

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema: “Formulación de apanadura a base de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) con harina de arroz (*Oryza sativa*), aplicada en camarón, para el consumo de población celiaca.”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: Enríquez Pincay Dayana Mishell

TUTOR: Lic. Miguel Ángel Anchundia Lucas MSc.

Tulcán, 2021

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Enríquez Pincay Dayana Mishell con el número de cédula 0401912936 ha elaborado el trabajo de titulación: “Formulación de apanadura a base de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) con harina de arroz (*Oryza sativa*), aplicada en camarón, para el consumo de población celiaca”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Firmado electrónicamente por:
**MIGUEL ANGEL
ANCHUNDIA
LUCAS**

f.....

Lcdo. Miguel Anchundia Msc.

TUTOR



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS ALBERTO
RIVAS ROSERO**

f.....

Ing. Carlos Rivas Msc.

LECTOR

Tulcán, septiembre del 2021

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de ingeniería en alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Enríquez Pincay Dayana Mishell con cédula de identidad número 0401912936 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



f.....

Enríquez Pincay Dayana Mishell

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Enríquez Pincay Dayana Mishell declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Formulación de apanadura a base de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) con harina de arroz (*Oryza sativa*), aplicada en camarón, para el consumo de población celiaca.” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



f.....

Enríquez Pincay Dayana Mishell

AUTORA

Tulcán, septiembre del 2021

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica estatal del Carchi, por ser el alma mater en la que curse todos mis años de carrera, y ser responsable de todos los conocimientos adquiridos, A cada uno de los docentes que me enseñaron con sabiduría, especialmente al Ingeniero Miguel Anchundia y al Ingeniero Carlos Rivas quienes me guiaron en todo momento para hacer posible este trabajo de investigación.

Agradezco también a la Licenciada Ana Cerón y al Ingeniero Vinicio Revelo, docentes encargados de Laboratorios, quienes me facilitaron de cierto modo el trabajo en las instalaciones y me guiaron con conocimiento y sabiduría con la experticia que poseen.

A mi familia, quienes me brindaron apoyo incondicional y confiaron en mí en todo momento y me guiaron con amor para poder cumplir este objetivo.

A mi grupo de compañeros y en especial a la señorita Tania Catucuamba, quien me apoyo en todo momento alegrándome los días con su bondad y leal amistad.

DEDICATORIA

A mis padres Miguel Enríquez e Hiralda Pincay quienes son mi más valioso ejemplo de perseverancia y valentía, a los autores de la historia que escribo día con día de mi vida, y las personas que han demostrado su amor incondicional hacia mí en todo momento.

A mi Hermoso y Maravilloso hijo Miguel Alejandro, por ser el motor más importante en mi vida, por ponerme los pies en la tierra y mis aspiraciones en las nubes, a ese ser que, aunque tan pequeño de tamaño es grande de corazón y ha inspirado en mis los mejores objetivos de vida para realizarlos juntos.

A mis Hermanas, Evelyn, Cintia, Yesenia y Damaris, mis ejemplos de superación profesional y personal, por el apoyo incondicional en todo momento. Y a mi compañero de vida Mario Alejandro, que ha estado en todo momento a mi lado a pesar de mis tropiezos, y compartir conmigo sus alegrías y tristezas.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA _____	17
1.3. JUSTIFICACIÓN _____	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN _____	18
1.4.1. Objetivo General _____	18
1.4.2. Objetivos Específicos _____	18
1.4.3. Preguntas de Investigación _____	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS _____	19
2.2. MARCO TEÓRICO _____	20
2.2.1. Quinoa _____	20
2.2.2. Arroz _____	25
2.2.3. Celiaquía _____	27
2.2.5. Tecnología panificadora _____	29
2.2.6. Elaboración de pan blanco _____	30
2.2.7. Pan rallado o apanadura _____	30
2.2.8. Índice de absorción de agua IAA _____	31
2.2.9. Absorción de aceite _____	31
III. METODOLOGÍA	33
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO _____	33
3.1.1. Enfoque _____	33
3.1.2. Tipo de Investigación _____	33
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER _____	33

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES _____	33
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS _____	35
3.4.1. Materias Primas e insumos _____	35
3.4.2. Equipo y utensilios _____	35
3.4.3. Diseño Experimental _____	35
3.4.4. Proceso de elaboración del pan _____	37
3.4.5. Elaboración de Apanadura _____	38
3.4.6. Empaque _____	38
3.4.6. Análisis Físicoquímico de apanadura _____	40
3.4.7 Índice de absorción de agua IAA en apanadura _____	45
3.4.8. Índice de absorción de aceite en apanadura _____	45
3.4.9 Evaluación Sensorial _____	46
3.4.10 Evaluación Microbiológica del mejor tratamiento _____	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
4.1. RESULTADOS _____	49
4.1.1. Distribución del tamaño de la partícula _____	49
4.1.2. Análisis físicoquímico _____	50
4.1.3. Análisis funcional _____	51
4.1.4. Análisis sensorial de tratamientos _____	55
4.1.5. Análisis microbiológico del mejor tratamiento _____	57
4.2. DISCUSIÓN _____	57
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1. CONCLUSIONES _____	60
5.2. RECOMENDACIONES _____	61
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
VII. ANEXOS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo para la elaboración de apanadura elaborada con harina de quinua y arroz. _____	39
Figura 2 índice de absorción de agua en muestras de apanaduras formuladas con harina de quinua y arroz. _____	52
Figura 3 Índice de absorción de aceite a 180 y 200°C en 30s _____	53
Figura 4 índice de absorción de aceite a 180 y 200°C en 45s. _____	54
Figura 5 índice de absorción de aceite a 180 y 200°C en 60s. _____	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Contenido de macronutrientes de la quinua en comparación con otros vegetales	22
Tabla 2 Contenido de aminoácidos presentes en la quinua en relación con otras gramíneas	23
Tabla 3 Composición Nutricional del arroz	26
Tabla 4 Síntomas de la enfermedad celiaca a distintas edades del paciente	28
Tabla 5 Diferencias entre enfermedad celiaca, alergia al gluten, sensibilidad al gluten no celiaca e intolerancia al gluten	29
Tabla 6 Operacionalización de variables de estudio	34
Tabla 7 Esquema de investigación, Interacción de harina de quinua y harina de arroz	36
Tabla 8 Insumos constantes en la formulación de la apanadura	36
Tabla 9 Requisitos fisicoquímicos de apanadura	40
Tabla 10 Categoría para evaluar según para los perfiles sensoriales de color, olor, sabor y textura.	46
Tabla 11 Requisitos microbiológicos para muestras de harina	47
Tabla 12 Porcentajes de retención en tamizaje de las apanaduras consideradas en el estudio.	49
Tabla 13 Caracterización fisicoquímica de la apanadura elaborada a base de quinua y harina de arroz.	50
Tabla 14 Evaluación sensorial de las formulaciones de apanadura a base de harina de quinua y arroz	56
Tabla 15 Análisis microbiológico del T3: 50% harina de quinua + 50% harina de arroz	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Certificado o Acta del Perfil de Investigación _____	68
Anexo B. Certificado del Abstract por parte de idiomas _____	69
Anexo C. Elaboración de apanadura _____	70
Anexo D. Análisis Físicoquímico _____	71
Anexo E. análisis sensorial _____	73
Anexo F. Ficha de evaluación sensorial. _____	74
Anexo G. Evidencia de los equipos utilizados durante la investigación _____	75
Anexo H. Resultados del análisis microbiológico realizado al mejor tratamiento _____	76
Anexo I. Resultados de la determinación de fibra cruda _____	77
Anexo J. Tablas de ANOVA para estudio físicoquímico _____	78
Anexo K. Tablas de ANOVA para evaluación sensorial _____	83
Anexo L. Análisis de varianza y prueba de comparación del índice de absorción de agua. _	87
Anexo M. Análisis de varianza y pruebas de comparación para índice de absorción de aceite. _____	88

RESUMEN

La quinua y el arroz son dos granos importantes en la alimentación de los ecuatorianos, sin embargo, su consumo es en estado natural, pudiendo ser utilizada como materia prima para la fabricación de alimentos con una buena calidad nutricional, permitiendo atender a la población celiaca debido a estas características, así como la ausencia de proteínas como el gluten. Como objetivo del estudio se planteó elaborar apanadura a base de harina de quinua y arroz aplicada en camarón para consumo de la población celiaca. Se desarrollaron cinco formulaciones variando los contenidos de harina de quinua (100%, 75%, 50%, 25%, 0%), harina de arroz (0%, 25%, 50%, 75%, 100%). Se aplicó una temperatura de horneado de 180 °C por 30 minutos. Luego se sometió el producto a enfriamiento y reposo por 48 horas, para secarlo a una temperatura de 90°C por 30 minutos. Se realizaron pruebas funcionales, fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas al producto. Las variaciones obtenidas en función a las proporciones de harinas utilizadas fueron analizadas mediante un ANOVA simple y una prueba de Tukey a un nivel de confianza del 95%. La mejor formulación fue T3: que contenía 50% de harina de quinua y 50% de harina de arroz, presentó características fisicoquímicas similares a una apanadura comercial y mayor nivel de aceptación. El producto presentó un nivel de absorción de agua de 3.86% siendo similar al testigo de 3.61%. Finalmente, la evaluación de cinética de absorción de aceite en interacción apanadura-camarón a 180°C y 200°C durante los diferentes intervalos de tiempo de fritura (30 s, 45 s y 60 s), se reportaron valores más altos en consideración al tratamiento testigo.

Palabras claves: Apanadura, celiarquía, gluten, quinua, arroz

ABSTRACT

Quinoa and rice are two important grains in the diet of Ecuadorians; however, they are consumed in their natural state and can be used as raw material to manufacture foods with good nutritional quality, allowing the celiac population to be served due to these characteristics, as well as the absence of proteins such as gluten. The objective of the study was to develop a breading based on quinoa and rice flour which is applied to shrimp for celiac population intake. Five formulations were developed, varying contents of quinoa flour (100%, 75%, 50%, 25%, 0%), rice flour (0%, 25%, 50%, 75%, 100%). A baking temperature of 180°C was applied for 30 minutes. Then, the product was cooled and proofed for 48 hours, to dry it at 90°C temperature for 30 minutes. Functional, physicochemical, sensory, and microbiological tests were carried out on the product. The resultant variations according to the flour proportions used were analyzed by means of a simple ANOVA and a Tukey test at a confidence level of 95%. The best formulation was T3: containing 50% quinoa flour and 50% rice flour, it presented physicochemical characteristics similar to a commercial bread - crumps and a higher level of acceptance. The product presented a water absorption level of 3.86%, being similar to the control with 3.61%. Finally, the evaluation of the oil absorption kinetics in the interaction between breading and shrimp at 180°C and 200°C during the different frying time intervals (30 s, 45 s and 60 s) reported higher values compared to the control treatment.

Keywords: breading, celiac disease, gluten, quinoa, rice

INTRODUCCIÓN

La celiacía es una enfermedad de tipo autoinmune que se presenta por el consumo de gluten, proteína presente en varios cereales específicamente el trigo, el centeno, la cebada y la avena, y afecta principalmente al sistema digestivo, provocando inflamación y dañando el revestimiento del intestino delgado, desarrollando como consecuencia en la salud de las personas un inadecuado proceso de absorción de los macronutrientes y micronutrientes que están presentes en los alimentos y desencadenando problemas adversos como anemia y problemas neuronales, entre otros.

Zegarra (2018) menciona que existe una prevalencia de esta enfermedad a nivel mundial la cual oscila de una entre 100 personas diagnosticada con la enfermedad de celiacía, estimándose la existencia de 10 celíacos sin diagnosticar.

A nivel mundial los productos alimenticios con mayor demanda en cuanto a consumo, son los productos horneados elaborados a partir de la harina de trigo, entre los que se destaca principalmente el pan en sus diferentes formas. De tal manera que es importante considerar a un grupo de personas que no pueden consumir productos derivados del trigo, cebada avena, centeno, por ser intolerantes al gluten que contienen, de tal manera que el consumo de un producto derivado de la panificación se vuelve imposible, debido a las consecuencias a nivel de su salud que esto puede ocasionar. Sin embargo, se debe considerar que la industria de la panificación cada día presenta una tendencia a crecer de tal manera que obliga tanto al industrial como a los artesanos dedicados a la elaboración de productos de panadería, a innovar en sus procesos, utilizando alternativas para sustituir parcial o totalmente a las harinas que contienen gluten y que no pueden ser ingeridas por aquellas personas que padecen de celiacía. (Federación de Asociaciones de Celíacos de España [FACE], 2018)

Los celíacos tienen dificultad de encontrar en el mercado alimentos cuya composición no contenga gluten. Entre los pocos productos a los cuales ellos pueden acceder, se mencionan: galletas, panqueques, postres que son fabricados con féculas de maíz, harina de arroz y ciertos aditivos que permiten mejorar sus características como es el caso de la textura. Considerando lo antes mencionado, esta investigación tuvo como objetivo elaborar apanadura a base de harina de quinua y arroz para ser aplicado en el proceso de fritura del camarón. Desarrollando de esta manera un producto como alternativa de consumo para las personas celíacas que no pueden

consumir los derivados tradicionales de panadería que contienen gluten ya que son elaborados a base de harina de trigo.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde hace tiempos milenarios se ha cultivado la quinua, actualmente se consume en los hogares su preparación en sopas o bebidas tradicionales, sin embargo, no existe una variedad de productos derivados de la quinua a los que se pueda acceder en supermercados o tiendas dejando un bajo nivel de aprovechamiento de este pseudocereal, ~~esto~~ debido a que es un cultivo marginado de manera agronómica y sociocultural, por desconocimiento de su calidad nutricional, a pesar de ser uno de los fundamentos de nuestro régimen alimentario. (Alvarado y Martínez, 2015)

En la provincia de Carchi la quinua representa el tercer rubro más importante en producción después de la producción de papa y la industria lechera, para el 2017 según el Ministerio de agricultura y ganadería MAGAP fueron cultivadas alrededor de 14000 hectáreas posicionando a la provincia como una de las principales a nivel nacional. Sin embargo, su explotación en cuanto a la elaboración de productos derivados es relativamente baja comparada con la cantidad de producción existente, la mayor parte es dirigida a su venta en mercados locales como un grano más de la canasta familiar. Dejando un nicho de mercado que no ha podido ser explotado de manera que aporte a la socioeconomía de la provincia del Carchi. (Arroyave & Esguerra, 2006)

El arroz es considerado una de las gramíneas de principal importancia en la dieta de los ecuatorianos sin embargo este es otro cereal que se consume en su mayor porcentaje como grano siendo el único producto derivado más importante la harina, provocando una baja diversidad de productos a base de este cereal, que no pueden ser aprovechado por su calidad nutricional en alimentos para cumplir necesidades alimenticias especiales. (Calvopiña, 2018)

A nivel nacional, el expendio de productos libres de gluten es bajo comparado con otros países, de tal manera que la existencia de un grupo de personas que no pueden consumir productos que contengan gluten, convierte a la elaboración y expendio de productos alimenticios libres de gluten en un mercado poco aprovechado y con un grupo muy reducido de comerciantes. (Mora, 2018)

La problemática encontrada en este estudio es la baja producción de derivados de la quinua y la poca diversificación de uso del arroz que proporciona un buen aporte nutricional al consumidor, su utilización puede permitir su aprovechamiento para satisfacer una necesidad de alimentación para la población celiaca.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La formulación de un producto a base de quinua (*Chenopodium quinoa*) y arroz (*Oryza sativa*) que permitan diversificar el cultivo de la quinua y el uso del arroz siendo apto para consumo de población celiaca?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Una estrategia excelente para reemplazar el gluten de la dieta de las personas es incluir como alternativa el consumo de la quinua en todas sus formas: cereal, harina o pasta. La quinua es un alimento libre de gluten, la cual proporciona aminoácidos esenciales, oligoelementos y vitaminas necesarias para el cuerpo humano. Este tipo de grano no pertenece a la misma familia de plantas que el trigo, por ello se convierte en un opción recomendada y nutritiva para las personas que son susceptibles al gluten. (Rodríguez, 2017)

La semilla de la quinua puede ser consumida de forma directa como grano, añadida en sopas o transformada en harina para ser utilizada en la elaboración del pan, bebidas o papillas. Su aporte nutricional puede ser comparados al de otros granos como; frijoles, maíz, arroz o trigo. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2016)

En la provincia del Carchi la quinua representa el tercer rubro más importante en producción después de la papa y la industria lechera. Para el 2017 fueron cultivadas 1500 hectáreas de quinua, lo cual ubicó a la provincia como una de las principales productoras de quinua a nivel del país. (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2019)

Otra gramínea muy importante en la alimentación de las personas es el arroz, Ecuador se posiciona en el cuarto país con mayor producción a nivel continental. Su mayor producción de arroz se ubica en la zona costera con el 98,71% a nivel nacional, siendo las provincias del Guayas y Los Ríos las que mantienen el 60% y 34 % respectivamente del total de la superficie destinada a esta actividad agrícola. (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2019)

Ambas gramíneas son importantes en la alimentación de los ecuatorianos, de tal manera que una forma de aprovechar sus niveles de producción, es mediante el desarrollo de productos alimenticios que puedan atender algún tipo de necesidad específica, así como destinarlos a un sector de consumidores específicos como es el caso de la población celiaca, logrando de esta forma obtener una diversificación de alimentos que atiendan este tipo de necesidad de las personas y aportando al desarrollo económico del país.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Elaborar apanadura a base de harina de quinua con harina de arroz, aplicado en camarón, para consumo de población celiaca.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar formulaciones para la obtención de un producto con óptimas características fisicoquímicas.
- Analizar valores de índice de absorción de agua e índice de absorción de aceite en los tratamientos obtenidos.
- Seleccionar el mejor tratamiento mediante un panel de evaluación sensorial.
- Evaluar microbiológicamente el mejor tratamiento escogido.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Es posible obtener un alimento alternativo apto para consumo de población celiaca?

