



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

Formulación de una mezcla seca de panadería para la elaboración de galletas «sugar-snap» a partir de harina de arroz, almidón de maíz y polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*

**ORELLANA PARDO MISHHELL ALEXANDRA
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**ULLAURI MARTINEZ WENDY MASSIEL
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

**Formulación de una mezcla seca de panadería para la elaboración
de galletas «sugar-snap» a partir de harina de arroz, almidón de
maíz y polvo del hongo Pleurotus ostreatus**

**ORELLANA PARDO MISHHELL ALEXANDRA
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**ULLAURI MARTINEZ WENDY MASSIEL
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

TRABAJOS EXPERIMENTALES

Formulación de una mezcla seca de panadería para la elaboración de galletas «sugar-snap» a partir de harina de arroz, almidón de maíz y polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*

**ORELLANA PARDO MISHHELL ALEXANDRA
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**ULLAURI MARTINEZ WENDY MASSIEL
INGENIERA EN ALIMENTOS**

SIGUENZA TOLEDO JOAQUIN DARWIN

**MACHALA
2022**

Formulación de una mezcla seca de panadería para la elaboración de galletas «sugar-snap» a partir de harina de arroz, almidón de maíz y polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*

por Orellana Pardo Mishell Alexandra Ullauri Martinez Wendy Massiel

Fecha de entrega: 04-mar-2023 10:52p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2029007140

Nombre del archivo: harina_de_arroz,_almid_n_de_ma_z_y_polvo_del_hongo_Pleurotus.pdf (2.93M)

Total de palabras: 20775

Total de caracteres: 104778

Formulación de una mezcla seca de panadería para la elaboración de galletas «sugar-snap» a partir de harina de arroz, almidón de maíz y polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
2	sedici.unlp.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
3	www.scielo.cl Fuente de Internet	<1 %
4	eprints.ucm.es Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.catie.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
6	revistas.uclave.org Fuente de Internet	<1 %
7	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.utm.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

9	ajme65.blogia.com Fuente de Internet	<1 %
10	Nicacia Hernández-Hernández, Juan Martínez-González, Gaspar Parra-racamonte, Martín Ibarra-Hinojosa et al. "Non-genetic effects on growth characteristics of Brahman cattle", Revista MVZ Córdoba, 2015 Publicación	<1 %
11	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.usfq.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
15	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	B. Contreras-Jiménez, E. Morales-Sánchez, M.L. Reyes-Vega, M. Gaytán-Martínez. "Propiedades funcionales de harinas de maíz nixtamalizado obtenidas por extrusión a baja temperatura", CyTA - Journal of Food, 2013 Publicación	<1 %

18	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
20	libros.uam.es Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	revistas.utm.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Las que suscriben, ORELLANA PARDO MISHHELL ALEXANDRA y ULLAURI MARTINEZ WENDY MASSIEL, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado Formulación de una mezcla seca de panadería para la elaboración de galletas «sugar-snap» a partir de harina de arroz, almidón de maíz y polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



ORELLANA PARDO MISHHELL ALEXANDRA

0704894161



ULLAURI MARTINEZ WENDY MASSIEL

0704972496

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi amor a mis queridos padres por su sacrificio y esfuerzo, por creer siempre en mí y apoyarme en cada momento en las diferentes dificultades que se me han presentado a lo largo de este camino. Gracias por enseñarme a levantar y no decaer en los momentos difíciles sin perder la cordura ni las ganas de seguir intentarlo. Me han enseñado a ser la persona que soy hoy sin pedir nada a cambio, es un orgullo y un gran privilegio ser su hija, sin su apoyo no hubiera llegado hasta este punto. También quiero dedicarle este trabajo a mi hermana pequeña, que a pesar de su niñez me ha dado ánimos cuando me he sentido derrotada, sin duda alguna eres uno de los motivos por el cuál culminé esta etapa de mi vida.

Mishell Alexandra Orellana Pardo

El presente trabajo de tesis dedico a mi familia. A mi madre por toda la seguridad emocional que me ha brindado en cada etapa de mi vida, a mi padre por siempre brindarme las mejores oportunidades para mi formación estudiantil, a mi hermana por ser un ejemplo de constancia, disciplina y honestidad. Por último, a mi hermano por enseñarme que tener un corazón humilde nos lleva a lugares de honra.

Wendy Massiel Ullauri Martínez

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por concederme las fuerzas y la salud de seguir adelante, por guiarme y protegerme a lo largo de toda mi existencia. Gracias a mis padres Daniel Orellana y Mirella Pardo, a mi hermana Angeline Orellana por ser los pilares que me han sostenido en todo momento, por apoyarme y creer en mí, por haberme brindado tanto amor y paciencia. También quiero agradecer a mis docentes de la carrera de Ingeniería en Alimentos por impartir sus conocimientos permitiéndome adquirirlos y así aplicarlos en mi vida profesional, agradezco específicamente al ingeniero Fabián Cuenca Mayorga por su amabilidad, paciencia, preocupación y apoyo constante a lo largo del desenvolvimiento de esta tesis.

Mishell Alexandra Orellana Pardo

Estoy agradecida por haber logrado terminar esta etapa de mi vida junto a las personas que amo y por aquellas nuevas que Dios me puso en mi camino. Dicen que somos la suma de las personas que nos rodean, y si es así, inicio este camino agradecida, porque me llevo conmigo lo mejor de cada uno de ustedes.

*Deja en manos de Dios
todo lo que haces,
y tus proyectos se harán realidad.*

Prov. 16:3

Wendy Massiel Ullauri Martínez

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es formular una mezcla seca de panadería a partir de harina de arroz, polvo de hongo *Pleurotus ostreatus* y almidón de maíz para su utilización en la elaboración de galletas tipo sugar snap libre gluten. Como primer punto en esta investigación se procedió a la extracción de β -glucanos mediante los métodos de agua y alcalino caliente en dos tipos de hongos *P. ostreatus* y *P. adiposa* para luego determinar cuál de las dos muestras presenta mayor eficiencia de extracción de betaglucanos, como resultado se obtuvo que el hongo *P. ostreatus* presentó una mayor eficiencia de 6,71 % en comparación al hongo *Pholiota adiposa* con un 2,55 %.

