



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“Dr. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**ELABORACIÓN DE HOJUELAS A BASE DE CÁSCARA DE
PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) ENRIQUECIDO CON
CUSHURO (*Nostoc sphaericum*) Y CEBADA (*Hordeum
vulgare*).**

**AUTOR
RECALDE CASQUETE JIMMY PAÚL**

**TUTOR
BLGO. SANTOS PINARGOTE JAIME**

GUAYAQUIL, ECUADOR

2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“Dr. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGROINDUSTRIA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: ELABORACIÓN DE HOJUELAS A BASE DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) ENRIQUECIDO CON CUSHURO (*Nostoc sphaericum*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*), realizado por el estudiante RECALDE CASQUETE JIMMY PAÚL; con cédula de identidad N° 0958482176 de la carrera AGROINDUSTRIA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Blgo. Jaime Santos Pinargote

Guayaquil, 8 de noviembre del 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“Dr. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGROINDUSTRIA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “ELABORACIÓN DE HOJUELAS A BASE DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) ENRIQUECIDO CON CUSHURO (*Nostoc sphaericum*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*)”, realizado por la estudiante RECALDE CASQUETE JIMMY PAÚL, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

PhD. Álava Pincay Cecibel.
PRESIDENTE

Ing. Borbor Suárez Daniel, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. García Ortega Yoansy, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Blgo. Santos Pinargote Jaime
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 8 de noviembre del 2024

DEDICATORIA

Dedico este proyecto con profundo amor y gratitud a mis queridos padres y familiares. Su inquebrantable apoyo, sacrificio y confianza han sido mi mayor fortaleza en este viaje académico. Agradezco profundamente su paciencia, sus consejos y su fe en mí, que me han inspirado a alcanzar mis metas y superar cada desafío. Este logro es tanto mío como suyo, y les estoy eternamente agradecido por brindarme las herramientas necesarias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y las oportunidades necesarias para alcanzar este importante logro en mi vida. Sin Su guía y bendiciones, este proyecto no habría sido posible. A mi madre, por su apoyo incondicional y su constante sacrificio tanto emocional como económico. Su amor, paciencia y confianza en mí han sido el pilar fundamental que me ha permitido seguir adelante en momentos difíciles. A mis hermanos, por su continuo aliento y compañía. Su soporte y palabras de ánimo han sido un gran estímulo durante todo este proceso. Finalmente, al Docente Jaime Santos, cuyo temple, conocimiento y orientación han sido esenciales para la realización de esta tesis. Su dedicación y compromiso para guiarme y supervisar mi trabajo han sido invaluable, y le expreso mi más sincero agradecimiento.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo RECALDE CASQUETE JIMMY PAÚL, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “ELABORACIÓN DE HOJUELAS A BASE DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) ENRIQUECIDO CON CUSHURO (*Nostoc sphaericum*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*)” para optar el título de INGENIERO AGROINDUSTRIAL por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 08 de noviembre del 2024

RECALDE CASQUETE JIMMY PAÚL

C.I. 0958482176

RESUMEN

Este trabajo de titulación se enfocó en desarrollar hojuelas a partir de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*), enriquecidas con cushuro (*Nostoc sphaericum*) y cebada (*Hordeum vulgare*). El propósito principal fue combinar estos ingredientes para mejorar el valor nutricional de un alimento de amplio consumo y promover una dieta más saludable. La importancia de este proyecto se refleja tanto en la utilización de alternativas proteicas novedosas como en el aprovechamiento de subproductos agroindustriales con alto valor nutritivo que, de otra manera, podrían ser desperdiciados. El estudio evaluó dos formulaciones de hojuelas, cada una con dos tratamientos y un testigo, variando las concentraciones de cushuro hidratado (CH), harina de cushuro deshidratado (HCD), harina de cáscara de plátano (HCP), harina de cebada (HC) y otros subingredientes. La metodología experimental descriptiva permitió evaluar el perfil nutricional de los tratamientos mediante un análisis bromatológico detallado, destacando el tratamiento T3 con $85,31 \pm 11,64$ de carbohidratos, $1,94 \pm 0,50$ de proteínas, $0,42 \pm 0,10$ de grasas, $16,97 \pm 0,35$ de fibra, $0,13 \pm 0,06$ de cenizas y $1,87 \pm 0,06$ de humedad. En cuanto al análisis microbiológico, realizado conforme a la norma NTE INEN 2570:2011, los resultados confirmaron la ausencia de bacterias aerobias mesófilas, mohos, levaduras y *E. coli*, garantizando la inocuidad del producto final. Además, el panel sensorial reveló que el tratamiento T3 fue el preferido por los evaluadores, con un 87,9% de aceptación, mientras que el tratamiento T2 fue el menos valorado, con un 64,3%, en base a criterios como color, olor, sabor y textura.

Palabras clave: *Aprovechamiento de residuos, innovación alimentaria, cebada, cushuro, Musa paradisiaca.*

ABSTRACT

This study focused on developing flakes from plantain peel (*Musa paradisiaca*) with cushuro (*Nostoc sphaericum*) and barley (*Hordeum vulgare*). The main purpose was to combine these ingredients to improve the nutritional value of a widely consumed food and promote a healthier diet. The importance of this project is reflected both in the use of novel protein alternatives and in the utilization of agroindustrial by-products with high nutritional value that might otherwise be wasted. The study evaluated two flake formulations, each with two treatments and a control, varying the concentrations of hydrated cushuro (CH), dehydrated cushuro flour (HCD), plantain peel flour (HCP), barley flour (HC) and other sub-ingredients. The descriptive experimental methodology allowed evaluating the nutritional profile of the treatments through a detailed bromatological analysis, highlighting the T3 treatment with 85.31 ± 11.64 carbohydrates, 1.94 ± 0.50 protein, 0.42 ± 0.10 fat, 16.97 ± 0.35 fiber, 0.13 ± 0.06 ash and 1.87 ± 0.058 moisture. Regarding the microbiological analysis carried out in accordance with NTE INEN 2570:2011, the results confirmed the absence of mesophilic aerobic bacteria, molds, yeasts and *E. coli*, guaranteeing the safety of the final product. In addition, the sensory panel revealed that the T3 treatment was chosen by the evaluators with 87.9% acceptance, while the T2 treatment was the least valued with 64.3% based on criteria such as color, odor, flavor, and texture.

Keywords: waste reuse, food innovation, barley, cushuro, *Musa paradisiaca*.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del problema	1
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	2
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 Delimitación de la investigación	4
1.5 Objetivo general	4
1.6 Objetivos específicos	5
1.7 Hipótesis o idea a defender.....	5
2. MARCO TEÓRICO Y CIENTÍFICO	6
2.1 Estado del arte	6
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática	13
2.3 Marco legal.....	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Enfoque de la investigación.....	23
3.2 Metodología.....	24
4. RESULTADOS	48
4.1 Análisis de los parámetros bromatológicos (proteína cruda, carbohidratos, grasa, cenizas, fibra y humedad) para determinar el perfil nutricional de las cinco formulaciones de cereales en hojuelas.	48
4.2 Determinación de la carga microbiana de los cereales en hojuelas a través de parámetros microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y <i>Escherichia coli</i>).	54
4.3 Comparación de la aceptabilidad de un cereal convencional de maíz con un cereal a base de cáscara de plátano y cebada enriquecida con cushuro utilizando un panel sensorial no entrenado.	55
5. DISCUSIÓN	60

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	71

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Harina de cushuro	71
Anexo N° 2: Harina de cáscara de plátano	71
Anexo N° 3: Harina de cebada	72
Anexo N° 4: Hojuela con cushuro hidratado.....	72
Anexo N° 5: Hojuela con cushuro deshidratado.....	73
Anexo N° 6: Lectura mediante el espectrofotómetro	73
Anexo N° 7: Resultados de la absorbancia y concentración de la proteína.	74
Anexo N° 8: Resultados de la absorbancia y concentración de carbohidratos.	74
Anexo N° 9: Resultados de la absorbancia y concentración de grasas.	75
Anexo N° 10: Resultados de cenizas y humedad.....	75
Anexo N° 11: Resultados de fibra	76
Anexo N° 12: Resultados del estadístico de carbohidratos.....	76
Anexo N° 13: Resultados del estadístico de proteínas.....	77
Anexo N° 14: Resultados del estadístico de grasas.....	77
Anexo N° 15: Resultados del estadístico de cenizas.	78
Anexo N° 16: Resultados del estadístico de humedad.....	78
Anexo N° 17: Resultados del estadístico fibra	79
Anexo N° 18: Datos obtenidos en la determinación de Aerobios Mesófilos.	79
Anexo N° 19: Datos obtenidos en la determinación de Mohos y Levaduras.	80
Anexo N° 20: Datos obtenidos en la determinación de <i>E. coli</i>	80
Anexo N° 21: Panel de degustación.....	81
Anexo N° 22: Panelista	81
Anexo N° 23: Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Color).....	82
Anexo N° 24: Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Olor)	84
Anexo N° 25: Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Sabor).....	86
Anexo N° 26: Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Textura) .. ¡Error! Marcador no definido.	
Anexo N° 27: Pruebas estadísticas para el parámetro color	88
Anexo N° 28: Pruebas estadísticas para el parámetro olor	90
Anexo N° 29: Pruebas estadísticas para el parámetro sabor	90

Anexo N° 30: Pruebas estadísticas para el parámetro textura	91
Anexo N° 31: Formato de encuesta para el panel sensorial	91
Anexo N° 32: Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2570:2011	91
Anexo N° 33: Informe de resultados según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-5:2006	91
Anexo N° 34: Informe de resultados según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-10:1998	91
Anexo N° 35: <i>Informe de resultados según la</i> Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-7:2013	91

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El crecimiento económico, el aumento de la población mundial y los temas relacionados a la salud de los consumidores han dado lugar a nuevas tendencias en la industria alimentaria a nivel global. Estas tendencias se centran en la implementación e industrialización de alternativas ecológicas y el aprovechamiento de los residuos agroindustriales que poseen un alto valor nutricional.

A lo largo del tiempo, las hojuelas se han obtenido a partir de la avena, este proceso de hojuelado involucra varias operaciones unitarias tales como: la limpieza, el tratamiento térmico, el descascarillado, el corte y el hojuelado (o molienda), por consiguiente, estas etapas dependen principalmente del producto final de avena y también de la variedad utilizada. Además, la avena (*Avena sativa L.*) ha recibido considerable atención por su alto contenido de fibras dietéticas, fitoquímicos y valor nutricional, también se ha considerado recientemente adecuada en la dieta de los celíacos. Por otro lado, hay diversos productos alimenticios a base de avena como panes, bizcochos, galletas, bebidas probióticas, cereales para el desayuno, hojuelas y alimentos infantiles están ganando cada vez más consideración (Rasane et al, 2015).

Diversos investigadores han centrado sus conocimientos en el análisis y evaluación de residuos agroindustriales, con el objetivo de determinar su valor nutricional y aprovecharlos. Un ejemplo de ellos es el estudio realizado por Pilco et al. (2018), en su investigación, los autores, se centraron en la caracterización bromatológica y evaluación de la actividad microbiana de la cáscara de plátano. Los resultados obtenidos revelaron datos interesantes sobre la composición de la cáscara de plátano, como porcentajes de humedad de 88.94 % y 11.06 % de sólidos totales, un contenido de cenizas de 1.55 %, 0.47 % de grasa y 0.87 % de proteína, entre otros parámetros. Estas fracciones se obtuvieron mediante el método de extracción por maceración.

Además, se han llevado a cabo nuevas investigaciones enfocadas en la industrialización de la cebada como materia prima principal en una variedad de productos, más allá de su uso tradicional en la producción de cerveza. Esto se debe a las propiedades nutricionales que posee la cebada. Un ejemplo de estas

investigaciones es el estudio realizado por Jaramillo (2019), el cual desarrolló una harina de cebada para la utilización de Poolish en pan común. Se desarrollaron tres formulaciones con diferentes porcentajes de Poolish (15 %, 25 % y 40 %). A través de un análisis sensorial y una prueba de aceptabilidad, se determinó que el pan con un 25 % de Poolish obtuvo una mayor aceptabilidad, con un 64 %. En cuanto a los resultados del análisis bromatológico del pan mediante la Norma INEN 95:1979, se obtuvieron valores de humedad 38.84 %, proteína 10.25 %, grasa 3.43 %, zinc 3 mg, cobre 2.24 mg, fósforo 2.4 mg e hierro 22.10 mg. Además, en el análisis microbiológico se encontró un contenido de mohos y levaduras de 16.66 %, y se determinó la ausencia de *Escherichia coli*.

Según Corpus et al. (2021), en su investigación sobre el Cushuro, mencionan que es un alga esférica gelatinosa que contiene innumerables compuestos químicos altamente nutritivos, especialmente rica en hierro y proteína. Forma colonias microscópicas como macroscópicas en diversos ambientes acuáticos y en lugares altoandinos del Perú, por encima de los 3000 msnm. Estas lagunas son puras y ricas en nitrógeno, lo cual favorece su crecimiento. Las distintas especies de cushuro contienen de 35 % a 42 % de proteínas, grasas y minerales como calcio, fósforo, hierro, sodio y potasio. Además, contiene todos los aminoácidos esenciales y son ricas en vitaminas B₁, B₂, B₅ y B₈.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Hoy en día, existe una gran cantidad de residuos agroindustriales generados por las industrias bananeras poseen un alto contenido nutricional. Estos residuos pueden ser aprovechados mediante su transformación y procesamiento en productos innovadores y sostenibles con el medio ambiente, buscando alternativas alimentarias con valores agregados (Vargas y Pérez, 2018).

Cada año se producen aproximadamente 36 millones de toneladas de cáscara de plátano, cuyo punto final actual está asociado con impactos ambientales adversos y pérdidas económicas. Las cáscaras de plátano suelen arrojarse al medio ambiente sin ningún tratamiento. En algunos casos, estas cáscaras son aprovechadas como fertilizante orgánico o alimento para animales debido a su bajo contenido en taninos y

alto contenido de fibra. Además, posee un alto contenido orgánico, que incluye lípidos, fibra, carbohidratos y proteínas, siendo una fuente clave de muchos compuestos bioactivos con diversas funcionalidades (Mohd et al., 2022).

Es así como las actuales investigaciones se mantienen en una constante búsqueda de alternativas proteicas no convencionales, tal es el trabajo realizado por Méndez et al. (2023), quienes mencionaron que el Cushuro es una cianobacteria *Nostoc sp.*, la cual posee cantidades considerables de proteína (35 % a 42 %), grasas, minerales (calcio, fósforo, hierro, sodio, potasio). Además, contiene todos los aminoácidos esenciales y es rica en vitaminas B₁, B₂, B₅ y B₈, lo cual podría mitigar los problemas de anemia y desnutrición en el ser humano.

Por otro lado, la cebada es el cuarto cultivo de cereales más importante del mundo. En la antigüedad, la cebada silvestre fue recolectada y utilizada por los ancestros humanos hace ya 10,000 años, y evolucionó hasta convertirse en un cultivo hace unos 7,000 años. Actualmente, los desafíos que se plantean a los investigadores de cebada y otros cultivos de cereales son desarrollar variedades con un alto contenido de estos componentes químicos saludables o producir cultivos adecuados para la utilización de alimentos saludables con un alto contenido nutritivo que sea comúnmente aceptado en mercados (Geng et al., 2022).

1.2.2 Formulación del problema

La pregunta planteada fue: “¿Cuál será la aportación nutricional y la aceptabilidad de un producto tipo hojuelas a base de cáscara de plátano y cebada enriquecidas con cushuro frente a uno de trigo tradicional?”

1.3 Justificación de la investigación

Los mercados a nivel mundial han experimentado un incremento en la demanda de productos naturales y saludables, como es el caso del cereal en hojuelas de avena tradicional. Esto se debe al cambio de estilo de vida de la población, que buscan productos alimenticios nutritivos, de fácil y rápido consumo (Vargas et al., 2019).

En cuanto a las cáscaras de plátano, estas poseen múltiples beneficios, componentes bioactivos y compuestos fenólicos; Además, son ricas en ácidos grasos poliinsaturados como el ácido linoleico (Omega-6) y el ácido α -linolénico (Omega-3),

que representan más del 40 % del total de ácidos grasos. Por lo tanto, se pueden considerar como una buena fuente de aminoácidos (Mohd et al., 2022).

Por otro lado, la cebada es un cereal ampliamente reconocido por sus múltiples usos en la industria alimentaria. Contiene una gran cantidad de nutrientes y, en particular, fibras solubles. Con respecto al cushuro, es un alga que se encuentra en la zona andina, la cual se caracteriza por tener aspecto de esfera de color verde azulada y por contener minerales como calcio, fósforo, hierro, sodio y potasio, además posee proteínas del 35 a 42 % (Cury et al., 2017).

En definitiva, la combinación de estos productos busca aprovechar al máximo dichos recursos naturales con el objetivo de elaborar hojuelas con un elevado perfil nutricional como alternativa alimentaria en comparación con las hojuelas de avena convencional. Debido a que las materias primas utilizadas en la elaboración de este producto individualmente poseen muchas propiedades beneficiosas para la salud.

Por lo antes mencionado, se plantea en el presente proyecto elaborar un cereal en hojuelas utilizando un residuo agroindustrial, como lo es la cáscara de plátano como base, además de ser enriquecida con cushuro y cebada, las cuales son materias primas con alto valor nutricional. El objetivo principal es fomentar una economía circular, donde los subproductos generados por una industria se aprovechen para la creación de nuevos productos con valor agregado. De esta manera, se ofrecerá una opción de consumo consciente y respetuoso con el medio ambiente.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de la Universidad Agraria del Ecuador, Unidad Académica Campus Dr. Jacobo Bucaram Ortiz – Guayaquil.
- **Tiempo:** La duración del presente trabajo de investigación tuvo una duración de 8 meses.
- **Población:** El desarrollo de este producto fue dirigido al público en general, enfocando primordialmente en niños.

1.5 Objetivo general

Elaborar hojuelas a base de la cáscara de banano (*Musa paradisiaca*) enriquecido con cushuro (*Nostoc sphaericum*) y cebada (*Hordeum vulgare*) como alternativa alimenticia

para el aprovechamiento del residuo agroindustrial mediante operaciones de conservación y transformación.

1.6 Objetivos específicos

- Analizar los parámetros bromatológicos (proteína cruda, carbohidratos, grasa, cenizas, fibra y humedad) para determinar el perfil nutricional de las cinco formulaciones de cereales en hojuelas.
- Determinar la carga microbiana de los cereales en hojuelas a través de parámetros microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y *Escherichia coli*).
- Comparar la aceptabilidad de un cereal convencional de maíz con un cereal a base de cáscara de plátano y cebada enriquecida con cushuro utilizando un panel sensorial no entrenado.

1.7 Hipótesis o idea a defender

Se propuso desarrollar hojuelas a base de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) enriquecido con cushuro (*Nostoc sphaericum*) y cebada (*Hordeum vulgare*) como alternativa alimenticia. Por ello la hipótesis planteada indicó lo siguiente: “La elaboración de hojuelas a partir de cushuro, cáscara de plátano y cebada tendrá una aceptabilidad y contenido nutricional, mayor al 15 % frente a uno comercial”.

2. MARCO TEÓRICO Y CIENTÍFICO

2.1 Estado del arte

En los últimos años, ha surgido un incremento en el interés por encontrar opciones proteicas sostenibles como respuesta a los retos ambientales y alimentarios que enfrenta nuestro planeta. Tal es el caso de Muñoz (2021) cuyo estudio se centró en analizar las propiedades fisicoquímicas de tres tratamientos del cushuro deshidratado mediante bandejas, obteniendo los siguientes resultados: T1 humedad 10.98 %, proteína 35.52 %, ceniza 7.70 %, grasa 1.32 %, carbohidratos 45.98 % y energía total 331.88 Kcal/100 g; T2 humedad 11.59 %, proteína 34.03 %, ceniza 7.65 % grasa 1.09 %, carbohidratos 45.65 % y energía total 328.49 Kcal/100 g; T3 humedad 9.92 %, proteína 36.13 %, ceniza 7.12 %, grasa 1.10 %, carbohidratos 30,73 % y energía total 337,34 Kcal/100 g. Además, para el rendimiento se obtuvo los siguientes valores: T1 = 6.00 %, T2 = 5.33 % y T3 = 4.83 %. Esto determinó que las propiedades fisicoquímicas del cushuro deshidratado varían de acuerdo con el tiempo y temperatura de deshidratación, al igual que el rendimiento.

Además, las tendencias en el consumo de alternativas proteicas actualmente se han enfocado hacia materias primas de origen vegetal. Por ello, Chasquibol et al. (2023), desarrollaron una bebida en polvo con un perfil equilibrado de aminoácidos esenciales, combinando dos fuentes distintas de proteínas; el cushuro y la quinua. El cushuro fue secado a 60 °C durante 18 horas y la harina disuelta en HCl 0.1 N para obtener el concentrado proteico con 6.79% de humedad, 0.16 % de grasa, 71.03 % de proteínas y buen equilibrio de aminoácidos esenciales, la harina de quinua presentó 8.52 % de humedad, 4.84 % de grasa, 12.90 % de proteína y aminoácidos esenciales como fenilalanina y lisina. Para obtener la bebida en polvo, se mezcló la harina de quinua (65.45 %), proteína concentrada de cushuro (4.76 %), cacao (17.85 %), panela (11.90 %) y stevia (0.05 %). Los resultados mostraron que la bebida presentó un 14.36 % proteínas, 72.53 % carbohidratos, 5.19 % grasas, 716.6 mg/kg potasio, 319.8 mg/kg fósforo, 139.2 mg/kg magnesio, 82.69 mg/100 g de vitamina C, 1.49 µg/100 g de vitamina B₁₂. Los resultados del análisis microbiológico de la bebida en polvo mostraron que el producto cumplía con los estándares de calidad microbiológica establecidos por la Resolución Ministerial 591-2008-MINSA-Perú. La cantidad de

Staphylococcus aureus y Coliformes fue menor a 10 UFC/100 g, inferior al límite permitido de 10^2 UFC/100 g. No se detectó *Salmonella sp*; cumpliendo con el criterio de ausencia. La cantidad de *Bacillus cereus* fue menor a 100 UFC/100 g, por debajo del límite de 10^3 UFC/100 g. Estos resultados indicaron que la bebida en polvo era segura para el consumo humano.