¿Se puede obtener un alimento alternativo apto para consumo de población celiaca con óptimas características fisicoquímicas?

¿Se puede obtener un alimento alternativo apto para consumo de población celiaca, con adecuadas características sensoriales?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Hasta la actualidad se han desarrollado varias investigaciones direccionadas al estudio y desarrollo de alimentos que no contienen gluten, lo cual despierta el interés por los profesionales en el área de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería en Alimentos, para poder desarrollar productos nutritivos y seguros destinados al grupo de personas que padecen de celiaquía.

De tal manera que en esta sección se describen los antecedentes que permitieron el desarrollo de esta investigación, mencionando los siguientes trabajos:

Arroyave y Esguerra (2006) analizaron la sustitución parcial de la harina de trigo, utilizando harina de quinua tipo gourmet en la elaboración de pan tipo molde. El estudio consistió en analizar el contenido de proteína presente en el pan, como resultado del alto contenido en niveles de proteína de la quinua, así como la evaluación de características como la elasticidad, plasticidad, tenacidad y fuerza, buscando el mejor porcentaje de sustitución por quinua en la masa de pan. Como resultados del estudio obtuvieron valores de proteína hasta el 1,9% en un pan constituido por el 85% de harina de trigo y 15% de harina de quinua.

Del Castillo, Lescano y Armada (2009) realizaron una investigación respecto a la formulación de alimentos para celíacos utilizando harinas de quinua, cereales y almidones. Los productos obtenidos fueron panqueques, scones, prepizza y pan, determinando sus niveles de proteína, grasa, cenizas, fibra, humedad, carbohidratos, actividad de agua y textura. Los resultados obtenidos fueron comparados con productos comerciales del mismo tipo. Los resultados obtenidos del estudio determinaron que los productos con mejor aceptación fueron los scones y los panqueques con valores superiores al 80%. También se determinó que todos los productos presentaron un aporte de proteínas de buena calidad y presentaron buenas características texturales.

En una investigación realizada por Pacheco (2016) en la cual se elaboró panes sin gluten utilizando harina de quinua y almidón de papa. Se buscó la relación óptima de un pan que no contenga gluten, buscando mejorar las características como volumen, estructura de la miga y contenido proteico del producto terminado. Se desarrollaron 19 formulaciones experimentales que permitieron evaluar variables de respuesta como el volumen específico, estructura alveolar

y contenido de proteínas del pan horneado. Como resultado del estudio se obtuvo que la mejor formulación fue aquella que contenía el 33,04% de harina de quinua, el 20,0% de almidón de papa y el 46,96% de agua respecto a la masa principal; permitiendo obtener valores de 1,9 cm/gr para el volumen específico del pan, una estructura alveolar de 34,54 alvéolos/mm² y 8,7 por ciento de proteínas.

Reimundo (2017) desarrolló un estudio referente a la innovación de productos alternativos a la harina de trigo, utilizando harina de arroz y de soja para obtener alimentos destinados a la población celiaca en la ciudad de Ambato. El autor pudo concluir que las harinas de soja y arroz permiten obtener una diversidad de productos alimenticios debido a su cantidad de nutrientes, así como las bondades que presentan como es el caso del aporte de energía y vitamina E, permitiendo que las personas que padecen de celiaquía puedan cambiar su estilo y calidad de vida.

Zegarra (2018) mencionó que es importante incorporar granos andinos como por ejemplo la quinua, kiwicha y cañihua como materias primas para elaborar productos alimenticios destinados a pacientes con dietas estrictas sin gluten. Llegando a la conclusión que estos productos representan una alternativa importante como reemplazo de los granos que contienen gluten, considerando tanto su valor nutricional, así como su aporte de energía. El autor menciona además en su investigación, el uso de pseudocereales como el trigo serrano o alforfón, los cuales pertenecen a la familia de las poligonáceas en conjunto con la harina de amaranto y quinua.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Quinua

Ibarra (2019) define a la quinua como un grano orgánico de los andes considerado como pseudocereal, mantiene una alta calidad nutricional y capacidad para soportar bajas temperaturas. Con el propósito de mantener la seguridad alimentaria en el siglo XXI, y alentando al consumo de quinua, en 2013 fue declarado el año internacional de la quinua, nombramiento que fue brindado por la Organización de las Naciones Unidas.

Los cultivos de quinua se encuentran principalmente en las provincias de Carchi, Imbabura y Chimborazo. Es necesario dedicar más espacio y recursos para la producción de este producto debido a que tiene un gigantesco y desaprovechado potencial de producción, debido al interés

y acogida de la población por productos agrícolas y principalmente orgánicos. (Ibarra, 2019, pág. 2).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2018) menciona que el valor nutricional de la quinua ha sido básicamente reconocido por su proteína de alta calidad, esta proteína es rica en aminoácidos esenciales, la quinua es rica en carbohidratos, produciendo bajos índices de glicemia y en general una mejor calidad nutricional y funcional respecto a granos de cereales tales como maíz, trigo y arroz.

2.2.2.1. Taxonomía de la planta de quinua

La quinua es una planta anual, dicotiledónea, herbácea que alcanza una altura de 0,2 a 0,3 metros de altura. El tallo principal puede ser ramificado o no dependiendo del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven, es de sección circular en la zona cercana a la raíz, transformándose en angular a la altura de las ramas y hojas. Perteneció al reino plantae, a la clase magnoliopsida, familia amaranthaceae, siendo del género *Chenopodium*, formando la especie *Chenopodium quinoa*.

2.2.2.2. Variedades de quinua en Ecuador

Según Moreno (2016) las variedades de quinua que se cultivan en el Ecuador son:

- a) **Tunkahuan:** es una planta alta de 144 cm de altura en promedio, semitardía, de hábito erecto, con ramificación sencilla a semiramificada, de hojas grandes, triangulares con borde dentado y ondulado, color de planta púrpura y panoja a la madurez amarillo anaranjado, tipo de panoja glomerulada, grano de color blanco, tamaño de grano de 1.7 a 2.1 mm, contenido de saponina de 0.06 % y 15.73 % de proteína, con alto potencial de rendimiento (2200 kg/ha en promedio), ligeramente susceptible a la sequía y heladas, tolerante al exceso de humedad y a la granizada, y susceptible al viento.
- b) **Ingapirca:** material del tipo altiplano, planta pequeña de 85 cm de altura en promedio, precoz de 161 días de período vegetativo y 86 días a la floración, de hábito erecto sin ramificación, de hojas pequeñas, de forma romboidal y con bordes enteros, color de planta púrpura y panoja a la madurez rosada, tipo de panoja glomerulada, grano de color blanco opaco, tamaño de grano de 1.7 a 1.9 mm, contenido de saponina 0.07 % y 15.97 % de proteína, con rendimiento de 1550 kg/ha, tolerante a sequía, heladas, granizadas, susceptible al exceso de humedad y resistente al viento.

- c) **Cochasqui:** material colectado en el Ecuador, planta alta de 110 - 180 cm de altura, tardía de 160 - 220 días de período vegetativo y de 95 a 130 días a floración, de habito erecto ramificado, de hojas grandes, color de planta verde con axilas moradas y panoja a la madurez amarillo-pálido, tipo de panoja glomerulada, grano de color blanco opaco, tamaño de grano de 1.8 a 1.9 mm, contenido de saponina menor al 4% y 16.5% de proteína, con rendimiento de 1000-4000 kg/ha.
- d) **Imbaya:** material colectado en la provincia de Imbabura, planta de 95-140 cm de altura, tardía, de 145 a 180 días de período vegetativo y de 85- 100 días a floración, de hábito erecto ramificada, de hojas grandes, color de planta verde con inflorescencia púrpura, y panoja a la madurez rosado- amarillento, tipo de panoja glomerulada, grano de color blanco opaco, tamaño de grano 1.8- 2.0 mm de diámetro, contenido de saponina menor al 4% y 19.7 % de proteína, con rendimientos de 1000- 3000 kg/ha.

2.2.2.3 Composición Nutricional de la quinua

La tabla 1 muestra el contenido de macronutrientes existentes en la quinua en relación con otros productos vegetales. Siendo los valores más destacados; la energía ubicándose en tercer lugar después del trigo y el maíz con un valor de 399 Kcal/100g, el valor más alto en grasa con un valor de 6,3 g/100g, también posee alto valor proteico después del frijol obteniendo un valor de 16,5g/100g y finalmente obteniendo el segundo valor más alto en carbohidratos totales.

Tabla 1

Contenido de macronutrientes de la quinua en comparación con otros vegetales

Macronutrientes	Quinua	Frijol	Maíz	Trigo
Energía (Kcal/100 g)	399	367	408	392
Proteína (g/100 g)	16,5	28,0	10,2	14,3
Grasa (g/100 g)	6,3	1,1	4,7	2,3
Carbohidratos Totales	69,0	61,2	81,1	78,4

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO, 2016)

a. Proteínas

El promedio en cantidad de proteína presente en la quinua varía de 10,4% al 17,0% dependiendo de su variedad. Ocho de los aminoácidos contenidos en la proteína de la quinua son esenciales para el desarrollo de niños y adultos. Al contrario de la quinua, la mayoría de los granos tienen un bajo contenido de aminoácido esencia lisina, mientras que la mayoría de

las legumbres tienen un bajo contenido en los aminoácidos sulfúricos como metionina y cisteína. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2016)

La tabla 2 muestra el contenido de aminoácidos presente en la quinua en relación con otros tipos de gramíneas. Considerando sus valores de isoleucina, lisina, metionina, treonina y valina más altos que los valores del trigo e inclusive por encima de los valores recomendados por la Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación FAO.

Tabla 2

Contenido de aminoácidos presentes en la quinua en relación con otras gramíneas

Aminoácidos	FAO	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Isoleucina	3,0	4,9	4,0	4,1	4,2
Leucina	6,1	6,6	12,5	8,2	6,8
Lisina	4,8	6,0	2,9	3,8	2,6
Metionina	2,3	5,3	4,0	3,6	3,7
Fenilalanina	4,1	6,9	8,6	10,5	8,2
Treonina	2,5	3,7	3,8	3,8	2,8
Triptófano	0,66	0,9	0,7	1,1	1,2
Valina	4,0	4,5	5,0	6,1	4,4

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO, 2016)

b. Fibra dietética

La fibra dietética en la quinua varía entre los 13,6 g y los 16,0 g por cada 100 g en relación de base seca, la fibra dietética constituye la parte de los alimentos vegetales que no se puede digerir y es importante para facilitar la digestión y prevenir el atasco fecal del intestino. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2016).

La fibra dietética o también denominada fibra alimentaria mantiene otras funciones como controlar niveles de azúcar en la sangre y reducir los niveles de colesterol en el cuerpo, además que el aumento de la ingesta de fibra dietética, especialmente de fibra de cereales, se asociado con un menor riesgo de mortalidad con enfermedades de corazón y algunos tipos de enfermedades patógenas como el cáncer. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2016)

c. Grasas

La quinua contiene más grasas (6,3 g) por cada 100 g de peso en seco en comparación con los frijoles (1,1 g), el maíz (4,7 g), el arroz (2,2 g) y el trigo (2,3 g). Las grasas son una importante fuente de calorías y facilitan la absorción de vitaminas liposolubles. Del contenido total de materias grasas de la quinua, más del 50 % viene de los ácidos grasos poliinsaturados esenciales linoleico (omega 6) y linolénico (omega 3). Los ácidos linoleico y linolénico se consideran ácidos grasos esenciales, ya que no los puede producir el cuerpo. Se ha demostrado que los ácidos grasos de la quinua son de alto valor natural de la vitamina E, que actúa como antioxidante natural. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2016)

Además de tener otros beneficios sobre la salud como; la prevención de enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer como el de colon y enfermedades inmunológicas, por ejemplo: Castro, (2018) encontró que “el Omega-3 activa una enzima llamada *sphingomyelinase*, la cual genera *ceramide*, un compuesto que induce el gen p21, el cual es un supresor de tumores que elimina las células cancerosas.” (pág. 15)

d. Minerales

La quinua es una buena fuente de hierro, magnesio y zinc correspondiendo a valores de 4.57, 197,0 y 3,10mg respectivamente. La falta de hierro suele ser una de las deficiencias nutricionales más comunes. Sin embargo, la quinua, del mismo modo que todos los alimentos vegetales, contiene algunos componentes no nutritivos que pueden reducir el contenido y la absorción de sustancias minerales. Uno de los componentes no nutritivos más notables de la quinua son las saponinas, que se encuentran en la capa exterior de la semilla de la quinua y normalmente se extraen durante su procesado para eliminar el sabor amargo (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2016)

e. Saponinas

Las saponinas son el principal factor anti nutricional de las semillas de quinua. Están contenidas en la cáscara y son las responsables del sabor amargo. Su contenido permite distinguir las variedades de quinua como dulces (0,11%) o amargas (>0,11%). Sin embargo, su presencia no se restringe a las semillas, también se han detectado en las hojas de la planta

(9 g/1000 g) y en menos proporción en las flores y frutos (Ahumada, Ortega, Chito, & Benítez, 2016).

Ibarra (2019) menciona que los métodos supuestos de procesamiento del grano de quinua envuelven una remoción de saponinas menor a un 100%, por tal motivo es necesario revisar los efectos biológicos que promueven esos niveles residuales en los organismos tras el consumo de las semillas de quinua.

Sin embargo, existen estudios que demuestran que el consumo de saponinas en pequeñas cantidades puede representar un beneficio para la salud debido a que pueden llegar a suprimir el potencial metastásico en tumores mediante la regulación de ciertas enzimas dando lugar a muerte celular de los mismos, además de crear un complejo insoluble e inhibir la absorción de colesterol, siendo indirectamente un responsable de disminuir el colesterol en el cuerpo. (Aparicio & Espinosa, 2015)

2.2.2.4. Harina de quinua

Pacheco (2016) establece que, en consideración del tamaño de la quinua, es molida para la elaboración de harina integral, este tipo de harinas se caracteriza por tener gran cantidad de residuo, después de la eliminación de las saponinas, sea por lavado o molienda abrasiva. El contenido de saponinas se minimiza mediante el proceso de descascarillado de las semillas, para luego proceder a moler la quinua utilizando un molino de cereales siendo los más recomendables el molino de martillos y de discos ya que estos permiten remover el polvo fino de la molienda permitiendo que los granos medianos (diámetro medio hasta de 1.69 mm) y pequeños (diámetro medio menor a 1.4 mm), pueden ser molidos para producir la harina de quinua. El 40% se puede extraer como una fracción de salvado, lo que indica una alta abrasión, sin embargo, no solo la fracción de salvado contiene una cantidad elevada de nutrientes que el perisperma, sino también contiene una mayor cantidad de saponinas.

2.2.2. Arroz

El arroz proporciona el 20% del suministro de energía alimentaria del mundo. Se lo considera como una buena fuente de tiamina, riboflavina, niacina y fibra alimenticia. Es el alimento básico predominante para 17 países de Asia y el Pacífico, nueve países de América del Norte y del Sur. Posee una diversidad genética muy variada, en muchas culturas del mundo, es el componente

más importante del régimen alimentario humano. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015)

2.2.3.1. Producción de arroz en Ecuador

Para el año 2018 se cultivó en Ecuador unas 240000 hectáreas de arroz, teniendo una producción de alrededor de cuatro toneladas por hectárea. Las zonas en las cuales se cultiva el arroz se encuentran en las provincias del Guayas y los Ríos, lo cual representa el 83% de la superficie sembrada con esta gramínea. También se suman las provincias como Manabí, con el 11%, Esmeraldas, Loja y Bolívar con el 1% cada una, el restante se distribuye en otras provincias las cuales alcanzan el 3% restante. (Averos , 2018)

2.2.3.2. Composición Nutricional del arroz

Averos (2018) establece que esta gramínea “posee un elevado contenido de almidón el cual está compuesto de amilosa y amilopectina, también contiene el 7,0% de proteínas y cantidades de tiamina B1, riboflavina B2 y niacina B3, fósforo y potasio” (pág. 22).