Se estableció un diseño de mezclas usando el programa estadístico Minitab versión 21.3 con la finalidad de obtener las mezclas de harinas, se obtuvieron 9 tratamientos, a los cuales se procedieron a determinar sus propiedades funcionales; capacidad de hinchamiento (SC), capacidad de retención de agua (WRC), índice de solubilidad (% SOL), capacidad de absorción de agua (WAC) y capacidad de absorción de aceite % (FAC). Los valores obtenidos se llevaron a una optimización utilizando como valores objetivos las propiedades funcionales tanto de la harina de trigo como la de arroz. Con base en estos resultados, se obtuvieron 3 formulaciones: F2 (715) 70 % H, 15 % PH, 15 % A; F3 (851) 85 % H, 10 % PH, 5 % A; F4 (550) 85 % H, 5 % PH, 10 % A, se añadió otra formulación la cual se tomó muestra patrón (125) compuesta por 100 % de harina de arroz.

Se procedió a realizar una evaluación sensorial de tipo escala hedónica de cinco puntos, en galletas tipo sugar snap dirigida a 15 panelistas con el objetivo de conocer el grado de aceptabilidad de cada una de las formulaciones y la mejor mezcla. Los atributos evaluados fueron, color, aroma, crujiente, sabor e impresión global, las puntuaciones fueron sometidas a análisis estadístico de ANOVA y se aplicaron graficas de intervalos por cada atributo. La formulación que obtuvo una mayor aceptabilidad en los atributos de sabor, crujiente, aroma e impresión global fue la F3 (851) compuesta por 85 % de harina de arroz, 10 % de polvo del hongo *P. ostreatus* y 5 % de almidón de maíz. En el caso del color, la F4 (550) obtuvo mayor aceptabilidad.

Los análisis fisicoquímicos del producto final fueron: % carbohidratos 88,43; % proteínas 4,83; % cenizas 1,30; % grasa total 0,17 y 5,27 % de humedad. Con respecto al análisis

microbiológico, la mezcla seca de panadería presentó ausencia de *Salmonella* y una carga microbiana < 10 UFC/g de *E. coli*, cumpliendo por lo tanto con los requisitos establecidos en la normativa NTE INEN 3084:2018. Basados en los resultados obtenidos, es viable la formulación de una mezcla seca de panadería para galletas a partir sustitución completa de la harina de trigo por harina de arroz, polvo del hongo *P. ostreatus* y almidón de maíz, alcanzando un producto de alta calidad sensorial, ofreciendo así una alternativa dirigida para cualquier rango poblacional.

Palabras claves: *Pleurotus ostreatus*, betaglucanos, propiedades funcionales, mezcla.

ABSTRACT

The objective of this research is to formulate a dry bakery mix from rice flour, *Pleurotus ostreatus* mushroom powder and corn starch for use in the preparation of gluten-free sugar snap cookies. As a first point in this research, proceeded to the extraction of β -glucans by means of the water and hot alkaline methods in two types of fungi *P. ostreatus* and *P. adiposa* to later determine which of the two samples presents the greater efficiency of extraction of beta-glucans, as a result it was obtained that the fungus *P. ostreatus* presented a higher efficiency of 6.71 % compared to the fungus *Pholiota adiposa* with 2.55 %.

A mixture design was established using the statistical program Minitab version 21.3 in order to obtain flour mixtures, 9 treatments were obtained, to which their functional properties were determined; Swelling Capacity (SC), Water Retention Capacity (WRC), Solubility Index (% SOL), Water Absorption Capacity (WAC) and Oil Absorption Capacity % (FAC). The values obtained were optimized using the functional properties of both wheat and rice flour as objective values. Based on these results, 3 formulations were obtained: F2 (715) 70% H, 15% PH, 15% A; F3 (851) 85% H, 10% PH, 5% A; F4 (550) 85% H, 5% PH, 10% A, another formulation was added, which was taken as a standard sample (125) made up of 100% rice flour.

A sensory evaluation of the five-point hedonic scale was carried out in sugar snap cookies addressed to 15 panelists with the objective of knowing the degree of acceptability of each of the formulations and the best mixture. The evaluated attributes were color, aroma, crunchiness, flavor and global impression, the scores were subjected to ANOVA statistical analysis and interval graphs were applied for each attribute. The formulation that obtained the highest acceptability in the attributes of flavor, crunchiness, aroma and global impression was F3 (851) composed of 85 % rice flour, 10 % powder of the *P. ostreatus* fungus and 5 % corn starch. . In the case of color, the F4 (550) obtained greater acceptability.

The physicochemical analyzes of the final product were: % carbohydrates 88.43; % protein 4.83; % ashes 1.30; % total fat 0.17 and 5.27 % moisture. Regarding the microbiological analysis, the dry bakery mix presented an absence of *Salmonella* and a microbial load < 10 CFU/g of *E. coli*, therefore complying with the requirements

established in the NTE INEN 3084:2018 regulation. Based on the results obtained, it is feasible to formulate a dry bakery mix for biscuits based on the complete replacement of wheat flour by rice flour, *P. ostreatus* fungus powder and corn starch, achieving a product of high sensory quality, thus offering a directed alternative for any population range.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, betaglucans, functional properties, mixture.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
JUSTIFICACIÓN	19
OBJETIVOS	20
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
HIPÓTESIS	21
Hipótesis afirmativa	21
Hipótesis nula	21
VARIABLES	22
Variables independientes	22
Variables constantes	22
Variables dependientes	22
MARCO TEÓRICO	23
1.1 Historia de los hongos comestibles	23
1.2 Hongo Pholiota adiposa	24
1.2.1. Composición química hongo fresco	25
1.2.2 Propiedades funcionales	26
1.3 Hongo Pleurotus ostreatus	27
1.3.1 Composición química del Pleurotus ostreatus	28
1.3.2 Calidad de contenido en proteína y aminoácidos del Pleurotu ostreatus	28
1.3.3 Propiedades funcionales del Pleurotus ostreatus	29
1.4. Polvo de hongo Pleurotus ostreatus	31
1.4.1 Uso del polvo de hongo	31
1.4.2 Propiedades del polvo de hongo	32
1.4.3 Valor nutricional	32
1.5 Los β -glucanos	34
1.5.1 Características y estructura	34
1.5.2 Propiedades funcionales de los β -glucanos	35
1.6 Galletas	36
1.6.1 Definición y clasificación	36
1.6.1.1 Galletas sugar-snap	37
1.6.3 Galletas en la industria	37

