua en frijol, como la genética del cultivar, condiciones de cultivo y almacenamiento del grano (Santos, 2010).

La masa líquida y con gran humedad causó que, al momento de colocar la masa en las bandejas, ésta se dispersará creando formas ovaladas irregulares. Después se llevó a cabo el horneado, pero este no se realizó por completo debido a que la parte exterior de las galletas se sobre cocinaron llegando a quemar la superficie, mientras que la parte interior de la galleta seguía cruda. Esta segunda prueba también fue descartada debido a que no cumplía con las características organolépticas deseadas respecto a olor, sabor, textura y apariencia.

Finalmente se llevó a cabo la tercera y última prueba, donde se llevó el mismo control que en la segunda prueba respecto al tiempo y la temperatura durante el proceso de cocción en la olla de presión. Se obtuvo un grano blando, suave y fácil de deshacer.

Se procedió a triturar el grano obteniendo una masa pastosa bastante húmeda y se incorporó el resto de los ingredientes; polvo de hornear, esencia de vainilla, aceite vegetal, azúcar morena, miel de maple, sal y cocoa en polvo. Para modificar el error de la prueba anterior, una masa demasiado húmeda y líquida, se incorporó maicena en la nueva formulación. Se utilizó maicena, el cual es nada más que almidón de maíz, debido a que este es un ingrediente que se utiliza en diferentes productos como un agente espesante. El efecto espesante de la maicena, de manera más técnica, se da debido a que las cadenas moleculares que la componen con el calor se juntan formando aglomeraciones dando el efecto deseado.

El almidón no es soluble en agua fría, por lo que, por medio de calor, aproximadamente a unos 60°C, los gránulos de almidón comienzan a absorber agua, aunque la temperatura varía dependiendo de la naturaleza de la harina. Los gránulos van absorbiendo cada vez más agua y se van hinchando conforme la temperatura aumenta. Al momento de que un gránulo ya no

puede absorber más agua se dice que está gelatinizado. (Sapiña, 2008)

Con una masa más consistente y firme, se agregaron las chispas de chocolate y se colocó en unidades redondas en una bandeja para poder introducir las en el horno. Se hornearon durante 15-20 minutos a 180°C, se retiraron y se dejaron enfriar.

El empaque utilizado para las galletas fue el mismo utilizado que para las galletas de maíz; bolsas de polietileno.

Sin embargo, tal como se estableció previamente en el análisis de resultados de las galletas de maíz, se determinó que este material no es suficientemente efectivo para la conservación del producto, ya que según (Procuraduría Federal del Consumidor, s.f.), el empaque apropiado para las galletas consta de una bolsa de polietileno laminado en el interior y con cierre hermético.

También se establece que las condiciones para almacenamiento de las galletas de frijol son las mismas que las galletas de maíz, condiciones ambientales frescas, libres de humedad y de luz, deberían alcanzar una vida de anaquel de seis meses. Sin embargo, las galletas de frijol conservaron sus características organolépticas durante aproximadamente tres – cuatro semanas. Esto pudo haber sido ocasionado por diferentes factores, como el empaque utilizado no era el óptimo para la conservación del producto permitiendo la degradación del producto. También, cabe mencionar que el producto no contenía ningún conservante ni aditivo, por lo que no había forma de retrasar o detener la proliferación microbiana en el mismo.

Además, tal como se mencionó con las galletas a base de maíz, el proceso de retrogradación, el cual según (Badui Dergal, 2013), se relaciona de manera directa con el envejecimiento o endurecimiento del pan. El frijol es un grano que contiene almidón, y durante el proceso de cocción del producto, parte de la amilosa, la cual forma parte del almidón, se dispersa fuera del gránulo. Esto causa que, al momento de enfriarse, se retrograde y los restos de gránulos (en este

punto ricos en amilopectina) se encuentran rodeados por moléculas del polímero lineal; por lo que se considera que el envejecimiento se debe principalmente a la asociación de las cadenas de amilopectina que permanecen en el gránulo hinchado después de haber perdido parte de la amilosa.