La tabla 3 muestra el contenido nutricional del arroz. Obteniendo altos valores de energía con 381Kcal por cada 100g o de consumo, y un valor de carbohidratos totales de 86g por cada 100g de consumo.

Tabla 3

Composición Nutricional del arroz

Parámetros	Contenido
Energía (Kcal/100 g)	381
Proteína (g/100 g)	7
Grasa (g/100 g)	0,9
Carbohidratos Totales (g/100 g)	86
Humedad (g/100 g)	5.9
Ceniza (g/100 g)	0.5
Fibra Cruda (g/100 g)	0.2

Fuente: Averos (2018)

2.2.3.3. Beneficios de consumir arroz

El arroz como alimento, proporciona excelentes niveles de energía al cuerpo humano, las cuales no producen reacciones alérgicas, de tal manera que puede ser utilizado en dietas de personas

que padezcan de la enfermedad de celiaquía, también es utilizado en ciertas dietas de manera limitada por su reducido contenido en niveles de sodio. Sin embargo, contiene ocho aminoácidos esenciales los cuales al ser consumidos en conjunto con leguminosas como son frijoles, proporciona una fuente de proteína de excelentes características y económica. (Averos , 2018)

2.2.3. Celiaquía

La intolerancia al gluten o también conocida como enfermedad celiaca, se denomina una patología crónica autoinmune afectando principalmente al intestino, ocasionando lesiones posteriores a otras zonas del cuerpo humano. Generalmente se da por el rechazo permanente a ciertas proteínas presentes en los cereales como es el caso de las gliadinas presentes en el trigo, la avena, la cebada el centeno, así como los derivados de estas materias primas. (Rodríguez, Celada, Bastida y Sánchez, 2018)

La intolerancia permanente al gluten o celiaquía es una enfermedad autoinmune que se desarrolla por consumo de alimentos ricos en gluten, afecta directamente al tracto intestinal, aunque puede afectar también otros sistemas como el neurológico, esta enfermedad puede desarrollarse a cualquier edad siendo las principales causas mutaciones o predisposiciones génicas (Haplotipos Portadores del antígeno leucocitario humano DQ2 Y DQ8) o antecedentes familiares.

El 75% de pacientes que acuden a un centro de salud, no han sido diagnosticados con enfermedad celiaca, debido a que esta enfermedad ha sido relacionada durante mucho tiempo con su forma de presentación clínica, confundiéndola con otras enfermedades del sistema digestivo, sin embargo, por otras formas atípicas de manifestación y debido a la mejor utilización de pruebas complementarias se ha logrado reconocer los diferentes tipos de enfermedades celiacas, entre las cuales se mencionan: celiaquía sintomática (pacientes con sintomatología presente que no dificultan diagnóstico), celiaquía subclínica (personas que no muestran signos externos de los síntomas dificultando su diagnóstico), celiaquía latente (pacientes que en un momento determinado, consumiendo gluten, no presentan sintomatología, presentando mucosa intestinal normal), celiaquía potencial (paciente cuya genética y anticuerpos en sangre es positiva sin embargo no presenta daños en mucosa intestinal). (Federación de Asociaciones de Celiacos de España [FACE], 2018)

Perera, Ochoa, y Bonet (2018) mencionan que la intolerancia al trigo presenta síntomas a los minutos u horas de ser ingeridos, debido a que pequeñas cantidades de trigo producen síntomas como diarrea o estreñimiento, distensión abdominal, dolor abdominal, pérdida de peso, fatiga, cefalea. Estos síntomas pueden ser más pronunciados si existe un aumento en el consumo de gluten y típicamente empeoran tras la práctica de ejercicio físico debido al aumento de permeabilidad intestinal variando esta sintomatología de acuerdo con la edad del paciente.

La tabla 4 presenta los síntomas de la enfermedad celiaca para distintas edades, destacándose los problemas del grupo sanguíneo como anemia ferropénica y leucopenia, además de afecciones del tracto intestinal entre otros.

Tabla 4

Síntomas de la enfermedad celiaca a distintas edades del paciente

Edad del paciente celiaco	Síntomas de la enfermedad
Infancia	Vómitos, diarreas fétidas, náuseas, anorexia, astenia, irritabilidad, pelo frágil, hipotrofia muscular, fallo del crecimiento, introversión, leucopenia, dislexia, autismo.
Adolescencia	Anemia ferropénica, dolor abdominal, dermatitis atópica, cefaleas, epilepsia, corta estatura, retraso puberal, menarquia tardía, artritis crónica juvenil.
Edad adulta	Apatía, depresión, astenia, inapetencia, anemia ferropénica, osteoporosis, roturas óseas, artritis, abortos, infertilidad, menopausia precoz

Fuente: Federación de Asociaciones de Celiacos de España (FACE, 2018)

Perera et al. (2018) definen la importancia de la diferencia existente entre la enfermedad celiaca respecto de otras enfermedades como la alergia al trigo AT y la sensibilidad al gluten no celiaca, la sintomatología se da por el consumo de cereales como el trigo, cebada, avena, centeno y cualquiera de sus variedades. En cuanto a la alergia al trigo se da únicamente por su consumo, la sensibilidad al gluten no celiaca es una patología recientemente descrita, la cual se caracteriza por la aparición de una serie de manifestaciones digestivas y extradigestivas relacionadas con la ingesta de gluten y otras proteínas del trigo en pacientes en los cuales se han descartado la enfermedad celiaca y la alergia al trigo.

La tabla 5 muestra las diferencias entre la enfermedad celiaca y otras enfermedades causadas por el consumo de gluten, en la que se destaca la diferencia principal en la disposición genética para el HLA DQ2 y el HLA DQ8 en donde otras enfermedades no se pueden asociar.

Tabla 5

Diferencias entre enfermedad celiaca, alergia al gluten, sensibilidad al gluten no celiaca e intolerancia al gluten

Enfermedad celiaca	Alergia al trigo	Sensibilidad al gluten	Intolerancia al gluten
Síntomas intestinales y extraintestinales, en días, semanas o años, tras la ingestión del gluten	Síntomas intestinales y extraintestinales, y minutos u horas, tras la ingestión del trigo	Síntomas intestinales y extraintestinales, en horas o días, tras la ingestión de gluten	Síntomas intestinales y extraintestinales, en horas o días, tras la ingestión de gluten
No correlación con cantidad enteropatía presente	Pequeñas cantidades provocan síntomas Eosinófilos en lámina propia	Respuesta variable a diferentes cantidades de gluten	La cantidad de gluten, en gramos, determina la intensidad y puede ser reversible. No hay enteropatía
EMA, ATG, AGA	Anti-IgE frente a componentes del trigo	Anti-IgGG-AGA puede ser positivo	Negativo
HLA-DQ2 o HLA-DQ8	No se conoce	No hay asociación	No hay asociación
Inmunidad innata y adquirida activa	Alergia, anafilaxia	Inmunidad innata	No mecanismos inmunológicos
A veces enfermedades autoinmunes asociadas	Enfermedades alérgicas	A veces sensibilidad a otros alimentos	No se conocen

Fuente: Perera et al. (2018)

2.2.5. Tecnología panificadora

Al referirnos al pan, mencionamos al producto que resulta del proceso de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, esta masa es fermentada mediante la adición de especies propias de la fermentación del pan, como el tipo de levadura *Sacharomyces cerevisiae*, así como otros ingredientes como son azúcar, grasa, leche en polvo descremada, malta, emulsificantes, inhibidores de hongos y oxidantes. (Servicio Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN 2945], 2016)

2.2.5.1. Pan común

El pan se define como el producto elaborado a base de harina de trigo, agua, levadura, sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, azúcar u otros aditivos alimentarios. Es el producto de un proceso de fermentación y horneado de la masa obtenida a través de la mezcla

de los ingredientes antes mencionados. (Servicio Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN 2945], 2016)

2.2.6. Elaboración de pan blanco

Pacheco (2016) menciona que la elaboración de pan blanco se presentan los siguientes procesos:

- **Amasado:** consiste en mezclar íntegramente todos los ingredientes y conseguir, por medio del trabajo mecánico del amasado, aquellas características de plasticidad de la masa, así como también lograr una correcta oxigenación de la masa. Este procedimiento se lo puede realizar mediante la utilización de máquinas especiales para esta actividad o a través del empleo de la fuerza física de manera manual.
- **División y pesado:** permite dar el peso correcto a las piezas de pan, por lo general este proceso se lo realiza de manera manual, sin embargo, en la actualidad se puede emplear una pesadora hidráulica en procesos cuyo rendimiento en producción sean mayores.
- **Boleado y reposo:** esta operación tiene como objetivo reconstruir la estructura de la masa después del proceso de la división. Se lo puede realizar tanto de manera manual o automática dependiendo del volumen de producción. El proceso de reposo consiste en dejar en reposo a la masa con la finalidad de que recupere su gasificación, la cual fue afectada después de la etapa de división y boleado.
- **Fermentación:** se desarrolla un tipo de fermentación alcohólica la cual es desarrollada por las levaduras que transforman los azúcares presentes en la masa en etanol, CO₂ y otros productos secundarios.
- **Horneado:** durante esta operación la masa fermentada se transforma en pan mediante el proceso de evaporación de todo el etanol producido, evaporación del agua contenida en la masa, la coagulación de proteínas, transformación del almidón en dextrinas y azúcares menores, así como el pardeamiento el cual es producido en la corteza del pan.

2.2.7. Pan rallado o apanadura

Es conocido con el nombre de pan rallado o pan molido, es un tipo de pan de características duras, generalmente secado mediante un proceso de horneado a 100°C, que ha sido molido y enfundado. Generalmente para su elaboración se utiliza con mayor frecuencia el pan blanco debido a su susceptibilidad a endurecerse, su textura harinosa es empleada en la elaboración de diferentes platos y alimentos en forma de empanado, gratinado o guisado, que permite

proporcionar una superficie dura y crujiente durante el proceso de fritura. Desde el punto de vista comercial, el producto puede estar constituido por otros ingredientes como almidón de maíz, emulgente, espesantes, antioxidantes y gasificantes. (Rodríguez, 2017)

2.2.8. Índice de absorción de agua IAA

La capacidad de absorción de agua es una característica medible en harinas, debido a la susceptibilidad que sus proteínas tienen al absorber humedad del ambiente en el que se encuentren. Se denomina índice de absorción de agua IAA como, un parámetro que da idea de la absorción de agua de una harina y es un indicador de rendimiento de masa fresca.

Según afirma Ferreira, Palmiro, y Wanderlei (2014) “Las propiedades de adsorción de agua se relacionan en determinadas condiciones de humedad relativa y temperatura; además infieren la cantidad de energía a usar para conservar el producto en un ambiente adecuado por períodos de tiempo prolongados” (pág. 3)

Teniendo en cuenta que las harinas y otros materiales amiláceos se modifican después su producción y en cereales como; maíz y arroz, los estudios de adsorción de agua son de gran importancia por fortalecer la información sobre el comportamiento de las harinas producidas, en función de la temperatura y cizallamiento, y la estabilidad de las harinas, en función del tiempo, temperatura y humedad. (Ferreira, Palmiro, & Wanderlei, 2014)

2.2.9. Absorción de aceite

La fritura es uno de los métodos de cocción que tiene mayor aceptabilidad, lo que se ve reflejado en la amplia oferta que existe en el mercado de productos fritos y prefritos, su aceptación no sólo está dada por el sabor y la textura característica de estos alimentos, sino además por la rapidez de su preparación; aspectos considerados como ventajas al utilizar esta técnica. Se realiza por inmersión de alimentos en aceite caliente, la absorción de aceite comienza con una serie de transformaciones estructurales y bioquímicas del alimento y del mismo aceite mediante su degradación. La temperatura, tiempo y composición de los alimentos sometidos a fritura son los principales factores que interfieren en la absorción de aceite durante este proceso. (Montes N., y otros, 2016)

Las altas temperaturas durante el proceso de fritura de los alimentos causan la evaporación del agua, transfiriéndola del alimento al aceite circundante. Mientras que el aceite absorbido por el alimento reemplaza en parte el agua liberada, constituyendo hasta 40% del producto final,

influyendo así todas sus propiedades organolépticas, especialmente sabor, color y aroma. (Montes N., y otros, 2016).

Etapa de calentamiento inicial: En esta etapa la temperatura de la superficie del alimento se eleva a temperaturas de ebullición del agua superficial. Posee una duración de 10 segundos, caracterizada por una insignificante pérdida de agua y transferencia de calor a través de convección natural seguido de la etapa de calentamiento de la superficie en el cual el mecanismo de transferencia de calor cambia de convección natural a convección forzada, aumentando su transferencia. Durante esta etapa del proceso, el vapor de agua liberado por el alimento impide que el aceite ingrese. Luego, comienza la formación de la corteza de revestimiento. La tercera etapa es de velocidad decreciente, esta etapa se caracteriza por ser la más larga de todas, donde ocurre la mayor pérdida de humedad, la temperatura del centro se acerca al punto de ebullición del agua, posteriormente, la transferencia de vapor es constante y disminuye debido a la reducida cantidad de agua libre y el engrosamiento de la corteza, que actúa como barrera para la liberación rápida de vapor. Finalmente llega la etapa de burbujeo, esta etapa se destaca por el aparente cese de la pérdida de humedad en los alimentos, pudiendo deberse a la falta de agua líquida o una reducción en la transferencia de calor en la interfaz de la corteza/centro. La conductividad térmica de la corteza es baja debido a su sequedad y porosidad. Cabe destacar, que la absorción continúa luego de retirar el producto del aceite. (Montes, 2016)

2.2.9.1 Fritura por mecanismo de remplazo de agua

Durante la fritura se produce una transferencia de calor entre el alimento y el ambiente. El agua se evapora rápidamente y la superficie exterior se seca, formando una costra por la existencia de dos regiones en constante movimiento, una deshidratada denominada corteza y un centro húmedo. La humedad en el producto frito se convierte en vapor, creando un gradiente de presión positiva, esto determina que el vapor escape por las grietas y abra los capilares (canales en la estructura y en las membranas celulares), generando que durante esta fase exista un menor ingreso de aceite, el cual corresponde aproximadamente a 20% de la absorción final. Sin embargo, la absorción del aceite no se produce si los poros de la superficie del alimento están siendo ocupados por el vapor de agua. Por lo tanto, la absorción de aceite está determinada en gran medida por el contenido de humedad de los alimentos. (Montes, 2016)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Esta investigación corresponde a un enfoque mixto, con un enfoque cuantitativo porque se van a evaluar características fisicoquímicas, cinéticas y funcionales del producto y también un enfoque cualitativo debido a que se va a realizar un análisis sensorial en donde se presentaran escalas hedónicas con diferentes apreciaciones.

3.1.2. Tipo de Investigación

Se aplicó una investigación de tipo experimental, donde se abordó la problemática como falta de productos para consumo de población celiaca en nuestro país de manera que se pueda acercar a la solución, elaborando un producto a base de harina de quinua y arroz con optimas características nutricionales y sensoriales. De igual forma se presentó un estudio descriptivo que justifica la intención de abordar dicha problemática.

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

- Ho: ¿La utilización de harina de quinua y harina de arroz no permiten la formulación de una apanadura apta para consumo de población celiaca?
- H1: ¿La utilización de harina de quinua y harina de arroz permiten la formulación de una apanadura apta para consumo de población celiaca?

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable dependiente

- Formulación óptima de apanadura a base de harina de quinua y arroz

Variables Independientes

- Proporciones utilizadas de harina de arroz y harina de quinua

La tabla 6 muestra la operacionalización de las variables de estudio.