1.6.4 Requisitos de las galletas según normativas	38
1.6.5 Ingredientes en la elaboración de galletas	38
1.6.5.2 Polvo de hongo	39
1.6.5.3 Almidón de maíz	39
1.6.5.4 Azúcar	39
1.6.5.5 Bicarbonato de sodio	40
1.7 Mezcla seca de panadería	40
1.7.1 Requisitos de humedad en mezcla seca de panadería	40
1.7.2 Requisitos microbiológicos para mezclas secas de panadería	40
METODOLOGÍA	42
2.1 Ubicación de investigación	42
2.2 Materia prima	42
2.3 Preparación de la muestra	42
2.4 Obtención de β -glucanos	43
2.4.1 Extracción en agua caliente	43
2.4.2 Extracción alcalina	43
2.4.3 Purificación	43
2.4.4 Medición de la eficiencia de extracción	44
2.5 Determinación de propiedades funcionales de mezcla de harinas	44
2.5.1 Capacidad de absorción de grasa	44
2.5.2 Capacidad de hinchamiento	44
2.6.4 Capacidad de retención de agua e índice de solubilidad en agua (SOL%)	45
2.7 Rendimiento en polvo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	46
2.8 Planteamiento del diseño de mezcla de la harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz	46
2.9 Formulación de la mezcla seca de panadería	47
2.10 Diagrama de flujo del polvo de hongo	47
2.10.1 Descripción de la obtención del polvo de hongo	48
2.11. Diagrama de flujo de la mezcla seca	50
2.11.1 Descripción de la obtención mezcla seca de panadería	50
2.12 Parámetros de calidad para el análisis de la mezcla seca de panadería	51
2.12.1. Parámetros fisicoquímicos	51
2.12.2. Parámetros microbiológicos	51
2.13 Formulación de la galleta sugar-snap	51
2.13.1 Diagrama de flujo de la galleta	52
2.13.2 Descripción de la obtención de la galleta	53

2.14 Evaluación de aceptabilidad de las galletas	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
3.1 Resultados de eficiencia de extracción de β -glucanos en el polvo de hongos	55
3.2. Rendimiento del polvo de hongo	56
3.3 Propiedades funcionales de mezcla de harinas	56
3.4. Resultados de la evaluación sensorial	61
3.5 Parámetros de calidad de la mezcla seca	70
3.5.1. Análisis fisicoquímicos de la mezcla seca	70
3.5.2. Análisis microbiológicos de la mezcla seca	71
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	83
Anexo 1. Obtención del polvo de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	83
Anexo 2. Extracción de β -glucanos	84
Anexo 3. Propiedades funcionales de las mezclas de harinas	85
Anexo 4. Evaluación sensorial de las galletas	86
Anexo 5. Análisis fisicoquímicos en la mezcla seca final	87
Anexo 6. Hoja de la evaluación sensorial	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Especies del género <i>Pholiota</i>	24
Figura 2. Especies del género <i>Pleurotus</i>	27
Figura 3. La estructura y descripción de cuatro tipos de beta-glucanos.	34
Figura 4. Diagrama de flujo del polvo de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	48
Figura 5. Diagrama de flujo de la mezcla seca para panadería	50
Figura 6. Diagrama de flujo de galletas tipo sugar snap	52
Figura 7. Perfil sensorial de las galletas por parte de los consumidores	61
Figura 8. Galletas preparadas a partir de diferentes mezclas de harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz usadas como muestras en la evaluación sensorial	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del hongo <i>Pholiota adiposa</i> en polvo	25
Tabla 2. Comparación de la composición química del hongo <i>Pholiota adiposa</i> de diferentes zonas de cultivo	26
Tabla 3. Macronutrientes del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	28
Tabla 4. Grupo de aminoácidos representados en (g/100 g proteína) y porcentaje (%)	29
Tabla 5. Compuestos bioactivos del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> y sus capacidades bioactivas	30
Tabla 6. Composición química y valor energético del polvo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	33
Tabla 7. Contenido de minerales del polvo de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> (mg/100 g)	33
Tabla 8. Contenido promedio de β -glucano y porcentajes de fracciones solubles e insolubles en agua en algunos miembros del género <i>Oyster</i> (<i>Pleurotus</i> spp.)	35
Tabla 9. Eficiencia de rendimiento promedio de β -glucano basada en el método de extracción	36
Tabla 10. Requisitos bromatológicos para galletas	38
Tabla 11. Humedad para mezclas secas de panadería	40
Tabla 12. Parámetros microbiológicos para mezclas secas de panadería	41
Tabla 13. Diseño de mezcla de la harina de arroz, almidón de maíz y polvo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	46
Tabla 14. Formulación de la mezcla seca para panadería	47
Tabla 15. Parámetros fisicoquímicos analizados en la mezcla seca para panadería	51
Tabla 16. Parámetros microbiológicos analizados en la mezcla seca para panadería	51
Tabla 17. Formulación base de la galleta sugar-snap	52
Tabla 18. Escala hedónica usada en el análisis de aceptabilidad	54
Tabla 19. Porcentaje de eficiencia de extracción de β -glucanos en los hongos	55
Tabla 20. Rendimiento del polvo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	56
Tabla 21. Propiedades funcionales de las diferentes mezclas de harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz	57
Tabla 22. Optimización de las propiedades funcionales de las mezclas de harina como referencia la harina de trigo	59
Tabla 23. Optimización de las propiedades funcionales de las mezclas de harina como referencia la harina de arroz	60
Tabla 24. Resultado de la evaluación sensorial por parte de los consumidores	61
Tabla 25. Análisis de ANOVA entre color vs muestras	62
Tabla 26. Prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% para color vs muestras	63
Tabla 27. Análisis de ANOVA entre aroma vs muestras	64
Tabla 28. Prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% para aroma vs muestras	64
Tabla 29. Análisis de ANOVA entre crujiente vs muestras	65