Algo semejante ocurre en el estudio de García S. (2020), el cual estuvo enfocado en el desarrollo de gomitas a base de arándanos con sustitución parcial de grenetina por harina de cushuro, adicionando esta última materia prima con la finalidad de revalorizar este producto, ya que tiene muchas características funcionales y nutricionales. Para ello, se realizaron tres tratamientos en los cuales se sustituyó parcialmente la gelatina sin sabor por harina de cushuro: T1 (35 %), T2 (45 %), T3 (55 %). Basándose en los resultados, se logró determinar que, a mayor porcentaje de cushuro utilizado, el contenido de proteínas e hidratos de carbono aumentó, obteniendo valores de 3.85 ± 0.03 % y 91.58 ± 0.64 % en base seca. Además, el contenido de grasa disminuyó hasta 4.13 ± 1.15 % en base seca, y se observó un incremento de la capacidad antioxidante, no obstante, se encontraron cambios en lo que respecta a textura y color debido a la acción de la harina de cushuro.

Del mismo modo, otros investigadores han apostado por la industrialización de alternativas proteicas de origen vegetal no muy conocidas, tal es caso de Valentín (2021), cuyo trabajo de investigación se centró en la elaboración de un pan tipo molde a base de harina de Cushuro (*Nostoc sphaericum*) con bajo contenido de carbohidratos. Esto se logró mediante el uso de técnicas de observación, además de información sistemática de inclusión, exclusión y calidad. Los resultados de las características fisicoquímicas fueron los siguientes: proteínas 12.94 %, grasas 8.77 %, carbohidratos 37.70 %, fibra 7.54 %, humedad 31.06 % y cenizas 2.11 % del pan de cushuro. Estos resultados concluyeron que la implementación de la harina de cushuro es una alternativa viable para mejorar procesos productivos alimentarios y evitar la desnaturalización de las propiedades nutritivas.

Por otro lado, la búsqueda de nuevas fuentes naturales que sean amigables con el medio ambiente y que contribuyan a la economía circular impulsó a Calla et al. (2022), cuyo trabajo se enfocó en la caracterización preliminar de un hidrocoloide

secado por aspersión procedente del alga altoandina cushuro (*Nostoc sphaericum*). Para esto, se consideraron cuatro ecotipos, los cuales fueron sometidos a un proceso de secado por aspersión en medio acuoso. La caracterización del *Nostoc* deshidratado presentó un alto contenido de proteínas y carbohidratos, y su uso potencial es ser utilizado como alimento funcional. Los resultados obtenidos demostraron que el producto atomizado presentó una buena estabilidad para su uso como hidrocoloide, con valores altos de potencial zeta (ζ), alrededor de 30 mV, valores bajos de actividad de agua y tamaño de partícula a nivel nanométrico, además de poseer minerales importantes como Ca (>277 mg/100 g), Mg (>19.7 mg/100 g) y Fe (>7.7 mg/100 g). El análisis microbiológico demostró una alta calidad a lo largo de 30 días. La carga aeróbica se mantuvo <10 UFC/g, muy por debajo del límite permitido. Los mesófilos viables estuvieron dentro del rango aceptable (10^2 - 10^4 UFC/g). No se detectó *Escherichia coli* en ninguna muestra y la presencia de mohos fue insignificante (<20 % de UFC). Estos resultados indican que las gomitas cumplen con las normativas de seguridad alimentaria según la normativa sanitaria peruana (2008).

En los últimos años, la búsqueda de alternativas para minimizar el impacto del desperdicio alimentario y agrícola ha impulsado diversas investigaciones. En este contexto, Hernández et al. (2022), realizaron un estudio para evaluar el potencial de la cáscara de plátano (*Musa cavendish*) como ingrediente en pastas y productos de panadería. Para ello, se recolectó una gran cantidad de cáscaras, las cuales fueron desinfectadas, secadas y pulverizadas para obtener harina. Esta harina fue sometida a análisis microbiológico proximal, el cual confirmó la ausencia de patógenos como *Salmonella sp.*, *Coliformes* y *Escherichia coli*, cumpliendo con las normas establecidas, lo que certifica su seguridad microbiana. Posteriormente, se incorporó la harina de cáscara de plátano a productos de panadería y pasta, reemplazando la harina de trigo en un porcentaje del 5 % al 20 %. Mediante una evaluación sensorial, se demostró que los productos elaborados con la incorporación de harina de cáscara de plátano fueron sensorialmente aceptables en un 80 %.

De manera similar, diversos estudios hacen énfasis en la industrialización de residuos agroindustriales que presenten un valor nutricional elevado para ser utilizados como materia prima en la creación de nuevos productos alimenticios. Un ejemplo de

esto es el trabajo realizado por Alves et al., (2019) quienes desarrollaron y caracterizaron mezclas formulada con cáscara y pulpa de plátano para la producción de composiciones en polvo con propiedades antioxidantes. Para ello, se elaboraron distintas mezclas utilizando un proceso de liofilización para obtener harina con potencial uso en derivados de la panificación. Se diseñaron tres formulaciones con distintas concentraciones de harina de cascara de plátano. Los resultados obtenidos mostraron que las mezclas elaboradas con cáscara de plátano presentaban propiedades fisicoquímicas adecuadas para su aplicación en la industria alimentaria. Además, se observaron propiedades antioxidantes en las mezclas formuladas con cáscara de plátano.

De la misma manera, en un estudio realizado por Alam et al. (2020), el cual se centró en el desarrollo y formulación de galletas enriquecidas con fibra y minerales mediante la adición de harina y cáscara de plátano, se formularon tres tratamientos con harina de trigo complementadas con las variables mencionadas anteriormente: T1 (5 %), T2 (10 %), T3 (15 %) de cáscara de plátano respectivamente. El análisis aproximado y los parámetros sensoriales de las galletas se compararon con un testigo que no contenía la materia prima complementaria. Los resultados indicaron una variación significativa ($p < 0.05$) en el contenido de proteínas, cenizas, fibra y carbohidratos de las galletas de plátano y de harina de cáscara de plátano en comparación con las galletas normales. El T3 presentó un 93.25 % de ceniza cruda (mineral) y un 197.56 % de fibra.

A su vez, varias investigaciones se han encaminado en la utilización de residuos agroindustriales con la finalidad de aprovechar al máximo la materia prima, como es el caso de cáscara de plátano. En este sentido, Sudiarta y Wirawan (2017), quienes evaluaron la calidad de una mermelada elaborada con cáscara de plátano King, la investigación se centró primordialmente en la recolección de datos, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo y formulación de la mermelada. Los resultados mostraron que en general, los panelistas consideraron que la mermelada de cáscara de plátano tiene una calidad aceptable, con un valor promedio de 73.4 %. En cuanto al sabor, se obtuvo una puntuación de 87.5 %, el aroma obtuvo 75 %, el color obtuvo 67.8 % y la textura obtuvo 62.5 %.

El estudio realizado por Hernández et al. (2022), citado en Zaini et al. (2020), tuvo como objetivo desarrollar una salchicha de pollo con mayor contenido de fibra dietética utilizando polvo de cáscara de plátano de la variedad Saba (genoma BBB). Se evaluó la seguridad microbiológica de las cáscaras de plátano según instrucciones específicas de desecho y se investigó la eficacia del proceso de desinfección mediante un análisis microbiológico de harina de cáscara de plátano. Las muestras fueron analizadas por triplicado para detectar aerobios mesófilos, coliformes, *Salmonella sp.*, *Escherichia coli*, mohos y levaduras, utilizando el método de vertido en placa conforme a las Normas Oficiales Mexicanas 092-SSA1-1994, 113-SSA1-1994, 114-SSA1-1994, 210-SSA1-2014 y 111-SSA1-1994. Los mismos análisis se realizaron en alimentos formulados para comparar los resultados obtenidos. El análisis químico reveló un aumento significativo de cenizas y fibra dietética en las salchichas de pollo con la adición de polvo de cáscara de plátano en comparación con las salchichas sin esta adición. Además, al agregar un 2 % de polvo de cáscara de plátano, se observó una reducción en el contenido total de grasa, una mejora en la capacidad de retención de agua y un mejor rendimiento de cocción. Sin embargo, se encontró que agregar más del 2 % de polvo de cáscara de plátano afectaba negativamente el color y la textura del producto, disminuyendo su aceptación sensorial. Asimismo, se descubrió que el polvo de cáscara de plátano, en una concentración del 2 %, inhibe la oxidación de lípidos en un 55% en comparación con el grupo de control refrigerado, lo que indica sus propiedades antioxidantes.

Asimismo, un estudio realizado por Girón (2016), se enfocó en la elaboración de galletas a base de cáscara de plátano verde, enriquecidas con semillas de zambo y endulzadas con stevia. En este estudio, se desarrollaron tres formulaciones con diferentes proporciones de las materias primas, de las cuales la formulación dos obtuvo la mayor aceptación, con un 52 %. Esta formulación estaba compuesta por 25 % harina de trigo, 50 % harina de cáscara de plátano verde y 25 % harina de semilla de zambo. El análisis bromatológico reveló los siguientes resultados: contenido de humedad del 3.42 %, cenizas del 4.27 %, fibra del 5.13 %, proteína del 12.89 % y grasa del 7.21 %. En cuanto al análisis microbiológico, la formulación dos cumplió con los requisitos de la norma NTE – INEN 2085:2005 para galletas. Los resultados

indicaron que la cantidad de aerobios mesófilos fue de 10 UFC/g, significativamente menor que el límite de 1×10^3 UFC/g establecido por la norma. No se detectaron coliformes totales, el límite máximo de $<1 \times 10^2$, y no se encontraron mohos y levaduras, cuyo límite es también $<1 \times 10^2$. Estos resultados sugieren que la formulación dos de galletas, elaborada con harina de cáscara de plátano verde, semillas de zambo y endulzada con stevia, cumple con los estándares de la norma NTE – INEN 2085:2005, y se considera un producto inocuo con adecuados controles de higiene.

En la actualidad, los consumidores están cada vez más interesados en la calidad nutricional de los alimentos que consumen a diario. Debido a esto hay una creciente demanda de productos de panadería que sean ricos en fibra dietética. Un estudio realizado por Wirkijowska et al. (2018), se enfocó en determinar el efecto de una adición de cebada integral descascarillada y desnuda, con contenido variado de fibra dietética, sobre la calidad de un pan. Con la finalidad de examinar el rendimiento del pan producido, la pérdida total en el horno, el volumen de 100 g de pan, la humedad de la miga fresca y una evaluación sensorial. El análisis determinó que la adición de harina integral de cebada, en una proporción 7.5 %, permitió obtener un contenido mayor en fibra dietética, en comparación con el pan de control (pan de trigo). Al mismo tiempo, se redujo la pérdida por horneado, se aumentó la humedad de ésta en comparación con el pan de trigo. Se demostró que la harina de cebada integral puede ser un componente muy valioso que mejora la calidad y el valor nutricional del pan blanco.

La incorporación de nuevas fuentes proteicas en productos diarios se considera una alternativa sostenible para mejorar y reformular productos con contenido proteico moderado. Abogunrin y Ujiroghene (2022) investigaron una formulación y evaluación de la calidad de un cereal para el desayuno producido a partir de mezclas de harina de maíz (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). Se desarrollaron dos formulaciones: una con 90 % de harina de maíz y 10 % de quinua, y otra con una proporción equitativa de 50 % de cada uno. Las pruebas sensoriales no mostraron diferencias significativas en sabor, textura y aroma entre las mezclas. El análisis proximal reveló que la inclusión de quinua aumentó el contenido de proteína en las hojuelas de cereal, con valores de 9,40 % y 9,64 % en comparación con el control, que

tenía 7,36 %. Además, la fibra cruda también mejoró con la quinua, alcanzando 11,99 % y 15,99 % en las mezclas con quinua, en comparación con el 9,02 % del control. La inclusión de quinua redujo el contenido de carbohidratos, con el menor porcentaje observado en la mezcla con mayor contenido de quinua (49,66 %). Las propiedades funcionales como la capacidad de absorción de agua y aceite aumentaron, mientras que la capacidad de emulsificación y el hinchamiento disminuyeron. La inclusión de quinua en los cereales puede ser beneficiosa para la salud y la nutrición.

Del mismo modo, un estudio realizado por Badr et al. (2023), el cual se centró en mejorar el valor nutricional de las hojuelas de maíz amarillo (YCF) mediante la adición de harina de quinua (QF) en varios porcentajes (20 %, 40 %, 60 %, 80 % y 100 %) sobre los valores nutricionales, compuestos fenólicos, flavonoides, actividad antioxidante, calidad del color y evaluación sensorial de las hojuelas de maíz y quinua producidas. Los resultados mostraron que reemplazar la harina de maíz amarillo con diferentes niveles de QF llevó a un incremento significativo ($p < 0,05$) en el contenido de proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas, mientras que el contenido de carbohidratos disminuyó. Además, los niveles de minerales (Ca, P, Mg, K, Fe y Zn) y aminoácidos esenciales (histidina, lisina, isoleucina, treonina, metionina + cisteína y fenilalanina + tirosina) aumentaron progresivamente con el incremento del porcentaje de QF del 20 % al 100 % en todas las muestras comparadas con el control. Los resultados también indicaron que la incorporación de QF en YCF resultó en un aumento significativo ($p < 0,05$) en el contenido total de compuestos fenólicos, flavonoides y actividad antioxidante en las hojuelas de maíz y quinua, gracias al aumento en la proporción de QF en la formulación. Los valores de color de las hojuelas producidas mostraron que los valores disminuyeron gradualmente con el aumento del porcentaje de sustitución del 20 % al 100 % de QF en comparación con la muestra de control. Las pruebas de evaluación sensorial indicaron que hasta un 40 % de YCF podría ser reemplazado por QF en las hojuelas producidas, manteniendo una aceptación superior a la muestra de control hecha con 100% de YCF. En conclusión, la combinación de QF en YCF resultó en una mejora significativa en los valores nutricionales de las hojuelas producidas.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Agroindustria

La define a la agroindustria como un medio para transformar materias primas agrícolas en productos con valor añadido generando al mismo tiempo ingresos y oportunidades de empleo y contribuyendo al desarrollo económico global tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo (FAO, 2010). Por lo tanto, el sector agroindustrial es el encargado de convertir las materias primas indiferentemente de su origen en artículos o productos con valor añadido, mediante diversas operaciones unitarias.

2.2.2 Residuo Agroindustrial

Según Vargas y Pérez (2018), menciona que los residuos o subproductos se generan en cualquier proceso productivo y usualmente no son de utilidad posterior como materia prima para la cadena de producción. En otras palabras, los residuos agroindustriales son aquellos desechos que se generan en la elaboración de un producto, en su mayoría estos presentan un contenido nutricional importante, el cual puede ser aprovechado y transformado, con la finalidad de innovar y crear nuevos productos con valor añadido.

2.2.3 Plátano (*Musa × paradisiaca*)

Las plantas de plátano pertenecen a la familia de las musáceas, es un fruto ampliamente cultivado y consumido en la región tropical y subtropical. El consumo medio de banano es de 12 kg per cápita, lo que lo convierte en el principal cultivo alimentario del mundo después del arroz, el trigo y el maíz. La producción mundial de plátanos ha aumentado constantemente durante los últimos 20 años, de aproximadamente 70 millones de toneladas en 1999 a alrededor de 117 millones de toneladas en 2019. Los plátanos se producen predominantemente en Asia, América Latina y África (Atanassova et al., 2022).

2.2.4 Taxonomía de Plátano

De acuerdo con el estudio realizado por Torres (2017), se establece la siguiente clasificación taxonómica para el plátano en la tabla 1.

Tabla 1.
Taxonomía de plátano

Clasificación	Nombre
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musáceae
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>paradisiaca</i>
Nombre	<i>Musa paradisiaca</i> L.

Fuente: Torres (2017). Elaborado por: El Autor, 2024

2.2.5 Residuos de la industria de plátano

Las plantaciones generan toneladas de residuos después de cada temporada de cosecha y durante el procesamiento para obtener pulpas de banano. Las deposiciones pueden incluir hojas, pseudotallo, tallo e inflorescencia, pero entre el 35 % y el 50 %. Cada año se producen aproximadamente 36 millones de toneladas de cáscara de plátano, y su punto final actual está asociado con impactos ambientales adversos y pérdidas económicas (Barbosa et al., 2020).

2.2.6 Composición nutricional de la cáscara de plátano

La utilización de las cáscaras de frutas en la suplementación nutricional depende principalmente de su composición química. Al igual que su contraparte de pulpa, la cáscara de plátano contiene un rico contenido orgánico (lípidos, fibra, carbohidratos y proteínas) como fuente clave de muchos compuestos bioactivos con diversas funcionalidades (Mohd et al., 2022). La Tabla 2 resume la composición nutricional presente en la cáscara de plátano en porcentaje de materia seca.

Tabla 2.
Composición nutricional de la cáscara de plátano

Componente nutricional	Contenido promedio, % MS
Almidón	3.5 – 6.3
Almidón resistente	2.3 – 2.5
Fibra dietética	47 – 53
Grasa cruda	2.24 – 11.6
Proteína cruda	5.5 – 7.87
Ceniza	9 – 11
Carbohidrato	59.51 – 76.58

Fuente: Mohd et al. (2022).

2.2.7 Cushuro (*Nostoc sphaericum*)

El *Nostoc sphaericum* conocido comúnmente como cushuro es una cianobacteria, estas componen un grupo de bacterias fototróficas que están relacionadas evolutivamente, son muy antiguas, tienen una diversidad morfológica y son de gran importancia ecológica. Estas bacterias realizan una fotosíntesis llamada oxigénica, la cual es muy similar a la de las plantas, que implica la oxigenación del agua y la liberación de oxígeno (García F., 2009). El Cushuro es un alga esférica y gelatinosa que se encuentra en diferentes ambientes acuáticos y en áreas altas de los Andes peruanos, a una altura superior a los 3,000 metros sobre el nivel del mar. Esta alga posee una gran variedad de compuestos químicos altamente nutritivos, destacando el hierro y las proteínas. Tanto en su forma microscópica como macroscópica, tiene la peculiaridad de formar colonias. Al ser cosechado, este presenta un contenido de 35 % a 42 % de proteínas, grasas y minerales (como calcio, fósforo, hierro, sodio y potasio). Además, se diferencia de otros tipos de algas por contener todos los aminoácidos esenciales y ser una fuente rica en vitaminas B₁, B₂, B₅ y B₈ (Corpus et al., 2021). Múltiples compuestos bioactivos derivados de diferentes cepas de *Nostoc* demostraron nuevas y variadas actividades biológicas y estructuras químicas, incluidos nuevos péptidos (por ejemplo, depsipéptidos cíclicos, péptidos cíclicos, lipopéptidos), ácidos grasos, policétidos, alcaloides, amidas, terpenos, carbohidratos y otros productos químicos orgánicos. Se ha demostrado que tienen una gama fascinante y emocionante de actividades biológicas que van desde actividades antimicrobianas, anticancerígenas, antivirales, inmunosupresoras, insecticidas, antiinflamatorias hasta actividades inhibitorias de proteinasas que son objetivos notables de la investigación biomédica (Nowruzi et al., 2018).

2.2.8 Taxonomía del Cushuro

La clasificación taxonómica del cushuro, según los datos proporcionados por el National Center for Biotechnology Information (2020), se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3.
Taxonomía del cushuro

Clasificación	Nombre
Nombre científico	<i>Nostoc sp</i>
Dominio	Bacteria
Filo	Cyanobacteria
Clase	Cyanophyceae
Orden	Nostocales
Familia	Nostocaceae
Género	<i>Nostoc</i>
Especie	<i>sphaericum</i>
Otras especies	<i>N. commune, N. pruniforme, N. parmeloide, N. verrucosum.</i>

Fuente: National Center for Biotechnology Information, 2020.

2.2.9 Composición nutricional del cushuro

La tabla 4 muestra la composición fisicoquímica del cushuro deshidratado, según los datos proporcionados por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (2017).

Tabla 4.
Composición fisicoquímica del cushuro deshidratado

Propiedad	Valor
Energía	242 kcal
Agua	15,1 g
Proteína	29 g
Grasa Tota	0,5 g
Carbohidratos	46,9 g
Cenizas	8,5 g
Calcio	147 mg
Fosforo	64 mg
Hierro	83,6 mg
Tiamina	0,2 mg
Riboflavina	0,41 mg

Fuente: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN, 2017). Elaborado por: El Autor, 2024

2.2.10 Cereales

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2002), indica que los cereales son plantas pertenecientes a la familia de las gramíneas. Estos tipos de cereales de grano se cultivan por sus semillas comestibles

y son una parte importante de la dieta humana. Algunos ejemplos de cereales son el maíz, el sorgo, el mijo, el trigo, el arroz, la cebada, la avena, el teff y la quinua. La estructura de los granos está compuesta por diferentes capas. La cáscara de celulosa, aunque carece de valor nutritivo para los seres humanos, está presente. El pericarpio y la testa son capas fibrosas que contienen pocos nutrientes. Por otro lado, la capa de aleurona es rica en proteínas, vitaminas y minerales.

2.2.11 Cebada (*Hordeum vulgare*)

La cebada es el cuarto cultivo más significativo a nivel mundial. Fue recolectada y utilizada por los ancestros humanos hace 10,000 años y ha evolucionado hasta convertirse en un cultivo hace unos 7,000 años. En comparación con otros cultivos de cereales, como el trigo, el maíz y el arroz, la cebada posee una mayor tolerancia a la sequía ya la sal, lo que le otorga una gran adaptabilidad ambiental y una distribución amplia en todo el mundo (Geng et al., 2022).

2.2.12 Taxonomía de la cebada

La clasificación taxonómica de la cebada, según los datos proporcionados por Pinedo et al. (2020), se presenta en detalle en la Tabla 5.

Tabla 5.

Taxonomía de la Cebada

Clasificación	Nombre
Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta
Superdivisión	Espermatofita
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Ciperales
Familia	Poaceae Barnhart
Género	<i>Hordeum L.</i>
Especies	<i>Hordeum vulgare L.</i>

Fuente: Pinedo et al., (2020).

2.2.13 Composición nutricional de la cebada

La composición nutricional del grano de cebada se presenta detalladamente en la tabla 6 a continuación. Esta tabla proporciona información sobre los nutrientes presentes en el grano de cebada y su contenido en términos de proteínas, carbohidratos, grasas, ácido nucleicos y minerales.

