



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Artes en Ciencias y Tecnología de Alimentos

**FORMULACIÓN DE UN EMPANIZADOR A BASE DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE
FRIJOL Y HARINA DE AMARANTO**

Licda. María Angelina Nájera Orellana

Asesorado por el MSc. Ing. Manuel Gustavo Guzmán Navas

Guatemala, agosto de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FORMULACIÓN DE UN EMPANIZADOR A BASE DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE
FRIJOL Y HARINA DE AMARANTO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LICDA. MARÍA ANGELINA NÁJERA ORELLANA
ASESORADO POR EL MSC. ING. MANUEL GUSTAVO GUZMÁN NAVAS

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRA EN ARTES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

GUATEMALA, AGOSTO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
EXAMINADOR	Mtra. Inga. Blanca Azucena Mendes
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

FORMULACIÓN DE UN EMPANIZADOR A BASE DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE FRIJOL Y HARINA DE AMARANTO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 12 de enero de 2022.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Nájera Orellana', with a long horizontal stroke extending to the right.

Licda. María Angelina Nájera Orellana



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.610.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **FORMULACION DE UN EMPANIZADOR A BASE DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE FRIJOL Y HARINA DE AMARANTO**, presentado por: **Licda. María Angelina Nájera Orellana**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, agosto de 2023

AACE/gaoc



Guatemala, agosto de 2023

LNG.EEP.OI.610.2023

En mi calidad de Directora de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“FORMULACIÓN DE UN EMPANIZADOR A BASE DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE FRIJOL Y HARINA DE AMARANTO”

presentado por **Licda. María Angelina Nájera Orellana** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Guatemala, 27 de septiembre de 2022

M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **FORMULACIÓN DE UN EMPANIZADOR LIBRE DE GLUTEN A BASE DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE FRIJOL Y AMARANTO** del estudiante **María Angelina Nájera Orellana** quien se identifica con número de carné **null** del programa de Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.




Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
Coordinador
Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 27 de septiembre de 2022

M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti
Director
Escuela de Estudios de Postgrados
Presente

Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: " FORMULACIÓN DE UN EMPANIZADOR LIBRE DE GLUTEN A BASE DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE FRIJOL Y AMARANTO" del estudiante María Angelina Nájera Orellana del programa de Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos identificados(a) con número de carné 999004646.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Msc. Ing. Manuel Gustavo Gúzman Navas
Colegiado No. 6693
Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser bueno todo el tiempo.
Mis padres	Rommel Nájera y Ana Luisa Orellana, por su amor y apoyo incondicional en cada meta que me propongo.
Mis sobrinos	Luis Andrés y María Natalia Nájera por ser mi inspiración.
Mis hermanos	Rommel y Ana Carolina Nájera por apoyarme en todo momento.
Mi novio	José Gustavo Mejía por su apoyo y motivación diaria para siempre aspirar por más.
Mis cuñados	María Fernanda Mejía y José Luis Nájera por siempre estar presentes.
Mi Nana	María Elena Arriaza por darme ánimos.
Mis amigas	Ana Sarti y Elisa Gómez por alentarme y siempre estar presentes.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Facultad de Ingeniería	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Mis amigos de la Facultad	Por su apoyo y compañerismo durante toda la maestría.
Mi revisor	José Rosal por su dedicación y apoyo durante el proceso de seminario.
Mi asesor	MSc. Ing. Manuel Gúzman, por su disposición y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Gluten.....	3
1.2.1. Definición	3
1.2.1.1. Enfermedad celiaca.....	4
1.2.2. Tratamiento nutricional.....	5
1.2.3. Alimentos libres de gluten	6
1.3. Empanizado.....	7
1.3.1. Definición	8
1.3.2. Tipos de empanizado.....	8
1.3.3. Proceso de empanizado	11
1.3.4. Harinas y polvo para empanizado	13
1.4. Análisis sensorial	16
1.4.1. Requisitos para elaborar un análisis sensorial	17
1.4.2. Tipos de pruebas de análisis sensorial	17
1.5. Análisis proximal.....	19
1.5.1. Carbohidratos	19

1.5.2.	Proteína.....	19
1.5.3.	Fibra.....	20
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1.	Proceso de formulación del empanizado.....	21
2.1.1.	Recepción de materia prima para la formulación....	21
2.1.2.	Elaboración de formulación de empanizados	22
2.2.	Análisis físico químico	22
2.2.1.	Elaboración del proceso de empanizado y fritura para el analisis fisico quimico	22
2.2.2.	Fritura por capeado y sin capear de las 3 muestras empanizadas	25
2.2.3.	Métodos de análisis de parámetros fisicoquímicos .	27
2.3.	Evaluación sensorial, prueba hedónica de 5 puntos.....	30
2.3.1.	Preparación de muestras para la realización del análisis sensorial	30
2.3.2.	Ejecución de panel sensorial por medio de evaluación de preferencia	31
2.3.3.	Análisis de resultados obtenidos durante el panel sensorial.....	32
2.4.	Análisis proximal	33
2.4.1.	Cotización de pruebas de análisis proximal.....	33
2.4.2.	Preparación de la muestra del empanizador más aceptable para su análisis	34
2.4.3.	Análisis de la muestra realizado por laboratorio especializado.....	34
2.4.4.	Análisis del aporte nutricional del empanizado	35
2.5.	Evaluación de costos de producción y venta.....	35
2.5.1.	Evaluación y análisis de costo de producción del	

	producto final empaçado.....	35
2.5.2.	Análisis de ganancia para venta y comercialización del producto.....	37
2.5.3.	Comparación de costos con otros productos similares en el mercado	37
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	39
3.1.	Formulación de las tres variables de empanizado	39
3.2.	Parámetros físico químicos evaluados a través del empanizado y fritura de las muestras.....	40
3.3.	Prueba de análisis sensorial, escala hedónica de 5 puntos	43
3.4.	Evaluación en base a los datos obtenidos del estudio de analisis proximal.....	46
3.5.	Evaluación y definición de costos de producción y venta	48
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
	CONCLUSIONES.....	59
	RECOMENDACIONES.....	61
	REFERENCIAS	63
	APÉNDICES.....	67
	ANEXOS	71

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Tipos de empanizado.....	11
Figura 2.	Proceso de empanizado de muestras	23
Figura 3.	Muestras empanizadas	25
Figura 4.	Fritura empanizado por capeado	26
Figura 5.	Fritura empanizado sin capear	26
Figura 6.	Termómetro de punzón.....	27
Figura 7.	Pesaje de muestras empanizadas	29
Figura 8.	Deshidratado de horno de convección	30
Figura 9.	Preparación de muestras	31
Figura 10.	Prueba de análisis sensorial	32
Figura 11.	Resumen prueba de análisis sensorial.....	44
Figura 12.	Análisis estadístico según la media.....	45

TABLAS

Tabla 1.	Valor nutricional en 100 gramos de maíz	14
Tabla 2.	Valor nutricional en 100 gramos de frijol	15
Tabla 3.	Valor nutricional en 100 gramos de amaranto	16
Tabla 4.	Recepción de materia prima	21
Tabla 5.	Formulación empanizador.....	22
Tabla 6.	Proceso de empanizado	24
Tabla 7.	Evaluación de adherencia	28
Tabla 8.	Análisis ANOVA.....	33

Tabla 9.	Metodología prueba de análisis proximal	34
Tabla 10.	Evaluación de costos de producción	36
Tabla 11.	Formulaciones en proporción por ingrediente.....	39
Tabla 12.	Ingredientes utilizados para la formulación.....	40
Tabla 13.	Ingredientes adicionales para proceso de empanizado	41
Tabla 14.	Parámetros fisicoquímicos	42
Tabla 15.	Códigos asignados para prueba hedónica.....	43
Tabla 16.	Análisis resultados ANOVA	44
Tabla 17.	Análisis resultados Tukey	45
Tabla 18.	Contenido de muestra de laboratorio.....	47
Tabla 19.	Resultados de análisis proximal	47
Tabla 20.	Análisis aporte nutricional.....	48
Tabla 21.	Determinación de costos de producción.....	49
Tabla 22.	Análisis de ganancia... ..	50
Tabla 23.	Análisis comparativo de costos	51

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados centígrados
g	Gramos
Kcal	Kilocalorías
Kcal/kg	Kilocalorías por kilogramo de peso
Kw	Kilowatts
±	Más menos
Mm	Milímetro
Min	Minutos
%	Porcentaje
Q	Quetzales

GLOSARIO

ANOVA	Técnica de análisis de varianza.
AOAC	Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (<i>Association of Official Analytical Chemists</i>).
Aceptabilidad	Conjunto de características que hacen a una cosa o alimento aceptable.
Cohesividad	Adjetivo que se entiende por cohesivo, el que puede ocasionar, producir y a su vez ocurrir una adherencia.
Harina	Polvo que resulta de la molienda de cereales o semillas.
Tukey	Método utilizado en ANOVA para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre medias.
Visco-elasticidad	Comportamiento reológico anelástico que presentan ciertos materiales que exhiben tanto propiedades viscosas como propiedades elásticas cuando se deforman.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se proponen formulaciones de un empanizador a base de harina de maíz, harina de frijol y harina de amaranto, de estas se realizó una caracterización fisicoquímica y determinación de aceptabilidad a través de una prueba hedónica, en base a esto se seleccionó la formulación más aceptable, de la cual se realizó un análisis proximal para detallar el aporte nutricional y la especificación del costo de producción y venta del producto final.

Para el desarrollo de la investigación se inició por medio de la elaboración de 3 formulaciones en distintas proporciones del empanizador utilizando harina de maíz, harina de amaranto, harina de frijol y una misma proporción de especies deshidratadas. Este procedimiento se realizó a nivel de cocina convencional ya que para la mezcla no se requieren equipos especiales. Con las formulaciones ya establecidas se procedió a realizar un análisis fisicoquímico, ya que por el tipo de producto este se requiere un proceso de fritura.

El empanizado se realizó de dos maneras, con capeado que incluye la adición de huevo previo al empanizado y sin capear en donde no se adiciona huevo, solo el empanizado. La prueba se llevó a cabo con pollo, ya que este no presenta un sabor fuerte que pudiera influir en el sabor del empanizador. Se realizó el procedimiento de fritura bajo la misma temperatura y tipo de aceite y se evaluaron parámetros como la humedad, adherencia, color, textura, tiempo de fritura y formación de costra del empanizado.

Se implementó una prueba de análisis sensorial con el fin de evaluar la aceptabilidad y mediante un análisis de los datos obtenidos se determinó la formulación más aceptable en cuanto a color, olor, sabor y textura. Esta formulación se envió a un laboratorio especializado para realizar un análisis proximal, el cual determina el aporte nutricional en energía, proteína, grasas, carbohidratos totales y fibra, además de su aporte de cenizas y humedad. Por último, se estableció un tamaño porción estándar en base a productos similares en el mercado y llevó a cabo una evaluación de costos de producción y venta.

En base a la metodología planteada en esta investigación se obtuvo un empanizador libre de sodio y libre de gluten a base de harina de maíz, harina de trigo, harina de amaranto y especies deshidratadas, el cual es aceptable según sus características organolépticas. Su aporte nutricional es aceptable en cuanto a su aporte de calorías y proteína, un bajo aporte de carbohidratos y un aporte no significativo de fibra y grasas. Su costo final de venta es competitivo con otros productos similares.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La enfermedad celíaca o celiacía es cada vez más común tanto en adultos como niños, esta es definida según las Guías Mundiales de la Organización Mundial de Gastroenterología como una enfermedad crónica, provocada por un mecanismo inmunológico lo cual repercute en el intestino delgado generando con mayor frecuencia síntomas gastrointestinales y dérmicos.

Una de las primeras acciones para el tratamiento de la enfermedad celíaca es la eliminación o reducción significativa del gluten de la dieta. Esto ha provocado una mayor disponibilidad de productos libres de gluten en ventas de productos extranjeros, funcionales u orgánicos, los cuales son menos accesibles y disponibles, en especial en el interior del país.