Tabla 30. Prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% para crujiente vs muestras	66
Tabla 31. Análisis de ANOVA entre sabor vs muestras	67
Tabla 32. Prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% para sabor vs muestras	67
Tabla 33. Análisis de ANOVA entre impresión global vs muestras	68
Tabla 34. Prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% para impresión global vs muestras	69
Tabla 35. Resultados de análisis proximal en el producto final	70
Tabla 36. Parámetros microbiológicos en mezcla seca final	71

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Grafica de intervalos de color vs muestras	63
Grafico 2. Grafica de intervalos de aroma vs muestras	65
Grafico 3. Grafica de intervalos de crujiente vs muestras	66
Grafico 4. Grafica de intervalos de sabor vs muestras	68
Grafico 5. Grafica de intervalos de impresión global vs muestras	69

INTRODUCCIÓN

Los cereales son una parte tradicional de la nutrición humana. En términos de vitaminas, los cereales aseguran principalmente la necesidad de tiamina, niacina y piridoxina. Al mismo tiempo, son una fuente significativa de fibra dietética. La tendencia actual de un mayor consumo de productos de cereales beneficiosos para la salud proporciona a la industria de la panadería grandes posibilidades para el desarrollo e innovación de una amplia variedad de nuevos productos con el uso de formas no tradicionales de cereales (Laknerová et al., 2014). En los países desarrollados, más del 50 % de la ingesta total de energía proviene de productos alimenticios de cereales (por ejemplo, pan, galletas, etc.) que los emergen el mejor vehículo para los suplementos funcionales (Behera & Srivastav, 2018).

En los últimos años, la industria de la panadería se centró en el desarrollo de productos de panadería innovadores utilizando el papel promotor de la salud de varios cereales. La diversificación de diferentes artículos de panadería (pan, galletas, pasteles, bizcochos) a partir de materias primas con potenciales constituyentes funcionales junto con la optimización de parámetros de proceso y formulaciones y la representación de productos finales en cuanto a propiedades sensoriales y fisicoquímicas están obteniendo una curiosidad sustancial. La prevención de enfermedades no transmisibles, la variedad en la dieta y la importancia de los alimentos funcionales se convierten en el enfoque prioritario de la industria alimentaria y de los investigadores para mejorar continuamente la variedad, calidad, sabor y disponibilidad de los productos alimenticios (Behera & Srivastav, 2018).

La incorporación de productos novedosos con un mayor valor nutricional en el mercado ha sido bien aceptada por parte de los consumidores. Uno de estos productos son las premezclas, hoy en día se ha optado por la sustitución parcial o total de su ingrediente principal, o sea, la harina de trigo por otros ingredientes ricos en proteínas y sin gluten, como legumbres, cereales, tubérculos, semillas oleaginosas, concentrados de proteínas, aislados y subproductos industriales que brindan un efecto combinado de proteína de mayor calidad y fibra dietética, mejorando la calidad nutricional del producto final (Curutchet et al., 2021).

La necesidad de alimentos que ofrezcan una facilidad de consumo y que sean nutritivamente ricos, con una vida útil larga, de buen sabor y textura satisfactoria ha ido

en aumento. Tal es el caso de las galletas, consideradas como el mejor medio para la fortificación y enriquecimiento con proteínas y otros nutrientes vitales para el ser humano, además de ser populares entre todo el grupo de edad de la población. Este producto ha ido innovando su formulación base al adicionarles novedosas fuentes nutricionales (Kolawolea et al., 2020).

Tal es el caso del polvo de hongos que, debido a su potencial valor nutricional y su fácil incorporación en los productos de panadería, se ha considerado como un atractivo ingrediente funcional para la formulación de alimentos. De hecho, Kolawolea et al. (2020) elaboraron galletas con sustitución parcial de harina de trigo por polvo de hongo de *Pleurotus tuberregium* y harina de boniato, obteniendo galletas ricas en nutrientes y con atributos sensoriales aceptables. Farooq et al. (2021) desarrollaron muffins enriquecidos con polvo de hongo de *Pleurotus ostreatus*; el estudio mostró que el polvo de hongos no tiene un efecto considerable sobre el contenido de humedad del muffin, pero sí en el contenido de cenizas, proteína, fibra y grasa, al aumentar el porcentaje de sustitución del polvo de hongo.

La finalidad de esta investigación es la formulación de una mezcla seca de panadería a partir de la sustitución completa de harina de trigo por harina de arroz, polvo del hongo *Pleurotus ostreatus* y almidón de maíz que se utilizará para la elaboración de galletas tipo *sugar snap*, cumpliendo con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de la normativa vigente y, a su vez, ofreciendo un producto alternativo a los recurrentes en el mercado que de igual manera tendrá un buen aporte nutricional y con características sensoriales agradables para el consumidor.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sobrepeso y la obesidad representan un problema crítico de salud pública mundial; en todo el mundo, la tasa de obesidad ha incrementado casi tres veces desde 1975. Como es el caso en la mayoría de los países, el Ecuador enfrenta en la actualidad la pandemia de sobrepeso y obesidad, que afecta a todos los grupos de edad comenzando en la primera infancia. En comparación, el promedio nacional para adultos es del 65 % y los países de América Latina con las tasas más altas de sobrepeso y obesidad en adultos se encuentran Argentina (68 %), Chile (65 %) y México (70 %) (Freire et al., 2018).

Los productos a base de cereales se consumen a lo largo de continentes y civilizaciones, representando uno de los alimentos más consumidos, por ejemplo, la galleta, la cual es consumida por personas de cualquier edad, es alta en carbohidratos, calorías y grasas, pero baja en vitaminas, fibra y compuestos minerales que la hacen poco saludable para el uso diario. Además, las galletas tienen solo entre un 6-7 % de proteína (Salehi, 2019).