Tabla 6

Operacionalización de variables de estudio

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
DEPENDIENTE Formulación óptima de apanadura a base de harina de quinua con harina de arroz.	Evaluación fisicoquímica de todos los tratamientos	<ul style="list-style-type: none"> ● Humedad ● Proteína ● Ceniza ● Fibra ● Grasa ● Acidez ● Determinación de tamaño de partícula. 	Método por diferencial de peso. Método Kjeldahl Mufla Fibra cruda Soxleth % de partículas en los tamices	Norma Técnica Ecuatoriana INEN: 3042, (2015) Normativa Técnica Ecuatoriana INEN: 3050, (2015)
		INDEPENDIENTE Proporciones utilizadas de harina de arroz y harina de quinua.		
	Evaluación funcional	<ul style="list-style-type: none"> ● IIA (Índice de absorción de agua) 	Método 930.15	A.O.A.C 930.15/90
		<ul style="list-style-type: none"> ● Porcentaje de absorción de aceite después de fritura. 	Método 920.39	A.O.A.C 920.39/90
	Evaluación sensorial	<ul style="list-style-type: none"> ● Olor ● Color ● Sabor ● Textura 	50 pruebas de aceptación con escala hedónica de 5 puntos.	Catadores no entrenados
	Evaluación microbiológica al mejor tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ● Recuento de Mohos y levaduras 	NTE INEN 1529-10	Norma Técnica Ecuatoriana INEN: 3042, (2015) Normativa Técnica Ecuatoriana INEN: 3050, (2015)

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

La investigación se realizó en los laboratorios de análisis de alimentos, microbiología, gastronomía, y laboratorio de procesamiento de alimentos de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, en la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, ubicada en las calles Antisana y Avenida Universitaria.

3.4.1. Materias Primas e insumos

Como materias primas se utilizó harina de quinua y harina de arroz, los insumos utilizados fueron los siguientes: Agua, goma Xantana, aceite vegetal, levadura granulada, sal yodada, azúcar granulada, camarón mediano pelado y desvenado. todas de marcas comerciales. las cuales fueron compradas en el mercado local de la ciudad de Tulcán

3.4.2. Equipo y utensilios

Los equipos que fueron requeridos para el desarrollo de la parte experimental del estudio fueron: equipo de Soxhlet para determinación de materia grasa SOXTEXT sx-6 de la marca “RAYPA”, mufla maraca “OPTIC IVYMEN SYSTEM”, equipo de Kjeldahl para determinación de proteínas, vortex, tamices con diámetros de 500 a 800 μm de marca “BERTEL”, esterilizador/estufa de marca “ECOCELL”, para evaluar la humedad, desecador de campana, centrífuga, balanza analítica de la marca “METTLER TOLEDO”, cápsulas de porcelana, papel filtro, papel celofán, moldes para pan, bowl de acero inoxidable, probeta, termómetros de alcohol, reverberos, cucharas de medición, cuchillo, fundas de polietileno de alta densidad con cierre hermético, crisoles, algodón

3.4.3. Diseño Experimental

Para la formulación del producto horneado y, por consiguiente, la obtención de la apanadura, se utilizó las proporciones establecidas en la Tabla 7, donde se observa que variaron las proporciones de harina de quinua y arroz.

Tabla 7

Esquema de investigación, Interacción de harina de quinua y harina de arroz

A: Harina de quinua + Harina de arroz	Repeticiones	TUE (g)	UE
T1: 100 % harina de quinua + 0 % harina de arroz.	3	250	3
	3	250	3
T2: 75% harina de quinua + 25% harina de arroz.	3	250	3
T3: 50% harina de quinua + 50% harina de arroz.	3	250	3
T4: 25% harina de quinua + 75% harina de arroz.			
T5: 0% harina de quinua + 100% harina de arroz	3	250	3
Total			15

T.U.E: Tamaño de unidad experimental.

Se trabajó con 5 tratamientos, tres repeticiones para obtener un total de 15 unidades experimental, de un tamaño de 250g.

Los otros ingredientes como agua, sal, azúcar, levadura, aceite, goma xantana y especias fueron adicionados en proporciones constantes tal como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8

Insumos constantes en la formulación de la apanadura

Insumo	Cantidad (%)	Cantidad (g/250g)
Agua	20%	50
Sal	2%	5
Levadura	3%	7,5
Azúcar	3%	7,5
Aceite	6%	15
Goma Xantana	2,5%	6,25
Especias	3%	7,5g

Elaborado por: Autora de la investigación.

Las variaciones encontradas en las características fisicoquímicas, sensoriales, funcionales y microbiológicas, por efecto de las proporciones de harinas utilizadas en la formulación de la apanadura, fueron analizadas mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA). Para determinar las diferencias entre las medias de los parámetros estudiados, se utilizó el estadístico a posteriori de Tuckey, Se utilizó un nivel de confianza del 95%. Los valores fueron presentados

con una media de tres determinaciones \pm desviación estándar. El software utilizado fue Minitab en la versión 19.1 del año 2019.

3.4.4. Proceso de elaboración del pan

La metodología aplicada en la elaboración del pan de harina de quinua y arroz fue utilizada en la investigación de Pacheco (2016) en la cual se elaboró un pan mediante la utilización de harina de quinua y almidón de papa y cuyo proceso se describe a continuación:

a) Pesado de materias primas e insumos

Se procedió a pesar las materias e insumos en una balanza analítica: harina de quinua, harina de arroz, agua, sal, azúcar, goma Xantana, levadura y aceite.

b) Mezclado/amasado

Se disolvió la levadura y el azúcar en una parte del agua total. En el tazón de la batidora, se mezcló los insumos secos, tales como, la harina de quinua, harina de arroz, sal, goma Xantana y por último el aceite. Luego de obtener una mezcla uniforme, se agregó levadura, azúcar y el agua restante, se batió por dos minutos a velocidad media, para que las materias primas se integraran, finalmente se aumentó la velocidad de batido por dos minutos más para homogenizar la masa.

c) Adición de especias

En esta etapa se adiciono las especias en polvo (Pimiento rojo, Orégano) previamente pesadas en una balanza analítica.

d) División/Pesado

Se dividió la masa en pesos de 125g en moldes de acero inoxidable

e) Fermentación

Para fermentar la masa se reposo los moldes en estufa a una temperatura de 30°C hasta que las proporciones se expandieran en un tiempo de 60 minutos.

f) Horneado

Se introdujo los moldes que contienen la masa del pan, al horno a una temperatura de 200°C por 30 minutos.

g) Enfriado

Se enfrió en los moldes por dos horas antes de proceder al cortado en rodajas.

h) Reposo

Se mantuvo un reposo de las rodajas de pan en condiciones óptimas de humedad y temperatura durante 48 horas. Es importante el reposo puesto que en esta etapa el pan pierde humedad aproximadamente el 30% para que sea fácil el proceso de secado.

3.4.5. Elaboración de Apanadura

Para la elaboración de apanadura, se tomó como referencia el proceso propuesto por (Estrella, 2014) quienes usaron pan de molde a base de harina de trigo, para elaborar pan rallado o apanadura, el cual consta de las siguientes fases:

a) Secado

Se secó el pan obtenido por las mezclas de harinas de quinua y arroz, en un horno a 90 ° C por 30 minutos. Con el objetivo de alcanzar una humedad de entre 14-15%.

b) Molienda

Una vez frío, se desintegro las rodajas de pan con la ayuda de un procesador de alimentos, hasta que la mayoría de las partículas alcanzaran un tamaño similar de 355 µm. utilizando una malla número 45.

3.4.6. Empaque

El producto se empacó asegurando su buena conservación e higiene, al no ser un alimento susceptible a la luz, se utilizó bolsas de polietileno de alta densidad selladas herméticamente.

Las fases para la fabricación del producto horneado se pueden visualizar en la Figura 1, correspondiente al diagrama de procesos, el cual se explica a continuación:

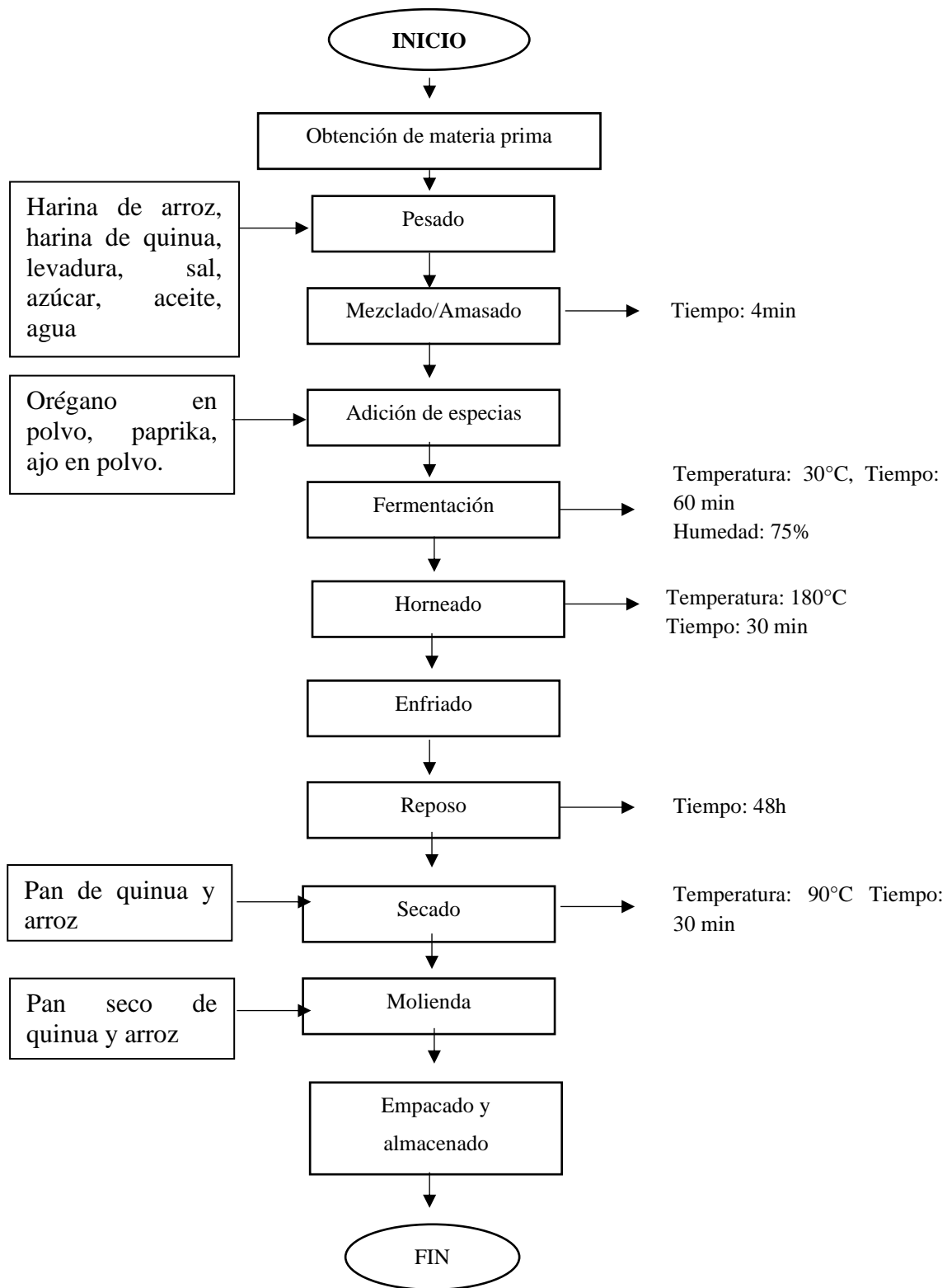


Figura 1 Diagrama de flujo para la elaboración de apanadura elaborada con harina de quinua y arroz.

3.4.6. Análisis Físicoquímico de apanadura

Para el análisis físicoquímico y microbiológico de la apanadura se tomó como referencia los requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN: 3042 (2015), INEN 3050 (2015) referentes a la harina de quinua y harina de arroz respectivamente. La tabla 9 muestra los requisitos físicoquímicos mínimos para apanadura.

Tabla 9 Requisitos físicoquímicos de apanadura

Requisito	Unidad	Harina de quinua	Harina de arroz	Método de ensayo
Humedad	%	Máximo 13,5	Máximo 12	NTE INEN-ISO 712
Cenizas	%	Máximo 3	Máximo 1	NTE INEN-ISO 2171
Grasa	%	Mínimo 4	Máximo 2	NTE INEN-ISO 11085
Proteína	%	Mínimo 10	Mínimo 7	NTE INEN-ISO 20483
Fibra	%	Mínimo 1,70	Máximo 0,8	NTE INEN 522
Tamaño de partícula pasa por un tamiz 212µm como mínimo	%	95	-	NTE INEN 517

Fuente: Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN 3042, 2015); Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN 3050, 2016)

3.4.6.1. Determinación de Humedad

Para la determinación de humedad se utilizó el método NTE INEN 0518. El método se basa en el secado de una muestra por calentamiento en una estufa y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo.

Procedimiento

La determinación del porcentaje de humedad se la realizó mediante la diferencia de pesos utilizando una estufa marca Ecocell, se tomó 3 g de una muestra de apanadura en una capsula previamente tarada. Se colocó la muestra en la estufa a 103.5°C por un tiempo de 4h. finalmente se dejó enfriar en un desecador y se pesó nuevamente cuidando de que el material no este expuesto al medio ambiente

Finalmente se realizó el cálculo de humedad mediante la siguiente formula.

Fórmula 1.

$$\text{Contenido de humedad \%} = \frac{(B - A) - (C - A)}{B - A} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la capsula seca y limpia (g)

B = Peso de la capsula + muestra húmeda (g)

C = Peso de la capsula + muestra seca (g)

3.4.6.2. Determinación del porcentaje de cenizas

Para determinar el contenido de ceniza en las muestras se realizó en base a la norma (NTE INEN 520).

La determinación del porcentaje de cenizas se realizó mediante el método de la mufla, el cual se basó en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo. Se tomó una muestra de 3 g de apanadura (m1) colocándolo en un crisol tarado, posteriormente se llevó el crisol a la mufla a 500 °C por 4 horas, transcurrido el tiempo se sacó la muestra al desecador hasta enfriarlo para luego pesar en la balanza analítica y registrar los pesos finales. Dicho proceso se realizó hasta obtener un peso constante.

Para realizar el cálculo del porcentaje de cenizas se utilizó la ecuación:

Fórmula 2.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{C - A}{B - A} \times 100$$

Dónde:

A=Masa crisol vacío

B=Masa crisol y muestra seca

C=Masa crisol y muestra calcinada

3.4.6.3. Determinación de porcentaje de proteína mediante método Kjeldahl

Para esta investigación se aplicó el método INEN 519 1980-12 mediante el método de Kjendahl haciendo uso del equipo ELP Scientifica DK6” para ello se detalla el proceso.

Para la preparación de la muestra se procedió a pesar de 1 a 2 gramos de apanadura, en el tubo de digestión se añadió 20 mL de H_2SO_4 (ácido sulfúrico) 96-98% incluyendo 1 pastilla de digestión como catalizador, se programó el equipo para el proceso de digestión. Antes de pasar al proceso de destilación en un matraz de 250 mL se preparó la solución de 50 mL de H_3BO_3 ácido Bórico y de indicador (Shiro Tashiro) tres gotas de teniendo como color inicial rojo, el tubo de digestión con la muestra se introdujo en el destilador programando la dosificación de 50 a 75 mL de NaOH (Hidróxido de sodio) alado del destilador se colocó el matraz de 250 mL con la solución. Transcurrido el tiempo se retiró la muestra destilada en este caso el matraz de 250 mL tomando en cuenta que el color inicial fue verde. Se realizó la valoración de la muestra destilada con HCl (ácido clorhídrico) al 0,1 N (M) hasta que la solución tenga un tono rosado.

Finalmente se calculó en porcentaje la cantidad de proteína obtenida mediante una formula.

Fórmula 3.

$$\% Nitrogeno = \frac{V_{Cl} \times 1.4007 \times N}{Pm \text{ en } g} \times 100$$

Fórmula 4.

$$\% Proteina = \% Nitrogeno \times F$$

Donde:

V_{Cl} = Volumen gastado en ml de HCl en titulación

1.4007= Miliequivalente del peso en N

N= Normalidad de HCl

Pm= Peso de la muestra en gramos

F= El factor de proteína es 6,25

3.4.6.4. Determinación de grasa mediante método Soxhlet

Se manejó el método A.O.A.C. 991.36/1996 mediante Soxhlet con el equipo SOXTEX-SX-6 MP para determinar la cantidad de grasa del producto.

Se estableció el peso de los cazos de aluminio en la estufa a una temperatura de 103-105 °C por 30 min. Después del tiempo estipulado, se transfirieron los cazos al desecador durante 10-15

minutos. En una balanza analítica fueron pesados los cazos vacíos, se preparó la muestra (triturar el alimento utilizando el mortero). Se pesó 1g de muestra en un papel filtro y se procedió a doblarlo. Se colocó las muestras en los dedales de celulosa cubriendo con algodón la parte superior, a su vez colocando los adaptadores metálicos.