La poca concientización sobre la celiacía ha conllevado a una mayor prevalencia de deterioro de la salud causada por los síntomas comunes de la enfermedad. Esta no es de fácil detección ya que sus síntomas son principalmente gastrointestinales como diarrea, vómitos, distensión abdominal, fácilmente atribuibles a otras enfermedades del sistema gastrointestinal. Además, para su diagnóstico es necesario la realización de exámenes poco accesibles y disponibles para gran parte de la población.

La alimentación guatemalteca incluye una gran carga de alimentos ricos en carbohidratos, como lo son los tamales, tamalitos o chuchitos, tortillas, frijoles, empanizados, tostadas, pan de distintas variedades, fideos, y más.

Los empanizados se utilizan normalmente con pollo, carne, cebolla, estos normalmente formulados a base de harina de trigo y/o miga de pan aportan un alto contenido de sodio y aditivos como potenciadores de sabor, los cuales pueden influir de manera negativa en la salud del consumidor, si lo hace con frecuencia.

Para empanizar un alimento es necesario la adición de grasa, normalmente aceite, el cual se utiliza para el proceso de fritura que permite brindar al alimento una textura crocante por fuera y blanda por dentro siempre que se realice a la temperatura y tiempo adecuado. Este procedimiento provoca que el producto terminado sea alto en contenido de grasa saturada.

La alimentación habitual influye en gran medida en el aumento drástico de las enfermedades crónicas no transmisibles, como la diabetes, enfermedad renal o hipertensión, por ello la industria de alimentos intenta innovar cada día para brindar opciones más saludables y pensando en torno a la aceptabilidad, costumbres y tradiciones de la población.

Esto lleva a plantear la pregunta principal de esta investigación ¿Cuál es la formulación óptima para un empanizador libre de gluten y libre de sodio a base de harina de maíz, harina de frijol y polvo de amaranto?

Para responder a esta interrogante se contestaron las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuál es el número adecuado de posibles formulaciones que se deben comparar para la formulación óptima de un empanizador libre de gluten a base de harina de maíz, harina de frijol y amaranto en grano?

- ¿Qué resultados se obtienen de la caracterización fisicoquímica de las formulaciones?
- ¿Cuál es la formulación que obtendrá la mayor aceptabilidad?
- ¿Cuál es el aporte nutricional de la formulación final?
- ¿Cuál es el costo de producción y venta del producto?

OBJETIVOS

General

Establecer la formulación adecuada para un empanizador libre de gluten a base de harina de maíz, harina de frijol y amaranto.

Específicos

1. Formular 3 diferentes recetas estandarizadas en distinta proporción de un empanizador elaborado con harina de maíz, harina de frijol y harina de amaranto.
2. Evaluar los resultados que se obtienen de la caracterización fisicoquímica de las formulaciones.
3. Determinar la formulación que obtiene la mejor aceptabilidad basado en sus propiedades organolépticas.
4. Detallar el aporte nutricional de la formulación final del empanizador.
5. Especificar el costo de producción y venta del producto.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad celíaca (EC) es cada vez más común tanto en jóvenes como en adultos, siendo el tratamiento nutricional la primera línea para contrarrestar los síntomas causados por medio de la eliminación total del gluten en la dieta. Esto ha llevado a la industria de alimentos a generar cada vez más productos libres de gluten, adaptándose al patrón cultural de los consumidores; En la alimentación guatemalteca es de tendencia el consumo de alimentos empanizados, tanto como pollo, carne, cebolla, camarón, entre otros alimentos siendo los empanizados principalmente a base de harinas con contenido de gluten, por lo que no son recomendados para el consumo de estos pacientes.

Por ello en la siguiente investigación se realizó un empanizado a base de harina de maíz, harina de frijol y amaranto en polvo. Esta selección de ingredientes es debido a que ninguno de los productos utilizados aporta gluten naturalmente, además son alimentos cosechados dentro del país, fomentando el uso de recursos naturales. Este producto será también libre de preservantes y aditivos químicos, solamente será sazonado con especias naturales deshidratadas.

Se realizó el proceso de empanizado y fritura a nivel de cocina convencional con todas las formulaciones con el fin de analizar su comportamiento fisicoquímico luego del proceso de fritura. Con el alimento obtenido luego de la fritura se realizó una prueba de análisis sensorial por medio de una escala hedónica de 5 puntos con el cual se determinó la aceptabilidad entre las tres formulaciones, siendo no F2 la más aceptable. Esta formulación fue

enviada a un laboratorio para la realización de un análisis proximal por medio del cual se evaluó el aporte nutricional del empanizado.

Por último, se calculó el gasto total de producción y costo de venta del producto, realizando una comparación entre otros productos similares.

Se logró la obtención de un empanizador a base de harina de maíz, harina de amaranto y harina de frijol aceptable, en cuanto a los atributos de color, olor, sabor y textura. Con un aporte adecuado de calorías, un bajo aporte de carbohidratos, un aporte no significativo de grasa y fibra y un aporte adecuado de proteína. El costo es competitivo con otros productos similares.

En el capítulo 1 se presenta el marco teórico y los antecedentes, en el cual se hace una exploración bibliográfica de los temas útiles como base teórica de la aplicación a la investigación. En el capítulo 2 establece el desarrollo de la investigación en donde se especifica el procedimiento desde la elaboración de las formulaciones hasta la evaluación de costos. En el capítulo 4, se presentan los resultados obtenidos de la investigación. En el capítulo 5 se redactó la discusión realizada en base al análisis de los resultados.

Se concluyó la investigación con la obtención de un empanizador libre de gluten a base de harina de maíz, harina de amaranto y harina de frijol, el cual es apto para fritura, siendo el procedimiento habitual de empanizado, obteniendo una adecuada adherencia y textura. Además, con una adecuada aceptabilidad en cuanto a sus propiedades organolépticas, con un aporte nutricional adecuado y un costo competitivo para el mercado. Se recomienda al momento de utilizar este empanizado realizarlo con la técnica de capeado y utilizar con otros productos alimenticios como carne, quesos, camarones y otros.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En Guatemala, se encontraron estudios sobre empanizadores y los ingredientes a utilizar. A continuación, las publicaciones más sobresalientes.

González (2013) en la tesis de grado *Manual compilatorio de alimentos de uso habitual, otras plantas y semillas comestibles, para utilizarse en mezclas vegetales para la alimentación de la población guatemalteca*, demuestra que la mezcla de 100 gramos de harina de frijol y harina de amaranto en una proporción de 40/60 aporta 359 kcal, 64.3 g de carbohidratos, 17.8 g de proteína.

En otros países como España y Brasil se encontraron los siguientes estudios sobre determinaciones de calidad de los ingredientes, aporte nutricional y características fisicoquímicas.

Los resultados del estudio elaborado en el 2013 de los parámetros de freído sobre las propiedades fisicoquímicas de una botana hecha de harinas de maíz, chícharo y salvado de avena, de Arriola, Gudiño, Prado, Mondragón, Corona y Guatemala (2020), demuestran que durante el proceso de freído ocurre una rápida deshidratación de las harinas, llegando hasta un contenido de humedad del 1.5 al 2.5 %. Establece que el porcentaje de humedad disminuye con el incremento de temperatura y tiempo de freído. El análisis estadístico demostró que el contenido de grasa, presente en la fritura de harina, es menor a bajas temperaturas y tiempos cortos de freído. La industria maneja un intervalo entre el 22 y 28 %.

Hernández, Blandón, Escorcia y Blandón (2017) en la publicación de *Producción de harina de frijoles (phaseolus vulgaris) y evaluación sensorial*, sugiere que la producción de harina de frijoles rojos es viable técnicamente, presentando características ideales para la producción de harina debido a su alto contenido de almidón, con un rendimiento alto mayor al 80 %. Los resultados establecen que debido al procedimiento de remojo previo de los frijoles el color de la harina se torna pálida. El porcentaje de humedad final de la harina es de un 13 % y las partículas mantienen un tamaño promedio de 0.191 ± 0.006 mm, por lo que esta puede ser utilizada como sustituto parcial de la harina de trigo.

El amaranto es un pseudocereal, considerado como un alimento completo debido a que aporta ocho aminoácidos esenciales como leucina, lisina, valina, metionina, fenilalanina, treonina o isoleucina. Aporta entre un 16-18 % de proteína aproximadamente, lo que la pone en ventaja sobre los otros cereales. El almidón del amaranto tiene una característica molecular importante, ya que representa entre el 50 y 60 por ciento de su peso seco según establece Hernández (2019), en el artículo sobre el *Desarrollo de una formulación en polvo a base de amaranto (Amaranthus cruentus) y canela (cinnamomum sp) sabor chocolate*.

Según el estudio *Harinas sin gluten de origen vegetal para el desarrollo de productos alimentarios. Aplicaciones, propiedades nutricionales y características funcionales*, de Guiñazú, Albors y Marín (2019), entre las harinas libres de gluten se encuentra las de maíz, polvo de amaranto y el frijol. Las harinas de legumbres como el frijol y pseudocereales como el amaranto aportan un muy alto porcentaje de fibra en comparación con la harina de trigo. La capacidad de absorción de aceite de los cereales sin gluten como el maíz tienen valores similares al trigo que es de un 146 al 169 %. La capacidad del amaranto es de 154 a 164 % y la

absorción de aceite de las harinas de legumbres como el frijol es de 144 a 171 %.

1.2. Gluten

A continuación, se describe la importancia del gluten y su relación con la salud.

1.2.1. Definición

El gluten es un tipo de glicoproteína constituida por cuatro grupos de proteínas: prolaminas, gluteninas, globulinas y albúmina, estas se diferencian entre ellas debido a sus características fisicoquímicas (Parada y Hernández, 2010).

Este es utilizado por la industria de alimentos debido a sus características fisicoquímicas, que aportan distintas propiedades a los productos alimentarios. Brinda viscoelasticidad y cohesividad lo cual es útil en la fabricación de panadería, brindando una mejor textura, forma, retención agua, grasas, aire y permite que la masa sea extensible y moldeable. Contribuye también en la reducción de costos si se utiliza como sustituto de proteínas animales (Estévez y Araya, 2016).

Los cereales con contenido de gluten son el trigo, cebada, centeno y en menor medida la avena. El contenido de gluten varía en los alimentos dependiendo de su composición y tipo de procesamiento que conlleven. El consumo promedio de gluten es de 5 a 20 al día (Estévez y Araya, 2016).

1.2.1.1. Enfermedad celiaca

La enfermedad celíaca (EC) o intolerancia al gluten es un trastorno sistémico mediado inmunológicamente por el gluten, en específico por las prolaminas presentes en el gluten. Esta también se define como una enfermedad intestinal crónica que produce un proceso inflamatorio crónico en el intestino delgado, generando un aplanamiento progresivo de las microvellosidades, hiperplasia de las criptas e infiltración del epitelio por linfocitos. La causa de la enfermedad es poligénica (Parada y Hernández, 2010).

Su prevalencia es de 1.7 % de casos sintomáticos y de 0.7 a 1.2 % de casos asintomáticos. Las manifestaciones clínicas pueden permanecer silentes o latentes durante un tiempo, sin provocar daño en la mucosa intestinal bajo consumo habitual de gluten. Los síntomas comunes incluyen diarrea, vómitos, falta de apetito, estancamiento del peso y retardo del crecimiento e incluso cambios o alteraciones en el carácter o humor de la persona. Los síntomas pueden ser distintivos en cada persona (Parada y Hernández, 2010).

El continuar con el consumo habitual de gluten en una con intolerancia puede conllevar a complicaciones como trastornos nutricionales, de crecimiento, osteopenia, otras enfermedades autoinmunes e incluso neoplasias malignas (Real, 2016).

La EC aun en la actualidad continúa siendo una enfermedad infra diagnosticada, aproximadamente 75 % de los casos permanecen sin diagnosticar. El tiempo para el diagnóstico se estima entre 5 a 10 años luego de los primeros síntomas (Real, 2016).