La mayoría de nuestros productos derivados de cereales, especialmente los elaborados a partir de maíz y trigo, son ricos en carbohidratos, pero menos en proteínas (8,91-11,65 %). Los hongos comestibles están clasificados como más ricos, nutritivamente hablando, que la mayoría de las fuentes de alimentos, excepto la carne, en términos de contenido de proteínas (Ishara et al., 2018).

En Ecuador, a diferencia de países como los europeos o nórdicos, el consumo y conocimiento de macrohongos es muy bajo, pero existen algunas comunidades indígenas en los páramos andinos que han hecho uso de estos cuerpos fructíferos por su poder medicinal en caso de heridas o simplemente como recurso alimenticio. Existen infinidad de hongos que en la actualidad se utilizan por sus propiedades nutricionales y medicinales, específicamente el hongo *Pleurotus ostreatus*, una especie presente en el Ecuador puede apoyar nutricionalmente debido a su contenido proteico, fibra y β -glucanos (Cruz et al., 2020).

La fortificación de la harina de arroz, la cual de por sí es libre de gluten, convirtiéndola en una alternativa para las personas celiacas, con polvo del hongo *Pleurotus ostreatus* puede mejorar el estado nutricional de la harina. El uso de harinas de champiñones está limitado debido a la falta de conocimiento sobre sus características funcionales y de composición y sus interacciones (Ishara et al., 2018).

JUSTIFICACIÓN

La industria alimentaria en el Ecuador se encuentra en constante crecimiento y diversificación de sus productos trata de satisfacer la demanda de los consumidores. A lo largo de estos años, la mayor parte de la población a nivel mundial ha cambiado su estilo de vida habitual por uno más saludable. En respuesta a ello, nos hemos enfocado en aprovechar las propiedades del hongo *Pleurotus ostreatus* para desarrollar una mezcla seca para galletería con la particularidad que la harina de trigo es sustituida parcialmente por harina de arroz y almidón de maíz para obtener un producto libre de gluten y rico en proteínas por el polvo del hongo añadido en este producto, con la finalidad de brindar al consumidor un producto que, además de ser agradable sensorialmente, tenga un efecto positivo en la salud del consumidor por las propiedades funcionales que este ofrece.

Uno de los hongos más usados en la actualidad por la industria alimentaria es el *Pleurotus ostreatus*, no solo por un uso alimentario, sino también por su capacidad biotransformadora llamada micorremediación. Mediante varias investigaciones realizadas en este hongo, se ha podido evidenciar la presencia de polisacáridos anti moduladores con un elevado espectro de acción biológica por su actividad antitumoral y su capacidad de asimilar los radicales libres. Esta propiedad se le atribuye a la presencia de ciertos polisacáridos, como los β -glucanos, que tienen un impacto favorable en la recuperación del sistema inmunológico al ser usados, incluso, como agente quimioterapéutico en pacientes con cáncer, reconociéndolo también como un hongo medicinal. Se ha demostrado que la adición de 8 % de *Pleurotus* en polvo a las galletas aumenta el contenido de fibra dietética de 3,37 % a 8,62 % y disminuye el índice glucémico *in vivo* (Lavelli et al., 2018).

En esta investigación centramos nuestra atención en aprovechar las propiedades funcionales y químicas de estos hongos y así promover su consumo. Por lo tanto, se elaboró una mezcla seca de galletería que supla la demanda actual del consumidor por alimentos sin contenido de gluten con grandes aportaciones nutricionales.

OBJETIVOS

Objetivo general

Formular una mezcla seca de panadería para la elaboración de galletas *sugar snap* a partir de harina de arroz, polvo de hongo *Pleurotus ostreatus* y almidón de maíz.

Objetivos específicos

- Determinar el contenido de β -glucanos presente en los hongos (*Pholiota adiposa* & *Pleurotus ostreatus*).
- Evaluar las propiedades funcionales en diferentes concentraciones de harina de arroz, polvo de hongo (*Pleurotus ostreatus*) y almidón de maíz.
- Elaborar un diseño de mezclas para el desarrollo de una mezcla seca de panadería.
- Realizar un análisis sensorial de escala hedónica con el objetivo de determinar la formulación con mayor aceptación.
- Determinar los análisis químicos proximales y microbiológicos del producto final.

HIPÓTESIS

Hipótesis afirmativa

H₀: No es viable el uso de la mezcla seca formulada de harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz para la elaboración de galletas *sugar snap*.

Hipótesis nula

H_i: Es viable el uso de la mezcla seca formulada de harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz para la elaboración de galletas *sugar snap*.

VARIABLES

Variables independientes

- Porcentaje de harina de arroz
- Porcentaje de polvo de hongo (*Pleurotus ostreatus*)
- Porcentaje de almidón de maíz

Variables constantes

- Azúcar
- Agua
- Bicarbonato de sodio

Variables dependientes

- Contenido de β - glucanos
- Propiedades funcionales
- Evaluación sensorial

MARCO TEÓRICO

1.1 Historia de los hongos comestibles

Los hongos (macro-hongos) han sido un tema de interés para los seres humanos durante siglos. Los datos más antiguos que indican el uso de hongos por parte de los humanos provienen de excavaciones arqueológicas que datan de alrededor de 8000 años antes de Cristo. En la década de 1990, dos especies de hongos fueron encontrados por el cadáver de un “hombre de hielo”, las cuales fueron *Piptoporus betulinus* y *Fomes fomentarius* (L.) que pueden haber servido a “Ötzi”, que vivió 5000 años antes de Cristo, como vendajes o, presumiblemente, podrían haber sido tratados como una cura para problemas estomacales. Otra especie apreciada con propiedades medicinales era *Fomitopsis officinalis* utilizada por los antiguos griegos y romanos como cura para muchas enfermedades, como la sudoración excesiva durante la tuberculosis, mareos, enfermedades respiratorias, problemas digestivos e incluso el cáncer. Las propiedades terapéuticas de los hongos se utilizaron por primera vez y con mayor frecuencia en el lejano Oriente, es decir, en China y Japón. En Europa, las setas se valoraban con más frecuencia por su sabor. Los textos más antiguos sobre las propiedades terapéuticas de los hongos datan de alrededor del siglo I a.C. Mencionan el *shiitake* japonés, *Ganoderma lucidum*. Otras especies con propiedades medicinales documentadas en informes históricos son *Amanita muscaria* utilizada en el pasado para tratar el reumatismo y restaurar la función de las glándulas secretoras, y el *Lycoperdon sp.*, utilizado como agente antihemorrágico (Mirónczuk-Chodakowskaa et al., 2021).