Se introdujo los cazos en el alineador agregando 60mL de hexano en cada uno, se adaptó y aseguro a los tubos. Establecido el tiempo en 3 fases a 45 min inmersión de muestras en disolvente, 30min lavado de muestra con disolvente condensado y 15min recuperación del disolvente tomando en cuenta una temperatura constante de 139 a 140 °C. Una vez transcurrido el tiempo se retiraron los cazos fueron trasladados a la estufa a 105 °C por 3 horas, posteriormente se colocaron al desecador dejando enfriar por 15min, después en una balanza analítica se pesaron los cazos y se anotó el valor. Finalmente se calculó en porcentaje la cantidad de grasa obtenida.

Fórmula 5.

$$\%G = \frac{Pf - Po}{m} \times 100$$

Donde:

%G = Contenido de grasa en porcentaje de masa

Pf =Peso del cazo con muestra de grasa en gramos

Po = Peso del cazo vacío en gramos

m = Masa de la muestra en gramos

100 =Elemento matemático

3.4.6.5. Determinación de la fibra cruda

Para la determinación de fibra se envió los diferentes tratamientos a un laboratorio certificado encargado de realizar este análisis, quienes utilizaron el método A.O.A.C 97810, con el siguiente procedimiento.

Se pesó 3 g de muestra y colocó a un dedal de porosidad adecuada, se cubrió con algodón, en la estufa calentada a $130 \pm 2^\circ\text{C}$, por el tiempo de una hora. Una vez listo se puso al desecador el dedal con la muestra, y se enfrió hasta temperatura ambiente, se ubicó en el aparato Soxhlet y llevó a cabo la extracción de la grasa, con una cantidad suficiente de éter anhidro; el tiempo

de extracción fue de cuatro horas, si la velocidad de condensación fue de 5 a 6 gotas por segundo, o por un tiempo de 16 h, si dicha velocidad fue de 2 a 3 gotas por segundo. Se sacó el dedal con la muestra sin grasa, y se dejó en el medio ambiente para que se evapore el solvente, se introdujo en la estufa y llevó a una temperatura de 100°C, por el tiempo de dos horas. Se transfirió la muestra al desecador y se enfrió a la temperatura ambiente.

Se pesó con aproximación al 0,1 mg, 2 g de la muestra desengrasada y transfirió al balón de precipitación de 600 cm³ con mucho cuidado. Se agregó aproximadamente 1 g de asbesto preparado, 200 cm³ de solución hirviendo, 0,255 N de ácido sulfúrico, una gota de antiespumante diluido o perlas de vidrio. Se colocó el balón de precipitación y su contenido en el aparato de digestión, dejando hervir durante 30 min exactos, girando el balón periódicamente, para evitar que los sólidos se adhieran a las paredes.

Se filtró a través de la tela de tejido fino puesta en el embudo, el que, a su vez, se coloca en el Erlenmeyer de 1 000 cm³, se lavó el residuo con agua destilada caliente, hasta que las aguas de lavado no den reacción acida.

Luego se colocó el residuo en el balón de precipitación, y agregó 200 cm³ de solución 0,313 N de hidróxido de sodio hirviendo, colocando en el aparato de digestión y llevar a ebullición durante 30 min exactos. Nuevamente se filtró a través de la tela de tejido fino, se lavó el residuo con 25 cm³ de la solución 0,255 N de ácido sulfúrico hirviendo y luego con agua destilada hirviendo, hasta que las aguas de lavado no den reacción alcalina.

El residuo fue transferido cuantitativamente al crisol de Gooch con asbesto, y previamente pesado, se agregó 25 cm³ de alcohol etílico poco a poco y filtró aplicando el vacío. Se colocó el crisol Gooch y su contenido en la estufa calentada a 130 ± 2°C por el tiempo de dos horas, y transfirió al desecador, se dejó enfriar a temperatura ambiente y se pesó, se colocó el crisol con la muestra seca en la mufla e incineró a una temperatura de 500 ± 50°C, por el tiempo de 30 min; se enfrió en desecador y se pesó. Se realizó un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito para cada determinación o serie de determinaciones.

Finalmente se realizó el cálculo, mediante la siguiente formula:

Fórmula 6.

$$Fc = \frac{(m1 - m2) - (m3 - m4)}{m} \times 100$$

Donde:

Fc = contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra desengrasada y seca, en g.

m1 = masa de crisol conteniendo asbestos y la fibra seca, en g.

m2 = masa de crisol contiendo asbesto después de ser incinerado, en g.

m3 = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, en g.

m4 = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbesto, después de ser incinerado, en g.

3.4.7 Índice de absorción de agua IAA en apanadura

Para la determinación del índice de absorción de agua IAA, se aplicó el método 930.15/90 de la A.O.A.C del año 2019.

Para lo cual se pesó 0,5g de apanadura en tubos de centrifuga, haciendo uso de una balanza analítica, se adicionó 6 mL de agua destilada a 30°C, con ayuda de un agitador VORTEX se homogenizó la muestra durante 5 minutos, para después ingresar a centrifuga a 5000 rpm durante 20 minutos.

Se decantó el sobrenadante de las muestras, y finalmente se pesó el gel retenido en los tubos para la determinación de índice de absorción de agua IAA, mediante la siguiente formula.

Fórmula 7.

$$IAA = \frac{\text{Peso gel (g)}}{\text{Peso muestra(g)}}$$

3.4.8. Índice de absorción de aceite en apanadura

Para la determinación del índice de absorción de aceite en la interacción apanadura y camarón, se tomó como referencia la normativa internacional A.O.A.C con el método 920.39/90.

Se procedió a cubrir las muestras de camarón con los diferentes tratamientos de apanadura, una vez preparadas todas las muestras se acondiciono aceite vegetal en un vaso de precipitación, a temperaturas de 180 y 200°C, se introduce las muestras en el aceite en periodos de 30, 45 y 60

segundos. Las muestras deben adaptarse a temperatura ambiente en toallas absorbentes para decantar aceite sobrante de las muestras.

Posteriormente se realizó la determinación de grasa de las muestras mediante el método de Soxhlet, y se calculó el índice de absorción de aceite mediante la siguiente fórmula.

Fórmula 8.

$$\% \text{ absorcion de aceite} = \% \text{grasa final} - \% \text{grasa Inicial}$$

La cinética de la absorción de aceite fue evaluado a temperaturas de 100°C y 200°C durante 30 s, 45 s y 60 s. Los resultados obtenidos permitieron obtener diferentes curvas de absorción de aceite durante el proceso de fritura del camarón utilizando harina de quinua y arroz.

3.4.9 Evaluación Sensorial

El análisis sensorial de la apanadura se lo realizó con una prueba de aceptación, se evaluaron los atributos de color, olor, sabor y textura. Para ello se utilizó una escala hedónica discreta de cinco puntos la cual fue aplicada a 50 jueces no entrenados. Se empleó un diseño estadístico de un solo factor, y a posteriori prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%, este análisis permitió evaluar el nivel de preferencia por parte de los jueces entrenados respecto a los cinco tratamientos realizados combinando harina de quinua y arroz para obtener una apanadura. En la escala se consideró como calificación alta la valoración 5 puntos para el parámetro (me gusta mucho) y la valoración de 1 punto para el parámetro (me disgusta mucho).

La tabla 10 se muestra la escala hedónica utilizada para la evaluación sensorial del alimento.

Tabla 10

Categoría para evaluar según para los perfiles sensoriales de color, olor, sabor y textura.

Categoría para evaluar	Puntuación de la categoría evaluada
Me disgusta mucho	1
Me disgusta	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me gusta	4
Me gusta mucho	5

Fuente: Pacheco (2016)

3.4.10 Evaluación Microbiológica del mejor tratamiento

La calidad microbiológica de la apanadura fue evaluada según los parámetros descritos como requisitos microbiológicos para harina de quinua y harina de arroz según lo descrito por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN: 3042 e INEN: 3050.

La tabla 11 presenta los requisitos microbiológicos de harina de quinua.

Tabla 11

Requisitos microbiológicos para muestras de harina

Requisito	n	m	M	c	Caso	Método
Mohos y levaduras UFC/g	5	1x10 ³	1x10 ⁴	2	5 ^a	NTE INEN 1529-10

Fuente: Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN 3042, 2015); Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN 3050, 2016)

3.4.10.1. Determinación de mohos y levaduras

Se procedió a evaluar microbiológicamente la muestra mediante el método NTE INEN 1529-

Debido a la rápida sedimentación de las esporas en la pipeta, se mantuvo la pipeta en una posición horizontal (no vertical) posicionando cuando se llenó con el volumen apropiado de la suspensión inicial y diluciones. Se agitó la suspensión inicial y diluciones con el fin de evitar la sedimentación de microorganismo que contenían partículas. Se inocularon e incubaron sobre una placa de agar previamente fundido, utilizando una pipeta estéril, se transfirieron 0,1 ml de la suspensión inicial. Sobre una segunda placa de agar, se utilizó una pipeta estéril y transfirió 0,1 ml de la dilución 10⁻² facilitando el recuento de bajas poblaciones de levaduras y mohos, los volúmenes llegaron hasta 0,3 ml de una dilución 10⁻¹ de muestra, o de la muestra de prueba. Se repitió estas operaciones con diluciones posteriores, utilizando una pipeta estéril nueva para cada dilución decimal. Se inoculó las placas por el método de vertido, además la discriminación y la diferenciación de los mohos y levaduras no fueron admisibles. La técnica de propagación de placa facilitó la máxima exposición de las células al oxígeno atmosférico y evitó cualquier riesgo de inactivación térmica de los propágulos fúngicos. Se Incubaron las placas preparadas aeróbicamente, con las tapas superiores en posición vertical en la incubadora a 25 °C ± 1 °C durante 5 días. Se incubaron las placas en una bolsa de plástico abierta con el fin de no contaminar la incubadora en el caso de la difusión de los mohos de los platos.

Se realizó recuento y selección de colonias para la confirmación, realizando lectura de las placas entre 2 días y 5 días de incubación, se seleccionaron los platos que contienen menos de 150 colonias y se procedió a contar, las colonias de levaduras y las colonias de mohos se contaron por separado. Para la identificación de levaduras y mohos, se seleccionaron áreas de diferentes áreas de crecimiento. Finalmente se realizó el cálculo de recuento de mohos y levaduras mediante la siguiente fórmula.

$$N = \frac{\text{numero total de colonias contadas o calculadas}}{\text{cantidad total de muestras sembradas}}$$

$$N = \frac{\Sigma C}{V(n_1 + 0,1m_2)}$$

En donde:

Σ = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegida

n_1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada

n_2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada

d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos.

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de cada una de las propiedades evaluadas en la apanadura elaborada a base de harina de quinua y harina de arroz, la misma que fue utilizada para la elaboración de una fritura de camarón, para el consumo de la población celiaca.

4.1.1. Distribución del tamaño de la partícula

Para la determinación de las distribuciones del tamaño de partículas de la apanadura retenidas en las mallas, se calcularon las fracciones en función de los porcentajes de retención del material en los tamices #35, #45, #50, #60, #70 y #80.

En la tabla 12, se observan los porcentajes de retención como resultado del proceso de tamizaje de las apanaduras consideradas en el estudio T₀, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅.

Tabla 12

Porcentajes de retención en tamizaje de las apanaduras consideradas en el estudio.

# Tamiz	Tamaño (µm)	Porcentaje de retención (%)					
		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
35	500	11,69	7,28	6,61	12,19	7,94	9,34
45	355	72,54	71,97	65,06	68,59	69,08	69,07
50	300	4,24	13,92	3,02	6,25	13,63	12,42
60	250	2,69	4,00	10,42	6,67	9,36	9,16
70	212	2,04	2,82	8,91	6,31	0,00	0,00
80	180	3,81	0,00	5,97	0,00	0,00	0,00
Fondo	-	2,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los valores corresponden a la lectura de la granulometría de las apanaduras estudiadas. Las codificaciones de T₀, T₁,... T₅ significan los tratamientos empleados en el estudio. µm representa al diámetro de la malla del tamiz en micras. La Norma INEN 157 no establece rangos para este parámetro de calidad. Nivel de confianza 95%.

Las muestras de apanaduras correspondientes a los tratamientos T₀, T₂ y T₃ mostraron características más finas en comparación a los demás tratamientos. Para el caso del T₁, la retención del material se presentó desde el tamiz inicial de la torre, llegando hasta el tamiz número 70 con el 2,82% de material retenido, sin embargo, su DTP presentó mayor tamaño en el tamiz número 45 con 71,97% de partículas superiores a 355 µm. En cuanto al tratamiento T₂ presentó el menor porcentaje de retención 6,61% en el plato inicial pasando hasta el tamiz

número 80 con 5,97% de partículas superiores a 180 μm , la DTP del T₂ presentó mayor tamaño de partículas en el tamiz número 45 con 65,06% de partículas superiores a 355 μm . El tratamiento T₃ presentó un porcentaje de retención del 12,19% equivalente al mayor porcentaje de retención obtenido en el tamiz inicial comparado con todos los tratamientos. Las partículas de este tratamiento pasaron hasta el tamiz número 70 llegando alojarse un 6,31% de partículas superiores a 212 μm y una DTP equivalente al 68,59% de partículas superiores a 355 μm . Los tratamientos T₄ y T₅ presentaron una mayor granulometría que los otros tratamientos llegando a presentar partículas mayores a 250 μm .

El tratamiento testigo T₀ (apanadura clásica) presentó mayor distribución de las partículas llegando hasta el fondo un 2,99% del material utilizado como muestra para el análisis. Su DTP fue del 72,54% de partículas superiores a 355 μm . De tal manera que los tratamientos T₂ y T₃, presentaron mejores características de granulometría y uniformidad de las partículas en comparación con el T₀ que es una apanadura clásica distribuida comercialmente.

4.1.2. Análisis fisicoquímico

La tabla 13 presenta la caracterización fisicoquímica de los tratamientos desarrollados durante el estudio.

Tabla 13

Caracterización fisicoquímica de la apanadura elaborada a base de quinua y harina de arroz.

Tratamientos	Proteína	Humedad	Ceniza	Grasa	Fibra
T ₀	11,59±0,30c	9,51±0,10b	2,28±0,27a	8,02±0,11a	2,53±0,10a
T ₁	15,20±0,19a	10,97±0,15a	2,92±0,05a	8,20±0,41a	2,71±0,03a
T ₂	13,80±0,31b	9,55±0,23b	1,79±0,08b	4,95±0,98c	1,95±0,02b
T ₃	11,48±0,30c	9,59±0,06b	1,54±0,29c	6,79±1,08b	2,68±0,03a
T ₄	9,08±0,34d	9,78±0,19b	1,63±0,25c	3,75±0,97d	2,63±0,04a
T ₅	7,10±0,13e	10,26±0,16a	1,87±0,04b	3,71±0,66d	1,47±0,00c

Los valores corresponden al promedio de tres determinaciones \pm la desviación estándar. T₀, T₁, T₂... T₅ significan los tratamientos del estudio. Nivel de confianza del experimento 95%. Letras diferentes en la columna (a,b,c,d,e,f,g,h,i) muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza ($p \leq 0,05$).

Los valores reportados para el parámetro de proteína determinan diferencias estadísticamente significativas en todos los tratamientos a un nivel de confianza ($p \leq 0,05$), siendo T₁(15,20%) y

T2(13,80%) los que reportan mayor valor de proteína en comparación al tratamiento testigo T0(11,59%) perteneciente a la apanadura comercial.

El contenido de humedad reportado en los diferentes tratamientos determina que, si existe diferencias estadísticamente significativas en T0, T2, T3, T4 con respecto a T1 y T5, los valores obtenidos oscilaron entre 9,51% T0 y 10,26% T5. La formulación que presentó el contenido de humedad más bajo fue el T3 con un valor de 9,59%.

En cuanto al porcentaje de ceniza evaluado en las muestras se determinó que existe diferencias estadísticamente significativas en todos los tratamientos a un nivel de confianza ($p \leq 0,05$), el valor máximo reportado para el contenido de cenizas totales, lo presentó el tratamiento T1 con (2,92%)

La evaluación de contenido de grasa en las muestras determinó la existencia de diferencias estadísticas en todos los tratamientos, siendo el tratamiento con mayor contenido de grasa el T1 con un valor de 8,20%

Los resultados del contenido de fibra reportaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados siendo el T1(2,71%) y T3(2,68%) las muestras que mayor contenido de fibra obtuvieron.

4.1.3. Análisis funcional

El análisis funcional se lo realizó en base a la determinación del Índice de absorción de agua (IAA) y el índice de absorción de aceite.

4.1.3.1. Índice de absorción de agua (IAA)

La figura 2 presenta los niveles de absorción de agua de las fórmulas de apanaduras realizadas.