Tabla 6.
Composición nutricional de grano de cebada

Componentes	% de Materia prima
Carbohidratos	78 – 83
° Almidón	63 – 65
° Sacarosa	1 – 2
° Polisacáridos solubles en agua	1 - 1,5
° Polisacáridos solubles en álcali	8 – 10
° Celulosa	4 – 5
° B-glucano	1 – 4
Lípidos	2 – 3
Proteína	10
° Albúminas y globulinas	3.5
° Prolaminas (hordeinas)	3 – 4
° Glutelinas (hordeminas)	3 – 4
Ácidos nucleicos	0.2 - 0.3
Minerales	2
Otros	5 – 6

Fuente: Gashaw, (2021).

2.2.14 Hojuelas

Los cereales son la base de muchos alimentos básicos y se han utilizado para hacer hojuelas durante más de un siglo. Proporcionan más de la mitad de la energía alimentaria a nivel mundial y son una fuente importante de carbohidratos en la dieta. La mayoría de los desayunos instantáneos tradicionales se elaboran a partir de monocereales, los cuales tienen carbohidratos como componente principal. Generalmente, estos productos son fabricados principalmente utilizando ingredientes como maíz, trigo, arroz y/o avena, a los cuales se les añade sabor y se fortifican con vitaminas y minerales durante el proceso de producción (Olorunsogo y Adejumo, 2016).

2.2.15 Características

Para, Pérez et al. (2012), las hojuelas o copos son un producto de laminación de un grano u otro producto alimenticio que pasa por un proceso de pelado, limpiado, cortado, clasificado y acondicionado con temperaturas de 100 °C. En lo que respecta las características microbiológicas esta va conforme la normativa impuesta por cada

país mientras que las características fisicoquímicas dependen del tipo de grano y el residuo agroindustrial con el que se pretenda elaborar hojuelas.

2.2.16 Características organolépticas

Pérez et al. (2012), menciona que las características organolépticas de las hojuelas suelen ser:

- Color: Blanco con tonalidades de castaño a caoba ligeramente notables
- Aspecto: Su forma es redondeada, bordes suaves al igual que su superficie que permite estar compacta sin desprendimiento de partículas
- Olor y sabor: Su olor y sabor son característicos y dependen del tipo de materia prima que se emplee para su elaboración.

2.2.17 Características fisicoquímicas

Vizuite y Ortega (2016), reportan las características fisicoquímicas de las hojuelas, cuyas principales propiedades se presentan en la tabla 7.

Tabla 7.

Caracterización fisicoquímica de la avena para la elaboración de hojuelas tradicional

Composición	Porcentaje (%)
pH	4.86
Acidez titulable	5.61
Humedad relative	8.3
Materia orgánica de la cáscara	83.51
Materia orgánica del vástago	80.17

Fuente: Vizuite y Ortega (2016).

2.2.18 Tipos de hojuelas

Para Child and Adult Care Food Program “CACFP” (2016), la elaboración de hojuelas se pueden utilizar diversos tipos de alimentos, que en su mayoría contienen gran aporte nutricional como se detalla a continuación:

- Hojuelas de salvado: Capas externas del cereal de trigo extraídas luego de la refinación del grano.
- Copos de maíz: Derivado del maíz, conocido mayormente como corn flakes por metonimia.

- Hojuelas a partir de residuos agroindustriales: Aprovecha todo tipo de residuo agroindustrial como cáscara de naranja, banano u otras.
- Hojuelas de avena: Son los tipos de hojuelas mayormente conocidas y utilizadas ampliamente en la alimentación diaria.

2.2.19 Ingrediente para la elaboración de una hojuela

Según Holalla (2018), para la elaboración de la hojuela de plátano se necesitan los siguientes ingredientes:

- Harina de cáscara de plátano
- Harina de cushuro
- Azúcar
- Mantequilla
- Agua

2.2.20 Valor nutricional

El valor nutricional de las hojuelas por 100 gramos de ración se identifica en la tabla 8.

Tabla 8.
Valor nutricional en hojuelas

Composición	Cantidad
Calorías	350 kcal
Proteínas	11.7 g
Grasas	7.1 g
Hidratos de carbono	59.8 g
Fibra	5.6 g
Hierro	5.8 mg
Calcio	79.6 mg

Fuente: Holalla y Reyes (2018).

2.3 Marco legal

NTE INEN 2570:2011: Bocaditos de granos, cereales y semillas

2.3.1 Requisitos

- Objetivo

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos elaborados a partir de cereales, leguminosas, granos y semillas horneados o fritos listos para consumo.

- Alcance

Esta norma se aplica a los productos fritos u horneados que se comercializan envasados y enteros, tales como: tostado, maní, habas, garbanzos, semilla de zambo, entre otros.

- Definiciones

La elaboración del producto cumplió con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

El producto presentó el color, olor, sabor y textura característicos.

Estos productos cumplieron con los requisitos establecidos en las tablas 9 y 10.

Tabla 9.

Requisitos bromatológicos

Requisito	Máximo	Método de ensayo
Índice de peróxidos meq O ₂ /kg (en la grasa extraída)	10	NTE INEN 277

Fuente: NTE INEN, (2011).

Tabla 10.

Requisitos microbiológicos

Requisito	N	C	m	M	Método de ensayo
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10 ³	10 ⁴	NTE INEN 1529-5
Mohos ufc/g	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1529-10
E coli ufc/g	5	0	<10	-	NTE INEN 1529-7

Fuente: NTE INEN, (2011).

En los productos con base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina fue de 20 µg/ kg.

El límite máximo de plaguicidas está establecido en el Codex alimentarius CAC/LMR.

El límite máximo de contaminantes para estos productos es el que establece el documento Codex CXS 193, Contaminantes de los alimentos.

Inspección

Muestreo

El muestreo se realizó de acuerdo con la NTE INEN ISO 2859 la cual indica la aceptación o rechazo.

Aceptación o rechazo.

Se acepta el producto si cumple con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

Envasado y embalado

El material de envase fue de grado alimentario, que proteja al producto, y no altere sus características.

Rotulado

El rotulado del producto cumplió con lo establecido en el RTE INEN 022.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación fue de carácter experimental, debido a que se elaboró y formuló un producto tipo hojuelas a partir de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) enriquecido con cushuro (*Nostoc sphaericum*) y cebada (*Hordeum vulgare*) como alternativa alimenticia para el aprovechamiento del residuo agroindustrial usando como guía la recopilación bibliográfica documental (tesis, publicaciones científicas, artículos científicos, informes de organizaciones, entre otros). El nivel de conocimiento de la investigación fue exploratorio, ya que se elaboró un producto con un elevado perfil nutricional.

3.1.2 Diseño de investigación

La investigación se realizó combinando un enfoque cualitativo, cuantitativo y experimental para profundizar en el estudio de las hojuelas de cáscara de plátano, cebada y cushuro. En el aspecto cualitativo, se llevó a cabo una investigación exploratoria mediante pruebas de aceptación preferencial con un panel sensorial no entrenado. Durante el panel sensorial, se recopilaron las percepciones, preferencias y actitudes de los participantes hacia el producto, las cuales fueron registradas y analizadas con el propósito de determinar el grado de aceptación de cada tratamiento. Por otro lado, en el aspecto cuantitativo, se seleccionó una muestra representativa de las hojuelas para su análisis. Se midieron variables como el contenido nutricional a través de análisis bromatológicos, las propiedades microbiológicas y la aceptabilidad sensorial utilizando métodos de laboratorio estándar y pruebas sensoriales realizadas por un panel de expertos. Los datos recopilados fueron analizados descriptivamente, incluyendo estadísticas y gráficos. El aspecto experimental estuvo basado en el estudio realizado por Jara et al. (2019), el cual se centró en el desarrollo de hojuelas de avena enriquecidas con cushuro. Para el presente estudio se evaluaron dos formulaciones, cada una constaba de dos tratamientos más un testigo, estos con diferentes concentraciones de las materias primas principales para elaborar un snack en hojuelas a base de cáscara de plátano y cebada enriquecida con cushuro, tanto hidratado como deshidratado.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente.

Elaboración de cereales en hojuelas a partir de la combinación de diferentes proporciones de cushuro hidratado, cushuro deshidratado, harina de cáscara de plátano y harina de cebada.

3.2.1.2. Variable dependiente.

- Porcentaje de proteína cruda.
- Porcentaje de carbohidratos.
- Porcentaje de ceniza.
- Porcentaje de fibra.
- Porcentaje de grasa.

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

A continuación, se detalla la matriz de operacionalización de variables dependientes, las cuales se presentan en la tabla 11 y 12.

Tabla 11.

Operacionalización de variables dependiente (Análisis Bromatológico)

Variable dependiente			
Variable	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Porcentaje de proteína cruda	Cuantitativo	Continuo	% (Espectrofotometría)
Porcentaje de carbohidratos	Cuantitativo	Continuo	% (Método DNS)
Porcentaje de grasa	Cuantitativo	Continuo	% (Espectrofotometría)
Porcentaje de ceniza	Cuantitativo	Continuo	% (NTE INEN 520:2012)
Porcentaje de fibra	Cuantitativo	Continuo	% (NTE INEN 522:2013)

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 12.

Operacionalización de variables dependiente (Análisis Microbiológico)

Variable dependiente			
Variable	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Determinación de Aerobios Mesófilos	Cuantitativo	Discreto	15 y 300 UFC (NTE INEN 1529-5:2006)
Determinación de Mohos y Levaduras	Cuantitativo	Discreto	Presencia o Ausencia (NTE INEN 1529-10:1998)
Determinación de <i>E. coli</i>	Cuantitativo	Discreto	Presencia o Ausencia (NTE INEN 1529-7:2013)

Elaborado por: El Autor, 2024

A continuación, se detalla la matriz de operacionalización de variables dependientes, las cuales se presentan en la tabla 13 y 14.

Tabla 13.

Operacionalización de variables independiente (Formulación de tratamientos)

Variable independiente			
Variable	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Elaboración de hojuelas	Cualitativo	Continua	% (4 tratamientos y testigo)

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 14.

Operacionalización de variables independiente (Panel sensorial)

Variable independiente			
Variable	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Panel Sensorial	Cualitativo	Nominal	Aceptabilidad de acuerdo con la escala hedónica (Ordinal)

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.3 Tratamientos

Se realizaron dos formulaciones de hojuelas de cereal, cada formulación constaba de dos tratamientos, los cuales tenían distintas concentraciones de las materias primas centrales (harina de cebada, harina de cáscara de plátano, cushuro hidratado y deshidratado), una vez elaboradas las hojuelas se procedió a realizar un análisis bromatológico, con la finalidad de determinar cuál de los tratamientos presentó un perfil nutricional elevado. La información detallada de los tratamientos, incluyendo las concentraciones específicas de las materias primas utilizadas, se presentan en la tabla 15.

Tabla 15.
Formulación de los tratamientos

Ingredientes e insumos	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3		Tratamiento 4		Tratamiento 5 (Testigo)	
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Cushuro deshidratado	10	5	5	2,5	-	-	-	-	-	-
Cushuro hidratado	-	-	-	-	10	5	5	2,5	-	-
Harina de Cebada	8	4	8	4,5	8	4	8	4,5	38	19
Harina de Cáscara de Plátano	20	10	24	12	20	10	24	12	-	-
Agua	42	21	42	21	42	21	42	21	42	21
Azúcar	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4
Leche	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
Cocoa	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3
Colorante artificial	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Total	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.4 Diseño experimental

En el desarrollo de la *investigación* se empleó un diseño completamente al azar (DCA), conformado por cuatro tratamientos, los cuales tuvieron distintas concentraciones de las materias primas centrales (harina de cebada, harina de cáscara de plátano, cushuro hidratado y deshidratado) y un testigo, donde se

compararon los contenidos de proteína cruda, carbohidratos, grasa, cenizas y fibra, Además, se evaluaron los parámetros microbiológicos según la NTE INEN 2570:2011: Bocaditos de granos, cereales y semillas. Los tratamientos fueron sometidos a una prueba hedónica de aceptabilidad de cinco puntos bajo un diseño completamente al azar.

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos.

3.2.5.1.1. Recursos bibliográficos.

- Artículos científicos
- Revistas científicas
- Sitios web
- Tesis de pregrado, maestría y doctorados

3.2.5.1.2. Recursos institucionales.

Laboratorio de microbiología de la Universidad Agraria del Ecuador, sede Guayaquil.

3.2.5.1.3. Materias primas e insumos.

- Cushuro hidratado
- Concentrado de cushuro deshidratado
- Harina de cebada
- Harina de cáscara de plátano

3.2.5.1.4. Recursos materiales.

Los recursos materiales que fueron utilizados en el trabajo experimental se detallan a continuación

- Materias primas e insumos.
- Balanza Analítica
- Bureta
- Cápsula de porcelana
- Crisol de porcelana
- Dedal de Soxhlet
- Desecador
- Embudo

- Espátula de acero inoxidable
- Estufa
- Filtro de succión
- Matraz Kjeldahl
- Matraz Erlenmeyer
- Mufla
- Parafina o piedra pómez
- Pesafiltro de vidrio
- Pinza
- Pipeta de Mohr
- Pipeta volumétrica
- Plancha eléctrica de calentamiento
- Probeta
- Vaso de precipitación
- Aparato de digestión
- Aparato de extracción
- Aparato Kjeldahl

3.2.5.1.5. Equipos de protección personal.

- Guantes de látex
- Cubre bocas
- Mandil
- Redecilla

3.2.5.2. Métodos y técnicas.

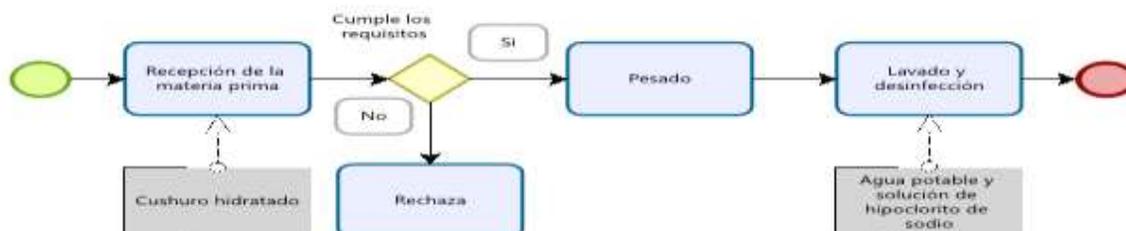
3.2.5.2.1. Proceso de obtención del cushuro hidratado.

Diagrama de flujo para la obtención del cushuro hidratado se detalla en la Figura

1.

Figura 1.

Diagrama de flujo para la obtención del cushuro hidratado



Elaborado por: El Autor, 2024

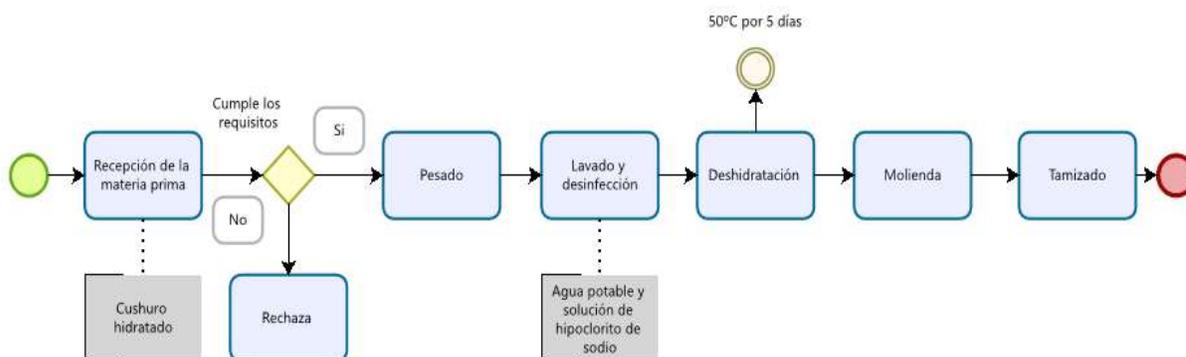
- **Recepción y verificación de la materia prima:** Se registró y se verificó la cantidad y calidad del *Nostoc sphaericum* recibido, asegurándose de que cumple con los estándares y requisitos establecidos.
- **Pesado:** Se utilizó una balanza analítica para determinar la cantidad exacta de *Nostoc sphaericum* que fue empleada en la producción.
- **Lavado y desinfección:** Se realizó un proceso de lavado de la materia prima con agua potable y una desinfección con una solución de hipoclorito de sodio con el fin de eliminar posibles suciedades, impurezas o residuos presentes.

3.2.5.2.2. Proceso de obtención de la harina de cushuro deshidratado.

Diagrama de flujo para la obtención de la harina de cushuro deshidratado se detalla en la Figura 2.

Figura 2.

Diagrama de flujo para la obtención de la harina de cushuro deshidratado



Elaborado por: El Autor, 2024

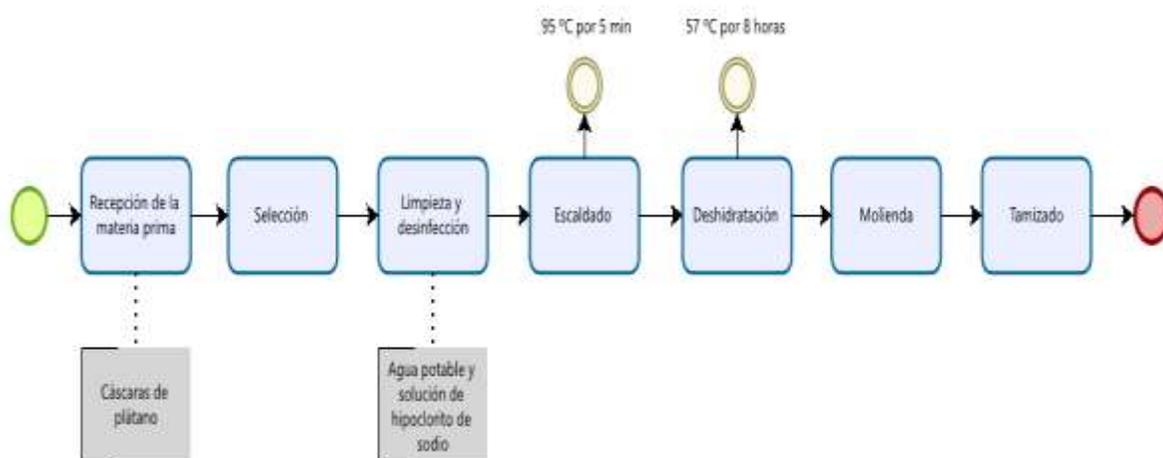
- **Recepción de la materia prima:** Se registró y se verificó la cantidad y calidad del *Nostoc sphaericum* recibido, asegurándose de que cumpla con los estándares y requisitos establecidos.
- **Pesado:** Se utilizó una balanza analítica para determinar la cantidad exacta de *Nostoc sphaericum* que fue empleada en la producción.
- **Lavado y desinfección:** Se realizó un proceso de lavado de la materia prima con agua potable y una desinfección con una solución de hipoclorito de sodio con el fin de eliminar posibles suciedades, impurezas o residuos presentes.
- **Deshidratación:** Se empleó una estufa a una temperatura de 50 °C durante 5 días, con la finalidad de eliminar el contenido de agua presente en el mismo.
- **Molienda:** En esta etapa, el cushuro deshidratado fue triturado en un molino para reducir el tamaño de las partículas.
- **Tamizado:** Posterior a la etapa de molienda, la harina de cushuro pasó por un tamizado. El objetivo de esta etapa consistió en eliminar cualquier impureza o partícula grande que pudiera haber quedado en la harina.

3.2.5.2.3. Proceso de obtención de la harina de cáscara de plátano.

Diagrama de flujo para la obtención de la harina de cáscara de plátano se detalla en la Figura 3.

Figura 3.

Diagrama de flujo para la obtención de la harina de cáscara de plátano



Elaborado por: El Autor, 2024

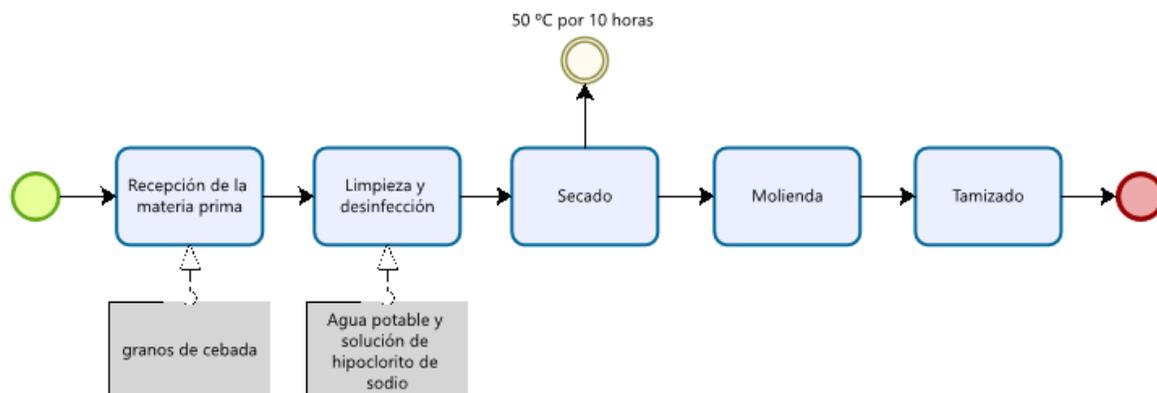
- **Recepción de la materia prima:** En esta etapa, se receptaron las cáscaras de plátano necesarias para el procesamiento. Es de suma importancia asegurarse que tengan un buen estado y estén libres de cualquier contaminante.
- **Selección:** Posteriormente, las cáscaras de plátano fueron seleccionadas para eliminar cualquier cáscara en mal estado. Se llevó a cabo una inspección visual para garantizar que sólo las cáscaras de buena calidad sean utilizadas en el proceso.
- **Limpieza y desinfección:** Las cáscaras de plátano seleccionadas fueron lavadas con abundante agua para eliminar cualquier suciedad o residuos. Posteriormente, se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio, para eliminar cualquier bacteria o microorganismo que estuviera presente en las cáscaras.
- **Escaldado:** Las cáscaras de plátano fueron escaldadas a 95° C durante 5 minutos para su inactivación de enzimas.
- **Deshidratación:** Las cáscaras de plátano pasaron a un deshidratador de alimentos a una temperatura de 57° C durante 8 horas, con el objetivo de reducir la humedad de las cáscaras y obtener una materia prima seca.
- **Molienda:** En esta etapa, las cáscaras fueron trituradas en un molino para reducir el tamaño de las partículas.
- **Tamizado:** Posterior a la etapa de molienda, la harina de cáscara de plátano pasó por un tamizado. El objetivo de esta etapa consistió en eliminar cualquier impureza o partícula grande que pudiera haber quedado en la harina.