El rendimiento de la formulación final utilizada fue analizado solamente después del horneado de las galletas (ver tabla #9), ya que para este producto no hubo proceso de molienda ni tamizado. Después de la cocción de las galletas, el rendimiento obtenido corresponde a un 88.00%.

Las pérdidas en esta etapa correspondieron principalmente a la pérdida de peso en las galletas, por la evaporación del agua dentro de la masa. Cierta pérdida también pudo ser por parte de la mezcla que quedó adherida a las bandejas utilizadas al momento de retirarlas después de la cocción.

Al igual que con las galletas elaboradas a base de maíz, se realizó una evaluación sensorial a 73 personas para calificar los atributos del producto. Dichos atributos evaluados fueron color, olor, apariencia, sabor, textura, regusto y dulzura. Tal como se puede observar en la sección de resultados, se realizó un promedio con los resultados de las encuestas para obtener la calificación final de cada atributo. En los atributos de color y olor se obtuvo un puntaje de seis, lo cual representa un "me gusta moderadamente".

El color era típico de una galleta de chocolate al igual que el olor debido a las chispas de chocolate y a la cocoa en polvo, siendo una característica favorable que a la mayoría de las personas les atrae y agrada.

En el resto de los atributos apariencia, sabor, textura, regusto y dulzura se obtuvo un puntaje de cinco, lo cual representa un "me gusta poco". La apariencia pudo no haber sido calificada con un alto puntaje ya que la forma de las galletas era irregular, aunque se trató de realizar una forma ovalada uniforme, la masa seguía siendo bastante húmeda y durante el horneado perdían la forma, esparciéndose por la bandeja. En el sabor pudo

haber sido calificada con un puntaje de 5 puntos debido a que las personas no están acostumbradas a consumir el grano de frijol de una manera dulce y horneada, era un producto innovador, pero donde la materia prima principal en nuestro país se consume de una manera diferente. Al igual que la textura, a pesar de la maicena, esta era bastante suave, no característico de una galleta, la textura era más cercana a un pastelillo o un "brownie" que,

a una galleta tradicional, lo cual no era esperado por los consumidores. Respecto al regusto y dulzor, se pudo haber obtenido un punteo de cinco por diferentes razones subjetivas, donde el gusto de cada persona varía según sus costumbres o hábitos. Sin embargo, se podría modificar en la formulación la cantidad de azúcar para aumentar el punteo en el atributo de dulzor.

CONCLUSIONES

1. Las galletas elaboradas a base de granos guatemaltecos; maíz blanco y frijol negro, son un producto innovador, teniendo como beneficio adicional la ausencia de gluten, pudiendo ser consumido por personas celiacas.
2. En Guatemala, existe una abundante producción de granos básicos, tales como el frijol negro y el maíz blanco, por lo que es importante ofrecer nuevas alternativas al mercado de productos alimenticios, en donde se pueda hacer uso de dichos granos, que aparte de ser altamente accesibles, tienen la característica de no contener gluten, lo cual amplía el mercado y el interés a nuevos consumidores como personas celiacas.
3. En comparación de las dos galletas realizadas, las galletas a base de maíz fueron preferidas por los posibles consumidores encuestados.
4. Respecto a las galletas de frijol negro, el color y el olor tuvieron una calificación de "me gusta moderadamente", mientras que el resto de los atributos; apariencia, sabor, textura, regusto y dulzura tuvieron una calificación de "me gusta poco".
5. Respecto a las galletas de maíz blanco, los atributos de textura y regusto tuvieron una calificación de "me gusta poco", mientras que el resto de los atributos; apariencia, color, olor, sabor y dulzura tuvieron una calificación de "me gusta moderadamente".
6. La temperatura de horneado es uno de los factores más importantes en la preparación de ambas galletas, ya que, si no se toman en cuenta las debidas precauciones respecto al tiempo, el producto no será lo esperado, presentando características y resultados distintos en su análisis sensorial.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda triturar el grano de maíz lo más fino posible, y tamizarlo antes de agregarlo a la mezcla, ya que el maíz es un grano relativamente duro y con una cáscara firme, y de lo contrario la galleta tendrá una textura granulosa y poco agradable para el consumidor.
- Se debe añadir agua como ingrediente en la formulación de las galletas a base de maíz blanco para mejorar sus propiedades.
- La temperatura de cocción de las galletas a base de maíz blanco debe ser reducida.
- Para realizar la masa de las galletas de frijol negro, se recomienda cocer los frijoles previamente en una olla a presión, con los debidos parámetros de tiempo y temperatura descritos en el diagrama de flujo #2. para obtener un grano blando y fácil de triturar, y de