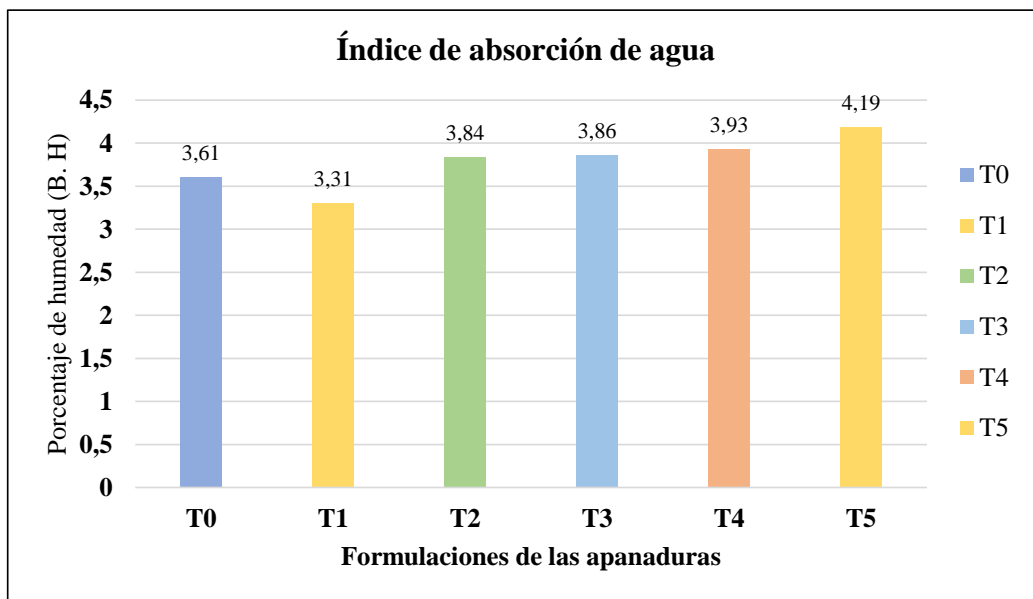


Figura 2 índice de absorción de agua en muestras de apanaduras formuladas con harina de quinua y arroz.

Para el análisis del IAA en las muestras se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos, a un nivel de confianza ($p \leq 0,05$). La mayor absorción de agua lo presentó el tratamiento T5 con un valor de 4,19%, mientras que el valor mínimo corresponde para el tratamiento T1 con 3,31%. La gráfica muestra que existe una leve variación en cuanto al índice de absorción de agua para los tratamientos T2 (3,84%), T3 (3,86%) y T4 (3,93%). Sin embargo, se puede considerar un nivel normal de índice de absorción de agua el presentado por la muestra testigo T0 (3,61%) debido a que es un producto comercial y al compararlo con los tratamientos, se observan que sus rangos aparentemente son similares en cuanto a este parámetro.

Nota: las diferencias estadísticas se observan en la tabla del Anexo L.

4.1.3.2. Índice de absorción de aceite

Las figuras 3, 4 y 5, muestran el índice de absorción de aceite que fue determinado considerando las temperaturas de 180°C y 200°C durante 30 s, 45 s, y 60 s.

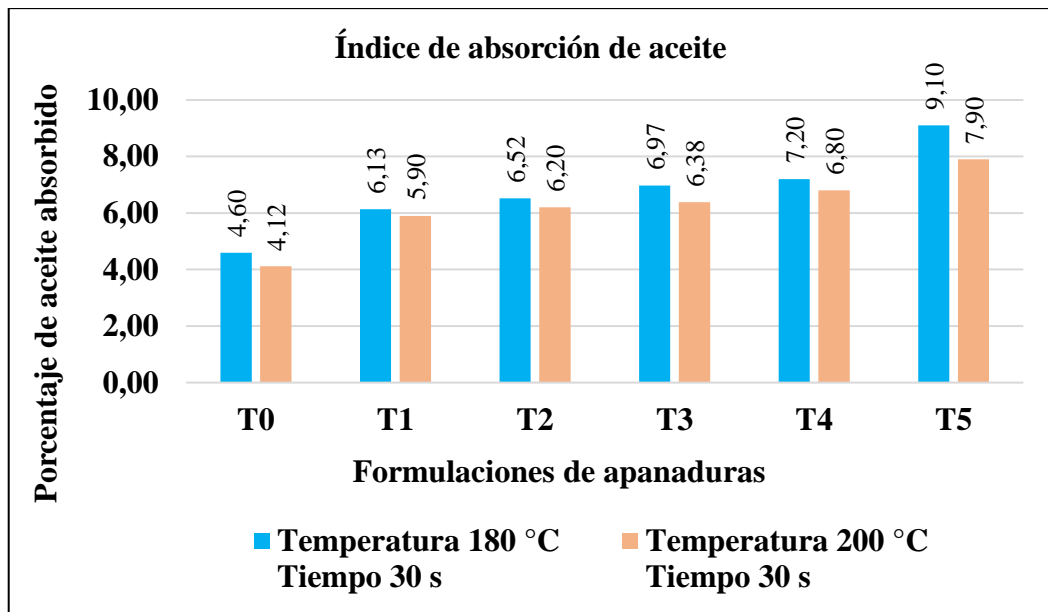


Figura 3 Índice de absorción de aceite a 180 y 200°C en 30s

El análisis de absorción de aceite para las muestras sometidas a 180 °C por 30s determino que si existen diferencias estadísticamente significativas en todos los tratamientos. El tratamiento que presentó un mayor índice de absorción de aceite fue el tratamiento T5 con un porcentaje de 9,10% de aceite absorbido. La muestra testigo T0 presentó un índice de absorción de 4,60% de aceite. La muestra con mayor índice de absorción de aceite fue el tratamiento T5 con un valor de 7,90% en relación con el tratamiento testigo T0 que presentó un valor de 4,12%. Comparando las dos temperaturas de freído durante el tiempo de 30s, se determinó que las muestras sometidas a 200 °C durante 30s, presentaron menor nivel de absorción de aceite. Los análisis de varianza y las pruebas de comparación realizados se observan en la tabla del Anexo M.

La figura 4 muestra los índices de absorción de aceite a 180 °C y 200 °C por 45s.

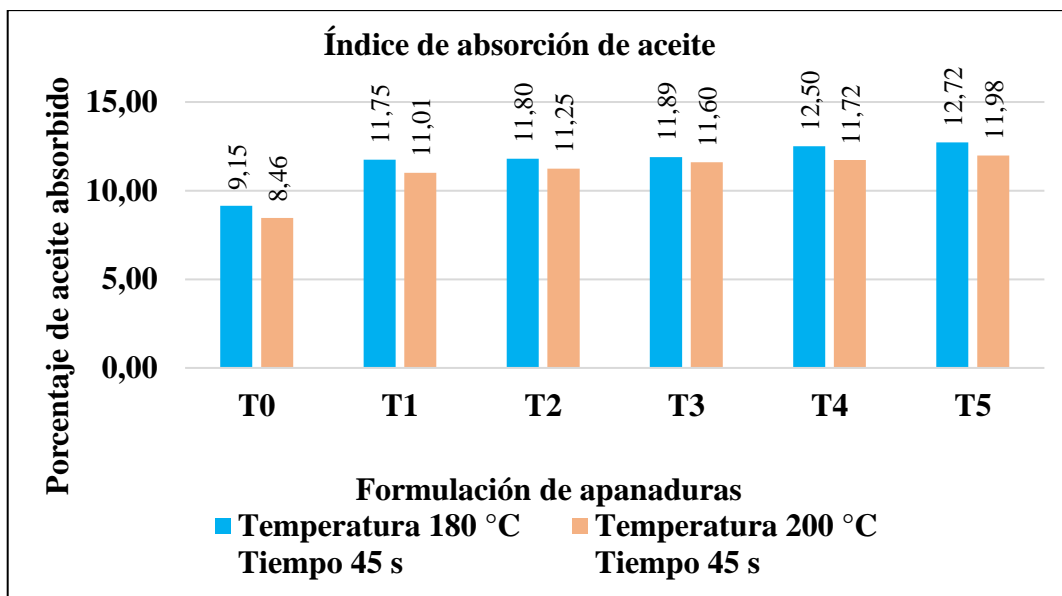


Figura 4 índice de absorción de aceite a 180 y 200°C en 45s.

En el análisis estadístico realizado a las muestras sometidas a 180°C y 200°C en tiempo 45s, determino que existe diferencias estadísticamente significativas en todos los tratamientos a un nivel de confianza ($p \leq 0,05$). El tratamiento que presentó mayor nivel de absorción de aceite fue el tratamiento T5 con un valor de 12,72%. Mientras que, en los tratamientos sometidos a la temperatura de freído de 200 °C por 45s, presentaron poca variación entre ellos en cuanto al índice de absorción de aceite. Sin embargo, al compararlo con el tratamiento testigo T0 se pudo visualizar que la muestra comercial fue quien obtuvo el valor mínimo respecto a la absorción de aceite. Los análisis de varianza y pruebas de comparación se pueden observar en el Anexo M.

La figura 5 muestra los valores de absorción de aceite a temperaturas de 180 °C y 200 °C por 60s.

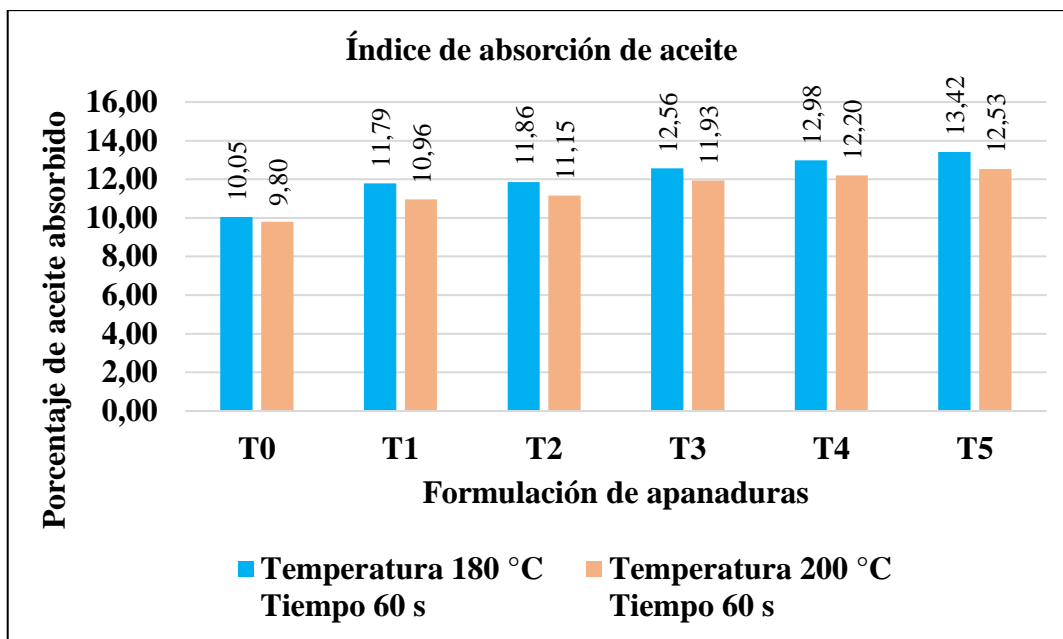


Figura 5 índice de absorción de aceite a 180 y 200°C en 60s.

Para la evaluación de absorción de agua en las muestras de 180°C y 20°C a tiempo de fritura de 60s, se determinó la existencia de diferencias estadísticamente significativas. El tratamiento con mayor nivel de absorción de aceite lo presentó el T5 con un valor de 13,42% en comparación con el tratamiento testigo T0 que presentó el menor valor igual a 10,05 %. El mayor valor de índice de absorción de aceite lo presentó el tratamiento T5 con un porcentaje de 12,53% en comparación con el tratamiento testigo T0 que presentó un valor de 9,80%. El análisis de varianza y pruebas comparación realizados se pueden observar en el Anexo M.

Los resultados evidenciaron que los tratamientos sometidos a la temperatura de freído de 200 °C durante un tiempo de 30s, presentan menor nivel de absorción de aceite en comparación con la temperatura de 180 °C y 200 °C durante.

4.1.4. Análisis sensorial de tratamientos

Una vez obtenido los distintos tipos de apanadura, se procedió a realizar la evaluación sensorial de cada una de las formulaciones obtenidas a base harina quinua y arroz. Los resultados se muestran en la tabla 14, donde se puede observar los resultados del análisis sensorial para las distintas proporciones de harina de quinua y arroz utilizadas en las mezclas.

Tabla 14

Evaluación sensorial de las formulaciones de apanadura a base de harina de quinua y arroz

Atributo					
Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación global
T1	2c (Me disgusta)	2c (Me disgusta)	2c (Me disgusta)	2c (Me disgusta)	2c (Me disgusta)
T2	3b (No me gusta ni me disgusta)	3b (No me gusta ni me disgusta)	4a (Me gusta)	3b (No me gusta ni me disgusta)	3b (No me gusta ni me disgusta)
T3	4a (Me gusta)	4a (Me gusta)	4a (Me gusta)	4a (Me gusta)	4a (Me gusta)
T4	3b (No me gusta ni me disgusta)	3b (No me gusta ni me disgusta)	3b (No me gusta ni me disgusta)	4a (Me gusta)	3b (No me gusta ni me disgusta)
T5	3b (No me gusta ni me disgusta)	2c (Me disgusta)	2c (Me disgusta)	2c (Me disgusta)	2c (Me disgusta)

Los valores corresponden al promedio emitido por el criterio de 50 jueces no entrenados. El nivel de confianza del estudio fue del 95%. Letras a, b, c diferentes establecen diferencias estadísticas significativas para un $p \leq 0,05$.

La evaluación realizada a los distintos tratamientos en cuanto al parámetro color determinó que existe diferencias estadísticamente significativas en todos los tratamientos, sin embargo, el T3(50% harina de quinua;50% harina de arroz) fue el que mayor nivel de aceptación obtuvo con una puntuación de 4(Me gusta) en la escala hedónica establecida.

En el parámetro olor el resultado arrojó una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos a un nivel de confianza ($p \leq 0,05$). Posicionando al T3 como el tratamiento con mayor aceptación con una puntuación de aceptabilidad de 4 puntos perteneciente a la calificación (Me gusta). Mientras que el T1 y T5 obtuvieron la puntuación más baja con una puntuación igual a 2 (Me disgusta).

En el parámetro sabor el análisis estadístico si determino diferencias significativas siendo el T2 (75% harina de quinua; 25% harina de arroz) y el T3 (50% harina de quinua; 50% harina de arroz) las muestras con mayor nivel de aceptación con una puntuación de 4 puntos (Me gusta) y posicionando a T1 y T5 como los más bajos con una puntuación 2 (Me disgusta).

En análisis estadístico en el parámetro de textura determino diferencias significativas a un nivel de confianza ($p \leq 0,05$) siendo el T3(50% harina de quinua; 50% harina de arroz) y el T4(25% harina de quinua; 75% harina de arroz) las muestras que obtuvieron la mayor puntuación obteniendo un valor de aceptación de 4 puntos (Me gusta).

Finalmente, en cuanto a la aceptación global de los tratamientos presentados el tratamiento que obtuvo mayor calificación fue T3, elaborado con 50% de harina de quinua y 50% de harina de arroz. Los resultados obtenidos confirmaron que la combinación de estos dos tipos de harinas en iguales proporciones, permitieron obtener una apanadura de buenas características y aceptación por parte del panel de jueces.

4.1.5. Análisis microbiológico del mejor tratamiento

Al mejor tratamiento considerado en el estudio (T3, 50% de harina de quinua + 50% de harina de arroz), se le realizó su caracterización microbiológica considerando los parámetros de recuento de mohos y recuento de levaduras. La tabla 18 muestra los resultados del análisis microbiológico del mejor tratamiento.

Tabla 15

Análisis microbiológico del T3: 50% harina de quinua + 50% harina de arroz

Tratamiento	Unidad	Recuento de mohos	Recuento de levaduras
T3: 50% harina de quinua + 50% harina de arroz	¹ Ufc/g	<10	3,0 x10 ¹

Los valores corresponden al promedio de dos determinaciones con un nivel de confianza del 95%. ¹Ufc es la unidad de medida que representa las unidades formadoras de colonias.

Los resultados obtenidos para recuento de mohos y levaduras determinan que la muestra T3: 50% de harina de quinua + 50% harina de arroz, se encuentra dentro de especificaciones, al ser comparada con la NTE INEN 3042 que establece los límites permitidos para harina de quinua.