3.2.5.2.4. Proceso de obtención de la harina de cebada.

Diagrama de flujo para la obtención de la harina de cebada se detalla en la Figura 4.

Figura 4.

Diagrama de flujo para la obtención de la harina de cebada.



Elaborado por: El Autor, 2024

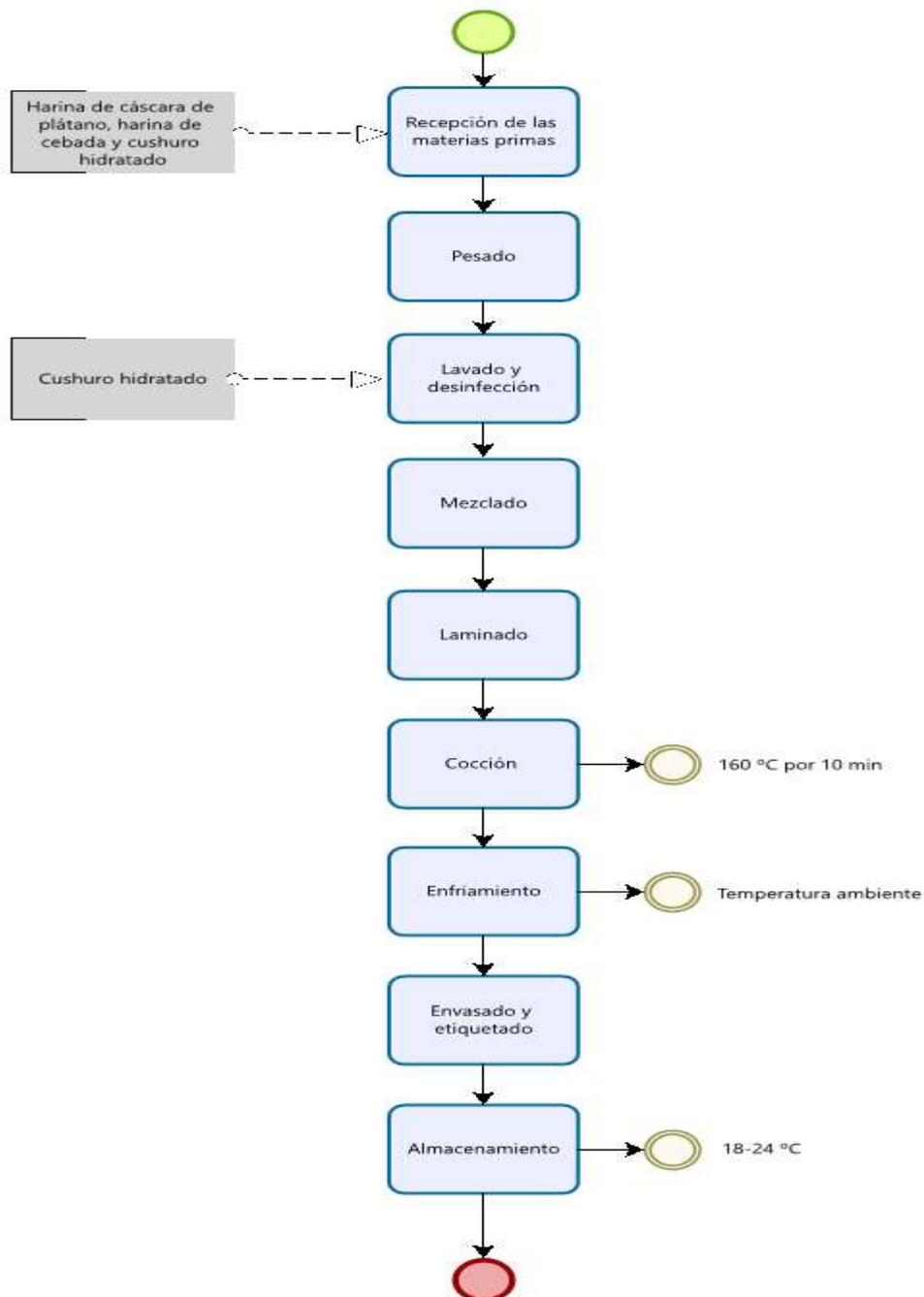
- **Recepción de la materia prima:** En esta etapa se recolectó la cebada, posterior a esto se realizó una inspección visual con el fin de asegurar que la materia prima estuviese en buenas condiciones y cumpla con los estándares de calidad establecidos.
- **Limpieza y desinfección:** Antes de ser procesada, la cebada fue sometida a un proceso de limpieza para eliminar impurezas como piedras, polvo, paja u otros granos. Posteriormente, se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio, para eliminar cualquier bacteria o microorganismo presente en los granos de cebada.
- **Secado:** Los granos fueron pasados por un proceso de secado en un deshidratador de alimento a una temperatura de 50°C durante 10 horas, con el objetivo de reducir el contenido de agua de los granos.
- **Molienda:** Los granos fueron sometidos a un molino de rodillos para ser triturados con el fin de obtener partículas más pequeñas.
- **Tamizado:** Posterior a la etapa de molienda, la harina de cáscara de plátano fue tamizada. El objetivo de esta etapa fue eliminar cualquier impureza o partícula grande que pueda haber quedado en la harina.

3.2.5.2.5. Proceso de elaboración de las hojuelas con cushuro hidratado.

Diagrama de flujo de la elaboración de las hojuelas con cushuro hidratado se detalla en la Figura 5.

Figura 5.

Diagrama de flujo de la elaboración de las hojuelas con cushuro hidratado.



Elaborado por: El Autor, 2024

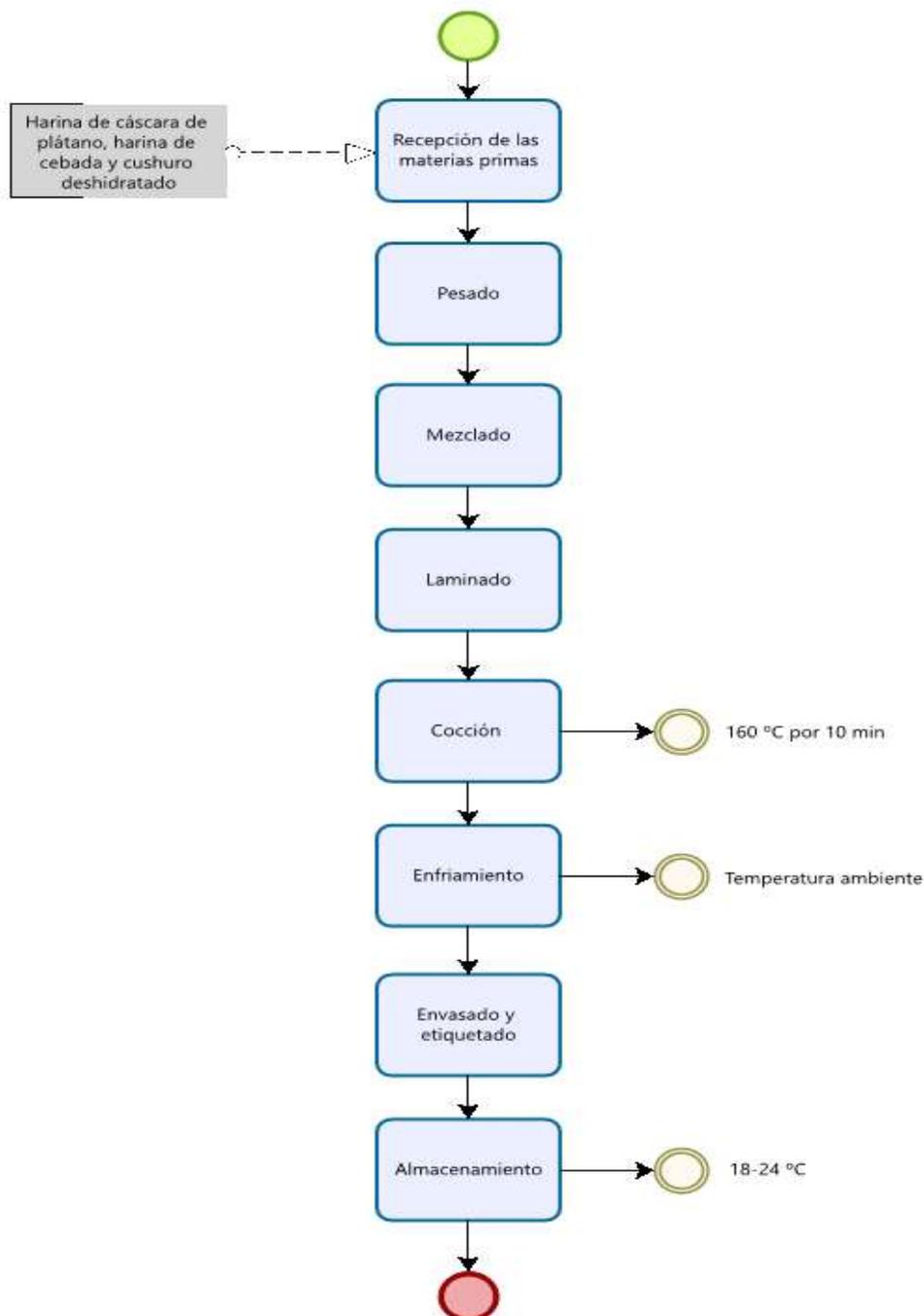
- **Recepción de la materia prima:** En esta etapa se recibieron las materias primas principales para la elaboración de las hojuelas, tales como el cushuro hidratado, harina de cáscara de plátano, harina de cebada y otros insumos.
- **Pesado:** Tomando en cuenta los porcentajes de la tabla 9, se realizó la medición de las cantidades necesarias de cada ingrediente para la formulación de las hojuelas. Se utilizó una báscula o balanza para obtener las medidas necesarias.
- **Lavado y desinfección:** El Cushuro hidratado fue sometido a un proceso de lavado y desinfección para eliminar cualquier tipo de agente externo al mismo, con el objetivo de garantizar la seguridad e higiene del producto terminado.
- **Mezclado:** En esta etapa se combinan adecuadamente los insumos o ingredientes, logrando así obtener una masa uniforme.
- **Laminado:** La masa resultante fue sometida a un proceso de laminado, en cual consistió en pasar la masa a través de rodillos para obtener una hoja delgada y uniforme.
- **Cocción:** Las hojas de masa laminada fueron llevadas a un horno o parrilla caliente para su cocción a una temperatura de 160 °C durante 10 minutos.
- **Enfriamiento:** Posterior a su cocción, las hojuelas fueron transferidas a una superficie adecuada para su enfriamiento. La pérdida de temperatura le permitió adquirir una consistencia crujiente.
- **Envasado y etiquetado:** Las hojuelas fueron envasadas en bolsas plásticas y posteriormente empacadas en pequeñas cajas de cartón. Estas cajas fueron etiquetadas.
- **Almacenado:** Finalmente, fueron almacenadas en un lugar adecuado, en una bodega seca y fresca a una temperatura entre 18 – 24 °C, para garantizar su conservación, distribución y venta.

3.2.5.2.6. Proceso de obtención de las hojuelas con harina de cushuro.

Diagrama de flujo de la elaboración de las hojuelas con harina de cushuro se detalla en la Figura 6.

Figura 6.

Diagrama de flujo de la elaboración de las hojuelas con cushuro hidratado.



Elaborado por: El Autor, 2024

- **Recepción de la materia prima:** En esta etapa se recibieron las materias primas principales para la elaboración de las hojuelas, tales como el cushuro deshidratado, harina de cáscara de plátano, harina de cebada y otros insumos.
- **Pesado:** Tomando en cuenta los porcentajes de la tabla 9, se realizó la medición de las cantidades necesarias de cada ingrediente para la formulación de las hojuelas. Se utilizó una báscula o balanza para obtener las medidas necesarias.
- **Mezclado:** En esta etapa se combinan adecuadamente los insumos o ingredientes, logrando así obtener una masa uniforme.
- **Laminado:** La masa resultante fue sometida a un proceso de laminado, en el cual consistió en pasar la masa a través de rodillos para obtener una hoja delgada y uniforme.
- **Cocción:** Las hojas de masa laminada fueron llevadas a un horno o parrilla caliente para su cocción a una temperatura de 160 °C durante 10 minutos.
- **Enfriamiento:** Posterior a su cocción, las hojuelas fueron transferidas a una superficie adecuada para su enfriamiento. La pérdida de temperatura le permitió adquirir una consistencia crujiente.
- **Envasado y etiquetado:** Las hojuelas fueron envasadas en bolsas plásticas y posteriormente empacadas en pequeñas cajas de cartón. Estas cajas fueron etiquetadas.
- **Almacenado:** Finalmente, fueron almacenadas en un lugar adecuado, en una bodega seca y fresca a una temperatura entre 18 – 24 °C, para garantizar su conservación, distribución y venta.

3.2.5.3. Análisis organoléptico.

Las hojuelas fueron sometidas a una evaluación sensorial, cuyo panel estuvo compuesto por 100 personas no entrenadas. De tal modo que los panelistas fueron los encargados de evaluar parámetros tales como el color, sabor, olor y textura, las puntuaciones de las muestras fueron medidas mediante escala hedónica de 5 puntos, siendo las categorías descritas a continuación:

Tabla 16.
Escala hedónica

Puntuación	Categorías
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta mucho

Nota: Puntuación para evaluar las características organolépticas de las hojuelas.
Fuente: El Autor, 2024

3.2.5.4. Análisis bromatológico y microbiológicos.

A continuación, serán descritos los análisis bromatológicos que se encuentran en los análisis organolépticos conformidad con la norma INEN 2570:2011, la cual hace referencia a la producción de bocaditos elaborados con granos, cereales y semillas. No obstante, se emplearon diversas normas INEN adicionales para la determinación de otros parámetros bromatológicos.

3.2.5.5. Determinación de carbohidratos (Método DNS-Espectrofotometría).

Procedimiento:

- La determinación se realizó por triplicado para cada muestra. Se pesó 1 g de las distintas muestras, que luego fueron disueltas en 10 mL de agua destilada en un tubo de ensayo, asegurándose de que estuvieran completamente mezcladas.
- Posteriormente, se preparó la reacción. Se tomaron 2 mL de la disolución de cada muestra con una pipeta y se transfirieron a un nuevo tubo de ensayo. Se añadió 1 mL de fenol para intensificar el color de la reacción y se agregaron 3 mL de ácido sulfúrico concentrado para liberar los grupos reactivos de los carbohidratos.
- El tubo de ensayo se agitó suavemente y la mezcla se dejó reposar durante 10 minutos para permitir el desarrollo del color.
- Finalmente, se transfirió la solución a cubetas espectrofotométricas para medir la absorbancia de la muestra.

3.2.5.6. Determinación de proteínas (Espectrofotometría).

Procedimiento:

- La determinación se realizó por triplicado para cada muestra. Se pesó 1 g de la muestra y se disolvió en 10 mL de agua destilada. La mezcla se agitó bien hasta obtener una solución homogénea.
- Se preparó la solución de Bradford siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante.
- Se agregaron 1 mL de la solución de Bradford a cada tubo Eppendorf. Luego, se añadieron 300 µl de la muestra disuelta a cada uno de los tubos.
- Se mezclaron suavemente los tubos para asegurar una distribución uniforme del colorante con la muestra. Los tubos se incubaron durante 5 - 10 minutos a temperatura ambiente.
- Finalmente, se transfirió la solución a cubetas espectrofotométricas para medir la absorbancia de la muestra.

3.2.5.7. Determinación de grasas (Espectrofotometría).

Procedimiento:

- La determinación de grasas se llevó a cabo en triplicado para cada muestra. Se pesó 1 g de la muestra y se transfirió a un tubo de ensayo. A continuación, se añadieron 2 mL de metanol y 3 mL de cloroformo al tubo. La mezcla se dejó reposar a temperatura ambiente durante 24 horas para permitir la extracción completa de las grasas.
- Se extrajo 1 mL de la mezcla de cada muestra y se transfirió a un nuevo tubo de ensayo.
- El tubo con la muestra se colocó en una mufla a 160 grados Celsius y se dejó hasta que el solvente se evaporó completamente, proceso que duró 30 minutos.
- Tras la evaporación, el tubo se dejó enfriar. Luego, se añadieron 3 mL de ácido sulfúrico a la muestra. La mezcla se llevó de nuevo a la mufla y se mantuvo a 160 °C durante 15 minutos hasta calcinarla. Después del tratamiento, el tubo se dejó enfriar.

- Finalmente, la solución resultante se transfirió a cubetas espectrofotométricas para medir su absorbancia.

3.2.5.8. Determinación de cenizas (NTE INEN 520:2012).

Procedimiento:

- La determinación se efectuó por triplicado sobre la misma muestra preparada.
- Se calentó el crisol de porcelana vacío en la mufla ajustada a 550 ± 15 °C, durante 30 min.
- Se transfirió al crisol y se pesó 2 g de la muestra.
- Se introdujo el crisol en la mufla a 550 ± 15 °C hasta obtener cenizas de un color gris claro o hasta que el peso fuera constante.
- Se sacó de la mufla el crisol con la muestra, se dejó enfriar en el desecador y se pesó tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente.

Cálculos:

- El contenido de cenizas en muestras de harinas de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$C = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)} \quad (\text{Ecu. 1})$$

Siendo:

C = contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m1 = masa del crisol vacío, en g.

m2 = masa del crisol con la muestra, en g.

m3 = masa del crisol con las cenizas, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

3.2.5.9. Determinación de fibra (NTE INEN 522:2013).

Procedimiento:

- La determinación se realizó por triplicado sobre la misma muestra preparada.

- Se pesó, con aproximación al 0.1 mg, 5 g de muestra y se transfirió a un dedal de porosidad adecuada, se tapó con algodón y se colocó en la estufa calentada a 130 ± 2 °C, por el tiempo de una hora.
- Se transfirió al desecador el dedal que contiene la muestra y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente.
- Se colocó en el aparato Soxhlet y se 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 cinco a seis gotas por segundo, o por un tiempo de 16 h, si dicha velocidad fue de dos a tres gotas por segundo.
- Se sacó el dedal con la muestra sin grasa, se dejó en el medio ambiente hasta que se evapore el solvente, se colocó en la estufa y se llevó a una temperatura de 100 °C, por el tiempo de dos horas. Se transfirió al desecador y se dejó enfriar a temperatura ambiente.
- Se pesó 0.1 mg y 2 g de la muestra desengrasada, los cuales fueron transferidos 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 colocará el balón de precipitación y su contenido en el aparato de digestión, se dejará 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 cual, a su vez, se colocó en el Erlenmeyer de 1, 000 cm³, se lavó el residuo con agua destilada caliente, hasta que las aguas de lavado no den reacción ácida.
- Se colocó el residuo en el balón de precipitación, se agregó 200 cm³ de solución 0.313 N de hidróxido de sodio hirviendo, se colocó en el aparato de digestión y se llevó a ebullición durante 30 min exactos.
- 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 que contiene asbesto, y previamente pesado, se agregó 25 cm³ de alcohol etílico poco a poco y se 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, se transfirió al desecador, se dejó enfriar a temperatura ambiente y se pesó.
- Se colocó el crisol con la muestra seca en la mufla y se 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 a partir del punto 7 para cada determinación o serie de determinaciones.

3.2.5.10. Determinación de aerobios mesófilos (NTE INEN 1529-5:2006).

Procedimiento:

- Se realizó el ensayo por triplicado para cada uno de los tratamientos.
- Se prepararon 150 mililitros (150 mL de agua destilada más 3,2 g de Agar para recuento en placa) del medio de cultivo en un matraz Erlenmeyer. La adición del medio no excedió los 45 minutos desde la preparación de la primera dilución.
- El matraz se colocó sobre el plato caliente, lo cual permitió calentar y mezclar fluidos.
- Posteriormente, el matraz se introdujo en la autoclave durante una hora y media a 121 °C y 15 psi de presión.
- Después de retirar el medio de cultivo de la autoclave, fue trasladado a la cámara de flujo laminar para verter 10 mL en cada placa Petri previamente identificada.
- Se dejaron reposar las placas para que el agar se solidifique.
- Se prepararon las disoluciones de los inóculos de siembra en pequeñas fiolas (100 ml de agua de peptona y 1 g de muestra).

- Se mezcló cuidadosamente el inóculo de siembra (cada uno de los tratamientos) con el medio de cultivo, imprimiendo movimientos de vaivén: 5 veces en el sentido de las agujas del reloj y 5 veces en el contrario.
- Se invirtieron las cajas y se incubaron a $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 48 a 75 horas.
- Se apilaron 5 placas, y las pilas estuvieron separadas entre sí, de las paredes y del techo de la incubadora.
- Después del tiempo de incubación, se seleccionaron las placas de dos diluciones consecutivas que presentaban entre 15 y 300 colonias. Utilizando un contador de colonias, se contaron todas las colonias que crecieron en el medio, considerando las de crecimiento difuso como una sola colonia si cubría menos de un cuarto de la placa.
- Se anotaron el número de colonias y la respectiva dilución.

Cálculos

- Caso general (placas que contienen entre 15 y 300 colonias).
- Se calculó el número N de microorganismo por gramo o cm^3 de producto como la media ponderada de dos diluciones sucesivas utilizando la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\sum c}{V(n_1 + 0,1n_2)d} \quad (\text{Ecu. 1})$$

En donde:

$\sum c$ = Suma de todas las colonias contadas en todas las placas seleccionadas.

V = Volumen inoculado en cada caja Petri.

n_1 = Número de placas de la primera dilución seleccionada.

n_2 = Número de placas de la segunda dilución seleccionada.

d = Factor de dilución de la primera dilución seleccionada (d = 1 cuando se ha inoculado muestra líquida sin diluir).