esta manera obtener la consistencia de la masa deseada.

- Se utilizó fécula de maíz (maicena) en la formulación final de la galleta de frijol, se recomienda su uso, ya que debido a que el grano del frijol cocido fue triturado, la masa de las galletas es débil y muy líquida, por lo que se necesita de un ingrediente que le dé

mayor consistencia para formar una masa firme.

- El empaque recomendado para las galletas elaboradas es de polietileno, laminado en el interior y sellado de manera hermética, con el fin de conservar sus características organolépticas

ANEXOS (Barón, 2000)

Tabla A1 Observaciones para la materia prima

Observación	Descripción
Harina de Maíz	Sólido volátil, tipo polvo, color blanco, olor característico
Levadura Seca	Granos opacos color café, olor característico
Sal	Sólido granular, cristalino, color blanco
Miel Maple	Líquido, viscoso, color caramelo oscuro, y olor característico
Aceite de Oliva	Líquido, color amarillo y olor característico
Azúcar morena	Sólido moreno, olor característico
Azúcar blanca	Sólido blanco, olor característico
Mantequilla	Sólido maleable, color amarillento, olor característico
Huevo	Líquido viscoso, con yema amarilla y clara blanca con olor característico
Maicena	Sólido volátil tipo polvo, de color blanco olor característico
Esencia de Vainilla	Líquido, de color café oscuro, con olor característico
Cocoa	Sólido volátil, tipo polvo, de color café con olor característico a chocolate
Frijol cocido	Sólido de tipo grano. Color negro con olor característico
Polvo de hornear	Sólido volátil, tipo polvo, de color blanco e inodoro
Chispas de chocolate	Sólido, de color café, con olor característico a chocolate

Tabla A2 Observaciones para el proceso de elaboración de los dos tipos de galletas

Etapas	Observación
<i>Molienda del grano</i>	<i>La molienda del grano no era lo suficientemente fino, por lo tanto, se tamizó para que la harina fuese más fina</i> - <i>Dentro del molino quedaron restos de harina al finalizar la molienda,</i> - <i>por lo que se consideraron dentro de las pérdidas para el cálculo del rendimiento</i>
<i>Preparación de galletas</i>	<i>La consistencia de la masa era "grasosa" debido a la mantequilla</i> - <i>previamente agregada</i> - <i>La masa obtenida fue difícil de manipular, ya que se quedaba adherida a los dedos</i>
<i>Cocción</i>	<i>Las galletas de presentaron una corteza "quemada" después del horneado, debido a la temperatura de la cocción</i> - <i>Las galletas debían ser despegadas de las bandejas antes de enfriarse, de lo contrario estas se quedaban adheridas</i>
<i>Empaque</i>	- <i>Las galletas debían estar completamente frías para no quebrarse dentro del empaque sellado</i>

Tabla A3 Observaciones para el proceso de elaboración de las galletas a base de maíz blanco

Etapa	Observación
<i>Cocción del grano</i>	- El tiempo de cocción fue 45 minutos - El agua necesaria para la cocción del grano fue 225ml por cada 100g de frijol crudo
<i>Preparación de galletas</i>	- La mezcla presentó una consistencia muy líquida y difícil de manejar
<i>Cocción</i>	- Las galletas presentaron un centro con apariencia húmeda
<i>Empaque</i>	- Las galletas debían estar completamente frías para no quebrarse dentro del empaque sellado