Históricamente, a partir de la década de 1970, los investigadores japoneses encontraron que los compuestos antitumorales en algunas especies de hongos eran polisacáridos cuya estructura básica era el β -glucano. Estos polisacáridos eran diferentes de los efectos carcinostáticos que se utilizan normalmente y se basaban en la mejora inmunológica en el huésped (Prodhan et al., 2015). Los hongos comestibles se utilizaron en civilizaciones antiguas por sus poderes curativos y para aumentar la longevidad humana, algunas poblaciones también sabían de sus efectos alucinógenos (Rop et al., 2009).

El hongo comestible se ha descrito como una fuente rica en proteínas, vitaminas, grasas, carbohidratos, minerales y propiedades saludables. Están clasificados como más ricos que

la mayoría de las fuentes de alimentos, excepto la carne, en términos de contenido de proteínas. Las setas tienen un alto y buen contenido de proteínas (20 - 40 %) en peso seco. También tienen alto contenido de fibras y bajo contenido de colesterol (Ishara et al., 2018).

Los hongos comestibles anteriormente llamados el “alimento de los dioses”, aparte de su valor nutricional, se les atribuye una amplia gama de propiedades que promueven la salud. Presentan propiedades antioxidantes, hipotensoras, hipocolesterolémicas e hipoglucemiantes, así como anticancerígenas, inmunomoduladoras, antivirales y bacteriostáticas (Prodhan et al., 2015; Mirónczuk-Chodakowskaa et al., 2021).

1.2 Hongo *Pholiota adiposa*

El hongo *Pholiota adiposa* o conocido de forma común como “escama negra” se encuentra dentro de la familia *Strophariaceae*. En la Figura 1, observamos que es de color amarillo marrón y en la humedad su textura se vuelve más viscosa, su píleo en la primera etapa de crecimiento tiene forma semi esférica y a medida que pasa el tiempo se torna aplanada. Dentro del género *Pholiota* hay especies venenosas y otras comestibles con propiedades medicinales como es el caso de la especie adiposa (Kim et al., 2015).

Figura 1. Especies del género *Pholiota*



Fuente: (Carrasco-González et al., 2017). En la figura podemos observar diferentes especies del género *Pholiota* (a) *Pholiota adiposa*; (b) *Pholiota astragalina*; (c) *Pholiota lenta*; (d) *Pholiota lubrica*; (e) *Pholiota multicingulata*; (f) *Pholiota squarrosa*; (g) *Pholiota squarrosoides*; (h) *Pholiota terrestres*.

Su región de crecimiento natural se encuentra dentro de Asia, Norteamérica y de forma artificial en países sudamericanos, donde su condición climática es de ambiente templado.

Crece en tocones de aquellos árboles de hoja ancha y además en ramas caídas durante la primavera y otoño. Específicamente en China, su popularidad nace a partir de sus propiedades medicinales por los polisacáridos presentes en los cuerpos fructíferos que le brindan particularidades anticancerígenas, antioxidantes y antibacterianas (Noh et al., 2014).

1.2.1. Composición química hongo fresco

En una investigación realizada por Kim et al., (2013) analizaron muestras del hongo *P. adiposa* cultivados en Corea del Sur, los cuales fueron previamente deshidratados y molidos. Los resultados que se obtuvieron están expuestos en la Tabla 1, respecto al contenido de proteínas en el hongo es del 3 %, hubo un gran contenido de fibra cruda y de polisacáridos lo que les otorga propiedades antibacterianas y antioxidantes. Además de su composición rica en proteínas, minerales, aminoácidos esenciales y vitaminas.

Tabla 1. Composición química del hongo *Pholiota adiposa* en polvo

Humedad	Ceniza	Lípidos	Proteína	Fibra	Carbohidratos
3,8±0,03	6,9±0,05	1,0±2,07	3,0±0,04	31,9±2,65	53,3±0,00

Fuente: (Kim et al., 2013)

Para dejar en evidencia que la composición química de los hongos en general puede variar dependiendo de la zona geográfica e incluso de las partes del hongo, se expone a continuación la investigación realizada por Rong et al. (2016) hecha en China en donde estudian la composición química de diferentes especies de *adiposa* cosechadas en distintas zonas de China. Por motivo de comparación en la Tabla 2, evidenciamos que el contenido de proteínas, carbohidratos, fibra, humedad, lípidos y carbohidratos tuvo un crecimiento notable en comparación con la especie *adiposa* cultivada en Corea del Sur, a excepción de las cenizas que se mantuvieron en el mismo rango en ambas investigaciones.

Tabla 2. Comparación de la composición química del hongo *Pholiota adiposa* de diferentes zonas de cultivo

Parámetros	JZB2116001	JZB2116003	JZB2116005	JZB2116006	JZB2116007
Humedad (g)	6,82±0,05	6,82±0,04	6,78±0,03	6,80±0,06	6,78±0,09
Cenizas (g)	6,12±0,03	6,20±0,12	7,44±0,19	7,36±0,15	6,60±0,12
Proteína (g)	21,90±0,14	23,20±0,30	27,20±0,11	26,60±0,80	23,20±0,42
Grasas (g)	2,10±0,01	1,70±0,05	2,30±0,01	1,90±0,03	2,40±0,13
Fibra (g)	30,50±0,23	31,10±0,58	30,50±0,81	27,40±0,82	27,70±0,78
Carbohidratos (g)	32,56±0,25	30,98±1,01	25,78±1,13	29,94±1,84	33,32±1,28
Energía (kcal)	298,16±1,53	294,64±1,92	293,92±2,02	298,92±5,05	303,83±2,01

Fuente: (Rong et al., 2016). En la tabla podemos observar muestra de diferentes zonas de cultivo del hongo *Pholiota adiposa*, (JZB2116001) Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences; (JZB2116003, JZB2116004) Lingshan Mentougou district, Beijing, China; (JZB2116005) Zizhuyuan park, Haidian district, Beijing, China; (JZB2116007) Beijing Vegetable Research Center.