3.2.5.11. Determinación de mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10:1980).

Procedimiento:

- Se realizó el ensayo por triplicado para cada uno de los tratamientos.
- Se prepararon 150 mililitros (150 mL de agua destilada más 9,7 g de Agar Sabouraud) del medio de cultivo en un matraz Erlenmeyer.
- La adición del medio no excedió los 45 minutos desde la preparación de la primera dilución.
- El matraz se colocó sobre un plato caliente para calentar y mezclar los fluidos.
- Posteriormente, el matraz se introdujo en la autoclave y se esterilizó durante una hora y media a 121 °C y 15 psi de presión.
- Después de retirar el medio de cultivo de la autoclave, se trasladó a la cámara de flujo laminar.
- En la cámara de flujo laminar, se vertieron 10 mL de medio de cultivo en cada placa Petri previamente identificada.
- Las placas se dejaron reposar hasta que el agar se solidifique.
- Se prepararon las disoluciones de los inóculos de siembra en pequeñas fiolas (100 mL de agua de peptona y 1 g de muestra).
- Cada fiola fue rotulada adecuadamente para evitar confusiones.
- Se mezcló cuidadosamente el inóculo de siembra (cada uno de los tratamientos) con el medio de cultivo.
- La mezcla se realizó imprimiendo movimientos de vaivén: 5 veces en el sentido de las agujas del reloj y 5 veces en el sentido contrario.
- Las cajas Petri se invirtieron y se incubaron a 25 °C ± 1 °C durante un periodo de 48 a 75 horas.
- Las cajas fueron apliadas en grupos de 5 placas, manteniendo las pilas separadas entre sí, de las paredes y del techo de la incubadora para asegurar una buena circulación de aire.
- Después del tiempo de incubación, se seleccionaron las placas de dos diluciones consecutivas que presentaban entre 15 y 300 colonias.

- Utilizando un contador de colonias, se contaron todas las colonias que crecieron en el medio, considerando las colonias de crecimiento difuso como una sola si cubrían menos de un cuarto de la placa.
- Se anotaron el número de colonias y la respectiva dilución en los registros de laboratorio.

Cálculos:

- Cálculo del número (N) de unidades propagadoras (UP) de mohos y/o levaduras por centímetro cúbico o gramo de muestra. Se calculó según la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{número total de colonias contadas o calculadas}}{\text{cantidad total de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{\sum C}{V(n_1+0,1n_2)d} \text{ (Ecu. 2)}$$

Donde:

$\sum C$ = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegidas.

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, por ejemplo 10^{-2} .

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

3.2.5.12. Determinación de *E. coli* (NTE INEN 1529-7:2013).

Procedimiento:

- Se realizó el ensayo por triplicado para cada uno de los tratamientos.
- Se prepararon 150 mililitros (150 mL de agua destilada más 5,2 g de Agar Chromocult) del medio de cultivo en un matraz Erlenmeyer. La adición del medio no excedió los 45 minutos desde la preparación de la primera dilución.
- El matraz se colocó sobre un plato caliente para calentar y mezclar los fluidos.
- Posteriormente, el matraz se introdujo en la autoclave y se esterilizó durante una hora y media a 121 °C y 15 psi de presión.

- Después de retirar el medio de cultivo de la autoclave, se trasladó a la cámara de flujo laminar.
- En la cámara de flujo laminar, se vertieron 10 mL de medio de cultivo en cada placa Petri previamente identificada. Las placas se dejaron reposar hasta que el agar se solidifique.
- Se prepararon las disoluciones de los inóculos de siembra en pequeñas fioles (100 mL de agua de peptona y 1 g de muestra). Cada fiola fue rotulada adecuadamente para evitar confusiones.
- Se mezcló cuidadosamente el inóculo de siembra (cada uno de los tratamientos) con el medio de cultivo.
- La mezcla se realizó imprimiendo movimientos de vaivén: 5 veces en el sentido de las agujas del reloj y 5 veces en el sentido contrario.
- Las cajas Petri se invirtieron y se incubaron a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 48 a 75 horas.
- Las cajas fueron apiladas en grupos de 5 placas, manteniendo las pilas separadas entre sí, de las paredes y del techo de la incubadora para asegurar una buena circulación de aire.
- Después del tiempo de incubación, se seleccionaron las placas de dos diluciones consecutivas que presentaban entre 15 y 300 colonias.
- Utilizando un contador de colonias, se contaron todas las colonias que crecieron en el medio, considerando las colonias de crecimiento difuso como una sola si cubrían menos de un cuarto de la placa.
- Se anotaron el número de colonias y la respectiva dilución en los registros de laboratorio.

Cálculos:

- Si transcurridas las 48 horas hay presencia de gas en los tubos confirma la presencia de coliformes.
- Para el cálculo se basó en el número de colonias confirmadas con relación al número de colonias sospechosas.
- El número de microorganismos se calcula multiplicando el número "n" de colonias de coliformes (8.7) por el respectivo factor de dilución (f).

$$\frac{\text{Coliformes}}{g} \delta \text{ cm}^3 = n \times f \times UFC \text{ (Ecu. 3)}$$

Siendo:

n = número de colonias típicas

f = factor de dilución

U F C = unidades formadoras de colonias.

3.2.6 Análisis estadístico

El presente proyecto se evaluó utilizando un análisis estadístico del Diseño Completamente al Azar (DCA), y los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA). Posteriormente, se aplicará una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5 % para realizar comparaciones de medios, siempre y cuando se cumplan los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Si el nivel de significancia es menor al 5 %, se procederá con la prueba de Tukey; Sin embargo, si es mayor al 5 %, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y el método de comparaciones múltiples de Dunn-Bonferroni. El esquema de análisis estará detallado en la tabla 17.

Tabla 17.

Esquema de varianza para las pruebas de laboratorio

Fuente de variación	Grados de Libertad
Tratamientos	(5-1) = 4
Error	(15-5) = 10
Total	(15-1) = 14

Elaborado por: El Autor, 2024

H_0 = No hay diferencias significativas en el contenido de proteínas, carbohidratos, cenizas y fibra entre los tratamientos de hojuelas de cereal a base de cáscara de plátano, cushuro y cebada.

H_1 = Existen diferencias significativas en el contenido de proteínas, carbohidratos, cenizas y fibra entre los tratamientos de hojuelas de cereal a base de cáscara de plátano, cushuro y cebada.

Se elaboró una prueba de aceptabilidad representada por un panel no entrenado para definir el tratamiento de mayor aceptación, aplicando un análisis estadístico del Diseño Completamente al Azar (DCA), en el cual las variables en

estudio fueron las propiedades organolépticas (color, olor, sabor y textura). Posteriormente, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y la comparación entre tratamientos con la prueba Dunn-Bonferroni con un nivel de significancia del 5 %, el esquema estará detallado en la tabla 18.

Tabla 18.
Esquema de varianza para el panel sensorial

Fuente de variación	Grados de Libertad
Tratamientos	(5-1) = 4
Error	(375-5) = 370
Total	(375-1) = 374

Elaborado por: El Autor, 2024

H_0 = No hay diferencias significativas en las variables organolépticas (color, olor, sabor, textura) entre los tratamientos de hojuelas de cereal a base de cáscara de plátano, cushuro y cebada.

H_1 = Existen diferencias significativas en las variables organolépticas (color, olor, sabor, textura) entre los tratamientos de hojuelas de cereal a base de cáscara de plátano, cushuro y cebada.

4. RESULTADOS

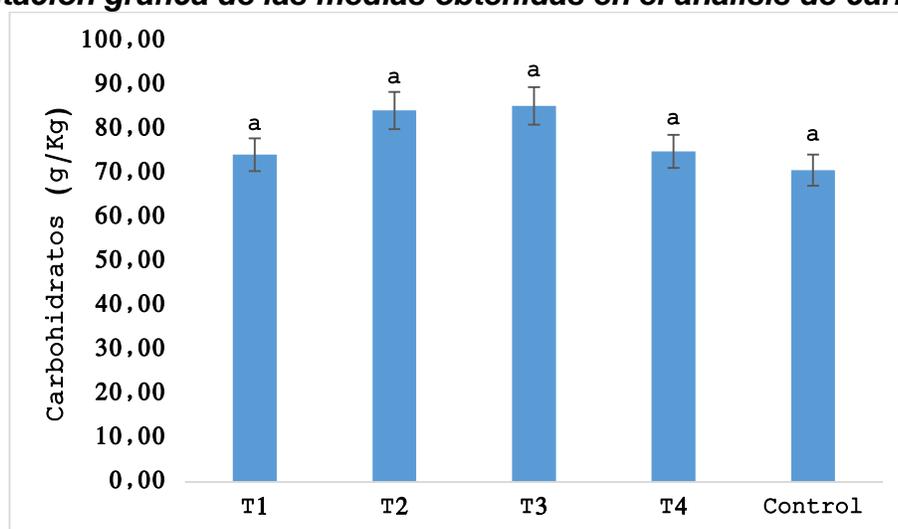
4.1 Análisis de los parámetros bromatológicos (proteína cruda, carbohidratos, grasa, cenizas, fibra y humedad) para determinar el perfil nutricional de las cinco formulaciones de cereales en hojuelas.

4.1.1 Contenido de carbohidratos obtenido en los tratamientos del cereal en hojuelas.

A continuación, serán presentados gráficamente en la figura 7 los resultados de la evaluación de carbohidratos en los distintos tratamientos aplicados al cereal en hojuelas.

Figura 7.

Representación gráfica de las medias obtenidas en el análisis de carbohidratos.



Nota: Letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Dunn-Bonferroni para $p < 0.05$. Unidad de medida expresada en gramos por kilogramos de cereal (g/Kg).

Elaborado por: El Autor, 2024

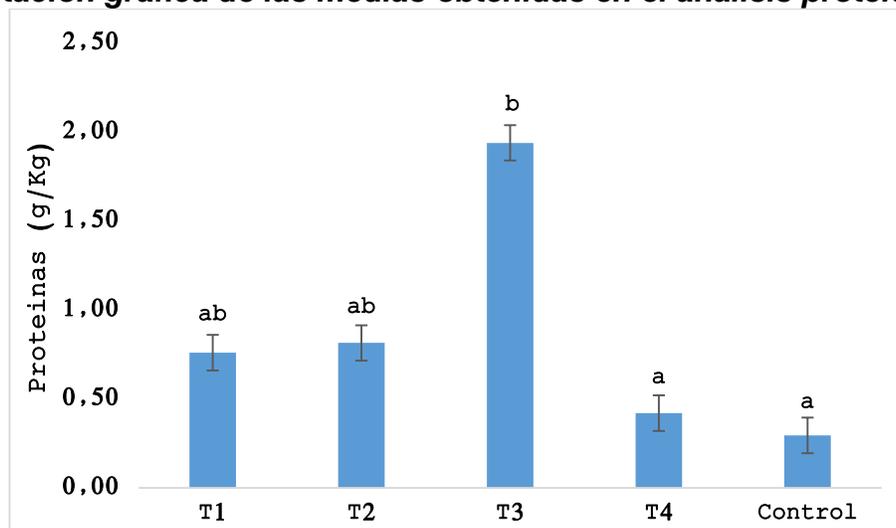
Los resultados obtenidos reflejan que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que sus medias no son estadísticamente diferentes entre sí ($p > 0.05$). El T3 presentó el mayor valor de media, el cual es $85,33 \pm 11,23$ gramos de carbohidratos por Kg de cereal. Sin embargo, el tratamiento control presentó el menor valor de media que, el cual es $70,75 \pm 1,75$ gramos de carbohidratos por Kg de cereal, presentando un error estándar de 5,63 (Anexo 12).

4.1.2 Contenido proteico obtenido en los tratamientos del cereal en hojuelas.

A continuación, serán presentados gráficamente en la figura 8 los resultados de la evaluación de proteínas en los distintos tratamientos aplicados al cereal en hojuelas.

Figura 8.

Representación gráfica de las medias obtenidas en el análisis proteico.



Nota: Letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Dunn-Bonferroni para $p < 0.05$. Unidad de medida expresada en gramos por kilogramos de cereal (g/Kg).

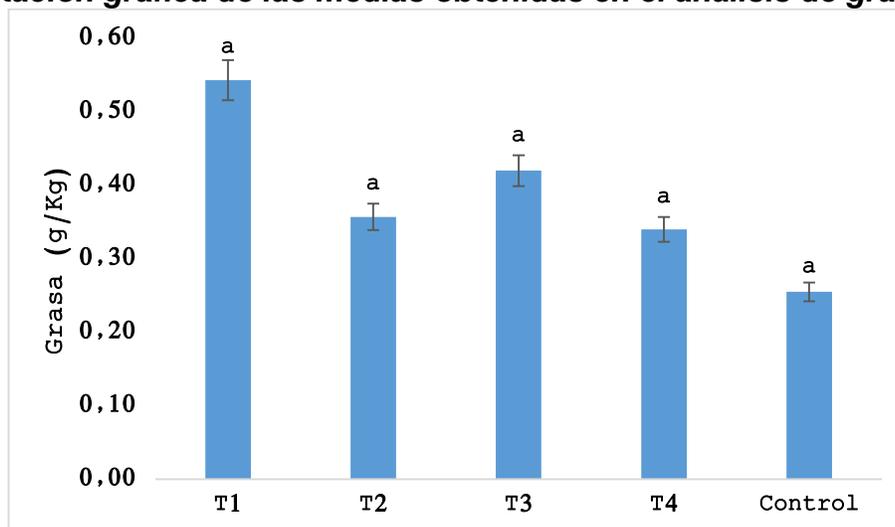
Elaborado por: El Autor, 2024

Los resultados obtenidos reflejan que el T1, T2, T4 y el tratamiento control no presentan diferencias significativas, el T3 no difiere estadísticamente con el T2 y T1, no obstante, si difiere del T4 y el tratamiento control ($p > 0.05$). El T3 presentó el mayor valor de media, el cual es $1,94 \pm 0,50$ gramos de proteína por Kg de cereal. Sin embargo, el tratamiento control presentó el menor valor de media de $0,30 \pm 0,01$ gramos de proteína por Kg de cereal, presentando un error estándar de 0,23 (Anexo 13).

4.1.3 Contenido graso obtenido en los tratamientos del cereal en hojuelas.

A continuación, serán presentados gráficamente en la figura 9 los resultados de la evaluación de grasas en los distintos tratamientos aplicados al cereal en hojuelas.

Figura 9.
Representación gráfica de las medias obtenidas en el análisis de grasa.



Nota: Letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Dunn-Bonferroni para $p < 0.05$. Unidad de medida expresada en gramos por kilogramos de cereal (g/Kg).

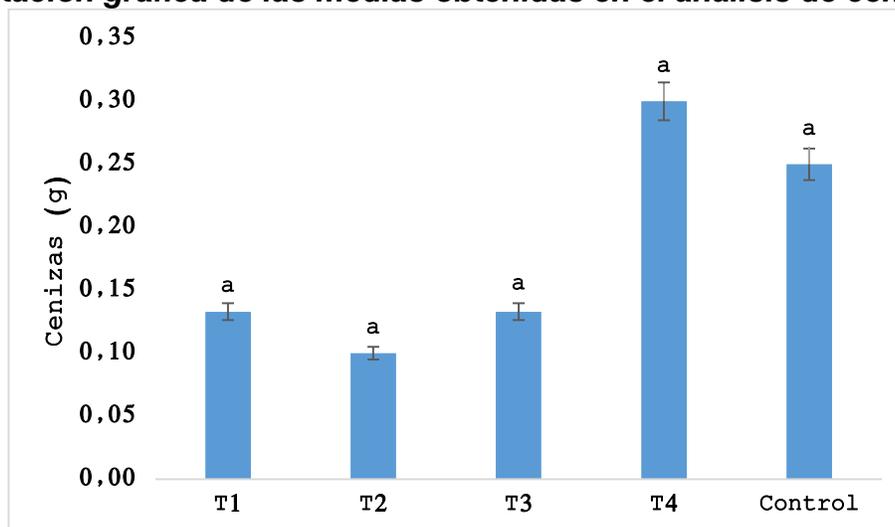
Elaborado por: El Autor, 2024

Los resultados obtenidos reflejan que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que sus medias no son estadísticamente diferentes entre sí ($p > 0.05$). El T1 tiene el mayor valor de media, el cual es $0,54 \pm 0,26$ gramos de grasa por Kg de cereal. Sin embargo, el tratamiento control tiene el menor valor de media el cual es $0,26 \pm 0,04$ gramos de grasa por Kg de cereal, presentando un error estándar de 0,08 (Anexo 14).

4.1.4 Contenido de cenizas obtenido en los tratamientos del cereal en hojuelas.

A continuación, serán presentados gráficamente en la figura 10 los resultados de la evaluación de cenizas en los distintos tratamientos aplicados al cereal en hojuelas.

Figura 10.
Representación gráfica de las medias obtenidas en el análisis de cenizas.

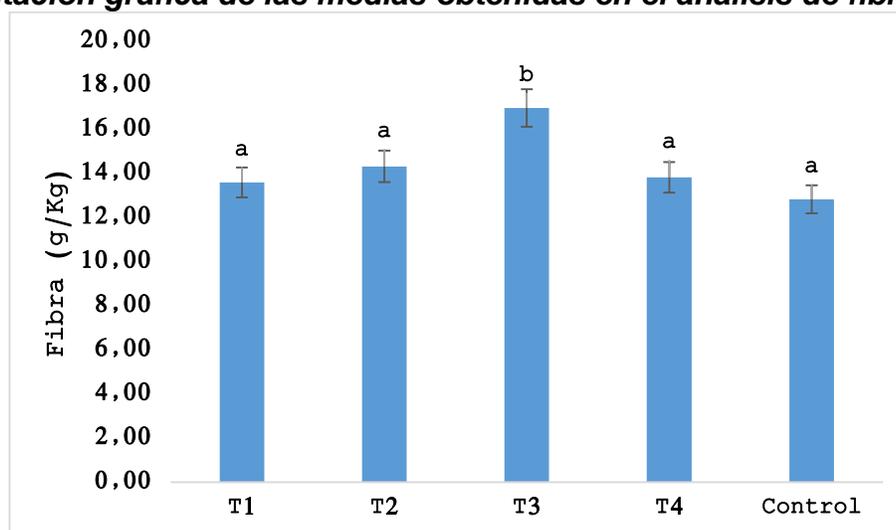


**Nota: Letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Dunn-Bonferroni para $p < 0.05$. Unidad de medida expresada en gramos (g).
Elaborado por: El Autor, 2024**

Los resultados obtenidos reflejan que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que sus medias no son estadísticamente diferentes entre sí ($p > 0.05$). El T4 tiene el mayor valor de media, el cual es $0,30 \pm 0,10$ gramos de cenizas. Sin embargo, el T2 tiene el menor valor con $0,10 \pm 0,00$ gramos de cenizas, presentando un error estándar de 0,06 (Anexos 15).

4.1.5 Contenido de fibra obtenido en los tratamientos del cereal en hojuelas.

A continuación, serán presentados gráficamente en la figura 11 los resultados de la evaluación de fibra en los distintos tratamientos aplicados al cereal en hojuelas.

Figura 11.**Representación gráfica de las medias obtenidas en el análisis de fibra.**

Nota: Letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Dunn-Bonferroni para $p < 0.05$. Unidad de medida expresada en gramos por kilogramos de cereal (g/Kg).

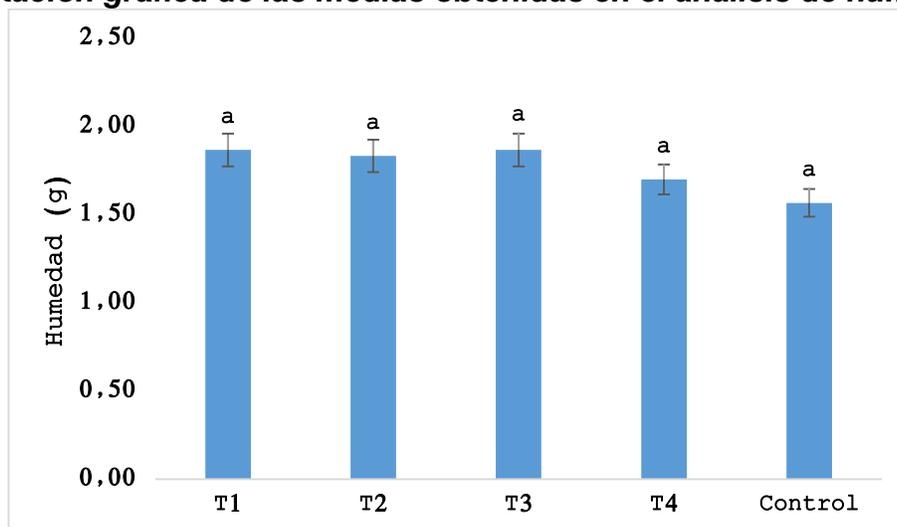
Elaborado por: El Autor, 2024

Los resultados obtenidos reflejan que no hay diferencias significativas entre el T1, T2, T4 y el tratamiento control, lo que indica que sus medias no son estadísticamente diferentes entre sí ($p > 0.05$), sin embargo, el T3 difiere significativamente entre los demás tratamientos. El T3 tiene el mayor valor de media, el cual es $16,97 \pm 0,35$ gramos de fibra por Kg de cereal. En contraste, el tratamiento control tiene el menor valor de media, el cual es $12,83 \pm 0,80$ gramos de fibra por Kg de cereal, presentando un error estándar de 0,55 (Anexo 17).

4.1.6 Contenido de humedad obtenido en los tratamientos del cereal en hojuelas.

A continuación, serán presentados gráficamente en la figura 12 los resultados de la evaluación de humedad en los cereales en hojuelas.

Figura 12.
Representación gráfica de las medias obtenidas en el análisis de humedad.



**Nota: Letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Dunn-Bonferroni para $p < 0.05$. Unidad de medida expresada en gramos (g).
Elaborado por: El Autor, 2024**

Los resultados obtenidos reflejan que hay diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que sus medias no son estadísticamente diferentes entre sí ($p > 0.05$). El T1 y T3 tienen el mayor valor de media con un $1,88 \pm 0,06$ gramos de cenizas. Sin embargo, el tratamiento control tiene el menor valor de media, el cual es $1,57 \pm 0,35$ gramos de cenizas, presentando un error estándar de 0,10 (Anexo 16).

4.1.7 Contenido nutricional de los tratamientos del cereal en hojuelas.

Los resultados derivados de los análisis realizados en cada uno de los tratamientos aplicados a los cereales en forma de hojuelas fueron cuidadosamente evaluados con el propósito de calcular el porcentaje correspondiente al valor nutricional para cada tratamiento, los cuales son detallados en la tabla 19.