Tabla A4 Descripción del proceso de elaboración

Etapa	Descripción
Galletas de maíz	
<i>Molienda del grano</i>	Se verificó que los granos de maíz no se encontraran sucios ni con agentes extraños. Se limpiaron en seco. Se molió con una medida intermedia en el molino de discos. Luego, la harina fue tamizada en un tamizador metálico.
<i>Preparación de galletas</i>	Se batió la mantequilla con la azúcar hasta obtener una mezcla tipo homogénea. Se agregó el huevo y los ingredientes secos; harina, levadura y sal. Luego esta mezcla se añadió hasta lograr una masa uniforme y firme. Se moldearon las galletas con una forma circular y con un peso promedio de 15 gramos.
<i>Cocción</i>	Se cocinaron en un horno de convección a temperatura 170-180°C por 15 minutos. Al completar el tiempo se dejaron enfriar por 30 minutos a temperatura ambiente.
<i>Envasado</i>	Las galletas fueron colocadas en bolsas de polietileno, cada bolsa con 10 galletas. Posteriormente se realizó la evaluación sensorial a 73 personas.
Galletas de frijol	
<i>Cocción del grano</i>	Se verifico que los granos de frijol no se encontraran sucios ni con agentes extraños. Se limpiaron en seco. Se cocieron en olla de presión durante 45 minutos, utilizando 225ml de agua por cada 100g de grano. Luego el agua fue retirada.
<i>Preparación de galletas</i>	Se inició triturando el frijol durante 8 minutos, hasta obtener una mezcla "pastosa" homogénea. Luego se mezclaron todos los ingredientes por 15 minutos, hasta homogenizar. A las galletas se les dio forma circular con una masa aproximada de 25 gramos.
<i>Cocción</i>	Se cocinaron a 170-180°C durante 10 minutos. Al completar el tiempo se dejaron enfriar por 30 minutos a temperatura ambiente.

<i>Envasado</i>	<i>Las galletas fueron colocadas en paquetes de 10 unidades, dentro de bolsas de polietileno. Posteriormente se realizó la evaluación sensorial a 73 personas.</i>
-----------------	--

Tabla A5 Datos originales de galletas a base de maíz

Ingrediente	Cantidad (g)
<i>Harina de maíz</i>	<i>352.5</i>
<i>Azúcar</i>	<i>150.0</i>
<i>Levadura en polvo</i>	<i>4.50</i>
<i>Mantequilla</i>	<i>189.00</i>
<i>Huevos</i>	<i>60.00</i>
<i>Sal</i>	<i>1.50</i>
<i>Esencia de vainilla</i>	<i>4.50</i>

Tabla A6 Datos originales de galletas a base de frijol

Ingrediente	Cantidad (g)
<i>Frijol cocido</i>	<i>626.8</i>
<i>Chispas de chocolate</i>	<i>146.5</i>
<i>Fosfato de calcio ácido y bicarbonato de sodio</i>	<i>2.9</i>
<i>Esencia de Vainilla</i>	<i>7.3</i>
<i>Aceite vegetal</i>	<i>65.9</i>
<i>Azúcar morena</i>	<i>278.3</i>
<i>Miel de Maple</i>	<i>87.9</i>
<i>Sal</i>	<i>4.4</i>
<i>Fécula de maíz (maicena)</i>	<i>5.9</i>
<i>Cocoa en polvo</i>	<i>24.2</i>

Tabla A7 Formulación para galletas a base de maíz

Ingrediente	Porcentaje
Harina de maíz blanco	46.27%
Mantequilla sin sal	24.80%
Azúcar blanca	19.69%
Huevos	7.87%
Levadura en polvo	0.59%
Esencia de vainilla	0.59%
Sal granulada	0.20%