Como una enfermedad con causa poligénica los grupos de riesgo incluyen familiares consanguíneos a personas celíacas, pacientes con síntomas del sistema digestivos recurrentes y que generalmente inician luego de la ingesta de alimentos, pacientes con enfermedades autoinmunes como tiroiditis crónica, diabetes mellitus tipo 1 o hepatitis autoinmune, otras patologías con las que se relaciona con dermatitis herpetiforme, fatiga crónica, hipoplasia del esmalte dental, anemia ferropénica, osteopenia y osteoporosis, síndrome de Down y de Turner, neuropatía periférica, deficiencia de inmunoglobulina A (IgA), pérdida inexplicable de peso, menarca tardía, talla baja (Real, 2016).

1.2.2. Tratamiento nutricional

El único tratamiento actual para la EC es iniciar una alimentación libre de gluten, lo cual permite una reducción de los síntomas y prevención de complicaciones. También se implementa esta dieta restrictiva en pacientes con sensibilidad no celíaca al gluten y de alergia al trigo. Esta restricción debe permanecer de por vida, debido a que se ha demostrado que el ingerir gluten incluso en cantidades pequeñas produce remisión de los síntomas en un tiempo corto, además, si ya existe un daño más severo en las microvellosidades intestinales estas pueden tardar meses e incluso varios años en recuperarse por completo, esto es más prevalente en pacientes adultos. Los resultados tras el inicio del tratamiento comienzan a notarse tras un par de semanas (De la Calle, Ros, Peñalver y Nieto, 2020).

Existen varias limitaciones para el seguimiento de este tratamiento, debido al riesgo de contaminación cruzada, mal etiquetado de alimentos, desinformación, disponibilidad de alimentos libres de gluten y el elevado costo de estos alimentos. Por estas causas se estima entre un 17 y 45 % de adherencia a este tratamiento (De la Calle *et. al.*, 2020).

Se realizó un estudio en donde se identificó que solo entre el 7.8 % y 7.3 % de los alimentos categorizados o etiquetados como libres de gluten aportan el total de calorías, grasas, azúcares totales y sodio dentro de las recomendaciones nutricionales, ya que generalmente estos alimentos aportan más calorías, carbohidratos y lípidos saturados con el fin de reemplazar las funciones del gluten en la industria alimentaria. También representan una menor ingesta de ácido fólico, vitamina B12, Vitamina D, calcio, hierro y otros minerales, por ello es necesario la suplementación, en especial en pacientes adolescentes que se encuentran naturalmente en estado de crecimiento (De la Calle *et. al.*, 2020).

Existe una gran variedad de alimentos naturalmente libres de gluten que pueden ser utilizados como sustituto como amaranto, quínoa, maíz, sorgo, legumbres, semillas, frutos secos, entre otros y por medio de los cuales se puede mejorar la calidad nutricional de la alimentación de estos pacientes. La limitante principal para el consumo de estos es el costo y disponibilidad (De la Calle *et. al.*, 2020).

1.2.3. Alimentos libres de gluten

Los criterios establecidos en el 118-1979 del Codex Alimentarius determinan que un producto debe de contener menos de 20 ppm de gluten para ser declarado como libre de gluten y de 20 a 100 ppm es declarado bajo en gluten.

Durante la fabricación de productos alimentarios libres de gluten existe un riesgo potencial de contaminación cruzada, debido a el uso de líneas o equipos en común con otros alimentos, ingredientes o aditivos que no tienen declaración de libre de gluten.

Debido a esto se requiere un sistema de inocuidad alimentaria en donde se contemplan procedimientos para minimizar el riesgo de contaminación cruzada, por medio de una óptima gestión de recepción de materia prima, almacenamiento y control durante la producción. Para esto es necesario cuestionarios de alérgenos que se envían a los proveedores de materia prima para identificar posibles alérgenos no declarados.

Las propiedades viscosas y de extensibilidad y elásticas del gluten son distintivas, en especial en productos horneados, por lo que elaborar productos libres de gluten es un reto para la industria alimentaria.

Para producir alimentos sin gluten existen dos maneras, el utilizar ingredientes que por naturaleza son libres de gluten o remover el gluten de los ingredientes que lo contengan. Al implementar ingredientes libres de gluten es importante que estos posean un alto contenido de carbohidratos, con el fin de asemejar las propiedades del gluten, entre estos ingredientes están el arroz, el maíz y el sorgo, quínoa, raíces y tubérculos como la papa y la yuca.

Generalmente los productos libres de gluten se caracterizan por un costo más elevado debido a que en algunos casos requieren de la adición de otros agentes o aditivos para poder generar las mismas propiedades y obtener un producto similar al que se elabora con ingredientes que contienen gluten.

1.3. Empanizado

El empanizado es un proceso utilizado en la cocina habitual, a continuación, se define a profundidad el término.

1.3.1. Definición

El empanizado se denomina como productos de revestimiento para otros alimentos, para un posterior tratamiento de fritura. Generalmente los empanizados son formulados con harina de trigo, arroz, maíz y se pueden añadir condimentos y otros aditivos textura, sabor, color y apariencia luego de la fritura. El empanizado brinda una cobertura crocante y potencia el sabor de los alimentos (Bautista y Franco-Crespo, 2020).

Los empanizados mejoran el aspecto de los alimentos, aumentan su volumen, estos están relacionados con la preparación de alimentos procesados, tienen una amplia aplicación en la industria de alimentos (Bautista y Franco+Crespo, 2020).

La textura de la cobertura y su homogeneidad se ve altamente influenciada por el tamaño de la partícula del empanizado. Si el empanizado es de granulometría fina permite una cobertura homogénea, a comparación de uno de granulometría gruesa que a pesar de que permite una mayor retención del empanizado, crea una cobertura no uniforme (Alarcón y Guzmán, 2012).

1.3.2. Tipos de empanizado

- Harina

Este tipo de empanizado es principalmente elaborado a base de harina de trigo, se considera el tipo más simple y económico de empanizado. Este presenta un bajo pardeamiento y una capa muy denso. Industrialmente requiere cuidado para su uso para evitar que se sople alrededor de la planta y produzca

contaminación cruzada. El peso del producto final es bajo comparado con el resto de los empanizados (Gómez, 2018).

- Estilo casero o migas de pan americano

Este empanizador es a base de miga de pan, las cuales presentan diferentes tamaños y proporcionan una corteza más gruesa y desigual, con un atractivo resaltado ya que es más crocante y la coloración es más oscura. Este proceso es más costoso que la harina y el empanizado de migas tipo galleta. Este producto también contiene gluten (Gómez, 2018).

- Migas de galleta de tipo tradicional

A base de galleta triturada, generalmente es de color blanco, con una pequeña o ninguna corteza en la superficie. Presenta una estructura plana y en forma de escamas. Su nivel de pardeamiento es bajo, también puede ser utilizado en el Pre empanizado. El costo de elaboración es bajo (Gómez, 2018).

- Migas de estilo Japonés

Son migajas que se asemejan a queso rallado, con una forma delgada y alargada, las cuales brindan una textura porosa y densidad ligera y sin formación de corteza oscura. Las migajas se producen por medio de un proceso de calentamiento por inducción eléctrica, en lugar de un horno convencional. Por lo general es la miga con el precio más elevado, a comparación de las mencionadas anteriormente y se utiliza en aplicaciones especiales donde el alimento puede justificar el costo (Gómez, 2018).

- Migas frescas

Se realiza a partir del centro del pan, sin costra, son migajas más suaves y se deforman fácilmente, por ese motivo no se utiliza mucho en la industria de alimentos. Sus ventajas son su textura y la apariencia única que brinda al alimento (Gómez, 2018).

- Mezcla de semillas y granos

El mercado busca aprovechar recursos naturales como semillas y granos enteros, por lo que ha habido un desarrollo para elaborar empanizados por medio de la inclusión de estos. Los más comunes son las semillas de sésamo, semillas de calabaza y maíz, ayudan a brindar un aspecto atractivo con rugosidad en la superficie y mejora la textura del alimento (Gómez, 2018).

En la figura 1 podemos observar el tipo de empaniza A de harina, el tipo de empanizado B es de miga de pan, el tipo de empanizado C es de migas de galleta de tipo tradicional y el tipo de empanizado D es de migas de estilo japonés (Gómez, 2018).

Figura 1.

Tipos de empanizado



Nota. Las letras indicativas en cada empanizado corresponden a los tipos de empanizados mencionados anteriormente; A. Harina; B. Estilo casero o miga de pan; C. Migas de galleta de tipo tradicional; D. Migas de estilo japonés. Obtenido de H. Gómez (2018). *Desarrollo y evaluación de la preferencia y aceptabilidad de empanizados de perico Coryphaena Hippurus, en Puerto de Ilo, 2017.* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Moquegua]. Archivo digital. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAM_338e1d62dd0491c92f8ded4b38641af6/Details

1.3.3. Proceso de empanizado

El proceso de empanizado se realiza en 4 pasos, los cuales se describen a continuación.

- Pre empanizado

Para lograr un empanizado adecuado se recomienda iniciar con la etapa de Pre Empanizado, en donde se agrega la primera capa del pre-empanizador, como una interfaz entre el alimento y la cobertura, este debe de cubrir toda la superficie del alimento. Los pre-empanizadores son a base de harinas o migas de granulometría fina, a esto se le puede agregar sal, almidones modificados o sazónadores El uso excesivo de pre empanizador puede provocar una deficiente adherencia del empanizador (Alarcón y Guzmán, 2012).

- Capeado

Este es un paso fundamental para brindar la textura, apariencia y sabor deseado al producto. Se agrega al alimento una fase líquida, viscosa que contribuye a la adherencia del empanizador. Los ingredientes utilizados normalmente para el capeado son proteínas (gluten de trigo o clara de huevo, harinas de trigo y maíz, almidones, agentes colorantes y saborizantes. Este proceso también es útil para potenciar el sabor del alimento final (Alarcón y Guzmán, 2012).

- Empanizado

Para seleccionar un empanizador se debe de evaluar el tamaño de las partículas ya que este debe ser proporcional al tamaño del alimento. Se debe cubrir toda la superficie del alimento con el empanizador, de manera homogénea (Alarcón y Guzmán, 2012).

- Fritura

La fritura es el proceso en donde se introduce un alimento a un baño de aceite u otro tipo de grasa caliente a altas temperaturas, lo que produce un calentamiento rápido y uniforme. Este proceso conlleva múltiples reacciones químicas que contribuyen a la formación de una corteza crocante en el alimento final (Alarcón y Guzmán, 2012).

1.3.4. Harinas y polvo para empanizado

Existen diferentes tipos de harinas y polvos diseñados para empanizar diferentes tipos de alimentos como carnes, queso, mariscos.

- Harina de maíz

El maíz es de los cereales más consumidos a nivel mundial con el trigo y arroz. La harina de maíz es obtenida a partir del endospermo de los granos de maíz clasificados para consumo humano, los cuales pasan por el proceso de molienda seca. Para realizar este proceso es necesario seguir los pasos desde limpieza del grano, des germinación, pre-cocción y molienda. Para realizar la harina se utiliza maíz blanco y amarillo, El maíz blanco presenta un mayor porcentaje de proteína, hierro, fósforo, calcio y tiamina (González, Ávila, Gil y Velasco, 2016).

La harina debe de presentar un color amarillento o característico a la variedad implementada, con olor y sabor característico sin signos de rancidez y otro olor extraño. Su apariencia es granulosa, mínimo el 75 % de la harina debe de pasar a través de un tamiz de 0.250 mm (González, Ávila, Gil y Velasco, 2016).

Tabla 1.

Valor nutricional en 100 gramos del maíz

Calorías (kcal)	Carbohidratos (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Fibra (g)	Fracción comestible (5)
366	77.70	8.5	1.70	3.0	1.00

Nota. Valor nutricional del maíz. Obtenido de Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y Organización Panamericana de la Salud (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica.* (p. 35).

- Harina de frijol

La harina de frijol es obtenida mediante la molienda del grano de frijol, con o sin remojo posterior de un tiempo aproximado de 12 horas. El color de la harina puede ser influenciado por el proceso de remojo, presentando un color más pálido. El tamaño promedio de las partículas de la harina de frijol está entre 0.191 y 0.006 mm, con un porcentaje de humedad de un 13 % (Hernández, Blandón, Escorcia y Blandón, 2017).