4.2. DISCUSIÓN

En cuanto a la distribución del tamaño de partículas, las formulaciones presentaron valores de retención de masa de 71,97% (T1); 65,06% (T2); 68,59% (T3); 69,08% (T4) y 69,07% (T5) para un tamiz de 355 μ m. Los valores obtenidos difieren a lo reportado por Guaminga (2020)

quien determinó una distribución de tamaño de partículas de hasta 150 μm para una harina obtenida de maíz negro. Por otra parte, Dussán, Hurtado y Camacho (2019) en su estudio de “Granulometría, propiedades funcionales y propiedades de color de las harinas de Quinoa y Chontaduro”, reportaron valores de DTP en harinas de quinoa, iguales a 46,09% para un tamiz de 250 μm y 3,91% para un tamiz de 180 μm . Posiblemente esta diferencia se debe a la forma y tamaño presentado por las apanaduras elaboradas a base de harina de quinoa y harina de arroz. La distribución del tamaño de partículas obtenidas en las muestras de apanaduras, pueden influir directamente en el proceso de fritura del camarón y otros tipos de carnes, variando los niveles de absorción de aceite del producto freído debido a la capa formada en la superficie como resultado del grosor del tamaño de la partícula. Valencia et al (2015) mencionan que las propiedades funcionales de las harinas simples y compuestas determinan la aplicación de alimentos y el uso final de dichos materiales para otras aplicaciones, así como también para determinar los requisitos de empaque y su aplicación en el procesamiento en húmedo en a industria de los alimentos.

La caracterización fisicoquímica determinó que los tratamientos T4 y T5, presenta valores superiores a lo especificado para proteína, grasa y fibra, según lo establecido por la NTE INEN 3042, la cual especifica requisitos mínimos para harina de quinoa. Los T1, T2, T3, se encuentran dentro de especificaciones según lo planteado por esta norma. El nivel de humedad de las muestras de apanadura presentó valores entre 9,55% y 10,97%; estos valores son diferentes a los reportados por Dussán et al. (2019) que encontraron valores de humedad en harina de Quinoa iguales a 6,66% y a los valores de humedad en harina de arroz iguales a 12,6% reportados por Calvopiña (2018). El nivel de humedad en las muestras de apanaduras elaboradas a base de harina de quinoa y arroz determina un factor de calidad importante ya que influye directamente en la conservación y deterioro de este producto, lo cual es conocido como vida útil. Es importante mencionar que los productos como la apanadura tienden a retener humedad como resultado de la estructura de la pared celular de las harinas utilizadas como materia prima, así como la capacidad que tienen las proteínas que forman parte de estas harinas para absorber humedad del ambiente. De tal manera que la presencia de un contenido bajo de humedad en el producto elaborado permite reducir el riesgo de que la apanadura sea propensa a un desarrollo fúngico o bacteriano.

En cuanto al IAA, los valores reportados por las muestras de apanadura oscilan entre 3,84% y 4,19%. La NTE INEN 3042, no establece rangos para este parámetro. Sin embargo, estos valores son superiores a los encontrados por Dussán et al. (2019) quienes en su estudio

determinaron un 2,35% de IAA para harinas de Quinua, así como también es superior al valor reportado por Rodríguez et al (2012) quienes establecieron valores de IAA iguales a 2,31% para harinas de Quinua variedad Tuncahuán. Según lo establecido por García y Vázquez (2016), la determinación del IAA permite establecer que mayor sea el índice de solubilidad, absorción de agua y poder de hinchamiento en las harinas vegetales, existe mayor facilidad para formar geles en presencia de calor y exceso de agua.

En el caso de la absorción de aceite, se observó diferencias en cuanto al porcentaje de aceite absorbido por las diferentes muestras de apanadura, las muestras que fueron freídas a 180°C, presentaron valores superiores en el contenido de aceite que las freídas a 200°C, considerando su tiempo de residencia al calor el cual fue de 30 s, 45 s y 60 s, estos valores coinciden con lo reportado por Bermúdez, Romero y Arrazola (2016) quienes mencionan que el índice de absorción de aceite en tajadas prefritas de plátano aumentó a medida que se incrementan los tiempos del proceso a las diferentes temperaturas, debiéndose principalmente a la pérdida de humedad en el producto la cual es reemplazada por aceite.

Por otra parte, Alvis, González, y Arrázola (2015) mencionan que durante el proceso de fritura por inmersión se crean poros en el producto ocasionados por la pérdida de humedad, generando un espacio destinado para la entrada de aceite, así como también que a mayor temperatura de freído mayor pérdida de humedad y menor absorción de aceite. Sin embargo, Montes et al. (2016) mencionan que la utilización de la harina de arroz en reemplazo de la harina de trigo, permite reducir los porcentajes de absorción de aceites. Lo cual concuerda con lo establecido por Montes et al. (2016) que mencionan que, a mayor temperatura en el proceso de freído, menor es el nivel de absorción de aceite absorbido, y por el contrario, un exceso en la absorción de aceite puede ser consecuencia del uso de bajas temperaturas, es así que se altas temperaturas a partir de las 200 °C aceleran el proceso de fritura y también la descomposición del aceite utilizado. El índice de absorción del aceite en los procesos de fritura utilizando la apanadura elaborada para freír camarón, determinó que los elevados niveles de aceite absorbidos por la apanadura y el camarón, reemplace en parte el agua liberada llegando a constituir hasta un 40% del producto final, influenciado así todas sus propiedades organolépticas, principalmente sabor, olor y textura.

El tratamiento T3: 50% harina de quinua más 50% de harina de arroz, presentó el mejor nivel de aceptación sensorial. Obtuvo una puntuación de 4 en el rango “me gusta” de la escala hedónica, para los parámetros de color, olor, sabor, textura y aceptación global. Esto puede

deberse a lo establecido por Bravo y Ortega (2017) quienes mencionan que la calidad sensorial de las carnes sometidas a un proceso de fritura es influenciada por la granulometría y formulación del tipo de apanadura a utilizar, como resultado de la uniformidad del grado, el cual permite una mejor absorción del aceite utilizado, influenciado por el nivel de temperatura y el tiempo del proceso.

Al no existir en la Norma Técnica Ecuatoriana, parámetros de calidad microbiológica para apanadura, fue necesario comparar los resultados obtenidos con la NTE INEN 3042 que hace referencia a la calidad de la harina de quinua en la cual se establece como límite de calidad microbiológica al valor de 1×10^3 ufc/g para los parámetros de mohos y levaduras, que al compararlos con los resultados obtenidos de <10 ufc/g para mohos y $3,0 \times 10^1$ para levadura en el estudio, se puede mencionar que la apanadura obtenida mantiene una buena calidad microbiológica y es apta para el consumo humano, ya que sus parámetros microbiológicos se encuentran dentro del rango sugerido por la norma utilizada.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se elaboró una apanadura a base de harina de quinua con harina de arroz, obteniendo en total 5 formulaciones variando el porcentaje de sus materias primas. El resultado de estas variaciones estableció la parte experimental determinando que puede ser aplicado en el camarón y permitiendo obtener un producto libre de gluten apto para el consumo de población celiaca.
- Los resultados fisicoquímicos del mejor tratamiento T3: 50% harina de quinua + 50% harina de arroz, determinaron valores de 11,48% de proteína, 9,59% de humedad, 1,54% de ceniza, 6,79% de grasa y 2,68% de fibra. Estos resultados determinan que el tratamiento T3 presenta una buena calidad fisicoquímica y sus niveles de macronutrientes como proteína y grasa, se encuentran dentro de los parámetros solicitados por la Norma Técnica Ecuatoriana, convirtiéndolos en un producto apto para el consumo humano.
- La mezcla de harina de quinua más harina de arroz, permitió obtener valores idóneos en cuanto al IAA, siendo el T2 y T3 las muestras con IAA similar al testigo, en cuanto al índice de absorción de aceite la temperatura de 200°C por un tiempo de 30s, fue la

interacción que reporto menor valor de absorción esto como resultado de la aceleración del proceso de fritura y la descomposición del aceite utilizado.

- Como resultado del análisis sensorial se obtuvo que la formulación T3: 50% harina de quinua + 50% harina de arroz tuvo la mayor aceptación por parte del panel de jueces no entrenados, obteniendo diferencias significativas para los atributos color, olor, sabor y textura.
- Los análisis microbiológicos realizados al tratamiento T3: 50% harina de quinua + 50% harina de arroz, determinó que este producto se encuentra dentro de especificaciones según la NTE INEN 3042, lo que lo convierte en un producto alimenticio idóneo para el consumo humano.

5.2. RECOMENDACIONES

- Seguir utilizando este tipo de materias primas en otro tipo de formulaciones alimenticias destinadas a la población celiaca.
- Se recomienda la utilización del producto obtenido, como adherente en procesos de fritura de carnes, pollo y pescado, sobre todo para la población celiaca que no pueden consumir harinas de trigo por su contenido en gluten.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D., & Benítez, R. (2016). Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.*, Vol. 45(3), 438-469, 45(3), 438-469. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/rcciquifa.v45n3.62043>
- Alvis Bermudez, A., Romero Barragan, P., & Arrazola Paternina, G. (2016). Perdida de humedad y absorcion de aceite durante fritura de tajadas de platano . *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 14 No. 2 (119-124) DOI:10.18684/BSAA*, 120-124.
- Alvis, A., González, A., & Arrázola, G. (2015). Efecto del recubrimiento comestible en las propiedades de trozos de batata (*Ipomea Batatas* Lam) fritos por inmersión. Parte 2: Propiedades Termofísicas y de Transporte. *Información Tecnológica*, 103-116. Recuperado el 2 de Julio de 2021, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n1/art12.pdf>
- Aparicio, X., & Espinosa, L. G. (2015). El consumo de las leguminosas y su efecto sobre la salud. *XII encuentro Participacion de la mujer en la ciencia*, 1-3.
- Arroyave, L., & Esguerra, C. (2006). *Utilización de la harina de quinua (Chenopodium quinoa wild) en el proceso de panificación*. Bogota: (tesis de grado, Universidad de la Salle). Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1136&context=ing_alimentos
- Averos , W. (5 de Marzo de 2018). *Desarrollo de una bebida láctea con el uso de harina de arroz (Oryza sativa L.) y harina de soya (Glycine max L.) endulzada con miel de abeja*. Guayaquil: (tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil). Obtenido de Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10184/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-27.pdf>
- Bermúdez, A., Romero , P., & Arrazola , G. (2016). Pérdida de humedad y absorción de aceite durante fritura de tajadas de plátano (*Musa paradisiaca* L.). *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 119-124. Recuperado el 2 de Julio de 2021
- Bravo , E., & Ortega, J. (2017). *Efecto de la granulometría y formulación en la calidad de un snack exruido a base de arroz (Oryza sativa L.), quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y torta desgrasada de Chía (Salvia hispanica L.)*. Nuevo Chimbote: Universidad

- Nacional del Santa. Facultad de Ingeniería. Escuela Académica Profesional Ingeniería Agroindustrial. Recuperado el 2 de Julio de 2021, de <https://core.ac.uk/download/pdf/225485683.pdf>
- Calvopiña, J. (2018). *Caracterización fisicoquímica de harinas y su utilización en un pan libre de gluten*. Honduras: Zamorano. Carrera de Agroindustria Alimentaria. Tesis. Recuperado el 1 de Julio de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6224/1/AGI-2018-T011.pdf>, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6224/1/AGI-2018-T011.pdf>
- Castro, E. (12 de junio de 2018). *Alimentos funcionales con omegas beneficios para la salud cardiovascular, articular, cerebral y ocular*. Obtenido de Facultad de Agropecuaria y nutrición departamento académico de industria alimentaria y nutrición: <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/2888/ETHEL%20CASTRO%20MEGO.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Castro, M. I. (2002). ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3: BENEFICIOS Y FUENTES. *Interciencia*, 1-3.
- Del Castillo, V., Lescano, G., & Armada, M. (2009). Formulación de alimentos para celíacos con base en mezclas de harinas de quínoa, cereales y almidones. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(3), 332-336. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000300015&lng=es.
- Dussán, S., Hurtado, D., & Camacho, J. (2019). Granulometría, propiedades funcionales y propiedades de color de las harinas de Quinua y Chontaduro. *Información Tecnológica*, 3-10. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003>
- EPSA Aditivos alimentarios S.A . (10 de Diciembre de 2013). *Los hidrocoloides, aditivos de alta funcionalidad*. Obtenido de Propiedades Funcionales: http://www.aditivosalimentarios.es/php_back/noticias/archivos/EPSAempresasTF90.pdf
- Estrella, M. A. (2014). Diseño de una planta agroindustrial para la elaboración de un alimento tipo snack apanado y congelado a partir de queso mozzarella en la provincia de Pichincha. *UDLA, Universidad de las Américas*, 60-61. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/704/1/UDLA-EC-TIAG-2014-04.pdf>
- Federación de Asociaciones de Celiacos de España [FACE]. (5 de Diciembre de 2018). *Enfermedad Celiaca*. Obtenido de Enfermedad Celiaca: <https://celiacos.org/enfermedad-celiaca/que-es-la-enfermedad-celiaca/>

- Ferreira, F., Palmiro, D., & Wanderlei, C. (2014). Propiedades reológicas y de absorción de agua de harina extruida de arroz y bagazo de cebada. *SciELO*, 1-7. doi:<https://doi.org/10.1590/S0034-737X2014000300003>
- García, A., & Vázquez, C. (2016). Masa y harina de maíz nixtamalizado. *Investigación y desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 78-82. doi:<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/1/15.pdf>
- Guaminga, L. (2020). *Obtención y caracterización funcional de harina y almidón de maíz negro (Zea mays L.)*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo. facultad de Ingeniería. carrera de Ingeniería Agroindustrial. Tesis. Recuperado el 30 de Junio de 2021, de <http://dspace.unach.edu.ec>
- Ibarra, A. (2019). Estudio de mercado de quinua para su exportación a la Unión Europea. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 1-12. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/07/estudio-mercado-quinua.html>
- Martínez, J. (2018). La celiacía en el consumo y la distribución comercial: un análisis cuantitativo y cualitativo. *Ibercaja Agroinforma*, 3, 79-87. Obtenido de 1534085602_La_celiacia_en_el_consumo_y_la_distribucion_comercial
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (7 de Enero de 2019). *Ecuador quintuplicará producción de quinua*. Obtenido de Ecuador quintuplicará producción de quinua: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-quintuplicara-produccion-de-quinua/>
- Montes, N., Millar, I., Provoste, R., Martínez, N., Fernández, D., Morales, G., & Valenzuela, R. (2016). Absorción de aceite en alimentos fritos. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1). Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v43n1/art13.pdf>
- Montes, N., Millar, I., Provoste, R., Martínez, N., Fernández, D., Morales, G., & Valenzuela, R. (2016). Absorción de aceite en alimentos fritos. *Revista chilena de nutrición*, 3-6. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000100013
- Montes, N., Millar, I., Provoste, R., Martínez, N., Fernández, D., Morales, G., & Valenzuela, R. (2016). Absorción de aceite en alimentos fritos. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1), 87-91. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v43n1/art13.pdf>
- Mora, A. (10 de Junio de 2018). *Productos sin gluten: Un nuevo mercado por explotar en Guayaquil*. Guayaquil: (tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana). Obtenido de Universidad Politecnica Salesiana Ecuador: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15538/1/UPS-GT002128.pdf>

- Moreno, V. (12 de Julio de 2016). *Validación del protocolo de control interno de calidad para la producción de semillas de quinua variedad (INIAP-Tunkahuan), bajo dos tipos de fertilización, CADET, 2015*. Quito: (tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador). Obtenido de variedades y cultivares actualmente utilizados: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7987/1/T-UCE-0004-18.pdf>
- Moscoso, F., & Quera, R. (2016). Enfermedad Celiaca, Revisión. *Revista medica de Chile*, 2-5.
- Navarro, S. (4 de Septiembre de 2015). *Descripción botánica de la planta de quinua*. Obtenido de Inflorescencia: <http://quinuadelperuparaelmundo.blogspot.com/2015/09/descripcion-botanica-de-la-planta-de.html>
- OK Diario. (11 de Octubre de 2018). *Recetas de pan*. Obtenido de Recetas de pan: <https://okdiario.com/recetas/pan-rallado-casero-3220856>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (12 de Junio de 2015). *El arroz y la nutrición humana*. Obtenido de El arroz y la nutrición humana: <http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO]. (30 de Agosto de 2016). *Plataforma de información de la quinua*. Obtenido de Plataforma de información de la quinua: <http://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/es/>
- Pacheco, A. (12 de Junio de 2016). *Elaboracion de panes sin gluten, utilizando harina de quinua (Chenopodium quinoa willd.) y almidon de papa (Solanum tuberosum)*. Lima: (tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de Universidad Nacional Agraria, La Molina: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2605/Q02-P323-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Parera Pinilla, C. L., Ochoa Fernández, B. M., & Bonet de Luna, C. (2018). Enfermedad celíaca: quién sabe dónde. *Rev Pediatr Aten Primaria vol.20 no.79 Madrid jul./sep. 2018*, 1-12.
- Perera , C., Ochoa, B., & Bonet, C. (2018). Enfermedad celíaca: quién sabe dónde. *Rev Pediatr Aten Primaria*, 20, 269-276. Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/pap/v20n79/1139-7632-pap-20-79-269.pdf>
- Reimundo, D. (2017). *La Innovación de productos alternativos a la harina de trigo a base de harina de arroz y soja para la enfermedad celíaca*. Ambato: (tesis de grado,