Tabla A8 Formulación para galletas de frijol negro

Ingrediente	Porcentaje
Frijol cocido	47.27%
Miel de maple	16.31%
Chispas de chocolate	13.14%
Aceite vegetal	7.13%
Avena	6.81%
Azúcar morena	6.02%
Cocoa en polvo	1.74%
Esencia de vainilla	0.79%
Sal granulada	0.48%
Fosfato de calcio ácido y bicarbonato de sodio	0.32%

Tabla A9 Formulación para galletas de frijol negro no.2

Ingrediente	Porcentaje
Frijol cocido	58.92%
Azúcar morena	20.92%
Leche entera	15.34%
Cocoa en polvo	4.13%
Fosfato de calcio ácido y bicarbonato de sodio	0.69%

Tabla A10 Formulación para galletas de frijol negro no.3

Ingrediente	Porcentaje
Frijol negro cocido	50.15%
Azúcar morena	22.26%
Chispas de chocolate	11.72%
Miel de maple	7.03%
Aceite vegetal	5.27%
Cocoa en polvo	1.93%
Esencia de vainilla	0.59%
Fécula de maíz (maicena)	0.47%
Sal granulada	0.35%
Fosfato de calcio ácido y bicarbonato de sodio	0.23%

Tabla A11. Imágenes del proceso de elaboración de galletas a base de frijol negro




Etapa	Imagen
Preparación para cocción de frijol en olla de presión	
Trituración de frijol y preparación y mezclado de ingredientes	
Galletas antes de y después de cocción	

Tabla A12. Imágenes del proceso de elaboración de galletas a base de frijol negro (propuesta #1 y #2)



Tabla A13. Ficha de práctica realizada para elaboración final (Desconocido, S.F.)

 <p>Universidad Rafael Landívar Tradición Jesuita en Guatemala</p>	<i>Planta Piloto de Alimentos</i>		<i>Ing. Wilfredo Fernández</i>
	<i>Practica de Laboratorio N°1</i>		<i>Facultad de Ingeniería</i>
	<i>PRACTICA "ELABORACIÓN DE GALLETAS SIN GLUTEN A BASE DE GRANOS BÁSICOS"</i>		<i>Ingeniería en Industria de Alimentos.</i> <i>Asignatura: Proyectos en Industria de Alimentos I</i>
<i>Fecha de práctica: Pendiente</i>	<i>Horario: Pendiente</i>		<i>Ciclo: Segundo Ciclo 2015</i>
<i>Procesos Por Desarrollar:</i> <i>Galletas sin gluten a base de maíz blanco y frijol negro</i>	<i>Fase 1</i>	<i>Molienda</i>	
	<i>Fase 2</i>	<i>Preparación de galletas</i>	
	<i>Fase 3</i>	<i>Cocción y envasado</i>	

EQUIPO REQUERIDO

<i>FASE</i>	<i>EQUIPO</i>
<i>1</i>	<i>1 molino de granos, 2 tamizadores metálicos, 4 recipientes grandes</i>
<i>2</i>	<i>1 batidora, 4 bandejas de acero inoxidable, 1 molde redondo para galletas, 4 paletas, 2 cucharas</i>
<i>3</i>	<i>1 horno de convección, 1 Empacadora, Bolsas para empacar el producto</i>