La harina realizada a partir de legumbres requiere un proceso de limpieza de los granos, lavado, cocción, molienda secado y empaque. Se han utilizado como sustitución parcial o total de otras harinas. Uno de los beneficios del uso de estas harinas es el aumento del valor nutricional de los productos alimentarios, en especial en cuanto al aporte de proteínas. También cabe destacar que la capacidad de rehidratación de la harina de frijol es uniforme (Blandón y Laríos, 2019).

En cuanto al aporte nutricional del frijol, se declara como una fuente rica de carbohidratos, proteínas y vitaminas de complejo B incluidas niacina,

riboflavina, ácido fólico y la tiamina, también aporta minerales como hierro, cobre, zinc, magnesio calcio y un rico aporte de fibra. El grano de frijol es fuente de ácidos grasos poliinsaturados y aminoácidos esenciales como la isoleucina, leucina, fenilalanina, treonina y valina (Hernández *et. al.*, 2017).

Tabla 2.

Valor nutricional en 100 gramos del frijol

Calorías (kcal)	Carbohidratos (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Fibra (g)	Fracción comestible (5)
333	60.01	23.58	0.83	24.90	1.00

Nota. Valor nutricional del frijol. Obtenido de Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y Organización Panamericana de la Salud (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica.* (p. 38).

- Polvo de amaranto

El amaranto es clasificado como un pseudo cereal. La implementación de la harina o polvo de amaranto fomenta la variedad culinaria y el aprovechamiento de recursos naturales. La sustitución del trigo por amaranto contribuye en un 20 a 25 % en el mejoramiento del aporte proteico (Vedia-Quispe, Deyse, Espinoza, Ruano-Ortiz, 2016).

El almidón representa de un 50 a 60 % del peso seco del grano del amaranto, este contiene dos tipos: almidón aglutinante y no aglutinante. Este contenido de alimento lo convierte en un buen sustituto de la harina de trigo. La harina de amaranto aporta entre un 13 y 18% de proteína, de un 6.3 a 8.1 % de grasa y entre un 2.2 y 5.8 % de fibra (Mapes, 2015).

Tabla 3.

Valor nutricional en 100 gramos de amaranto

Calorías (kcal)	Carbohidratos (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Fibra (g)	Digestibilidad proteica
369	64.7	14.5	*NC	3.0	87.5

Nota. Valor nutricional del amaranto, *NC: n cuantificable. Obtenido de Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y Organización Panamericana de la Salud (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica.* (p. 38).

1.4. Análisis sensorial

El análisis sensorial es un tipo de disciplina científica que se utiliza con el fin de analizar, medir, evaluar e interpretar las reacciones que generan los alimentos al ser consumidos, o percibidos (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), 2014).

Este análisis se implementa para evaluar las características de color, olor, aroma, sabor y textura de un alimento, todo lo que pueda ser evaluado a través de los sentidos (Celis, 2019).

La calidad del producto se puede evaluar desde dos perspectivas, la calidad desde el punto de vista del consumidor, que es quien define que busca satisfacer, que desea saber del producto, busca que sea inocuo y que sea agradable a los sentidos y la calidad desde la normativa o desde el punto de vista de expertos que evalúan las características fisicoquímicas del alimento y las sensoriales de una manera más crítica (Celis, 2019).

1.4.1. Requisitos para elaborar un análisis sensorial

Experimentador: es la persona que coordinará el panel sensorial, debe de conocer los fundamentos y realizar adecuadamente la metodología (Celis, 2019).

Instrumentos de medición: pueden ser jueces expertos en alimentos o jueces hedónicos que es una representación del consumidor. El lugar debe de estar ausente de factores que puedan sesgar los resultados del análisis, como temperatura, olores, ruidos, colores, entre otros estímulos. Los cubículos deben de ser separados para evitar que la decisión de uno afecte al otro, debe ser un lugar limpio y de preferencia con superficies color blancas para evitar influir en el color del producto y con una buena iluminación, el espacio debe ser suficiente para colocar las muestras (Celis, 2019).

Las muestras del producto deben ser representativas del producto total y ser todas de igual apariencia, tamaño, consistencia, forma y color, temperatura a la que consumen y servir las en recipientes de mismo tamaño, color, orden de presentación e idealmente no brindar más de 5 muestras por sesión. Es importante codificar las muestras con números no consecutivos, que no lleven al panelista a asociar las muestras (Celis, 2019).

1.4.2. Tipos de pruebas de análisis sensorial

Existen varios tipos de pruebas de análisis sensorial según a quién va dirigido y el objetivo del análisis.

- Pruebas orientadas al producto

Para realizar este tipo de pruebas se implementan paneles sensoriales entrenados, involucrando de 5 a 15 panelistas seleccionados, los cuales son expertos y con agudeza sensorial. Se puede implementar la prueba de triángulo para diferencia, prueba de ordenamiento de intensidad o prueba de puntaje para intensidad. Evalúan directamente las características organolépticas del producto (UPAEP, 2014).

- Pruebas hedónicas

Esta prueba es para evaluar el grado de aceptabilidad tiene el alimento, se evalúa si gusta o disgusta o si prefiere el alimento o no (UPAEP, 2014).

Existen varias escalas hedónicas:

- Escala hedónica verbal: en esta se evalúa el agrado por un alimento, con una escala hedónica de 9 puntos hasta un mínimo de 5 puntos.
- Escala hedónica facial: se utilizan caricaturas de expresiones faciales para representar gusto o desagrado, esta se utiliza principalmente con niños.
- Escala lineal no estructurada: sólo se evalúa gusto o disgusto (UPAEP, 2014).

1.5. Análisis Proximal

El análisis proximal es un conjunto de métodos cuantitativos que evalúa los diferentes macronutrientes presentes en los alimentos, también estima el contenido de humedad, cenizas, lípidos, proteínas y carbohidratos (Pavón, 2020).

1.5.1. Carbohidratos

Los carbohidratos son el principal macronutriente presente en las harinas. Para determinar los carbohidratos totales existen dos métodos. Los métodos cualitativos para evaluar los carbohidratos se realizan con el objetivo de identificar los carbohidratos específicos que se encuentran presentes en el alimento. Y los métodos cuantitativos tienen como objetivo obtener muestras representativas por medio de ensayos de reducción, refractometría, polarimetría y densitometría (Ortiz, 2016).

1.5.2. Proteína

Las proteínas son uno de los principales compuestos de los alimentos, en cuanto a los ingredientes a implementar el polvo de amaranto es el que proporciona el mayor aporte proteico. Para determinar la proteína total se realiza el procedimiento Kjeldahl, el cual se basa en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios y de esa manera determinar la materia nitrogenada total (Ortiz, 2016).

1.5.3. Fibra

Para determinar la fibra cruda se evalúa por medio de la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión de la muestra con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas (Ortiz, 2016).

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Proceso de formulación del empanizado

Para iniciar con la experimentación se inicia con la formulación de los empanizadores.

2.1.1. Recepción de materia prima para la formulación

Para la realización de esta investigación se obtuvieron las materias primas ya elaboradas. Como primer paso se hizo la solicitud y recepción de esta materia.

Tabla 4.

Recepción de materia prima

Materia Prima	Marca Comercial utilizada	Contenido neto
Harina de Amaranto	Harinas Cerepak	400g
Harina de Frijol (negro)	Artesanal – Ventitas	500g
Harina de Maíz	Oro Maya	2,279g
Sazón completa (pimienta en polvo, orégano deshidratado, ajo deshidratado, cebolla deshidratada, laurel deshidratado.	Artesanal- Sazón de la abuela	25g

Nota. Recepción de materia prima. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.2. Elaboración de formulación de empanizados

El proceso de formulación se realizó por medio de experimentación, debido a sus propiedades se buscó un mayor aporte de harina de amaranto en las formulaciones, a continuación, se presentan la distribución en porcentaje de cada ingrediente.

Tabla 5.

Formulación empanizador

No. de formulación	Harina de maíz (%)	Harina de Amaranto (%)	Harina de frijol (%)	Mezcla de especias	Total (%)
Formulación 1	14.6	67.9	14.6	2.9	100
Formulación 2	24.3	48.5	24.3	2.9	100
Formulación 3	19.5	38.8	38.8	2.9	100

Nota. Formulación. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2. Análisis físico químico

A continuación, se explicará el análisis físico químico utilizado en la investigación.

2.2.1. Elaboración del proceso de empanizado y fritura para el análisis físico químico

El empanizado se realizó en una cocina convencional, se seleccionó pollo para empanizar debido a que este alimento no aporta un sabor significativo que pudiera afectar la percepción del empanizado.

Figura 2.

Proceso de empanizado de muestras



Nota. En orden de izquierda a derecha: formulación 1, formulación 2 y formulación 3. Elaborado en cocina convencional. Elaboración propia.

Se implementaron dos tipos de empanizado:

Tabla 6.

Proceso de empanizado

Tipo de empanizado	Figuras
<p>Empanizado con huevo: en donde se realiza el capeado, que es la adición de huevo al pollo previo al empanizado.</p>	
<p>2. Empanizado sin capeado: Para la realización se adiciona cada formulación en una bolsa hermética esterilizada, se coloca dentro el pollo ya troceado y se sella la bolsa. Por medio del proceso de agitación se empaniza el pollo sin la adición de algún ingrediente extra.</p>	

Nota. Elaboración en cocina convencional. Elaboración propia.

Figura 3.

Muestras empanizadas



Nota. Izquierda a derecha: muestras empanizadas con capeado, muestras empanizadas sin capeado. Realizado en cocina convencional. Elaboración propia.

2.2.2. Fritura por capeado y sin capear de las 3 muestras empanizadas

La fritura se realizó en una cocina convencional. Se utilizó una olla profunda, con la adición de aceite de canola, cuando el aceite se encontraba a 180 °C se agregó el pollo previamente frito. Se dejó freír hasta obtener una coloración dorada.

Figura 4.

Fritura empanizado por capeado



Nota. Fritura empanizada elaborado en cocina convencional. Elaboración propia.

Figura 5.

Fritura empanizado sin capear



Nota. Fritura empanizada elaborado en cocina convencional. Elaboración propia.

2.2.3. Métodos de análisis de parámetros fisicoquímicos

El análisis de parámetros fisicoquímicos se realizó mediante la experimentación de la fritura del empanizado utilizando pollo como alimento y las tres formulaciones de empanizado.

- Análisis de tiempo de fritura

Para realizar el análisis del tiempo de fritura se midió el tiempo desde el momento en el que se introdujo el alimento al aceite a una temperatura de 180 °C, hasta su extracción en donde se obtuviera una adecuada cocción por dentro y una adecuada fritura en la costra.

- Determinación de temperatura de fritura

Para evaluar la temperatura de fritura se esperó a que el aceite alcanzara una temperatura de 180 °C según criterios establecidos, se evaluó luego de la adición del pollo y durante el freído. Este análisis se realizó en una cocina convencional con la ayuda de un termómetro de punzón.

Figura 6.

Termómetro de punzón



Nota. Termómetro. Elaboración propia.

- Evaluación de adherencia

Luego de la fritura cuando el alimento había alcanzado una temperatura considerable para el consumo se evaluó la corteza con el fin de identificar el porcentaje de desprendimiento presente con las tres formulaciones. Se evaluó según los dos tipos de empanizado, con huevo y sin capeado, con el fin de obtener un punto comparativo entre ambas técnicas y entre las formulaciones.

Tabla 7.

Evaluación de adherencia

Empanizado capeado	Empanizado sin capear
	

Nota. Evaluación de empanizado. Elaboración propia.

- Análisis de textura

El análisis de textura se realizó por medio del tacto y el corte del alimento empanizado. Según criterios para alimentos empanizados se buscaba una corteza crujiente y al interior un pollo adecuadamente cocido y de fácil masticación.

- Análisis de color de la costra

Se pretende la obtención de una costra dorada, sin presencia de signos de quemadura. Este análisis se realizó a nivel de cocina convencional por medio de la observación del empanizado posterior a la fritura de las 3 formulaciones.

- Análisis de humedad en corteza frita

Para determinar la humedad del alimento se realizó un pesaje inicial, en este caso del alimento frito y luego posteriormente se introdujo a un proceso de secado en horno convencional. Cuando finalizó el secado se realizó nuevamente el pesado y se llevó a cabo un cálculo en donde se restó el peso inicial del peso final, de esta manera se obtuvo el porcentaje de peso del agua contenida en el alimento.