- Universidad Regional Autónoma de los Andes. Obtenido de <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/5891/1/PIUAESC012-2017.pdf>
- Rodríguez , D. P. (18 de febrero de 2017). *Potencial de rendimiento de líneas mutantes de arroz, (Oryza sativa L.) desarrolladas mediante aplicación de Rayos Gamma en condiciones del valle de Jequetepeque*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria "La Molina": <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2964/F30-R639-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, Á., Celada, P., Bastida, S., & Sánchez, F. (26 de Octubre de 2018). Acerca de la enfermedad celiaca. Breve historia de la celiaquía. *Journal of Negative & No Positive Results*, 3(12), 980-997. doi:10.19230/jonnpr.2813
- Rodríguez, M. (12 de Septiembre de 2017). *Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Planta Productora y Comercializadora de Hamburguesas de Carne Vegetal de Quinua*. Arequipa, Perú: (tesis de pregrado, Universidad Católica San Pablo). Obtenido de Universidad Católica San Pablo: http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15458/2/RODR%C3%8DGUEZ_ARIA_S_MIG_FAC.pdf
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN 2945]. (15 de Octubre de 2016). *Pan. Requisitos*. Obtenido de Pan. Requisitos: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2945.pdf
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN 3042]. (15 de Octubre de 2015). *Harina de quinua. Requisitos*. Obtenido de Harina de quinua. Requisitos: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_3042.pdf
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN 3050]. (15 de Septiembre de 2016). *Harina de arroz. Requisitos*. Obtenido de Harina de arroz. Requisitos: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_3050.pdf
- Todo sobre quinua . (5 de Julio de 2007). *Posicion taxonomica de la quinua*. Obtenido de Historia de la quinua: <http://laquinua.blogspot.com/2007/07/posicin-taxonomica-de-la-quinua.html>
- Valencia, G., Freitas, I., Lourenco, R., Quinta, A., & Amaral, P. (2015). Propiedades fisicoquímicas, morfológicas y funcionales de la harina y el almidón del fruto del melocotonero (*Bactris gasipaes* K.). *Starch/Starke*, 67(1-2), 163-173. doi:<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/star.201400097>
- Villanueva Flores, R. (01 de Febrero de 2017). Productos libres de gluten: un reto para la industria de los alimentos. *Ingeniería Industrial*, 183-184.

Zegarra, S. (2018). *Elaboración de un pan apto para celíacos a base de harina de Chenopodium Pallidicaule Aelle (Cañihua) y evaluación de su aceptabilidad sensorial*. Perú: (tesis doctoral, Universidad San Ignacio de Loyola). Obtenido de http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3023/3/2018_Zegarra_Elaboracion-pan- apto-para-celíacos-base-harina.pdf

VII. ANEXOS

Anexo A. Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITECNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: ENRIQUEZ PINCAY DAYANA MISHELL
NIVEL/PARALELO: 0

CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401912936
PERIODO ACADÉMICO: Jun-Sep 2021

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Formulación de apanadura a base de harina de quínoa (*Chenopodium quinoa*) con harina de arroz (*Oryza sativa*), aplicada en camarón, para el consumo de población celiaca"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. CHAMORRO LILIANA
LECTOR: MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO
ASESOR: MSC. ANCHUNDIA LUCAS MIGUEL ANGEL

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del Informe de Investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: Virtual **AULA:** 0
FECHA: lunes, 13 de septiembre de 2021
HORA: 17h00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa:	5.42
2) Trabajo escrito	2.40
Nota final de PRE DEFENSA	7.82

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **lunes, 13 de septiembre de 2021**


MSC. CHAMORRO LILIANA

PRESIDENTE


MSC. ANCHUNDIA LUCAS MIGUEL ANGEL

TUTOR


MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO

LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo B. Certificado del Abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

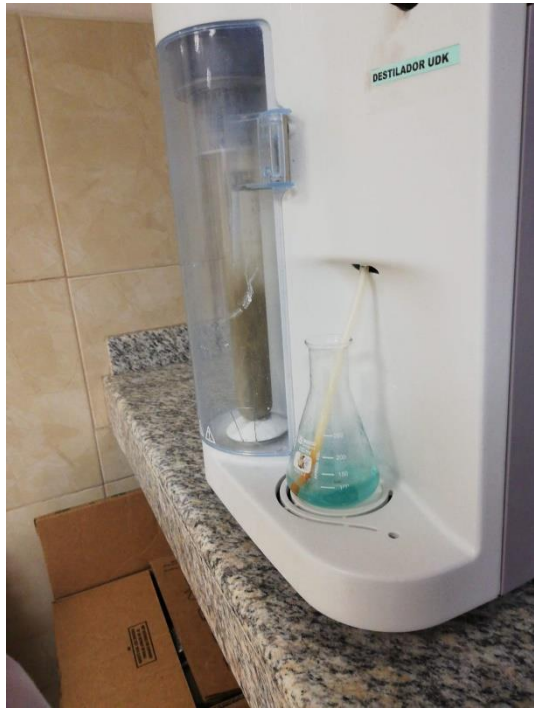
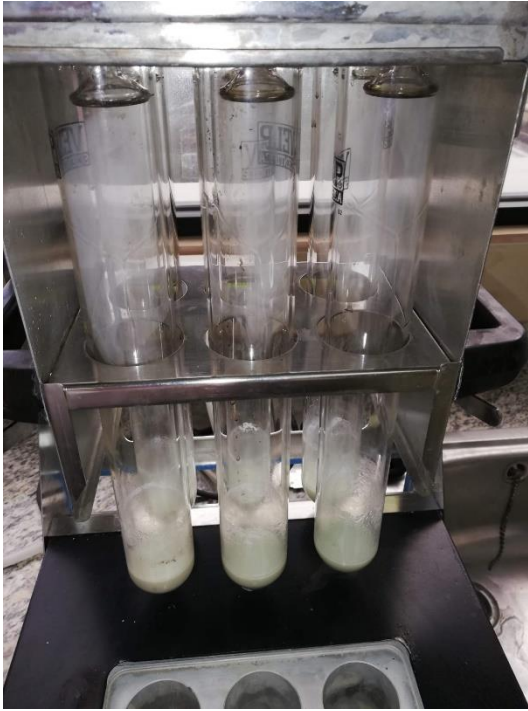
ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Dayana Mishell Enríquez Pincay				
DATE: 21 de septiembre de 2021				
TOPIC: "Formulación de apanadura a base de harina de quinua con harina de arroz, aplicada en camarón para consumo de población celiaca "				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
TOTAL/AVERAGE	TOTAL 9			
	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED			

Anexo C. Elaboración de apanadura



Anexo D. Análisis Físicoquímico





Anexo E. análisis sensorial



Anexo F. Ficha de evaluación sensorial.



UNIVERSIDAD POLITECNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

Test de evaluación sensorial para trabajo de titulación denominado: “Formulación de apanadura a base de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) con harina de arroz (*Oryza sativa*), aplicada en camarón, para el consumo de población celiaca.”

Prueba de aceptabilidad

Edad:

Genero:

Fecha:

Frente a usted se encuentran 5 muestras, deguste cada una de ellas de izquierda a derecha y enumere con el grado de preferencia en cada uno de los atributos. Por favor limpie su paladar con agua antes y después de cada muestra.

Valoración de atributos: Coloque la valoración que mas le parezca para cada muestra sabiendo que:

1: me disgusta mucho

2: me disgusta

3: no me gusta ni me disgusta

4: me gusta

5: me gusta mucho

Muestra	1223	1512	1121	1332	1423
Atributo					
Color					
Olor					
Sabor					
Textura					

De acuerdo con la evaluación realizada, escriba el código de la muestra que más agradó.

Observaciones: _____

Anexo G. Evidencia de los equipos utilizados durante la investigación



Anexo H. Resultados del análisis microbiológico realizado al mejor tratamiento



LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS



SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
Acreditación N° SAE LEN 91-001
LABORATORIO DE ENSAYOS

Orden de trabajo N°212577
Informe N° 212577A
Hoja 1 de 1

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: DAYANA MISHHELL ENRIQUEZ PINCAY
Dirección: Av. Argentina y Calle Calderón
Muestra: Apanadura de quinua y arroz
Descripción de la muestra: Molido heterogéneo
Fecha Elaboración: 10 de julio del 2021
Fecha Vencimiento: ---
Fecha de Toma: ---
Lote: ---
Localización: ---
Envase: Polietileno de alta densidad
Conservación de la muestra: Ambiente

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 13 de julio del 2021
Toma de muestra por: Cliente
Fecha de realización del ensayo: 13 - 19 de julio del 2021
Fecha de emisión del informe: 20 de julio del 2021
Condiciones ambientales: 23,8°C 45%HR

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	UNIDAD	METODO	RESULTADO
Recuento de Mohos	ufc/g	PEEMi/LA/03 INEN 1529-10	< 10
Recuento de Levaduras	ufc/g	PEEMi/LA/03 INEN 1529-10	3,0 x 10 ¹



Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB.
 LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.
 Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA
 Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros
 Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2583-225 / 2561-350 / 3238-503 / 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591
 E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliakuzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

MC
www.labolab.com.ec
Quito - Ecuador
Edición: 7 / Mayo del 2019

Anexo I. Resultados de la determinación de fibra cruda



INFORME DE ENSAYO NR.200348

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	LADY VANESSA MORALES CRUZ		
Dirección:	Bolivia y Olmedo (Tucicán)		
Nombre Producto :	APANADURA DE QUINUA - TRATAMIENTO 1 cl		
Fecha de Elaboración:	ND	Fecha de Caducidad:	ND
Lote:	ND	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	FUNDA PLÁSTICA CERRADA	Forma de Conservación:	Ambiente
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	200348-1	Contenido Encontrado:	199.6 Gramos
Fecha Recepción:	2020-01-31	Fecha Inicio Ensayo:	2020-01-31
Condiciones Ambientales de Llegada de la muestra:	22 °C	Muestra:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió
ENSAYOS FFQO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
FIBRA CRUDA	M. INTERNO AOAC978.10	%	2.73

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

Datos tomados de F-RG-05 pág. 42B

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente.

20/02/10
FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por NORMA
EDITH AMORES AMORES Fecha y
hora: 2020-02-11 08:32:27

Muestra 200348-1 de 200348-1

Pg 1 / 1

Confidencialidad e Integridad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directorcalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec

Melchor Toza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995430911 - 0992750633

Anexo J. Tablas de ANOVA para estudio fisicoquímico

ANOVA de un solo factor: CENIZA % vs. Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	4,0020	0,80040	20,85	0,000
Error	12	0,4606	0,03838		
Total	17	4,4626			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T1	3	2,9200	A
T0	3	2,277	B
T5	3	1,8749	B C
T2	3	1,7857	B C
T4	3	1,626	C
T3	3	1,542	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: HUMEDAD % vs. Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	4,9260	0,98520	40,06	0,000
Error	12	0,2951	0,02459		
Total	17	5,2211			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T1	3	10,9651	A
T5	3	10,2639	B
T4	3	9,783	C
T3	3	9,5876	C
T2	3	9,548	C
T0	3	9,5112	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: PROTEINA % vs. Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	132,069	26,4138	363,82	0,000
Error	12	0,871	0,0726		
Total	17	132,940			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T1	3	15,196	A
T2	3	13,790	B
T0	3	11,592	C
T3	3	11,480	C
T4	3	9,079	D
T5	3	7,1016	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: GRASA % vs. Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	62,617	12,5235	20,49	0,000
Error	12	7,333	0,6111		
Total	17	69,951			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
T1	3	8,200	A	
T0	3	8,0180	A	
T3	3	6,788	A	B
T2	3	4,948		B C
T4	3	3,751		C
T5	3	3,713		C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: FIBRA CRUDA % vs. Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	3,81391	0,762782	349,37	0,000
Error	12	0,02620	0,002183		
Total	17	3,84011			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T1	3	2,7067	A
T3	3	2,6800	A
T4	3	2,6300	A B
T0	3	2,5267	B
T2	3	1,9500	C
T5	3	1,47333	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo K. Tablas de ANOVA para evaluación sensorial

ANOVA de un solo factor: Color T1; Color T2; Color T3; ... T4; Color T5

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	83,48	20,8700	25,55	0,000
Error	245	200,12	0,8168		
Total	249	283,60			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
Color T3	50	4,000	A
Color T4	50	3,780	A
Color T5	50	3,0800	B
Color T2	50	2,920	B
Color T1	50	2,420	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Olor T1; Olor T2; Olor T3; Olor T4; Olor T5

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	151,1	37,7840	75,88	0,000
Error	245	122,0	0,4980		
Total	249	273,1			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
Olor T4	50	4,3000	A
Olor T5	50	4,1600	A
Olor T3	50	3,3800	B
Olor T2	50	2,820	C
Olor T1	50	2,260	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Sabor T1; Sabor T2; Sabor T3; ... 4; Sabor T5

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	180,0	45,0060	99,03	0,000
Error	245	111,3	0,4544		
Total	249	291,4			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
Sabor T3	50	4,5600	A
Sabor T4	50	3,900	B
Sabor T2	50	3,5800	B
Sabor T5	50	2,7400	C
Sabor T1	50	2,160	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Textura T1; Textura T2; Textura ... Textura T5

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	82,02	20,5040	31,49	0,000
Error	245	159,52	0,6511		
Total	249	241,54			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
Textura T3	50	3,960	A
Textura T4	50	3,680	A
Textura T2	50	3,0400	B
Textura T5	50	2,880	B
Textura T1	50	2,360	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo L. Análisis de varianza y prueba de comparación del índice de absorción de agua.

ANOVA de un solo factor: Índice de Absorción de agua Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	2,741	0,5483	1,10	0,408
Error	12	5,960	0,4967		
Total	17	8,702			

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T0	3	4,607	A
T5	3	4,18667	A
T4	3	3,92667	A
T3	3	3,85667	A
T2	3	3,840	A
T1	3	3,31333	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo M. Análisis de varianza y pruebas de comparación para índice de absorción de aceite.

ANOVA de un solo factor: Temperatura 180°C por 30 s ... Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	32,3496	6,46991	89583,40	0,000
Error	12	0,0009	0,00007		
Total	17	32,3504			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T5	3	9,100	A
T4	3	7,19667	B
T3	3	6,96667	C
T2	3	6,51667	D
T1	3	6,13333	E
T0	3	4,61000	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Temperatura 200°C por 30 s ... Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	23,1016	4,62032	138609,60	0,000
Error	12	0,0004	0,00003		
Total	17	23,1020			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T5	3	7,89667	A
T4	3	6,80333	B
T3	3	6,37667	C
T2	3	6,20333	D
T1	3	5,90333	E
T0	3	4,11667	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Temperatura 180°C por 45 s ... Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	24,6395	4,92790	185182,00	0,000
Error	12	0,0003	0,00003		
Total	17	24,6398			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T5	3	12,72	A
T4	3	12,4967	B
T3	3	11,8867	C
T2	3	11,7967	D
T1	3	11,7457	E
T0	3	9,14667	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Temperatura 200°C por 45 s ... Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	25,0785	5,01570	225706,60	0,000
Error	12	0,0003	0,00002		
Total	17	25,0788			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T5	3	11,98	A
T4	3	11,7167	B
T3	3	11,5967	C
T2	3	11,2467	D
T1	3	11,01	E
T0	3	8,45667	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Temperatura 180°C por 60 s ... Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	21,2728	4,25455	125338,65	0,000
Error	12	0,0004	0,00003		
Total	17	21,2732			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T5	3	13,42	A
T4	3	12,9767	B
T3	3	12,5700	C
T2	3	11,8567	D
T1	3	11,7870	E
T0	3	10,05	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Temperatura 200°C por 60 s ... Tratamientos

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	14,9074	2,98149	76666,86	0,000
Error	12	0,0005	0,00004		
Total	17	14,9079			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T5	3	12,5267	A
T4	3	12,1967	B
T3	3	11,93	C
T2	3	11,1467	D
T1	3	10,9567	E
T0	3	9,81000	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.