MATERIALES REQUERIDOS

<i>FASE</i>	<i>MATERIALES</i>	<i>CANTIDAD UNITARIA</i>	<i>CANTIDAD PARA PRACTICA</i>
<i>1</i>	<i>Maíz blanco</i>	<i>1 kilo</i>	<i>1.0</i>
<i>1</i>	<i>Frijol negro</i>	<i>1 kilo</i>	<i>1.0</i>
<i>2</i>	<i>Azúcar granulada blanca</i>	<i>1 gramo</i>	<i>150.0</i>
<i>2</i>	<i>Azúcar morena</i>	<i>1 gramo</i>	<i>278.3</i>
<i>2</i>	<i>Levadura</i>	<i>1 gramo</i>	<i>4.5</i>
<i>2</i>	<i>Huevos</i>	<i>1 unidad</i>	<i>1.0</i>
<i>2</i>	<i>Sal granulada</i>	<i>1 gramo</i>	<i>5.9</i>
<i>2</i>	<i>Mantequilla sin sal</i>	<i>1 gramo</i>	<i>189.0</i>
<i>2</i>	<i>Esencia de vainilla líquida</i>	<i>1 gramo</i>	<i>11.8</i>
<i>2</i>	<i>Fosfato de calcio ácido y bicarbonato de sodio</i>	<i>1 gramo</i>	<i>2.9</i>
<i>2</i>	<i>Miel de maple</i>	<i>1 gramo</i>	<i>87.9</i>
<i>2</i>	<i>Aceite vegetal</i>	<i>1 gramo</i>	<i>65.9</i>
<i>2</i>	<i>Fécula de maíz (maicena)</i>	<i>1 gramo</i>	<i>5.9</i>
<i>2</i>	<i>Cocoa en polvo</i>	<i>1 gramo</i>	<i>24.2</i>
<i>2</i>	<i>Chispas de chocolate</i>	<i>1 gramo</i>	<i>146.5</i>
<i>3</i>	<i>Horno de convección</i>	<i>1 unidad</i>	<i>1.0</i>
<i>3</i>	<i>Empacadora</i>	<i>1 unidad</i>	<i>1.0</i>

3	Bolsas de polietileno	1 unidad	1.0
---	-----------------------	----------	-----

DESCRIPCION DE PROCESO

FASE	PROCEDIMIENTO
1	Verificar que los granos no se encuentren sucios ni con agentes extraños. Limpiarlos en seco.
1	Cocción del grano (solo para el frijol negro)
1	Realizar la molienda (para grano de maíz blanco) y triturado del grano cocido (para el frijol negro)
1	Realizar tamizado de harina (solo para las galletas de maíz blanco)
2	Realizar el mezclado de los ingredientes siguiendo el diagrama de flujo #1 (para las galletas a base de maíz) y el diagrama de flujo #2 (para las galletas a base de frijol)
2	Moldear las galletas, según los parámetros establecidos en los diagramas de flujo #1 y #2, y colocarlas en las bandejas de acero inoxidable
3	Cocinar en horno de convección a temperaturas entre 170 y 180°C, durante 10 minutos (para galletas a base de frijol negro) y 15 minutos (para galletas a base de maíz blanco)
3	Sacar del horno y enfriar por 30 minutos a temperatura ambiente. Luego realizar la evaluación sensorial.
3	Empacar el producto en bolsa de polietileno

BIBLIOGRAFÍA

- Alimentación y Nutrición. (2005). *Alimentación y nutrición*. Obtenido de http://www.alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content_detail&id=96
- Araneda, M. (2015). *Edualimentaria*. Obtenido de <http://www.edualimentaria.com/legumbres-composicion-ypropiedades>
- Bailey, A. (1984). *Aceites y Grasas Industriales*. Barcelona: Reverté.
- Barón, A. (2000). Obtenido de <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/tecnoambiente/CAP03.pdf>
- Beiker. (S.F.). Obtenido de <http://www.beiker.es/es/vivir-sin-gluten/que-es-el-gluten>
- Betancourt, M. (2003). *El origen del Frijol*. Antioquia, Colombia: Begon Ltda.
- Bradui Dergal, S. (2013). *Reacciones de pardeamiento*. México: Pearson.
- Desconocido. (S.F.). *Partes de la semilla de maíz*. Obtenido de <http://www.mejoravegetal.criba.edu.ar/semilla/Germinac/germina.htm>
- FAO. (S.F.). *Maíz en la nutrición Humana*.
- Faveri, E., & Larbalétrier, A. (2008). *Manual del Hortelano*. Madrid: Maxtor.
- FDA. (2015). Obtenido de <http://www.celiacos.org/enfermedad-celiaca/el-gluten.html>