Figura 7.

Pesaje de muestras empanizadas



Nota. Peso de muestras. Elaboración propia.

Figura 8.

Deshidratado en horno de convección



Nota. Proceso de deshidratación. Elaboración propia.

2.3. Evaluación sensorial, prueba hedónica de 5 puntos

A continuación, se desarrollará la evaluación sensorial de las muestras.

2.3.1. Preparación de muestras para la realización del análisis sensorial

Las muestras se realizaron en una cocina convencional en donde se empanizan por medio del método de fritura sin capeado, se realizaron las preparaciones individuales con el fin de prevenir la contaminación cruzada entre formulaciones.

En el laboratorio de alimentos del Centro universitario de Zacapa, USAC se realizó la preparación de las muestras en bandejas de duroport color blanco,

se codificó cada una de las muestras con un código de 4 dígitos al azar y fueron colocadas al azar en las bandejas.

Figura 9.

Preparación de muestras



Nota. Muestras para prueba sensorial. Elaboración propia.

2.3.2. Ejecución de panel sensorial por medio de evaluación de preferencia

El panel sensorial se realizó con el apoyo de estudiantes de último año de la carrera de agroindustria. Las bandejas con las tres formulaciones se colocaron en mesas de acero inoxidable con una separación prudente entre cada estudiantes, además se les colocó un vaso de agua pura, galleta salada y una fotocopia del formato para análisis sensorial.

Figura 10.

Prueba de análisis sensorial



Nota. Análisis sensorial realizado en laboratorio de alimentos CUNZAC. Elaboración propia.

2.3.3. Análisis de resultados obtenidos durante el panel Sensorial

Al finalizar la prueba de análisis sensorial se tabularon los datos obtenidos según la escala hedónica de 5 puntos en un Excel, para las características organolépticas, olor, sabor, color y textura. Al finalizar la tabulación se realizó un análisis ANOVA, en el cual se determinó la media y se realizó una comparación de la varianza entre ellas, determinando por este medio la prueba más aceptable.

Tabla 8.

Análisis ANOVA

Atributo	Valor Alpha	Valor P
Color	0.05	0.05010353
Olor	0.05	0.39527819
Sabor	0.05	0.45054748
Textura	0.05	0.8532017

Nota. Análisis. Elaboración propia, realizado en Word.

A partir de este dato se eliminaron las dos formulaciones menos aceptadas y se continuó trabajando con la prueba más aceptada según las cuatro características organolépticas.

2.4. Análisis proximal

El análisis proximal se realizó con el objetivo de identificar el aporte nutricional del empanizador final. A continuación, se define el procedimiento que se realizó para llevar a cabo el análisis.

2.4.1. Cotización de pruebas de análisis proximal

Se envió a través de correo una solicitud de cotización para la realización de una prueba de análisis proximal al laboratorio Desarrollo de Soluciones Globales (DSG), en donde se brindaron los requisitos para la realización de la prueba.

2.4.2. Preparación de la muestra del empanizador más aceptable para su análisis

La preparación de la muestra se realizó en una cocina convencional, en donde se prepararon 500 g de la formulación más aceptada, esta formulación se empaco en una bolsa sellada y fue empacada y enviada al laboratorio para el análisis proximal.

2.4.3. Análisis de la muestra realizado por laboratorio especializado

El análisis proximal se realizó en el laboratorio DSG, se hizo entrega de la muestra y procedieron a realizar los estudios correspondientes para la determinación de fibra cruda, cenizas, energía, proteína, carbohidratos solubles, grasas y humedad.

Tabla 9.

Metodología prueba de análisis proximal

	Unidad De Medida	Metodología
Carbohidratos solubles /EIn)	%	Por fórmula
Cenizas	%	Gravimetría
Energía (Calorias)	KCAL/KG	Por fórmula
Fibra cruda	%	AOAC: 962.09
Grasa	%	extracción Soxhlet
Humedad	%	Pérdida por secado en la estufa
Proteína	%	A0AC 976.05

Nota. Metodología usada. Elaboración propia, realizado en Word.

2.4.4. Análisis del aporte nutricional del empanizado

Se determinó una porción promedio de 20 gramos, en base a otros productos similares. Se evaluó el aporte nutricional en base a 20 gramos del empanizador por medio de una regla de tres, en base a la información obtenida en la prueba de análisis sensorial.

$$\frac{\text{aporte de nutriente} \cdot \text{peso en gramos}}{100} \quad (\text{Ec. 1})$$

2.5. Evaluación de costos de producción y venta

Para la propuesta del producto final se realizó la evaluación de costos de producción incluyendo materia prima, mano de obra y otros gastos indirectos y así como el costo de material de empaque.

2.5.1. Evaluación y análisis de costo de producción del producto final empaçado

Con el fin de realizar el análisis del costo de producción primero se identificaron los gastos directos e indirectos para la producción de 250 gramos del producto en base a la fórmula más aceptada, se utilizó la siguiente tabla para la recopilación de datos.

A continuación, se desglosa la tabla 10 en donde se realiza un análisis de costos en cuanto a materia prima, gastos directos e indirectos en donde se establece el costo de producción de la formulación No. 2 de empanizado a base de harina de maíz, harina de amaranto y harina de frijol.

Tabla 10.*Evaluación de costos de producción*

Gasto directo/ indirecto	Descripción	Contenido neto	Costo neto
Materia prima			
Harina de Amaranto	Harinas Cerepak	400 g	Q. 75
Harina de Frijol (negro)	Artesanal – Ventitas	454 g	Q. 35.00
Harina de Maíz	Oro Maya	2,279 g	Q. 27.00
Mezcla de especias deshidratadas (pimienta en polvo, orégano deshidratado, ajo deshidratado, cebolla deshidratada, laurel deshidratado).	Artesanal	25 g	Q. 15.00
Gasto directo/ indirecto	Descripción	Contenido neto	Costo neto
Gastos indirectos			
Mano de obra	Personal para la mezcla y empaque	En base al salario mínimo diario de Exportadora y de maquila según el Ministerio de trabajo y previsión social	Q. 88.91
Empaque	Bolsa de papel kraft para harinas 14x22 cm con sello hermético	50 unidades	Q. 181.95
Energía eléctrica	Energía eléctrica Según consumo estimado de 13 w en un foco de bajo consumo	10 kw	Q. 20.38
Agua Potable	Agua utilizada para el lavado de utensilios y equipo	Mensual	Q. 50.00 gasto fijo

Nota. Costos de producción. Elaboración propia, realizado en Word.

El cálculo del costo de producción para materia prima se realizó por medio de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Peso de MP en gramos} * \text{Costo neto}}{\text{Contenido neto}}$$

(Ec. 2)

La mano de obra se determinó en base al salario mínimo diario establecido por el Ministerio de trabajo y previsión social de Guatemala, equivalente a 8 horas de trabajo. Y en cuanto al empaque se estableció el costo unitario de cada bolsa. Por último, se realizó la sumatoria del costo de producción de cada casilla obteniendo el costo total de producción para 250 g de empanizador. Los gastos indirectos adicionados fueron la energía eléctrica y el uso de agua potable, esto es debido a que el proceso para la realización del empanizado no requiere de ningún tipo de cocción o transformación.

2.5.2. Análisis de ganancia para venta y comercialización del producto

Para realizar el análisis de Ganancia se determinó un porcentaje de ganancia de 40 %, esto debido a que con la ganancia producida se pretende poder realizar mayor inversión para continuar la producción del empanizador, obteniendo un precio considerable y apto para competir con otros productos similares del mercado.

2.5.3. Comparación de costos con otros productos similares en el mercado

Se realizó una revisión en el mercado de productos similares, para los cuales se tomaron en cuenta empanizadores hechos a base de harinas libres de gluten, luego se compararon con un peso estándar para la venta de 250 gramos del producto.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Formulación de las tres variables de empanizado

Se realizaron 3 formulaciones de empanizado, con el objetivo de evaluar la proporción más aceptable de las tres harinas implementadas, las cuales son harina de maíz, harina de amaranto y harina de frijol. Para determinar la proporción se hizo por medio de experimentación, en la siguiente tabla se muestran el porcentaje de cada ingrediente.

La selección de los ingredientes utilizados se realizó según su disponibilidad y costo. Se seleccionaron las harinas de frijol y maíz debido a que forman parte de los mayores cultivos del país, por lo que son un recurso disponible y accesible. El amaranto se seleccionó principalmente por sus atributos nutricionales y también por ser un producto disponible a nivel nacional.

Tabla 11.

Formulaciones en proporción por ingrediente

	Harina de maíz (%)	Harina De Amaranto (%)	Harina de Frijol (%)	Especies deshidratadas(%)	total (%)
Formulación 1	14.6	67.9	14.6	2.9	100
Formulación 2	24.3	48.5	24.3	2.9	100
Formulación 3	19.5	38.8	38.8	2.9	100

Nota. Formulación de empanizado. Elaboración propia, realizado en Word.

Se produjo un total de 250 g por cada empanizador, el procedimiento para realizarlos es sencillo y se realizó en una cocina convencional, ya que solo se necesita realizar una mezcla homogénea de los ingredientes secos. En la tabla siguiente se muestran los gramos por cada ingrediente para obtener un producto total de 250 gramos.

Tabla 12.

Ingredientes utilizados para la formulación

	Harina de Maíz (g)	Harina De Amaranto (g)	Harina de Frijol (g)	Sazón completa (g)	Total
Formulación 1	36.5	169.75	36.5	7.25	250 g
Formulación 2	60.75	121.25	60.75	7.25	250 g
Formulación 3	48.75	97	97	7.25	250 g

Nota. Ingredientes utilizados en la formulación. Elaboración propia, realizado en Word.

3.2. Parámetros fisicoquímicos evaluados a través del empanizado y fritura de las muestras

Para la evaluación de parámetros fisicoquímicos se realizó el proceso de fritura con la implementación de las 3 formulaciones. Se seleccionó el pollo ya que no provee un sabor fuerte que pudiera tener un impacto significativo en la evaluación sensorial del empanizado. Se realizaron dos tipos de empanizado:

- Empanizado con capeado: se realiza con la adición de una harina y huevo previo a empanizar.

- Empanizado sin capear: se realizó por medio del empanizado con cada empanizador, sin adicionar ingredientes adicionales.

La prueba de cada formulación de empanizado se realizó de manera individual, sin mezclar en la misma olla o aceite ninguna de las formulaciones, con el fin de evitar contaminación cruzada.

Tabla 13.

Ingredientes adicionales para proceso de empanizado

	clara de huevo	Harina de maíz	EMPANIZADOR (3 formulaciones)
Empanizado con capeado	X	X	X
empanizado sin capear			X

Nota. Ingredientes adicionales. Elaboración propia, realizado en Word.

Se evaluaron los siguientes parámetros fisicoquímicos:

- La temperatura inicial se midió con la ayuda de un termómetro digital de punzón, esta prueba se realizó previo a introducir el pollo empanizado.
- El tiempo se midió desde el momento en el que se introdujo el producto empanizado hasta que se retiró del aceite.
- La adherencia se evaluó posterior a la fritura, cuando el alimento llegó a una temperatura ambiente, en donde se evaluó si el empanizado se encontraba adherido a toda la superficie o si hubiese presentado algún

grado de desprendimiento. Entre formulaciones no hubo ninguna diferencia, pero sí se observó diferencia según el tipo de fritura.

- La textura se evaluó posterior a la fritura, con el fin de evaluar si presentaba la textura crocante habitual de un alimento empanizado.
- Con el fin de evaluar la humedad de la corteza se realizó un pesaje del alimento empanizado posterior a la fritura, y posterior al horneado.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos mediante las diferentes pruebas.

Tabla 14.