Tabla 19.
Contenido nutricional de los tratamientos del cereal en hojuelas

Parámetros	T1	T2	T3	T4	T5
Carbohidrato	74,28±0,39 ^a	84,31±18,24 ^a	85,31±11,64 ^a	74,99±2,19 ^a	70,75±1,75 ^a
Proteína	0,76±0,34 ^{ab}	0,82±0,33 ^{ab}	1,94±0,50 ^b	0,42±0,24 ^a	0,30±0,01 ^a
Grasa	0,54±0,26 ^a	0,36±0,02 ^a	0,42±0,10 ^a	0,34±0,06 ^a	0,26±0,04 ^a
Fibra	13,60±0,62 ^a	14,32±1,27 ^a	16,97±0,35 ^b	13,83±1,31 ^a	12,83±0,80 ^a
Ceniza	0,13±0,06 ^a	0,10±0,00 ^a	0,13±0,06 ^a	0,30±0,10 ^a	0,25±0,21 ^a
Humedad	1,87±0,06 ^a	1,83±0,12 ^a	1,87±0,06 ^a	1,70±0,10 ^a	1,57±0,35 ^a

Nota: Letras distintas indican diferencia significativa para p<0.05.

Elaborado por: El Autor, 2024

La tabla refleja el contenido nutricional de cada uno de los tratamientos, demostrando que el T3 presenta un mejor perfil nutricional, destacando sus altos niveles de carbohidratos, proteínas, grasas y fibra, seguido del T2 el cual destaca su contenido en carbohidratos, fibra y proteína. Por otro lado, el que presenta el menor perfil nutricional es el T5, ya que posee un menor contenido de proteínas y fibra, lo que lo sitúa como el menos nutritivo en comparación con los demás tratamientos.

4.2 Determinación de la carga microbiana de los cereales en hojuelas a través de parámetros microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y *Escherichia coli*).

A continuación, serán descritos los resultados de la determinación de la carga microbiana en los cereales en hojuelas en la tabla 20.

Tabla 20.
Resultados de la determinación de carga microbiana de los cereales en hojuelas.

Parámetros	Método	Carga microbiana	Unidad	Observación
Aerobios mesófilos	NTE INEN 1529-5	$N_E \leq 1,0/d$	UFC/cm ³	Ausencia
Mohos y Levaduras	NTE INEN 1529-10	$< 1,0 \times 10^1$	UFC/cm ³	Ausencia
<i>E. coli</i>	NTE INEN 1529-7	$< 1,0 \times 10^1$	UFC/cm ³	Ausencia

Nota: Medida expresada en unidades formadoras de colonias (UFC/cm³). Número de microorganismos por cm³ (N_E). Factor de dilución (d).

Elaborado por: El Autor, 2024

Los resultados descritos revelan que no se detectó contaminación microbiológica en las muestras de cereales en hojuela evaluadas, según los parámetros establecidos en la NTE INEN 2570. Específicamente, no se observaron colonias de aerobios mesófilos, mohos, levaduras y *E. coli* en ninguna de las diluciones

analizadas. Lo cual indica que las muestras estuvieron libres de contaminación bacteriana bajo las condiciones experimentales y de incubación aplicadas. Estos resultados son indicativos de un buen control de calidad microbiológico en las muestras de cereal evaluadas.

4.3 Comparación de la aceptabilidad de un cereal convencional de maíz con un cereal a base de cáscara de plátano y cebada enriquecida con cushuro utilizando un panel sensorial no entrenado.

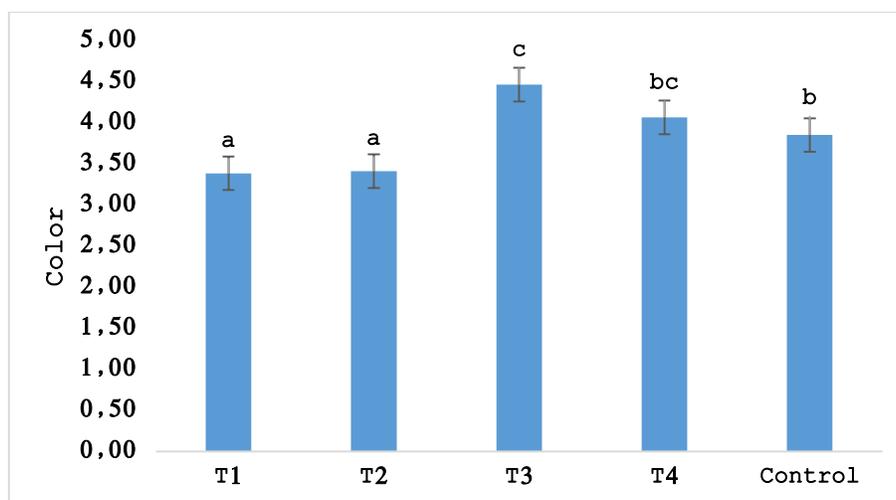
Para la evaluación de la aceptabilidad del cereal a base de cáscara de plátano y cebada enriquecida con cushuro, se utilizó una ficha técnica (ver anexo 31) utilizando los parámetros organolépticos como medio de estudio, siendo estos el color, olor, sabor y textura, en una escala de evaluación del 1 al 5, con el objetivo de determinar si existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las formulaciones desarrolladas se realizó un análisis de varianza a través de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y la comparación de cada tratamiento se realizó con el test de Dunn-Bonferroni.

4.3.1 Grado de aceptación del parámetro de control (Color)

A continuación, serán presentados gráficamente en la figura 13 los resultados de la evaluación de las medias obtenidas de la prueba sensorial referente al aspecto del color.

Figura 13.

Representación gráfica de las medias obtenidas en la evaluación sensorial del color.



Nota: Letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Dunn-Bonferroni para $p < 0.05$.

Elaborado por: El Autor, 2024

El T3 tiene el mayor valor de media, el cual es $4,47 \pm 0,62$. Sin embargo, el T1 tiene el menor valor de media siendo $3,39 \pm 0,94$. Presentando un error estándar de 0,101. Basado en la percepción del promedio del parámetro de control (Color), se puede indicar los tratamientos se encuentran en la escala hedónica con un valor de 3 (Ni me gusta ni me disgusta) y 4 (Me gusta moderadamente).

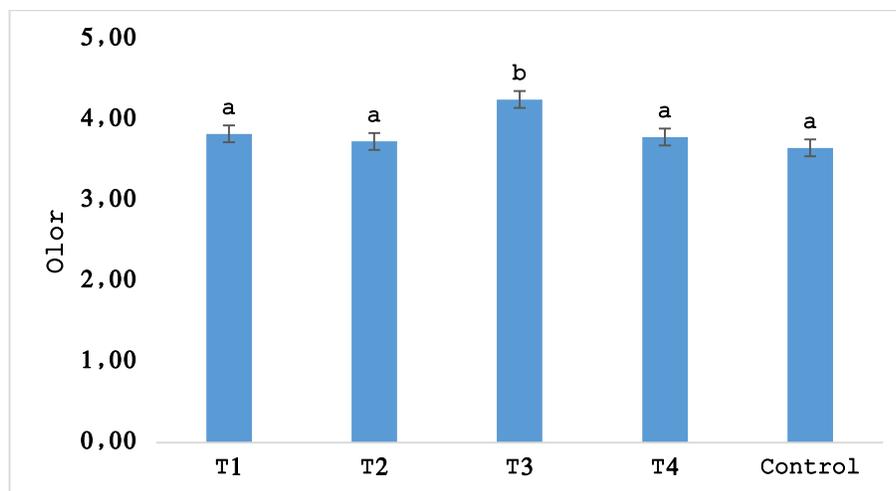
En la prueba de Bonferroni (Figura 31) con un nivel de significancia de ($p > 0,05$), se encontró que el T1 y T2 no existen diferencias significativas entre ellos. Por otro lado, el tratamiento control es significativamente diferente de T1 y T2, pero no de T4. El T4 es significativamente diferente de T1 y T2. Finalmente, el T3 es significativamente diferente de T1, T2, y control, pero no de T4 (Anexo 27).

4.3.2 Grado de aceptación del parámetro de control (Olor)

A continuación, serán presentados gráficamente en la figura 14 los resultados de la evaluación de las medias obtenidas de la prueba sensorial referente al aspecto del olor.

Figura 14.

Representación gráfica de las medias obtenidas en la evaluación sensorial del olor.



Nota: Letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Dunn-Bonferroni para $p < 0.05$.

Elaborado por: El Autor, 2024

Los resultados del análisis sensorial en relación con el grado de aceptación del parámetro de control (Olor) indicó que el T3 obtuvo la media más alta con un $4,25 \pm 0,68$ indicando que obtuvo un grado de aceptación moderado. Por otro lado, el tratamiento control obtuvo la media más baja con un $3,65 \pm 0,99$ mostrando que su

grado de aceptación fue "ni me gusta ni me disgusta". Presentando un error estándar de 0,10.

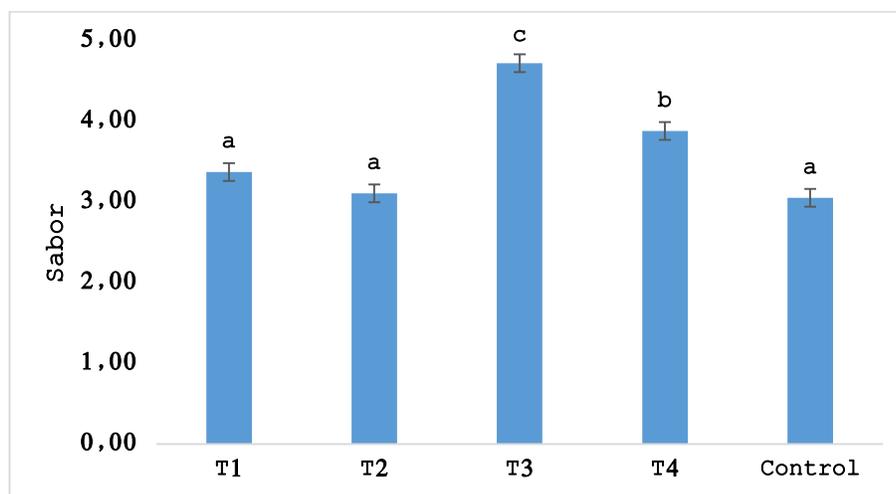
En la prueba de Bonferroni (Figura 32) con un nivel de significancia de ($p > 0,05$), se encontró que el T1, T2, T4 y el control no existen diferencias significativas entre ellos. Por otro lado, el T3 es significativamente diferente a los tratamientos anteriormente mencionados (Anexo 28).

4.3.3 Grado de aceptación del parámetro de control (Sabor)

A continuación, serán presentados gráficamente en la figura 15 los resultados de la evaluación de las medias obtenidas de la prueba sensorial referente al aspecto del sabor.

Figura 15.

Representación gráfica de las medias obtenidas en la evaluación sensorial del sabor.



Nota: Letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Dunn-Bonferroni para $p < 0,05$.

Elaborado por: El Autor, 2024

En el análisis sensorial del parámetro de control (Sabor), se determinó que el T3 presentó la mayor media con un valor de $4,720 \pm 0,481$; lo que indica un grado de aceptación moderado. Por otro lado, el T5 registró la media más baja, con un $3,053 \pm 1,207$ reflejando un nivel de aceptación neutral, clasificado como "ni me gusta ni me disgusta". Presentando un error estándar de 0,111.

En la prueba de Bonferroni (Figura 33) con un nivel de significancia de ($p > 0,05$), se encontró que el T1, T2 y el control no existen diferencias significativas entre ellos, pero difiere de los otros tratamientos. Por otro lado, el T4 difiere significativamente de

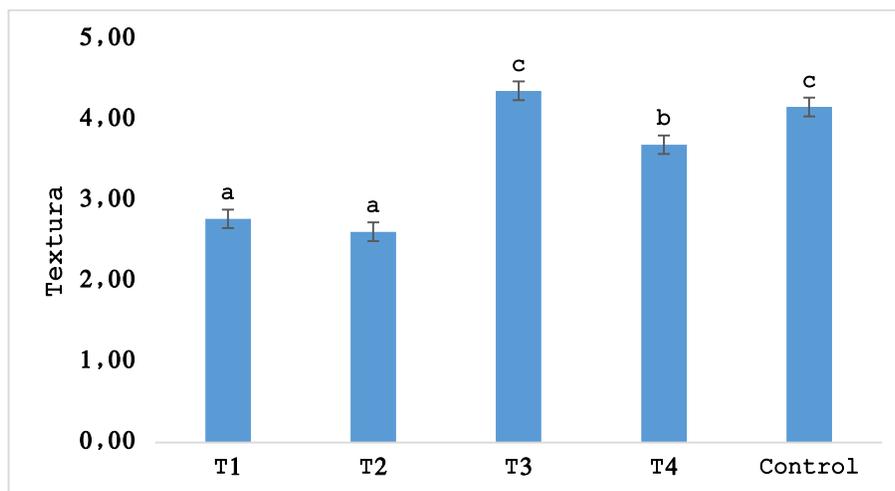
los tratamientos anteriores. A su vez el T3 difiere significativamente de los anteriores (Anexo 29).

4.3.4 Grado de aceptación del parámetro de control (Textura)

A continuación, serán presentados gráficamente en la figura 14 los resultados de la evaluación de las medias obtenidas de la prueba sensorial referente al aspecto de la textura.

Figura 16.

Representación gráfica de las medias obtenidas en la evaluación sensorial del Textura.



Nota: Letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Dunn-Bonferroni para $p < 0.05$.

Elaborado por: El Autor, 2024

En el análisis sensorial del parámetro de control (Textura), se determinó que el T3 presentó la mayor media con un valor de $4,360 \pm 0,849$; lo que indica un grado de aceptación moderado. Por otro lado, el T2 registró la media más baja, con un $2,613 \pm 1,150$ reflejando un nivel de aceptación neutral, clasificado como "ni me gusta ni me gusta mucho". Presentando un error estándar de 0,155.

En la prueba de Bonferroni (Figura 34) con un nivel de significancia de ($p > 0,05$), se encontró que el T1 y T2 no existen diferencias significativas entre ellos, pero sí del resto. Por otro lado, el T4 es significativamente diferente a los demás tratamientos. El T3 y T5 no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si difieren significativamente a los tratamientos anteriores (Anexo 30).

4.3.5 Grado de aceptación del cereal en hojuelas

Se evaluaron los tratamientos y el grupo de control utilizando un panel sensorial compuesto por 75 personas no capacitadas para medir el grado de aceptación. Para esta evaluación, se empleó una escala hedónica de 5 puntos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 21.

Tabla 21.

Resultados del grado de aceptación de los tratamientos del cereal en hojuelas.

Parámetros evaluados	T1	T2	T3	T4	T5
Color	3,39 ± 0,94 ^a	3,41 ± 0,96 ^a	4,47 ± 0,62 ^c	4,07 ± 0,78 ^{bc}	3,85 ± 0,99 ^b
Olor	3,83 ± 0,92 ^a	3,73 ± 1,07 ^a	4,25 ± 0,68 ^b	3,79 ± 0,78 ^a	3,65 ± 0,99 ^a
Textura	2,77 ± 1,09 ^a	2,61 ± 1,15 ^a	4,36 ± 0,85 ^c	3,69 ± 1,14 ^b	3,16 ± 0,64 ^a
Sabor	3,37 ± 1,02 ^a	3,11 ± 0,98 ^a	4,72 ± 0,48 ^c	3,88 ± 0,97 ^b	3,05 ± 1,20 ^c

Nota: Letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Dunn-Bonferroni para $p < 0.05$.

Elaborado por: El Autor, 2024

Según los parámetros evaluados, el T3 del cereal en hojuela presentó una mayor aceptación con un valor de 4 en la escala hedónica destacando en cada uno de los aspectos evaluados, lo que indica un grado de aceptación moderado, seguido por el T4 cuyos valores oscilaban entre 3 y 4 teniendo un grado de aceptación moderado. En contraste, el T2 fue el que presentó un menor grado de aceptación en lo que respecta a textura y sabor, según los aspectos evaluados en el panel sensorial.

5. DISCUSIÓN

Este estudio experimental tuvo como fin determinar las características bromatológicas de un cereal en hojuelas elaborado con cáscara de plátano (*Musa paradisíaca*), enriquecido con cushuro (*Nostoc sphaericum*) y cebada (*Hordeum vulgare*), los resultados de la composición química reflejan diferencias significativas comparado con los estudios de Abogunrin y Ujiroghene (2022), enfocado en la formulación y evaluación de la calidad de hojuelas a partir de la mezcla de harina de maíz (*Zea mays*) y harina de semilla de quinua (*Chenopodium quinoa Willdy*), por otro lado el estudio de Badr et al., (2023) se centró en mejorar el valor nutricional de hojuelas de maíz amarillo añadiendo harina de quinua.

En esta investigación, el tratamiento con el perfil nutricional más alto fue el T3, que incluía 10 % de cushuro hidratado, 8 % de harina de cebada y 20 % de harina de cáscara de plátano, con un contenido de carbohidratos de $85,31 \pm 11,64$. Este resultado es relativamente similar al T3 realizado por Badr et al., que consistió en 60 % de harina de maíz y 40 % de quinua, con un valor de $80,44 \pm 0,10$. En contraste, el T2 de Abogunrin y Ujiroghene, que contenía 90 % de harina de maíz y 10 % de harina de semilla de quinua, mostró un contenido de carbohidratos de $49,66 \pm 0,57$, que es considerablemente más bajo. Esta discrepancia se relaciona con los porcentajes aplicados para cada formulación.

En cuanto al contenido proteico, esta investigación reportó un valor de $1,45 \pm 0,35$, considerado bajo en comparación con los valores de $12,07 \pm 0,16$ de Badr et al. y $9,63 \pm 0,03$ de Abogunrin y Ujiroghene. Las variaciones se deben tanto al contenido proteico de las materias primas como a los porcentajes utilizados en la formulación de estos productos. Esta tesis priorizó la harina de cáscara de plátano, relegando al cushuro y la cebada como materias primas secundarias, lo que influyó en el perfil proteico. En cambio, los otros investigadores se centraron en sustituir parcialmente la harina de maíz por harina de quinua o harina de semilla de quinua, las cuales poseen un contenido proteico más elevado.

Con respecto al contenido graso, este análisis mostró un valor de $0,42 \pm 0,10$, que se considera bajo en comparación con los $3,71 \pm 0,16$ reportados por Badr et al. y los $9,40 \pm 0,35$ de Abogunrin y Ujiroghene. Las discrepancias notables entre los

artículos no se deben únicamente al contenido de grasa de las materias primas utilizadas, sino también a la inclusión de un pseudocereal oleaginoso como la quinua en el desarrollo de dicho producto, lo que contribuye a un mayor contenido de grasa. En contraste, las materias primas utilizadas en esta investigación poseen un contenido de grasa relativamente bajo.

En cuanto al contenido de fibra, esta investigación obtuvo un $16,97 \pm 0,35$ considerablemente mayor al $12,00 \pm 0,13$ de Abogunrin y Ujirohene y notablemente mayor al $1,75 \pm 0,04$ obtenido por Badr et al. El elevado contenido de fibra registrado en este estudio se debe a la cáscara de plátano la cual oscila entre un 47 – 53% según datos obtenidos por Mohd et al. (2022), lo cual influyó significativamente en los resultados obtenidos, siendo este mejor en comparación con los datos obtenidos en las revisiones bibliográficas antes mencionadas.

El estudio encontró un valor de cenizas de $0,13 \pm 0,06$, que es bajo comparado con los $2,03 \pm 0,06$ reportados por Badr et al. y $1,54 \pm 0,05$ de Abogunrin y Ujirohene. Las diferencias en los resultados se deben a las distintas concentraciones de las materias primas. En particular, las harinas de maíz y quinua presentan un mayor contenido mineral que la harina de cáscara de plátano utilizada en este estudio, lo que influye en los resultados obtenidos.

La evaluación microbiológica de los cereales, conforme a la norma NTE INEN 2570, reveló la completa ausencia de Aerobios Mesófilos, mohos y *Escherichia coli*. Este resultado destaca la efectividad de las prácticas de higiene y control de calidad implementadas durante su producción, lo que garantizó condiciones controladas que previnieron la proliferación de microorganismos. De forma similar, el estudio de Chasquibol et al. (2023) sobre una bebida en polvo de cushuro y quinua evidenció un alto nivel de seguridad microbiológica, con *Staphylococcus aureus*, coliformes y *Bacillus cereus* por debajo de los límites permitidos y sin la presencia de *Salmonella* sp., atribuible a la estricta aplicación de normas microbiológicas según la legislación peruana.

De manera similar, Girón (2016), en su investigación sobre galletas elaboradas con cáscara de plátano verde, reportó un conteo de Aerobios Mesófilos de 10 UFC/g, muy por debajo del límite de 1×10^3 UFC/g establecido por la norma NTE INEN

2085:2005, y sin presencia de coliformes, mohos y levaduras. Esto sugiere un control efectivo en las condiciones de procesamiento y almacenamiento. Nowruzi et al. (2018) menciona que: “los compuestos bioactivos derivados de diversas cepas de *Nostoc* mostraron una variedad de actividades biológicas y estructuras químicas. Estas actividades incluyen propiedades antimicrobianas, anticancerígenas, antivirales, inmunosupresoras, insecticidas y antiinflamatorias”. En particular, los polisacáridos sulfatados presentes en el cushuro poseen propiedades antimicrobianas, ya que interfieren en la adhesión de bacterias, inhibiendo así el crecimiento de ciertos microorganismos patógenos.

Los tratamientos del cereal en hojuelas fueron evaluados mediante un panel sensorial no entrenado de 75 personas, los cuales fueron evaluados mediante distintos parámetros de control tales como el color, olor, sabor y textura. El tratamiento T3 fue el más aceptado por los panelistas en comparación con el testigo T5. En cuanto al color T3 alcanzó una media de $4,47 \pm 0,62$, lo que indica que el tratamiento presentó un tono más atractivo y visualmente agradable, lo cual es crucial en la aceptación inicial de los productos alimenticios.

Asimismo, el olor de T3 ($4,25 \pm 0,68$) fue percibido como más agradable que el T5 ($3,65 \pm 0,99$), lo que pudo haber generado una percepción positiva en lo que refiere a frescura. La textura de T3 ($3,46 \pm 0,85$) también superó a las de T5 ($3,16 \pm 0,77$), posiblemente debido a una mayor crocancia, el cual es un factor decisivo en la aceptación de un cereal. El sabor fue el atributo más destacado de T3, con una media de $4,47 \pm 0,62$, significativamente mayor a la de T5 ($3,05 \pm 1,21$), lo que refleja las preferencias de los panelistas, el cual presentaba un sabor a chocolate más fuerte y agradable con el paladar del consumidor.