1.2.2 Propiedades funcionales

La fama que se le ha atribuido al hongo *Pholiota adiposa* surge por su carácter comestible acompañado de grandes beneficios biológicos para la salud del ser humano. El carácter antitumoral de este hongo es proporcionado por la ingesta del cuerpo fructífero ya que es rico en sustancias bioactivas como polisacáridos, ácidos grasos polinsaturados, esteroides, lectinas, entre otras (Wang et al., 2022).

Otras de las propiedades funcionales de *P. adiposa* son la eliminación de los radicales libres y antihipertensivas que están enlazados de compuestos como aminoácidos, ergosteroles que se encuentran tanto en los micelios como en el cuerpo fructífero (Zou et al., 2019). Y también tiene una actividad antioxidante; esta se debe a la presencia de ácido ascórbico, nucleótidos, tiamina y ácidos orgánicos ayudando a la eliminación de los radicales hidroxilos y superóxido (Nie et al., 2012).

1.3 Hongo *Pleurotus ostreatus*

Este hongo perteneciente al grupo *Pleurotaceae*, es originario de China, aunque los métodos de su cultivo fueron desarrollados en Alemania, producto de la búsqueda de alternativas alimentarias por la crisis de hambruna ocasionada por la I Guerra Mundial. Actualmente, la seta *Pleurotus ostreatus* se cultiva alrededor del mundo, con excepción del noroeste del océano Pacífico por tener un clima ártico. Este hongo crece ya sea en madera muerta o en las ramas de árboles como el nogal, sauce y álamo (Piska et al., 2017).

Con respecto a su descripción física, podemos observar en la Figura 2, que son de color rosado o gris marrón, su tamaño oscila de 4 a 15 cm. Con respecto al clima óptimo de crecimiento es el invierno templado o primaveras cálidas ya que no crece en ambientes donde las temperaturas son bajas. Necesita de la luz solar para su desarrollo ya que se ha evidenciado que con acción de poca luz algunos de estos hongos no crecen o, si llegan hacerlo, son de tamaños pequeños. En cuanto a la parte sensorial, su olor resulta ser agríndice, lo que lo hace un alimento atractivo ya que en países como Eslovaquia lo usan como reemplazo de la carne (Piska et al., 2017).

Figura 2. Especies del género *Pleurotus*



Fuente: (Cunha & Pardo, 2017). En la figura podemos observar diferentes especies del género *Pleurotus*: (a) *Pleurotus ostreatus*, (b) *Pleurotus cornucopiae*, (c) *Pleurotus eryngii*.

Es un hongo con mucho apogeo en su consumo alimentario por su gran composición nutricional, además de importancia medicinal debido a que, dentro de su composición, contiene compuestos activos que brindan una gran cantidad de capacidades terapéuticas (Krishnamoorthy & Sankaran., 2014).

1.3.1 Composición química del *Pleurotus ostreatus*

Los hongos son considerados como un alimento de dieta por su baja capacidad calorífica y elevado porcentaje de agua. Las propiedades sensoriales que destacan es su característico olor que provoca una estimulación del apetito, esto es por la presencia de ciertos compuestos aromáticos como los alcoholes y los compuestos carbonílicos sumándose los aminoácidos y minerales. A escala mundial, el hongo *ostreatus* es el segundo hongo más importante con fines alimentarios (Krishnamoorthy & Sankaran., 2014).

Una investigación realizada por Krishnamoorthy & Sankaran (2014) describe la composición química del hongo *Pleurotus ostreatus*; cómo podemos observar en la Tabla 3 es una seta rica en proteínas, hidratos de carbonos, vitaminas, fibra, minerales y bajo en grasas, aunque su composición química va a depender de su origen, proceso de cultivo y extracción y de la parte de la seta que se consuma.

Tabla 3. Macronutrientes del hongo *Pleurotus ostreatus*

Nutrientes	Contenido (g/100g hongo seco)
Proteínas	17-42
Carbohidratos	37-48
Lípidos	0.5-5
Fibra	24-31
Minerales	4-10
Humedad	85-87%

Fuente: (Krishnamoorthy & Sankaran, 2014)

1.3.2 Calidad de contenido en proteína y aminoácidos del *Pleurotu ostreatus*

El contenido de proteínas de los hongos depende de la estructura genética de las especies y medio de cultivo, así mismo los aminoácidos poseen variaciones en cuanto a su contenido. En un estudio realizado por Duru (2018), sobre el contenido de aminoácidos en el hongo *Pleurotus ostreatus* tuvo como resultado que esta especie de seta contiene más contenido de aminoácidos no esenciales que esenciales. No obstante, el valor de aminoácidos esenciales de la muestra que estudiaron es superior al 1,7 g de aminoácidos esenciales que posee la clara de huevo, considerando al hongo como una buena fuente de

aminoácidos esenciales. El porcentaje de aminoácidos de cadena ramificada expuestos en la Tabla 4 superó el 10 % esperado del requerimiento energético esperado de las proteínas, lo que indica que el hongo *Pleurotus ostreatus* es una fuente rica en energía para el ser humano.

Tabla 4. Grupo de aminoácidos representados en (g/100 g proteína) y porcentaje (%)

Grupo de aminoácidos	(g/100 g proteína)	(%)
Aminoácidos no esenciales totales	34,46	57,49
Aminoácidos esenciales totales	24,98	41,67
Isoleucina		
Lisina		
Fenilalanina		
Histidina		
Treonina		
Aminoácidos neutrales	34,04	56,79
Aminoácidos ácidos	14,22	23,72
Aminoácidos básicos	6,96	11,61
Aminoácidos aromáticos	10,36	17,28
Aminoácidos azufrados	2,76	4,60
Aminoácidos de cadena ramificada	10,29	17,17

Fuente: (Duru et al., 2019)

Por la aportación rica en aminoácidos se considera al polvo de hongo *Pleurotus ostreatus* un producto que puede ser usado como suplemento para los cereales. Es por ello en la formulación de harinas compuestas por diferentes cereales y leguminosas se ha optado por adicionar polvo de hongo *P. ostreatus* para agregarle mayor valor nutritivo, ya que su adición compensa el contenido de lisina que es limitante en el trigo (García-González, 2023).