Parámetros fisicoquímicos

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	F 1		F 2		F 3	
	CAPEADO	SIN CAPEAR	CAPEADO	SIN CAPEAR	CAPEADO	SIN CAPEAR
TEMPERATURA INICIAL DE FRITURA (C°)	180		180		180	
TIEMPO DE FRITURA (MIN)	6	7	6	7	6	7
ADHERENCIA (%)	100	95	100	95	100	95
TEXTURA	Crocante		Crocante		Crocante	
CORTEZA DE LA MIGA (MM)	2	0.5	2	0.5	2	0.5
PESO POLLO (g)	7	7	7	7	7	7
PESO INICIAL POLLO EMPANIZADO	10	8	10.5	8	10	8
PESO DESPUÉS DEL DESHIDRATADO	9.5	7.7	10	7.4	9.5	7.7
HUMEDAD DE CORTEZA FRITA (%)	5	3	5	6	5	3

Nota. Parámetros fisicoquímicos. Elaboración propia, realizado en Word.

3.3. Prueba de análisis sensorial, escala hedónica de 5 puntos

Para la realización de la prueba de análisis sensorial se asignó un código aleatorio para cada fórmula, en la tabla siguiente se pueden observar los códigos asignados para cada una.

Tabla 15.

Códigos asignados para prueba hedónica

Formulación	Código asignado
Fórmula 1	5631
Fórmula 2	3087
Fórmula 3	6238

Nota. Código para pruebas. Elaboración propia, realizado en Word.

La prueba de análisis sensorial se realizó con un total de 30 personas, en el laboratorio de alimentos del Centro Universitario de Zacapa, USAC. Se realizó un análisis de la media por cada atributo.

La escala hedónica se evalúa de la siguiente manera:

- Me disgusta
- No me gusta
- No me gusta ni me disgusta
- Me gusta
- Me encanta

Figura 11.*Resumen prueba de análisis sensorial*

ESCALA HEDÓNICA	F1 (CÓDIGO 5631)				F2 (CÓDIGO 3087)				F3 (CÓDIGO 6238)			
	C	O	S	T	C	O	S	T	C	O	S	T
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	0	0	0	1	3	2	0	0
3	5	6	8	7	3	8	9	8	5	7	9	9
4	19	13	15	13	14	11	9	19	15	15	10	13
5	6	10	6	9	13	11	12	5	7	6	11	8
MEDIA	3.94	3.87	3.7	3.81	4.23	3.94	3.92	3.85	3.61	3.62	3.9	3.82

Nota. C: color; O: olor; S: sabor; T: textura. Elaboración propia, realizado en Word.

Para determinar si existe diferencia significativa entre las formulaciones, por cada atributo evaluado, se analizaron los resultados mediante el análisis de varianza (ANOVA), de la cual se interpreta una diferencia significativa si la muestra presenta una probabilidad ≥ 0.05 . se analizará en base a la afirmación:

- Si Valor P es \leq al valor α representa que si hay diferencias significativas.

Tabla 16.*Análisis resultados ANOVA*

Atributo	Valor Alpha	Valor P	Análisis ANOVA
Color	0.05	0.05010353	Si hay diferencia significativa
Olor	0.05	0.39527819	No hay diferencia significativa
Sabor	0.05	0.45054748	No hay diferencia significativa
Textura	0.05	0.8532017	No hay diferencia significativa

Nota. Resultados del análisis ANOVA. Elaboración propia, realizado en Excel.

Tabla 17.*Análisis resultados Tukey*

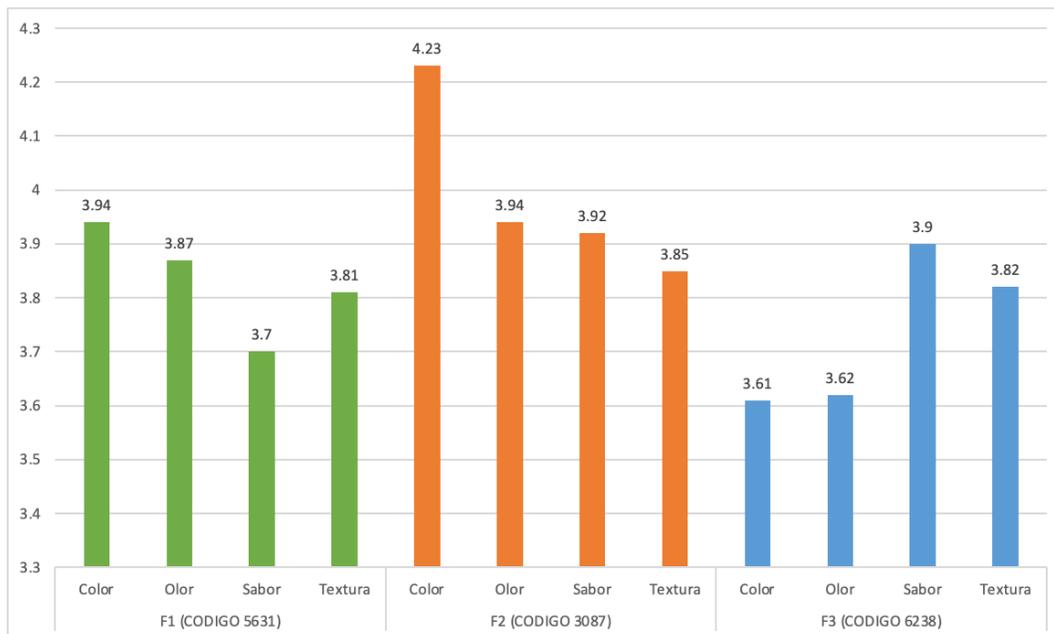
ATRIBUTOS	COMPARACIÓN ENTRE FÓRMULAS		VALOR P	ANÁLISIS TUKEY
COLOR	F1	F2	0.26007421	No hay diferencia significativa
	F1	F3	0.65600789	No hay diferencia significativa
	F2	F3	0.04196381	Si hay diferencia significativa
OLOR	F1	F2	0.9864839	No hay diferencia significativa
	F1	F3	0.51673848	No hay diferencia significativa
	F2	F3	0.423288	No hay diferencia significativa
SABOR	F1	F2	0.51750407	No hay diferencia significativa
	F1	F3	0.51750407	No hay diferencia significativa
	F2	F3	1	No hay diferencia significativa
TEXTURA	F1	F2	0.48814865	No hay diferencia significativa
	F1	F3	0.58814865	No hay diferencia significativa
	F2	F3	0.58814865	No hay diferencia significativa

Nota. Resultados del análisis Tukey. Elaboración propia, realizado en Excel.

Se determinó que, si existe una diferencia significativa de sabor entre la fórmula 2 y la fórmula 3, del resto de atributos en comparación entre fórmulas no hay una diferencia significativa.

Figura 12.

Análisis estadístico prueba de análisis sensorial según la media



Nota. Pruebas de análisis sensorial. Elaboración propia, realizado en Excel.

Se realizó un análisis de la media (figura 1), según cada atributo evaluado. Se seleccionó la formulación con la media más alta, en este caso se presentó una media mayor en las cuatro características organolépticas evaluadas, siendo sabor, olor, color y textura. Por lo que se definió la fórmula 2 como la proporción más aceptable. A partir de este momento se trabajó la investigación con esta formulación.

3.4. Evaluación en base a los datos obtenidos del estudio de análisis proximal

Para la realización de la prueba de análisis proximal se envió una muestra de la formulación 2 de 500 gramos al laboratorio Desarrollo de Soluciones

Globales, Guatemala. En donde por medio de distintas metodologías se determinó el aporte de cada nutriente que se presenta en la tabla 19.

Tabla 18.

Contenido de muestra de laboratorio

	Harina de maíz (%)	Harina de amaranto (%)	Harina de frijol (%)	Sazón completa (%)	Total
Proporción (%)	24.3	48.5	24.3	2.9	100
contenido neto en gramos	121.5	242.5	121.5	14.5	500

Nota. Resultados del análisis ANOVA. Elaboración propia, realizado en Excel.

Tabla 19.

Resultados análisis proximal

	Resultado	Unidad de medida	LD/LC	Metodología
Carbohidratos solubles/ ELN	73.40	%	NA*	Por fórmula
Cenizas	1.92	%	0.10	Gravimetría
Energía (calorías)	3,496.70	KCAL/KG	NA	Por fórmula
Fibra cruda	3.23	%	0.50	AOAC: 962.09
Grasa	2.83	%	0.50	Extracción Soxhlet
Humedad	7.19	%	0.10	Pérdida por secado en la estufa
Proteína	11.43	%	0.50	A0AC 976.05

Nota. NA: no aplica. LD/LC: límite de detección/ Cuantificación. Obtenido de Laboratorios Desarrollo de Soluciones Globales (2022). *Resultados.* (p. 1).

Se estableció una porción estándar para el consumo de 20 gramos de empanizador, por lo que se determinó el aporte de cada nutriente en base a 250 gramos totales y en base a porción recomendada, el cual se establece en la siguiente tabla.

Tabla 20.

Análisis aporte nutricional

	Resultado	Unidad de medida	Aporte en 250 gramos(g)	Aporte en 20 gramos (g)
Carbohidratos solubles/ ELN	73.40	%	183.5	14.68
Cenizas	1.92	%	4.8	0.384
Energía (calorías)	3,496.70	KCAL/KG	874.17	69.93
Fibra cruda	3.23	%	8.075	0.646
Grasa	2.83	%	7.075	0.566
Humedad	7.19	%	7.19%	7.19%
Proteína	11.43	%	28.57	2.286

Nota. Análisis nutricional. Elaboración propia, realizado en Excel.

3.5. Evaluación y definición de costos de producción y venta

Se realizó la evaluación de costos con el fin de determinar el costo de producción y el costo comercial del producto, en la tabla 21. Se muestran los costos unitarios por materia prima y de gastos indirectos, necesarios para la realización de la formulación no. 2

Tabla 21.*Determinación de costos de producción*

	Descripción	Contenido neto	Costo neto	Total Utilizado	Costo de producción
Materia Prima					
Harina de Amaranto	Harinas Cerepak	400 g	Q. 75	121.25 g	Q. 22.73
Harina de Frijol (negro)	Artesanal – Ventitas	454 g	Q. 35.00	60.75 g	Q. 4.68
Harina de Maíz	Oro Maya	2,279 g	Q. 27.00	60.75 g	Q. 0.64
Especies deshidratadas (pimienta en polvo, orégano deshidratado, ajo deshidratado, cebolla deshidratada, laurel deshidratado).	Artesanal-Sazón de la abuela	25 g	Q. 15.00	7.25 g	Q. 4.35
Gastos indirectos					
Mano de obra	Personal para la mezcla y empaque	En base al salario mínimo diario de Exportadora y de maquila según el Ministerio de trabajo y previsión social	Q. 88.91	15 min	Q. 2.77
Empaque	Bolsa de papel kraft para harinas 14x22 cm con sello hermético	50 unidades	Q. 181.95	1 unidad	Q. 3.639
Energía eléctrica	Energía eléctrica Según consumo estimado de 13 w en un foco de bajo consumo	10 kw	Q. 20.38	13 w	Q. 0.02
Agua Potable	Agua utilizada para el lavado de utensilios y equipo	Mensual	Q. 50.00 gasto fijo	Gasto estimado por día	Q. 1.61
Costo total de producción					Q. 40.44

Nota. Resultados del análisis ANOVA. Elaboración propia, realizado en Excel.

El porcentaje de ganancia más bajo recomendado es de un 25 %, por lo que se determinó una ganancia con un 25 % y con un 40 % a manera que el producto en mercado pueda ser competitivo con otros productos similares y pueda generarse un margen de ganancia significativo para poder invertir en la producción de más producto. Por lo que se seleccionó un margen de ganancia de un 40 %. En la tabla 22 se pueden observar los costos estimados según el porcentaje de ganancia.

Tabla 22.

Análisis de ganancia

Porcentaje de ganancia	Ganancia neta por producto	Costo total para la venta	Costo estimado
25%	Q. 10.11	Q. 50.55	Q. 51.00
40%	Q. 16.18	Q. 56.616	Q. 57.00

Nota. Ganancias. Elaboración propia, realizado en Excel.

Se realizó una comparación de costos con productos similares en el mercado, en Guatemala hay poca disponibilidad de productos de este tipo, por lo que la mayoría están disponibles para importación o en tiendas especializadas. En la siguiente tabla se presentan los resultados de la investigación de costos.