En contraste, T2 fue el tratamiento con menor aceptación, presentando una puntuación baja en textura y sabor, lo que indica que las características no fueron satisfactorias para los panelistas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El análisis bromatológico de los cinco tratamientos de cereales en hojuelas, elaborados con cáscara de plátano y enriquecidos con cushuro y cebada, demostró que el T3 exhibió un perfil nutricional superior, destacando por su elevado contenido de carbohidratos, proteínas, grasas y fibra, superando a los demás tratamientos, incluido el tratamiento de control.

Los resultados de la determinación de la carga microbiana en los distintos tratamientos de cereales en hojuelas, evaluados de acuerdo con los parámetros microbiológicos establecidos en la NTE INEN 2570, revelan una ausencia total de aerobios mesófilos, *E. coli*, mohos y levaduras, en las muestras analizadas. La carga microbiana registrada está dentro de los límites aceptables.

En lo que respecta al panel sensorial, los resultados indicaron que el T3 presentó un mayor grado de aceptación en los aspectos evaluados (color, olor, sabor y textura) con un puntaje de 4, lo que indica que el producto es moderadamente aceptable.

Respecto a la hipótesis de la investigación se determinó que la aceptabilidad del cereal a base de cáscara de plátano enriquecida con cushuro y cebada superó al cereal de control en un 28,13 %, sin embargo, respecto al perfil nutricional (control calórico) este fue superior en un 14,04 %, no logrando así el 15% que se esperaba.

6.2 Recomendaciones

Para futuros estudios, se recomienda profundizar en la caracterización de las propiedades fisicoquímicas del cushuro, poniendo mayor énfasis en su característica higroscópica que presenta la harina de cushuro, con la finalidad de comprender su capacidad de absorción de agua y evaluar su impacto en la elaboración de la premezcla para cereales. Es esencial investigar las condiciones que afectan su comportamiento frente a la humedad y explorar alternativas que permitan una eficiente hominización de la mezcla. Por lo tanto, se sugieren evaluar alternativas enfocadas en diferentes técnicas de secado, como la liofilización, el secado por aire caliente, las cuales podrían reducir su higroscopicidad y mejorar la estabilidad de la masa durante su procesamiento.

Es fundamental destacar que, para llevar a cabo un análisis bromatológico mediante espectrofotometría, es crucial trabajar en un ambiente limpio, con el fin de evitar que cualquier contaminante externo pueda alterar las muestras. Además, el espectrofotómetro debe calibrarse cuidadosamente con patrones de referencia. También es esencial mantener las cubetas limpias y libres de rayaduras, así como controlar las condiciones de temperatura e iluminación durante el análisis. Estas precauciones permiten asegurar resultados fiables y precisos.

La ausencia de aerobios mesófilos sugiere que el producto no presenta contaminación bacteriana de organismos que podrían proliferar en condiciones de almacenamiento normal. Asimismo, la ausencia de mohos y levaduras es indicativa de una adecuada manipulación y conservación del producto, evitando la contaminación por hongos y levaduras que podrían afectar la calidad y seguridad del alimento. Finalmente, la ausencia de *Escherichia coli* confirma que no hubo contaminación fecal en ninguna etapa del proceso de producción, lo cual es crucial para garantizar la seguridad del consumidor.

Es crucial proporcionar capacitación previa a los panelistas no entrenados antes de realizar evaluaciones sensoriales para asegurar la obtención de resultados fiables. Esta formación previa debe abordar el tema específico a evaluar y preparar a los panelistas para interpretar correctamente los parámetros establecidos. Además, es fundamental documentar y registrar detalladamente todos los procedimientos y resultados obtenidos durante las pruebas. Esta documentación permitirá garantizar la precisión de los datos y su utilidad en futuras investigaciones. La capacitación adecuada y la meticulosa documentación contribuyen significativamente a la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abogunrin, S., y Ujiroghene, O. (2022). Formulation and Quality Evaluation of Breakfast Flakes Produced from Blends of Maize (*Zea mays*) and Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) Flour. *Asian Food Science Journal*, 21(8), 38-51. <http://research.manuscriptpub.com/id/eprint/1410/>
- Alam, J., Afroze, S., Akter, S., Islam, T., y Sayeem, E. (2020). Development of fiber and mineral enriched cookies by utilization of banana and banana peel flour. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 10(3), 329-334. <https://office2.jmbfs.org/index.php/JMBFS/article/view/1382/61>
- Alves, A., Alves, J., De Bittencourt, M., Eduardo, C., Trindade, G., y Trindade, A. (2019). Development and characterization of blends formulated with banana peel and banana pulp for the production of blends powders rich in antioxidant properties. *Journal of food science and technology*, 56(12), 5289–5297. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6838270/>
- Atanassova, M., Bratovic, A., Elhourri, M., Hikal, W., Kačániová, M., Said, H., y Tkachenko, K. (2022). Banana Peels: A Waste Treasure for Human Being. *National Library of Medicine*, 2022(1). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9122687/#:~:text=Baskar%20et%20al.,treating%20free%20radical%20mediated%20diseases.>
- Badr, S., Waseif, M., Farouk, A., Salama, M., y Ghanem, S. (2023). Enhancing the Nutritional Value of Corn Flakes by Adding Quinoa Flour. *Egyptian Journal of Chemistry*, 66(13), 1395-1406. https://journals.ekb.eg/article_301094.html
- Barbosa, C., Gomes, S., Pinheiro, R., y Vieira, B. (2020). Evaluation of mature banana peel flour on physical, chemical, and texture properties of a gluten-free Rissol. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(8), e14441. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.14441>
- Calla, M., Choque, Y., Choque, A., Kari, A., Ligarda, C., Medina, L., y Zamalloa, A. (2022). Preliminary Characterization of a Spray-Dried Hydrocolloid from a High Andean Algae (*Nostoc sphaericum*). *Foods*, 11(11), 1640. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/11/1640>

- Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Institución Nacional de Salud, Ministerio de Salud . Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4565836/Tablas-peruanas.pdf?v=1684253633>
- Chasquibol, N., Sotelo, A., y Alarcón, R. (2023). Development of Powdered Beverage with Cushuro (*Nostoc commune*) Concentrated Protein and Quinoa (*Chenopodium quinoa*) †. *Foro de Biología y Ciencias de la Vida*, 25(1), 2. <https://www.mdpi.com/2673-9976/25/1/2>
- Child and Adult Care Food Program. (2016). Tipos de cereales. *Wisconsin*, 1. https://dpi.wi.gov/sites/default/files/imce/community-nutrition/pdf/cereal_types_spanish.pdf
- Corpus, A., Alcántara, M., Celis, H., Echevarria, B., Paredes , J., y Paucar, L. (2021). Cushuro (*Nostoc sphaericum*): Hábitat, características fisicoquímicas, composición nutricional, formas de consumo y propiedades medicinales. *Agroindustrial Science*, 11(2), 231-238. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8085154>
- Cury, K., Aguas, Y., Martínez, A., Olivero, R., y Chams, L. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 9((S1)), 122-132. <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/530>
- FAO. (2002). *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Roma. <https://www.fao.org/3/W0073S/w0073s00.htm#Contents>
- FAO. (2010). *Las biotecnologías en la agroindustria en los países en desarrollo*. <https://www.fao.org/biotech/sectoral-overviews/agro-industry/es/>
- Garcia, F. (2009). *Encyclopedia of Microbiology (Third Edition)*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780123739445002509>
- García, S. (2020). *Efecto de la sustitución parcial de grenetina por harina de cushuro (Nostoc commune vauch) sobre las características nutricionales y físicas de gomitas comestibles a base de arándano (Vaccinium myrtillus)*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40826>

- Gashaw Abebaw. (2021). Review on Structure, Functional and Nutritional Composition of Barley (*Hordeum vulgare*). *Nutrition and Food Processing*. <https://www.auctoresonline.org/article/review-on-structure-functional-and-nutritional-composition-of-barley-hordeum-vulgare>
- Geng, L., Li, M., Zhang, G., y Ye, L. (2022). Barley: a potential cereal for producing healthy and functional foods. *Food Quality and Safety*, 6. <https://academic.oup.com/fqs/article/doi/10.1093/fqsafe/fyac012/6532626>
- Girón, J. (2016). *Elaboración y valoración bromatológica de galletas funcionales a base de cáscara de plátano verde (Musa paradisiaca) enriquecidas con semillas de zambo (Cucurbita ficifolia) y endulzadas con Stevia*. [Tesis de licenciatura]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/5040>
- Hernández, P., Kammar, A., Mosso, J., Navarro, A., Ochoa, C., Segura, O., y Sosa, R. (2022). Potential use of banana peel (*Musa cavendish*) as ingredient for pasta and bakery products. *ScienceDirect*, 8(10). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022023325>
- Holalla, E. (2018). *Elaboración de hojuelas de cereal mediante la cascara de plátano verde*. [Proyecto de grado, Universidad de Guayaquil]. https://www.researchgate.net/publication/331396301_TITULO_DEL_PROYECTO_FINAL_Elaboracion_de_hojuelas_de_cereal_mediante_la_cascara_de_platano_verde_Nombre_de_la_Materia_OPERACIONES_UNITARIAS_1_Presentado_por
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana 2570:2011: Bocaditos de granos, cereales y semillas*. INEN. Quito: INEN. <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Jara Estrada, M., Orellano Rosales, M. G., Palomino Caruajulca, D., Rojas Haro, M. M., y Torres Loayza, S. K. (2019). *Proyecto elaboración y comercialización de hojuelas de avena enriquecidas con cushuro*. [Tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ba5fa62a-e0e7-40a3-9af8-6f04aa61e27e/content>

- Jaramillo , V. (2019). *Elaboración de harina de cebada (Hordeum Vulgare L) para la utilización de polish en pan común*. [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/11844>
- Méndez, S., Renzo , P., Soto , H., Zambrano, A., Marín, O., Zapata , J., y Ratke, R. (2023). Physicochemical Evaluation of Cushuro (*Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault) in the Region of Moquegua for Food Purposes. *Foods*, 12(10). <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/10/1939>
- Mohd, H., Roslan, J., Saallah, S., Munsu, E., Shaeera, N., y Pindi, W. (2022). Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry. *Journal of Functional Foods*, 92. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464622001244#s0010>
- Muñoz, K. (2021). *Efecto de la temperatura y tiempo en la deshidratación del cushuro mediante bandejas en las propiedades fisicoquímicas*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Huancavelica].
<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9923a8f8-3383-4a94-836a-bc5a8b03f264/content>
- National Center for Biotechnology Information. (2020). *NCBI*. (Oxford, Productor).
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=217115&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>
- Nowruzi, B., Haghghat, S., Fahimi, H., y Mohammadi, E. (2018). *Nostoc cyanobacteria* species: a new and rich source of novel bioactive compounds with pharmaceutical potential. *Journal of Pharmaceutical Health Services Research*, 9(1), 5-12. <https://academic.oup.com/jphsr/article-abstract/9/1/5/6068427>
- Olorunsogo, S., y Adejumo, B. (2016). *Development and Optimization of Flakes from Some Selected Locally Available Food Materials*. Madrid.
<http://repository.futminna.edu.ng:8080/jspui/handle/123456789/19019>
- Pérez, F., Chacón, Y., Torres, R., Gómez, D., y Palma, I. (2012). Estudio del valor nutritivo de hojuelas de maíz bajo una perspectiva interdisciplinaria de las ciencias. *Química viva*, 11(2), 129-143.
<https://www.redalyc.org/pdf/863/86323613005.pdf>

- Pilco, G., Borja , D., Goetschel, L., Andrade , P., Irazabal, J., Vargas, P., y Ramos, L. (2018). Caracterización bromatológica y evaluación de la actividad antimicrobiana en cáscara de banano Ecuatoriano (*Musa paradisiaca*). *Enfoque UTE*, 9(2), 48-58. <https://www.redalyc.org/journal/5722/572262061005/572262061005.pdf>
- Pinedo, T., Rojas, I., y Bautista, C. (2020). *Manual cultivo de cebada* (1 era ed.). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual_Cultivo_Cebada.pdf
- Rasane, P., Jha, A., Sabikhi, L., Kumar, A., y Unnikrishnan, S. (2015). Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods-a review. *Journal of food science and technology*, 52(2), 662-675. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1072-1>
- Sudiarta, N., y Wirawan, P. (2017). Quality of Jam Made from Banana King's Peel. *Agricultural and Food Sciences*, 28, 69-71. <https://www.semanticscholar.org/paper/Quality-of-Jam-Made-from-Banana-King%27s-Peel-Wirawan-Sudiarta/085d06e60776962fa83e4350db6f7b1474a71417>
- Torres , H. (2017). *Efecto biofungicida del gel aloe vera y extracto de moringa sobre la pudrición de corona en la fruta de banano*. [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Machala]. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11710>
- Valentín , M. (2021). *Técnicas de elaboración de un pan tipo molde a base de harina de Cushuro (Nostoc sphaericum) con bajo contenido de carbohidratos: Estudio sistemático*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79598>
- Vargas , Y., y Pérez, L. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 1(1), 59-72. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/3108>
- Vargas, M., Figueroa, H., Tamayo, J., Toledo, V., y Moo, V. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *CIENCIA*

ergo-sum, 26(2), 1 - 11.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7069669>

Vizueté, A., y Ortega, R. (2016). Efectos del consumo del beta- glucano de la avena sobre el colesterol sanguíneo: una revisión. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(2), 127-139.

<https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S2174->

[51452016000200008&script=sci_arttext](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S2174-51452016000200008&script=sci_arttext)

Wirkijowska, A., Sobota, A., Zarycki, P., Sykut, E., y Teterycz, D. (2018). Effect of addition of barley wholemeal with different dietary fiber content on wheat bread quality. *Polish Journal of Agronomy*, 34, 44-51.

<https://bibliotekanauki.pl/articles/2148681>

ANEXOS**Anexo N° 1:
*Harina de cushuro***

Elaborado por: El Autor, 2024

**Anexo N° 2:
*Harina de cáscara de plátano.***

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 3
Harina de cebada.



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 4:
Hojuela con cushuro hidratado.



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 5:
Hojuela con cushuro deshidratado.



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 6
Lecturas mediante el espectrofotómetro.



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 7**Resultados de la absorbancia y concentración de la proteína.**

Tratamientos	Absorbancia	Concentración g/Kg
T1	0,21	1,00
T1	0,12	-
T1	0,17	0,52
T2	0,15	-
T2	0,17	0,58
T2	0,22	1,05
T3	0,34	2,29
T3	0,27	1,59
T3	0,16	-
T4	0,14	0,25
T4	0,12	-
T4	0,17	0,59
T5	0,14	0,30
T5	0,22	-
T5	0,13	0,29

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 8**Resultados de la absorbancia y concentración de carbohidratos.**

Tratamientos	Absorbancia	Concentración g/Kg
T1	3,82	73,93
T1	3,79	74,21
T1	3,73	74,70
T2	0,39	105,36
T2	3,76	74,46
T2	3,91	73,12
T3	1,34	96,70
T3	2,52	85,85
T3	3,87	73,44
T4	3,45	77,28
T4	3,93	72,91
T4	3,72	74,79
T5	4,23	70,14
T5	3,95	72,72
T5	4,31	69,38

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 9:
Resultados de la absorbancia y concentración de grasas.

Tratamientos	Absorbancia	Concentración g/Kg
T1	0,14	0,31
T1	0,37	0,83
T1	0,22	0,49
T2	0,16	0,36
T2	0,15	0,34
T2	0,16	0,37
T3	0,16	0,36
T3	0,24	0,54
T3	0,16	0,36
T4	0,17	0,38
T4	0,12	0,27
T4	0,16	0,37
T5	0,10	0,23
T5	0,64	-
T5	0,12	0,28

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 10
Resultados de cenizas y humedad.

Tratamientos	Crisol Vacío	Crisol con la muestra	Crisol con cenizas	Humedad g	Cenizas g
T1	33,4	35,4	33,6	1,80	0,20
T1	35,4	37,4	35,5	1,90	0,10
T1	34,8	36,8	34,9	1,90	0,10
T2	34,8	36,8	34,9	1,90	0,10
T2	31,2	33,2	31,3	1,90	0,10
T2	91,1	93,1	91,4	1,70	0,30
T3	79,6	81,6	79,8	1,80	0,20
T3	87,4	89,4	87,5	1,90	0,10
T3	84,6	86,6	84,7	1,90	0,10
T4	110,0	112,0	110,4	1,60	0,40
T4	109,0	111,0	109,3	1,70	0,30
T4	109,0	111,0	109,2	1,80	0,20
T5	111,0	113,0	111,8	1,20	0,80
T5	113,5	115,5	113,9	1,60	0,40
T5	112,3	114,3	112,4	1,90	0,10

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 11:
Resultados de fibra.

Tratamientos	Concentración g/Kg
T1	13,40
T1	14,30
T1	13,10
T2	15,50
T2	14,50
T2	12,97
T3	16,65
T3	17,35
T3	16,92
T4	14,50
T4	14,67
T4	12,33
T5	11,98
T5	12,96
T5	13,56

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 12
Resultados del estadístico de carbohidratos.

Kruskal-Wallis Test ▼

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Tratamiento	7.333	4	0.119

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Tratamiento

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	Pbonf	Pholm
T1 - T2	-0.365	8.333	9.667	0.111	0.715	1.000	1.000
T1 - T3	-0.730	8.333	11.000	0.333	0.465	1.000	1.000
T1 - T4	-0.183	8.333	9.000	0.333	0.855	1.000	1.000
T1 - Control	1.734	8.333	2.000	1.000	0.083	0.828	0.580
T2 - T3	-0.365	9.667	11.000	0.111	0.715	1.000	1.000
T2 - T4	0.183	9.667	9.000	0.111	0.855	1.000	1.000
T2 - Control	2.100	9.667	2.000	1.000	0.036	0.358	0.322
T3 - T4	0.548	11.000	9.000	0.556	0.584	1.000	1.000
T3 - Control	2.465	11.000	2.000	1.000	0.014	0.137	0.137
T4 - Control	1.917	9.000	2.000	1.000	0.055	0.552	0.442

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Tabla de resultados

Tratamientos	Mean
T3	85.330 a
T2	84.313 a
T4	74.993 a
T1	74.280 a
Control	70.747 a
Error Estándar	5.634
	s.n

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 13: Resultados del estadístico de proteínas.

ANOVA

ANOVA - Proteína g/Kg

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Tratamiento	3.381	4	0.845	7.996	0.021
Residuals	0.528	5	0.106		

Note. Type III Sum of Squares

Standard (LSD)

Post Hoc Comparisons - Tratamiento

		Mean Difference	SE	t	Ptukey
T1	T2	-0.055	0.325	-0.169	1.000
	T3	-1.180	0.325	-3.629	0.072
	T4	0.340	0.325	1.046	0.826
	Control	0.465	0.325	1.430	0.638
T2	T3	-1.125	0.325	-3.460	0.085
	T4	0.395	0.325	1.215	0.746
	Control	0.520	0.325	1.599	0.554
T3	T4	1.520	0.325	4.675	0.028
	Control	1.645	0.325	5.060	0.020
T4	Control	0.125	0.325	0.384	0.994

Note. P-value adjusted for comparing a family of 5

Tabla de resultados

Tratamientos	Mean
T3	1.940 b
T2	0.815 ab
T1	0.760 ab
T4	0.420 a
Control	0.295 a
Error Estándar	0.230

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 14: Resultados del estadístico de grasas.

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Tratamiento	4.988	4	0.289

Dunn ▼

Dunn's Post Hoc Comparisons - Tratamiento

Comparison	z	W _i	W _j	r _{ij}	p	P _{bonf}	P _{holm}
T1 - T2	0.834	10.000	7.167	0.333	0.404	1.000	1.000
T1 - T3	0.294	10.000	9.000	0.111	0.768	1.000	1.000
T1 - T4	0.736	10.000	7.500	0.588	0.462	1.000	1.000
T1 - Control	2.106	10.000	2.000	1.000	0.035	0.352	0.352
T2 - T3	-0.540	7.167	9.000	0.333	0.589	1.000	1.000
T2 - T4	-0.098	7.167	7.500	0.222	0.922	1.000	1.000
T2 - Control	1.360	7.167	2.000	1.000	0.174	1.000	1.000
T3 - T4	0.442	9.000	7.500	0.111	0.859	1.000	1.000
T3 - Control	1.643	9.000	2.000	1.000	0.065	0.653	0.658
T4 - Control	1.446	7.500	2.000	0.667	0.148	1.000	1.000

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Tabla de resultados

Tratamientos	Mean
T1	0.543 a
T3	0.420 a
T2	0.357 a
T4	0.340 a
Control	0.355 a
Error Estándar	0.079
	0.8

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 15: Resultados del estadístico de cenizas.

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Tratamiento	6.010	4	0.198

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Tratamiento

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	Pbonf	Pholm
T1 - T2	0.514	5.667	4.000	0.333	0.607	1.000	1.000
T1 - T3	0.000	5.667	5.667	0.000	1.000	1.000	1.000
T1 - T4	-1.781	5.667	10.833	0.889	0.075	0.749	0.674
T1 - Control	-0.796	5.667	8.250	0.333	0.426	1.000	1.000
T2 - T3	-0.514	4.000	5.667	0.333	0.607	1.000	1.000
T2 - T4	-2.107	4.000	10.833	1.000	0.035	0.351	0.351
T2 - Control	-1.196	4.000	8.250	0.500	0.232	1.000	1.000
T3 - T4	-1.781	5.667	10.833	0.889	0.075	0.749	0.674
T3 - Control	-0.796	5.667	8.250	0.333	0.426	1.000	1.000
T4 - Control	0.796	10.833	8.250	0.167	0.426	1.000	1.000

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Tabla de resultados

Tratamientos	Mean
T4	0.300 a
Control	0.250 a
T1	0.133 a
T3	0.133 a
T2	0.100 a
Error Estándar	0.057
	s.n

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 16 Resultados del estadístico de humedad.