Tabla 23.*Análisis comparativo de costos*

Descripción de producto	Contenido	Costo	Disponibilidad
A base de harina de maíz, harina de trigo, harina de frijol y sazón completa	250 g	Q. 57.00	No ha sido lanzado al mercado
Empanizador a base de almendras y especias	250 g	Q. 84.73	No disponible en Guatemala (exportado de México) cotizado en mercado libre/méxico
Empanizador a base de maíz	200 g	Q. 12.50 Costo estimado para 250 g Q. 15.62	Exportado de México, no disponible en supermercados locales cotizado en mercado libre/méxico
Empanizador de garbanzo	340 g	76.99 Costo estimado de 250g Q. 56.61	Exportado de México, no disponible en supermercados locales cotizado en mercado libre/méxico
Empanizador sin gluten a base de arroz	100 g	Q. 6.30 Costo estimado por 250g Q 15.75	Supermercado la Torre

Nota. Análisis comparativo. Elaboración propia, realizado en Excel.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente trabajo de investigación presenta el desarrollo de 3 formulaciones de empanizador a base de harina de maíz, harina de amaranto y harina de frijol, seleccionando por último la más aceptable como un empanizador por naturaleza libre de gluten.

La formulación se realizó primero por medio de porcentajes, como están establecidos en la tabla 11, se buscó la priorización de la harina de amaranto en las tres formulaciones debido a las propiedades funcionales descritas con anterior en el marco teórico, en donde podemos resaltar el aporte de proteína vegetal de buena calidad.

La fórmula no. 1 contenía mayor proporción de harina de amaranto (67.9 %), siguiéndolo con proporciones iguales de harina de frijol y maíz (14.6 %), la proporción de sazón completa se utilizó la misma en las 3 formulaciones siendo un 2.9 % de la mezcla total. En la formulación no. 2 se disminuyó el aporte de harina de amaranto a un 48.5 % y se aumentó el contenido de harina de maíz y harina de frijol llegando a un 24.3 % cada uno. Para la formulación no. 3 se mezcló proporciones iguales de harina de frijol y harina de amaranto (38.85) y se agregó harina de maíz en un 19.5 %. La sazón completa se adiciona con el fin de agregarle mayor sabor a las formulaciones ya que ninguna presenta un sabor fuerte. Se elaboró un total de 250 gramos de empanizador de cada formulación.

Visualmente no se percibe la diferencia entre las muestras, ya que el color de cada harina es muy similar, la diferencia más perceptible es que mientras más proporción de harina de frijol se adicionan había más presencia de partículas

negras propias de la cáscara del frijol. El olor de las harinas era más perceptible en cuanto mayor proporción de harina de amaranto contenida, por lo que la formulación no. 1 fue la mezcla con un olor más fuerte y no característico.

Los empanizadores como se define en el marco teórico es un producto de revestimiento elaborado a partir de harinas, generalmente de trigo (Bautista y Franco- Crespo, 2020).

Debido al tipo de producto no necesita de un proceso de cocción para su preparación ya que se entrega en forma de una mezcla de harinas para que el consumidor empanice y realice el proceso de fritura. Por ello para la elaboración de formulaciones sólo se requirió la mezcla de las harinas y el sazónador en una cocina convencional.

Para la evaluación de parámetros fisicoquímicos se realizó el proceso de fritura y de esta manera poder evaluar cómo se comportan las formulaciones en el proceso de cocción al que están destinados. Se seleccionó el pollo para la fritura ya que este alimento no aporta un sabor fuerte que pudiera afectar la percepción del empanizador.

Se realizaron dos tipos de empanizado; en primer lugar, se realizó el empanizado con capeado para el cual se debe trocear el pollo en porciones pequeñas, se pasó por medio de un pre empanizado que para esta preparación se seleccionó harina de maíz, cubriendo toda la superficie del pollo, luego se humedece en huevo batido y por último se cubre por completo con una capa del empanizador; el empanizador sin capeado se realiza con la adición del empanizado en una bolsa inocua, se introduce el pollo en la bolsa y se agita hasta que se adhiere en toda la superficie del pollo. La fritura se realizó por separado

según tipo de empanizado y según formulación para evitar contaminación cruzada.

La temperatura de fritura se midió antes de iniciar la fritura con ambos métodos, se adiciona el aceite en una olla y se dejó calentar hasta alcanzar una temperatura de 180 °C, la cual se midió con la ayuda de un termómetro de punzón de metal, el cual es destinado para soportar el aceite en altas temperaturas. Cuando el aceite alcanza esta temperatura se adicionan los trozos de pollo empanizado para freír.

La adherencia del empanizado se evaluó visualmente por medio de la cantidad de empanizado desprendido de la superficie del pollo posterior a la fritura. No se observó una diferencia significativa entre las formulaciones, más si presentó una diferencia según la manera de realizar el empanizado, ya que en las muestras en las se realizó la técnica del capeado se presentó una adherencia del 100 % y no se mostró desprendimiento de ningún tipo con ninguna de las 3 formulaciones, a comparación de la técnica sin capeado en donde se presentó un desprendimiento del empanizado de un 5 % de la superficie.

La evaluación de la textura se evaluó al finalizar el proceso de fritura, se retiró del aceite cuando presentó una corteza crocante y con una coloración café dorado. Se formó una corte de 0.5 mm con el proceso de empanizado sin capeado, con el empanizado capeado se formó una corteza más gruesa de 2 mm. No hubo diferencia visual entre las 3 formulaciones en cuanto a textura, color y formación de costra.

El último parámetro evaluado fue la humedad del producto ya empanizado, el cual se realizó mediante la deshidratación a través del horneado y la comparación de pesos antes y después del deshidratado, obteniendo un 5 % de

humedad con el proceso de capeado y una variante con el proceso sin capear con un 3 % de humedad para la formulación no. 1 y 3 y un 6 % para la formulación no. 2.

La adherencia del empanizado se evaluó visualmente por medio de la cantidad de empanizado desprendido de la superficie del pollo posterior a la fritura. No se observó una diferencia significativa entre las formulaciones, más si presentó una diferencia según la manera de realizar el empanizado, ya que en las muestras en las se realizó la técnica del capeado se presentó una adherencia del 100 % y no se mostró desprendimiento de ningún tipo con ninguna de las 3 formulaciones, a comparación de la técnica sin capeado en donde se presentó un desprendimiento del empanizado de un 5 % de la superficie.

Se realizó la prueba de análisis sensorial con el apoyo de estudiantes de Agroindustria de la USAC, Centro Universitario de Zacapa. Esta prueba se llevó a cabo en el laboratorio de alimentos, en donde se realizaron 30 pruebas como el mínimo permitido para la realización de pruebas de análisis sensorial con escala hedónica de 5 puntos, los participantes fueron estudiantes de 4to. y 5.to año de agroindustria de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se realizó un análisis ANOVA en donde se determinó por medio del valor Alpha y valor P que No hay diferencia significativa en cuanto a las características de olor, sabor y textura y si se presentó una diferencia significativa en cuanto al color. Según el análisis Tukey no se mostró diferencia significativa entre formulaciones para olor, sabor y textura, y solo se mostró diferencia significativa entre la F2 y F3 para el atributo de color.

En cuanto a color la F2 obtuvo una media más alta con un 4.23, a comparación de la F1 con 3.94 y la F3 con 3.61; En cuanto a olor nuevamente la

F2 obtuvo un porcentaje de 3.94, siendo mayor que la F1 con 3.87 y la F3 con 3.62; La F1 obtuvo una media de 3.7 según el sabor percibido, F3 un 3.9 y F2 obtuvo un 3.92; Por último, según textura la F3 alcanzó una media de 3.82, F2 de 3.85 y por último la F1 con un 3.81. La F2 presentó una media más alta en cuanto a las 4 características organolépticas evaluadas: olor, sabor, color y textura, siendo de esta manera seleccionada como la más aceptable.

Para la realización del análisis proximal solo se trabajó con la F2 la cual fue la más aceptable según la media. Para esta prueba se realizaron 500 gr de la F2 siendo un 24.3 % de harina de maíz, 48.5 % de harina de amaranto, 24.3 % de harina de frijol y 2.9 % de sazón completa. Se estableció una porción estándar de 20 gramos de empanizador, la cual es la recomendada para consumo, está destinada a empanizar una pieza regular de pollo.

En cuanto al aporte nutricional en una porción de 20 gramos el aporte de energía en calorías es aceptable ya que aporta un 3.50 % de un valor energético recomendado de 2000 calorías según establece FDA; Aporta un 4.98 % de carbohidratos totales para una recomendación diaria de 300 g, definido por FDA, esto representa un bajo aporte de carbohidratos por porción; En cuanto a grasa aporta un porcentaje de 0.8 g, siendo un aporte no significativo; Con un 4.56 % de la recomendación dietética diaria de proteína se cómo un aporte adecuado ya que él debe aportar mínimo 10 % en 100 g, ya que FDA establece un rango mínimo de 10 % para representar un aporte adecuado de proteína; En cuanto a fibra aporta un equivalente a 2.15 % del valor recomendado diario por lo que no es un aporte significativo.

La evaluación de costos se realizó por medio de la determinación de los gastos directos y los gastos indirectos. El costo de producción es un total de Q. 40.44, lo cual incluye gastos de materias primas, empaque y recursos necesarios

para su preparación. Para determinar el costo de venta se estimó una ganancia de un 40 % con la proyección de poder generar suficiente para producir más producto y que sea un producto que pueda competir en el mercado con otros similares, tomando en cuenta otros gastos como etiquetas y mercadotecnia.

Se comparó el costo de venta al mercado que es un total de Q. 57.00 en comparación a otros productos similares. Debido a que un empanizador sin gluten a base de harinas diferentes al trigo no es comparable con empanizadores hechos a base de esta harina. Se identificaron productos como el empanizador TODO KETO® el cual es a base de almendras y especias el cual tiene un costo más elevado con Q. 84.73 el cual es un 47.59 % más costoso que la F2; El empanizador SANISSIMO® a base de maíz tiene un costo estimado para 250 g de Q. 15.62, siendo 72.59 % más económico debido a que solo utiliza un ingrediente; el empanizador JUST ABOUT FOODS® elaborado a base de garbanzo el cual tiene un costo de Q. 56.61, SIENDO UN 0.68 % más económico que el empanizador F2; el empanizador Nnova Rice® el cual tiene un costo de Q. 15.75 el cual es un 68.85 % más económico debido a que es a base de un solo ingrediente.

Los productos similares generalmente no se encuentran en supermercados locales, si no en tiendas especializadas o a través de compras por internet. A excepción del empanizador Nnova Rice®, el cual se encuentra en supermercados La Torre. El costo es significativamente mayor a comparación de empanizadores que son elaborados a base de un solo ingrediente, como el maíz o el arroz. Con respecto a otros empanizadores a base de otros alimentos como almendras o garbanzo tienen un precio similar o compatible.

CONCLUSIONES

1. Se establecieron 3 formulaciones del empanizador mediante un mezclado homogéneo con proporciones distintas de harina de maíz, harina de frijol y harina de amaranto, con la adición de la misma proporción de sazón completa. Obteniendo 250 gramos de cada formulación.
2. Se realizó el empanizado y fritura de pollo con las 3 formulaciones elaboradas, aptas para su uso como empanizadores, las cuales generan una textura crujiente, adecuadas cocción y coloración, a una temperatura promedio de 180°C.
3. Según el análisis ANOVA Y Tukey se determinó que no existía una diferencia significativa entre las formulaciones en cuanto olor, color y textura y si existe una diferencia significativa en cuanto al color, principalmente entre la F2 y F3.
4. Mediante el análisis proximal que se realizó a la formulación 2; por porción de 20 gramos se determinó que cuenta con un aporte adecuado de calorías, un bajo aporte de carbohidratos, un aporte no significativo de grasa y fibra y un aporte adecuado de proteína.
5. Se estableció un costo al mercado de Q. 57.00, el cual es un costo competitivo con otros productos similares. Se identificó que la mayoría de estos productos no están disponibles localmente, si no en páginas de productos internacionales en línea.

RECOMENDACIONES

1. Continuar trabajando con las materias primas de harina de maíz, harina de frijol y harina de amaranto, ya que son recursos naturales disponibles y accesibles que pueden brindar nuevos aportes a la industria alimentaria.
2. Evaluar la coloración y textura del empanizado ya que el tiempo de empanizado puede variar según el tamaño y grosor de la pieza a empanizar.
3. Sazonar el alimento al gusto debido a que el empanizado no contiene sal añadida, en el caso de las carnes, pollo, pescado o mariscos.
4. Realizar pruebas de empanizado con otros alimentos adicionales al pollo, como queso, carne, pescado o camarones y de esta manera aumentar el aporte de proteína.
5. Moler el amaranto, maíz y frijol y el deshidratado de las especies contribuiría a la disminución de costos de producción.

REFERENCIAS

- Alarcón, S., y Guzmán, D. (2012). *Elaboración de camarones con dos tipos de empanizados: tradicional y de coco, para su comercialización en forma congelada*. [Tesis de pregrado, Universidad Dr. José Matías Delgado]. Archivo digital.
<https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/IAL/0001703-ADTESAE.pdf>
- Arriola, E., Gudiño, D., Prado, R., Mondragón P., Corona, R., y Guatemala, G. (2020). Estudio de los parámetros de freído sobre las propiedades fisicoquímicas de una botana hecha de harina de maíz, chícharo y salvado de avena. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23(1), 1-12.
<https://www.scielo.br/j/bjft/a/WBBNbLxtQMyMZjTD6FRp9d/?lang=es>
- Bautista, N., y Franco-Crespo, C. (2020). Evaluación de una mezcla empanizadora, con inclusión de almidón modificado, para su aplicación en carnes. *Revista Politécnica*, 46(2), 63-70.
<http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v46n2/2477-8990-rpolit-46-02-63.pdf>
- Blandón, S., y Larios, X. (2019). Evaluación de sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol *phaseolus Vulgaris L.* en la formulación de tortas. *El Higo Revista Científica*, 9(1), 35-44.
- Celis, I. (2019). *Fundamentos y metodologías básicas de evaluación sensorial, en el entrenamiento de un panel sensorial (caso práctico: cerveza*

artesanal). Universidad Nacional de Colombia.

De la Calle, I., Ros, G., Peñalver, R., y Nieto, G. (2020). Enfermedad celíaca: causas, patología y valoración nutricional de la dieta sin gluten. *Nutr Hosp*, 37(5), 1043-1051.

Estévez, V., y Araya, M. (2016). La dieta sin gluten y los alimentos libres de gluten. *Revista Chilena Nutr*, 43(4), 428-433.
<https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v43n4/art14.pdf>

Gómez, H. (2018). *Desarrollo y evaluación de la preferencia y aceptabilidad de empanizados de perico Coryphaena Hippurus, en Puerto de Ilo, 2017*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Moquegua]. Archivo digital.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAM_338e1d62dd0491c9_2f8ded4b38641af6/Details

Gonzales, D., y Herrera, X. (2006). Manejo nutricional de la enfermedad celíaca. *Revista Cubana de Pediatría*, 78(2), 1-32.
<http://scielo.sld.cu/pdf/ped/v78n2/ped10206.pdf>

González, F., Ávila, M., Gil, Y. y Velasco, D. (2016). *Proceso de fabricación de harina precocida de maíz*. Universidad José Antonio Páez.

González, W. (2013). *Manual compilatorio de alimentos de uso habitual, otras plantas y semillas comestibles, para utilizarse en mezclas vegetales para la alimentación de la población guatemalteca*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.

Guiñazú, C., Albors, A., y Marín, M. (2019). *Harinas sin gluten de origen vegetal*

para el desarrollo de productos alimentarios. Aplicaciones, propiedades nutricionales y características funcionales. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio institucional.

Hernández, E., Blandón, W., Escorcía, R., y Blandón, S. (2017). Producción de harina de frijoles (*phaseolus vulgaris*) y evaluación sensorial. *El Higo*, 07, 11-17. <https://camjol.info/index.php/elhigo/article/view/8616/9672>

Hernández, L. (2019). *Desarrollo de una formulación en polvo a base de amaranto (Amaranthus cruentus) y canela (cinnamoum sp) sabor chocolate.* [Tesis de doctorado, Universidad autónoma de Barcelona]. Repositorio institucional.

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y Organización Panamericana de la Salud (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica.*

Laboratorios Desarrollo de Soluciones Globales (2022). *Resultados.*

López, P. (2020). *Desarrollo de harina a base de arroz (Oryza sativa), amaranto (Amaranthus spp), morro (Crescentia alata) y chía (Salvia hispanica).* [Tesis de pregrado, Universidad Zamorano]. Archivo digital. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0d870341-3c86-4a63-999e-2c971f548689/content>

Mapes, E. (2015). El amaranto.

Ortiz, J. (2016). *Análisis proximal y caracterización nutricional de productos de la línea “q’ atu” del restaurante Gustu.* [Tesis de pregrado, Universidad

Mayor de San Andrés]. Archivo digital.
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18159/M-293.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Parada, A., y Hernández, A. (2010). El gluten. Su historia y efectos en la enfermedad celíaca. *Revista Médica chilena*, 138(10) 1319-1325.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/123993>

Pavón, K. (2020). *Análisis de la composición proximal y actividad antioxidante de la harina cruda y tostada de cuatro variedades de Amaranthus cruentus cultivados en Managua, agosto 2019 - marzo 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Archivo digital.
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18159/M-293.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Real, E. (2016). Actualización en el diagnóstico de la enfermedad celíaca. *An fac med*, 77(4), 397-402.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v77n4/a13v77n4.pdf>

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (2014). Análisis sensorial.

Vedia-Quispe, V., Deyse. P., Espinoza, S. y Ruano-Ortiz, A. (2016). Calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de tallarines producidos con sustitución parcial de sémola de trigo por harina de amaranto. *Revista Española de Nutrición*, 20(3), 190 - 197.

APÉNDICES

Apéndice 1.

Matriz de coherencia

Problema	Objetivos	Variables	Conclusiones	Recomendaciones
<p>Pregunta principal ¿Cuál es la formulación óptima para un empanizador libre de gluten a base de harina de maíz, harina de frijol y polvo de amaranto?</p>	<p>Objetivo general Establecer la formulación adecuada para una empanizador libre de gluten a base de harina de maíz, harina de frijol y amaranto</p>	<p>Formulación óptima.</p>		
<p>Preguntas auxiliares 1. ¿Cuál es el número adecuado de posibles formulaciones que se deben comparar para la formulación óptima de un empanizador libre de gluten a base de harina de maíz, harina de frijol y amaranto en grano?</p>	<p>Objetivos específicos 1. Mostrar las formulaciones del productor basadas en variaciones de proporción.</p>	<p>Número de posibles formulaciones</p>	<p>Se establecieron 3 formulaciones empanizador mediante mezclado homogéneo con proporciones distintas de harina de maíz, harina de frijol y harina de amaranto, con la adición de la misma proporción de sazón completa. Obteniendo 250 gramos de cada formulación.</p>	<p>6. Continuar trabajando con las materias primas de harina de maíz, harina de frijol y harina de amaranto, ya que son recursos naturales disponibles y accesibles que pueden brindar nuevos aportes a la industria alimentaria.</p>

Continuación del apéndice 1.

Problema	Objetivos	Variables	Conclusiones	Recomendaciones
2. ¿Qué resultados se obtienen de la caracterización fisicoquímica de las formulaciones?	2. Evaluar los resultados que se obtienen de la caracterización fisicoquímica de las formulaciones.	Características físicas y químicas: Adherencia Homogeneidad Tiempo de fritura Temperatura de fritura Textura (crujiente) Color de la costra Humedad en corteza frita	Se realizó el empanizado y fritura de pollo con las 3 formulaciones elaboradas, aptas para su uso como empanizadores, las cuales generan una textura crujiente, adecuadas cocción y coloración, a una temperatura promedio de 180°C.	Evaluar la coloración y textura del empanizado ya que el tiempo de empanizado puede variar según el tamaño y grosor de la pieza a empanizar.
3. ¿Cuál es la formulación que obtiene la mayor aceptabilidad?	3. Determinar la formulación que obtiene la mejor aceptabilidad basada en sus propiedades químicas y sensoriales.	Porcentajes de aceptabilidad.	Según el análisis ANOVA Y Tukey se determinó que no existía una diferencia significativa entre las formulaciones en cuanto olor, color y textura y si existe una diferencia significativa en cuanto al color, principalmente entre la F2 y F3.	7. Sazonar el alimento al gusto debido a que el empanizado no contiene sal añadida, en el caso de las carnes, pollo, pescado o mariscos

Continuación del apéndice 1.

Problema	Objetivos	Variables	Conclusiones	Recomendaciones
4. ¿Cuál es el aporte nutricional de la formulación final?	4. Detallar el aporte nutricional de la formulación final del empanizador.	Energía Carbohidrato s Proteína Fibra Grasas Cenizas % de humedad	Mediante el análisis proximal que se realizó a la formulación 2; por porción de 20 gramos se determinó que cuenta con un aporte adecuado de calorías, un bajo aporte de carbohidratos, un aporte no significativo de grasa y fibra y un aporte adecuado de proteína.	Realizar pruebas de empanizado con otros alimentos adicionales al pollo, como queso, carne, pescado o camarones y de esta manera aumentar el aporte de proteína.
5. ¿Cuál es el costo de producción y venta del producto?	5. Evaluar el costo de producción y venta del producto.	Costo de producción Costo de venta	Se estableció un costo al mercado de Q. 57.00, el cual es un costo competitivo con otros productos similares. Se identificó que la mayoría de estos productos no están disponibles localmente, si no en páginas de productos internacionales en línea.	Moler el amaranto, maíz y frijol y el deshidratado de las especies contribuiría a la disminución de costos de producción.

Nota. Formato de matriz de coherencia. Elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1.

Resultados prueba de análisis proximal



LABORATORIO DSG
DESARROLLO DE SOLUCIONES GLOBALES
31 Avenida 0-56 zona 7, Utatán 1
Tel: (502) 2441-4918, (502) 2439-6808

(R03-PAD004)

Informe de Resultados: **2022-00899**

Fecha: 1/6/2022

Cliente:	Angelina Nájera	Referencia:	
Dirección:	Ciudad	Fecha y Hora Muestreo:	26/05/2022 13:00
Orden de Cliente:		Lugar de Muestreo:	Tomada por el cliente
Muestra enviada por:	Angelina Nájera		
Fecha de Recepción:	26/05/2022		

Código: 27751	Descripción: Mezcla de Harinas 3087				
Referencia: 1	Tipo: Alimento				Lote:
Análisis	Resultado	u.m.	LD/LC	Metodología	Fecha de Análisis
Carbohidratos Solubles (ELN)	73.40	%*	NA	Por fórmula	31/05/2022
Cenizas	1.92	%*	0.10	Gravimetría	31/05/2022
Energía (Calorías)	3,496.70	Kcal/kg*	NA	Por Formula	31/05/2022
Fibra Cruda	3.23	%*	0.50	AOAC: 962.09	31/05/2022
Grasa	2.83	%*	0.50	Extracción Soxhlet	27/05/2022
Humedad	7.19	%*	0.10	Pérdida por secado en la estufa	27/05/2022
Proteína	11.43	%*	0.50	A0AC 976.05	31/05/2022

* u.m.= unidad de medida, LD/LC= Límite de Detección/Cuantificación, ND= No detectable al LD/LC.

Los resultados en este informe corresponden únicamente a los ítems sometidos a ensayo. Prohibida la modificación o reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita de DSG. Cuando la muestra es entregada por el cliente, él es responsable de la información de la misma. En ese caso los resultados corresponde a la muestra tal y como fue recibida

ULTIMA LINEA


Juan Carlos Gonzalez Soto
Ingeniero Químico
Colegiado No. 1785

Ing. Juan Carlos Gonzalez
Colegiado No. 1785
Director Técnico Físicoquímica

Nota. Informe de resultados. Obtenido de Laboratorios Desarrollo de Soluciones Globales (2022).
Resultados.