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Tratamiento	5.444	4	0.245

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Tratamiento

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	Pbonf	Pholm
T1 - T2	0.242	10.333	9.500	0.111	0.809	1.000	1.000
T1 - T3	0.000	10.333	10.333	0.000	1.000	1.000	1.000
T1 - T4	1.646	10.333	4.667	0.889	0.100	0.998	0.998
T1 - Control	1.500	10.333	5.167	0.556	0.133	1.000	1.000
T2 - T3	-0.242	9.500	10.333	0.111	0.809	1.000	1.000
T2 - T4	1.404	9.500	4.667	0.667	0.160	1.000	1.000
T2 - Control	1.258	9.500	5.167	0.556	0.208	1.000	1.000
T3 - T4	1.646	10.333	4.667	0.889	0.100	0.998	0.998
T3 - Control	1.500	10.333	5.167	0.556	0.133	1.000	1.000
T4 - Control	-0.145	4.667	5.167	0.222	0.885	1.000	1.000

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Tabla de resultados

Tratamientos	Mean
T1	1.867 a
T3	1.867 a
T2	1.833 a
T4	1.700 a
Control	1.567 a
Error Estándar	0.101
	s.n

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 17:
Resultados del estadístico fibra.

ANOVA

ANOVA - Proteína g/Kg

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Tratamiento	3.381	4	0.845	7.996	0.021
Residuals	0.528	5	0.106		

Note. Type III Sum of Squares

Standard (LSD)

Post Hoc Comparisons - Tratamiento

		Mean Difference	SE	t	Ptukey
T1	T2	-0.055	0.325	-0.169	1.000
	T3	-1.180	0.325	-3.629	0.072
	T4	0.340	0.325	1.046	0.826
	Control	0.465	0.325	1.430	0.638
T2	T3	-1.125	0.325	-3.460	0.085
	T4	0.395	0.325	1.215	0.746
	Control	0.520	0.325	1.599	0.554
T3	T4	1.520	0.325	4.675	0.028
	Control	1.645	0.325	5.060	0.020
	T4	0.125	0.325	0.384	0.994

Note. P-value adjusted for comparing a family of 5

Tabla de resultados

Tratamientos	Mean
T3	1.940 b
T2	0.815 ab
T1	0.760 ab
T4	0.420 a
Control	0.295 a
Error Estándar	0.230

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 18:
Datos obtenidos en la determinación de Aerobios Mesófilos.

Análisis	Tratamiento	Repeticiones	Resultado
Aerobios mesófilos	T1	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T2	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T3	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T4	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T5	R1	Ausencia
		R2	
		R3	

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 19:***Datos obtenidos en la determinación de Mohos y Levaduras.***

Análisis	Tratamiento	Repeticiones	Resultado
Mohos y Levaduras	T1	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T2	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T3	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T4	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T5	R1	Ausencia
		R2	
		R3	

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 20:***Datos obtenidos en la determinación de E. coli.***

Análisis	Tratamiento	Repeticiones	Resultado
<i>E. coli</i>	T1	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T2	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T3	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T4	R1	Ausencia
		R2	
		R3	
	T5	R1	Ausencia
		R2	
		R3	

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 21:
Panel de degustación



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 22:
Panelista



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 23:
Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Color)

Panelista	Color				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	4	4	5	4	3
2	4	4	5	4	4
3	3	3	4	4	4
4	4	4	5	4	3
5	3	4	4	3	4
6	4	3	5	3	2
7	1	2	5	4	5
8	4	3	5	4	3
9	4	3	5	4	3
10	4	3	5	4	3
11	4	3	5	3	4
12	5	5	5	5	5
13	3	3	4	4	4
14	4	3	4	4	2
15	5	5	5	5	5
16	3	4	5	4	3
17	3	4	5	4	3
18	4	5	4	4	2
19	3	4	4	3	5
20	3	4	4	4	5
21	4	3	4	4	5
22	3	4	4	5	3
23	4	3	5	5	4
24	4	2	5	4	4
25	2	3	4	4	3
26	3	3	4	4	3
27	4	4	5	5	4
28	5	5	5	4	4
29	3	3	5	3	5
30	3	3	5	4	5
31	3	3	5	5	2
32	4	4	5	5	2
33	4	4	5	4	4
34	4	4	5	4	5
35	3	4	4	3	3
36	2	1	5	5	2
37	2	3	4	3	3

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 23:
Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Color)

Panelista	Color				
	T1	T2	T3	T4	T5
38	4	2	5	4	4
39	4	3	5	5	4
40	3	3	4	5	3
41	3	3	4	4	3
42	5	5	5	5	5
43	3	4	4	3	5
44	3	3	4	4	3
45	3	2	4	4	5
46	4	3	4	4	4
47	5	5	5	5	5
48	5	5	5	5	5
49	3	3	4	5	5
50	4	4	5	5	4
51	4	5	5	4	4
52	4	5	5	4	4
53	3	3	3	5	4
54	4	3	4	5	4
55	3	3	4	4	5
56	3	4	5	4	4
57	3	3	3	3	5
58	5	4	5	3	4
59	3	5	4	3	5
60	3	3	4	3	5
61	4	4	5	4	4
62	3	3	3	3	3
63	2	3	4	3	3
64	3	3	4	4	4
65	1	2	4	4	5
66	3	3	5	5	4
67	3	3	4	5	5
68	2	2	4	4	3
69	3	3	3	4	2
70	5	5	5	5	5
71	2	2	4	4	5
72	4	4	5	4	5
73	2	1	5	5	2
74	1	2	3	1	4
75	3	4	5	5	3

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 24:
Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Olor)

Panelista	Olor				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	5	4	5	3	3
2	4	3	4	3	3
3	4	4	5	4	3
4	3	3	4	4	4
5	4	5	5	2	3
6	2	1	5	3	2
7	4	1	5	4	3
8	4	2	5	4	2
9	4	2	5	4	2
10	3	4	5	5	4
11	4	5	4	3	4
12	5	3	5	5	5
13	3	3	4	3	4
14	3	3	4	4	2
15	5	4	4	3	5
16	3	5	5	5	4
17	4	5	4	4	4
18	3	4	4	3	3
19	3	5	5	3	2
20	3	5	5	4	2
21	3	3	4	5	5
22	5	5	5	5	5
23	5	5	5	4	4
24	5	3	4	3	3
25	3	4	4	3	3
26	4	3	4	4	3
27	3	3	4	4	4
28	4	3	4	3	4
29	3	3	5	3	5
30	3	3	3	4	4
31	4	3	4	4	3
32	5	5	5	4	3
33	4	4	4	5	4
34	5	4	4	5	5
35	3	3	4	4	4
36	5	5	4	3	3
37	3	4	4	3	2

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 24:
Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Olor)

Panelista	Olor				
	T1	T2	T3	T4	T5
38	5	3	3	3	3
39	5	5	5	4	4
40	5	5	5	5	5
41	4	3	4	4	3
42	5	5	5	5	5
43	3	5	5	3	2
44	4	3	4	3	2
45	4	4	4	5	5
46	3	3	4	4	4
47	5	5	5	5	5
48	4	4	4	4	5
49	4	5	5	4	4
50	3	3	4	4	4
51	4	4	5	3	4
52	4	4	5	3	3
53	3	3	3	4	4
54	4	3	3	4	3
55	3	3	4	4	5
56	3	4	5	4	4
57	3	2	4	2	5
58	5	5	5	4	4
59	3	5	3	3	3
60	4	5	3	4	5
61	5	5	5	5	4
62	4	4	3	3	3
63	3	3	3	3	3
64	5	4	3	4	5
65	1	2	4	3	3
66	3	2	4	4	3
67	5	3	4	3	4
68	3	2	3	4	3
69	3	3	4	4	2
70	5	5	5	5	5
71	2	4	5	4	5
72	5	4	4	5	5
73	5	5	4	3	3
74	4	4	4	4	3
75	4	5	4	3	4

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 25:
Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Sabor)

Panelista	Sabor				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	3	4	5	2	4
2	4	4	5	2	3
3	5	5	5	5	5
4	4	5	5	4	3
5	2	4	5	4	3
6	3	3	5	3	2
7	3	3	5	4	3
8	2	3	5	4	1
9	2	3	5	4	1
10	2	3	5	3	5
11	4	2	5	2	3
12	3	2	4	4	2
13	4	2	4	3	2
14	4	3	5	5	4
15	2	2	4	4	4
16	4	5	5	4	3
17	3	3	5	4	3
18	4	3	4	4	3
19	3	3	5	3	4
20	3	2	5	3	4
21	3	2	5	4	2
22	5	3	5	5	5
23	4	4	5	4	2
24	4	3	5	4	5
25	3	3	4	4	3
26	4	3	5	5	2
27	3	4	5	4	3
28	4	3	5	5	4
29	1	3	5	1	1
30	4	4	4	4	4
31	3	2	4	5	4
32	5	4	5	3	4
33	5	4	5	4	4
34	5	4	5	5	1
35	2	2	5	4	3
36	3	2	5	5	1
37	3	3	4	4	2

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 25:
Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Sabor)

Panelista	Sabor				
	T1	T2	T3	T4	T5
38	3	3	5	4	5
39	4	4	5	4	2
40	5	3	5	5	1
41	4	3	5	5	2
42	5	5	5	5	5
43	2	2	5	3	4
44	3	3	4	3	4
45	3	3	5	4	2
46	4	2	5	3	2
47	3	2	4	4	2
48	2	4	4	3	4
49	5	5	5	4	5
50	4	3	5	4	3
51	3	4	5	5	3
52	4	3	5	5	3
53	3	3	4	5	5
54	3	4	4	3	3
55	3	3	4	4	5
56	3	4	5	3	3
57	2	1	5	3	1
58	3	3	5	3	2
59	4	3	5	5	4
60	3	3	5	4	4
61	5	5	5	5	4
62	4	4	5	4	3
63	4	3	4	3	4
64	3	2	4	5	3
65	1	2	5	4	3
66	4	2	5	2	4
67	3	2	5	5	3
68	4	1	4	3	2
69	3	2	4	4	2
70	5	5	5	5	4
71	1	2	3	4	1
72	5	4	5	5	1
73	3	2	5	5	2
74	3	4	4	1	4
75	2	3	5	4	3

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 26:
Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Textura)

Panelista	Textura				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	2	4	5	1	4
2	4	3	5	1	3
3	3	3	4	4	5
4	3	5	5	4	4
5	3	3	5	5	5
6	4	4	5	2	4
7	2	2	5	4	3
8	4	4	5	3	4
9	4	4	5	3	4
10	3	2	5	2	3
11	1	1	5	4	4
12	2	1	3	5	4
13	2	3	4	3	5
14	3	3	5	3	3
15	3	4	3	4	4
16	4	5	5	4	5
17	2	2	5	5	4
18	3	3	5	5	5
19	2	2	4	4	4
20	2	3	4	3	4
21	2	3	5	4	4
22	4	4	5	5	4
23	2	3	4	5	4
24	4	2	5	5	4
25	3	2	4	2	3
26	2	2	5	5	3
27	3	3	5	5	5
28	3	3	4	4	4
29	1	1	5	1	5
30	2	2	4	4	4
31	1	2	3	3	4
32	3	3	5	3	4
33	4	3	5	4	5
34	3	3	4	4	5
35	3	2	5	4	4
36	1	1	3	2	4
37	1	2	4	2	3

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 26:***Datos sensoriales en los 5 tratamientos (Textura)***

Panelista	Textura				
	T1	T2	T3	T4	T5
38	4	1	5	5	4
39	1	2	4	5	5
40	4	4	5	5	4
41	2	2	5	5	4
42	5	5	5	5	5
43	2	2	3	3	3
44	2	3	4	3	4
45	3	2	5	4	5
46	3	3	4	3	5
47	2	1	1	4	4
48	3	2	3	3	4
49	4	5	5	4	5
50	3	3	5	5	4
51	4	3	5	5	5
52	4	3	5	5	4
53	4	2	4	5	4
54	3	3	4	3	4
55	2	2	4	4	5
56	3	4	5	3	5
57	2	1	5	4	4
58	2	1	5	4	4
59	4	3	4	4	4
60	1	2	4	3	5
61	4	4	5	4	4
62	4	1	3	1	5
63	3	2	3	3	5
64	3	4	4	4	4
65	2	1	5	5	4
66	3	2	5	3	5
67	4	1	5	5	4
68	1	1	3	3	3
69	1	1	3	3	4
70	5	5	5	5	4
71	1	1	3	4	4
72	3	3	5	4	3
73	2	3	3	2	4
74	2	2	4	2	4
75	5	4	5	4	5

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 27: Pruebas estadísticas para el parámetro color

Kruskal-Wallis Test ▼

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Tratamientos	70.731	4	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Tratamientos

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	Pbonf	Pholm
T1 - T2	-0.110	139.227	141.087	3.556×10 ⁻⁴	0.912	1.000	0.912
T1 - T3	-7.048	139.227	258.033	0.631	< .001	< .001	< .001
T1 - T4	-4.297	139.227	211.660	0.412	< .001	< .001	< .001
T1 - Control	-3.012	139.227	189.993	0.257	0.003	0.026	0.013
T2 - T3	-6.938	141.087	258.033	0.606	< .001	< .001	< .001
T2 - T4	-4.187	141.087	211.660	0.399	< .001	< .001	< .001
T2 - Control	-2.901	141.087	189.993	0.246	0.004	0.037	0.015
T3 - T4	2.751	258.033	211.660	0.287	0.006	0.059	0.018
T3 - Control	4.037	258.033	189.993	0.343	< .001	< .001	< .001
T4 - Control	1.285	211.660	189.993	0.107	0.199	1.000	0.397

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Tabla de resultados

Tratamientos	Mean
T3	4.467 c
T4	4.067 bc
Control	3.853 b
T2	3.413 a
T1	3.387 a
Error Estándar	0.101

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 28: Pruebas estadísticas para el parámetro olor

Kruskal-Wallis Test ▼

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Tratamientos	18.908	4	< .001

Dunn ▼

Dunn's Post Hoc Comparisons - Tratamientos

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	Pbonf	Pholm
T1 - T2	0.374	184.407	178.113	0.038	0.709	1.000	1.000
T1 - T3	-2.882	184.407	232.933	0.261	0.004	0.039	0.028
T1 - T4	0.408	184.407	177.533	0.032	0.683	1.000	1.000
T1 - Control	1.033	184.407	167.013	0.096	0.302	1.000	1.000
T2 - T3	-3.256	178.113	232.933	0.272	0.001	0.011	0.009
T2 - T4	0.034	178.113	177.533	0.008	0.973	1.000	1.000
T2 - Control	0.659	178.113	167.013	0.053	0.510	1.000	1.000
T3 - T4	3.291	232.933	177.533	0.324	< .001	0.010	0.009
T3 - Control	3.915	232.933	167.013	0.341	< .001	< .001	< .001
T4 - Control	0.625	177.533	167.013	0.069	0.532	1.000	1.000

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Tabla de resultados

Tratamientos	Mean
T3	4.253 b
T1	3.827 a
T4	3.787 a
T2	3.733 a
Control	3.653 a
Error Estándar	0.104

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 29: Pruebas estadísticas para el parámetro sabor

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Tratamientos	120.696	4	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Tratamientos

Comparison	z	W _i	W _j	r _{tb}	p	Pbonf	Pholm
T1 - T2	1.488	161.207	135.753	0.158	0.137	1.000	0.411
T1 - T3	-7.774	161.207	294.220	0.727	< .001	< .001	< .001
T1 - T4	-2.866	161.207	210.253	0.291	0.004	0.042	0.017
T1 - Control	1.323	161.207	138.567	0.145	0.186	1.000	0.411
T2 - T3	-9.261	135.753	294.220	0.813	< .001	< .001	< .001
T2 - T4	-4.354	135.753	210.253	0.433	< .001	< .001	< .001
T2 - Control	-0.164	135.753	138.567	0.011	0.869	1.000	0.869
T3 - T4	4.907	294.220	210.253	0.523	< .001	< .001	< .001
T3 - Control	9.097	294.220	138.567	0.770	< .001	< .001	< .001
T4 - Control	4.189	210.253	138.567	0.393	< .001	< .001	< .001

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Tabla de resultados

Tratamientos	Mean
T3	4.720 c
T4	3.880 b
T1	3.373 a
T2	3.107 a
Control	3.053 a
Error Estándar	0.111

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 30: Pruebas estadísticas para el parámetro Textura

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Tratamientos	129.590	4	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Tratamientos

Comparison	z	W _i	W _j	r _{tb}	p	Pbonf	Pholm
T1 - T2	0.618	121.747	111.140	0.090	0.536	1.000	0.536
T1 - T3	-8.278	121.747	263.773	0.729	< .001	< .001	< .001
T1 - T4	-4.682	121.747	202.073	0.439	< .001	< .001	< .001
T1 - Control	-6.968	121.747	241.267	0.689	< .001	< .001	< .001
T2 - T3	-8.896	111.140	263.773	0.746	< .001	< .001	< .001
T2 - T4	-5.300	111.140	202.073	0.491	< .001	< .001	< .001
T2 - Control	-7.584	111.140	241.267	0.722	< .001	< .001	< .001
T3 - T4	3.596	263.773	202.073	0.344	< .001	0.003	0.001
T3 - Control	1.312	263.773	241.267	0.201	0.190	1.000	0.379
T4 - Control	-2.284	202.073	241.267	0.210	0.022	0.224	0.067

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Tabla de resultados

Tratamientos	Mean
T3	4.360 c
Control	3.160 c
T4	3.693 b
T1	2.773 a
T2	2.613 a
Error Estándar	0.115

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo N° 31:
Formato de encuesta para el panel sensorial



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 Dr. JACOBO BUCARAM ORTIZ
 CARRERA AGROINDUSTRIA

Nombre: CELINA CANDOS PORROS Fecha: 31/09/24

- Frente a usted se presentan varios tratamientos de hojuelas a partir de cáscara de plátano, cebada y cushuro. Por favor observe y deguste cada una.
- Recuerde beber agua después de cada muestra
- De acuerdo con el puntaje que se encuentra en la tabla, escriba el número correspondiente en la línea del código de la muestra

Puntuación	Categorías
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta mucho

Características	T1	T2	T3	T4	T5
Color	2	3	4	4	3
Olor	3	4	4	3	3
Sabor	3	3	4	4	3
Textura	3	2	4	2	3

Seleccione el número que mejor represente su preferencia hacia el producto.

Observaciones:

.....

.....

"Yo, CELINA CANDOS....., estudiante de la Universidad Agraria del Ecuador "Dr. Jacobo Buscarán Ortiz", indico que no soy intolerante a la lactosa."

Elaborado por: El Autor, 2024.

Anexo N° 32:
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2570:2011



BOCADITOS DE GRANOS, CEREALES Y SEMILLAS.
REQUISITOS.

Primera Edición

SNAPC CEREALS AND SEEDS BAKED. REQUIREMENTS

FOR BAKED

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN - "Instituto de los Alimentos, Vestidos, Equipamiento, Productos Domésticos, Espectáculos, Deportes"
 AL 12-01-017
 QUITO - QUITO
 TEL: 593-2-2222222
 FAX: 593-2-2222222

Elaborado por: El Autor, 2024.

Anexo N° 33:
Informe de resultados de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-5:2006

10. INFORME DE RESULTADOS

10.1 Informar como número N de microorganismos por gramo o cm^3 de muestra utilizando solo dos cifras significativas, según lo indicado en el numeral 9.1.

10.1.1 El resultado obtenido en el ejemplo indicado en 9.1.2 se expresaría de la siguiente manera:

- N de microorganismos/g o $\text{cm}^3 = 2,0 \times 10^4$

10.1.2 El resultado obtenido en el ejemplo indicado en 9.2.1, se expresaría de la siguiente manera:

- N_E de microorganismos/g ó $\text{cm}^3 = 1,3 \times 10^3$

10.1.3 El resultado obtenido en el ejemplo indicado en 9.2.2 se expresaría de la siguiente manera:

- N_E de microorganismos/g ó $\text{cm}^3 \leq 1,0/d$

Elaborado por: El Autor, 2024.

Anexo N° 34:**Informe de resultados según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-10:1998****7.12.3 Presentación de resultados**

7.12.3.1 Presentar el resultado como número, N, de unidades propagadoras UP de mohos y/o levaduras /cm³ ó g de muestra utilizando solo dos cifras significativas multiplicadas por 10^x (x es la respectiva potencia de 10). Las cifras significativas corresponden al primero y segundo dígitos (empezando por la izquierda) del número de las colonias calculadas (7.12.1).

7.12.3.2 Si no hay desarrollo de colonias en las placas de la suspensión 10⁻¹, presentar como número estimado (N_E), de la siguiente forma:

$$N_E \text{ de UP de mohos y/o levaduras/cm}^3 \text{ ó g} = < 1,0 \times 10^1$$

7.12.3.3 Si no hay desarrollo de colonias en las placas sembradas con 1 cm³ de muestra no diluida (producto original líquido), expresar el resultado de la siguiente manera:

$$N_E \text{ de UP de mohos y/o levaduras/cm}^3 = < 1,0 \times 10^0$$

7.12.3.4 Si todas las placas sembradas presentan más de 150 colonias, calcular el resultado a partir de las placas sembradas con la dilución más alta y expresar de la siguiente manera:

N_E de UP de mohos y/o levaduras/cm³ o g = > al valor obtenido x"f"
f = factor de dilución (valor inverso de la dilución de la muestra).

Indicar entre paréntesis la dilución utilizada. Este resultado sirve como guía para decidir el número de diluciones que se han de realizar en ensayos posteriores y, la decisión de aceptación o rechazo de una partida de alimentos debe basarse solo en valores N.

Elaborado por: El Autor, 2024.

Anexo N° 35:**Informe de resultados según Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-7:2013****11. INFORME DE RESULTADOS**

11.1 Si las placas examinadas no contienen colonias, expresar los resultados de la siguiente forma:

Recuento estimado de coliformes (<) 1,0 multiplicado por el respectivo factor de dilución:

Ejemplo: Si en las placas correspondientes a la dilución 10⁻¹ no hubo desarrollo de colonias típicas el recuento se expresará así: Recuento estimado de coliformes/g ó cm³ <1,0 x 10¹ U.F.C.

11.2 Cuando las dos placas de la dilución elegida presentan un número de colonias comprendido entre 30 - 300, contar las colonias de ambas placas, sacar la media aritmética de los dos valores y multiplicar por el respectivo factor de dilución.

11.3 Cuando las placas correspondientes a la dilución elegida contiene un número de colonias algo menos de 30 ó algo más de 300, contar todas las colonias en ambas placas y reportar como 11.2.

11.4 En todo caso, reportar como recuento de coliformes/g ó cm³ utilizando sólo dos cifras significativas que corresponderán al primero y segundo dígitos (comenzando por la izquierda) del número de colonias. El redondeo de los números debe hacerse según la Norma INEN 52.

Elaborado por: El Autor, 2024