1.3.3 Propiedades funcionales del *Pleurotus ostreatus*

Los componentes bioactivos presentes en *Pleurotus ostreatus* le brinda propiedades funcionales características y de gran importancia para la salud del ser humano. Entre las propiedades más relevantes está la acción anticancerígena, antiinflamatoria, antioxidante,

antiviral, neurotógena, entre otras las cuales son posibles por la presencia de diferentes compuestos bioactivos expuestos en la Tabla 5 (Carrasco-González et al., 2017).

Tabla 5. Compuestos bioactivos del hongo *Pleurotus ostreatus* y sus capacidades bioactivas

Micoquímicos y bioactivos	Bioactividades de extractos crudos
Polisacáridos	Antimicrobial Anticancerígena Anti-inflamatoria Antioxidante Antiviral
Terpenoides	Antimicrobial Anticancerígena Anti-inflamatoria Antioxidante
Compuestos fenólicos	Antimicrobial Anticancerígena Antioxidante
Lectinas	Anticancerígena Antiviral Citoprotectora
Péptidos	Antimicrobial Antiviral Antihipertensiva
Enzimas	Antimicrobial Anticancerígena Antiviral
Lovastatina	Antioxidante
Glucoproteínas	Anticancerígena
Ergotioneína	Antioxidante
Pleurona	Anti envejecimiento

Fuente: (Carrasco-González et al., 2017)

Una investigación realizada en humanos comprobó que la adición de este hongo en forma de polvo en una sopa de tomate tuvo un impacto positivo en la salud de las personas. Para dicho estudio se evaluó a dos grupos de personas. Durante tres semanas el primer grupo comió sopa de tomate sin ninguna alteración en la formulación, mientras que el segundo grupo comió sopa de tomate con una adición de 30 g de polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*. Se obtuvo como resultados que los niveles de triacilglicéridos del segundo grupo habían reducido en comparación con el grupo que solo ingirió sopa de tomate (Carrasco-González et al., 2017).

1.4. Polvo de hongo *Pleurotus ostreatus*

1.4.1 Uso del polvo de hongo

Los hongos en estado fresco deben consumirse rápidamente por ser fácilmente perecibles, teniendo una vida útil entre 24 a 48 h a una temperatura ambiente. Por estos inconvenientes, que en su momento limitaban el aprovechamiento total de las propiedades que brindan estos alimentos, actualmente se aplica el método de conservación por secado, lo que ha facilitado su uso como ingrediente en productos como pastelería, panadería, salsas entre otros. Los métodos de secado para estos hongos que comúnmente son usados por las industrias son por medio de aire caliente, liofilización, deshidratación, microondas, bomba de calor al vacío o de infrarrojo. En cualquier método que se utilice es importante considerar la temperatura y tiempo de secado (Salehi, 2019).

Se ha usado el hongo *Pleurotus ostreatus* tanto fresco, deshidratado o en polvo como parte de los ingredientes en productos alimenticios para incrementar la valoración nutricional de los mismos. En el caso de harinas, se ha sustituido del 5 al 10 % de la harina de trigo por el polvo de este hongo para la elaboración de galletas y fideos, logrando incrementar el contenido de fibra, minerales y proteínas (Baltacıoğlu et al., 2020).

En productos de panadería, yogur, jugos y emulsiones de carne, la adición del hongo en polvo mejoró los atributos organolépticos y sus cualidades reológicas. En varios productos se añadió como ingrediente nuevo en la formulación para mejorar sus propiedades funcionales, buscando promover la salud del consumidor (Piskov et al., 2022). En productos como la pasta se evidenció un incremento de su propiedad antioxidante al añadir este hongo en su formulación (Wang et al., 2020). En el caso del

pan, hubo una disminución del índice glucémico al agregar este hongo en su composición (Losoya-Sifuentes et al., 2021).

1.4.2 Propiedades del polvo de hongo

En un estudio realizado por Cruz et al. (2018) sobre las propiedades funcionales de harinas de trigo sustituidas por polvo de tres cepas diferentes de *P. ostreatus* se encontró que harina compuesta por el polvo de los hongos presentó un alto valor de capacidad de absorción de agua en comparación con la harina de trigo, presentándose como mejor opción de uso en productos de panadería y cárnicos. Otra propiedad evaluada fue la capacidad de absorción de aceite, la harina de trigo obtuvo el mejor porcentaje mientras que las harinas compuestas presentaron los valores más altos. Esta propiedad es muy importante en la tecnología de alimentos ya que al presentar valores altos permitirá una mejor retención del sabor, vida útil y palatabilidad en panes, cárnicos y sopas. En el caso de harinas, es importante porque brinda estabilidad durante su almacenamiento, fomentando la unión de los sabores y previniendo así la rancidez oxidativa. Los resultados experimentales indican que las harinas de *P. ostreatus* pueden ser utilizados por la industria alimentaria en formulaciones de productos alimenticios cuando se requieren propiedades espumantes, formadoras de gel o emulsionantes.

1.4.3 Valor nutricional

P. ostreatus se ha utilizado para enriquecer productos funcionales de valor agregado en términos de proteína, fibra cruda, β -glucano, para disminuir el índice glucémico y para aumentar las actividades biológicas como el efecto antioxidante o para reemplazar los ingredientes principales, como carne, grasa, sal, nitrito, y harina. Los hongos ostra se pueden utilizar para la producción de alimentos funcionales con una influencia significativa en la salud humana. La harina de *Pleurotus* se utiliza como aditivo de productos elaborados a base de cereales, tales como: panes, pasteles, fideos, tortillas, etc., debido a que aumenta el contenido de proteína y fibra. Cuando el aditivo de hongos ostra no supera el 10%, no tiene un efecto negativo en la evaluación sensorial de los productos (Bulam et al., 2022). Los productos de pastelería y panadería son consumidos a nivel mundial y la fortificación de estos alimentos con diferentes nutrientes como proteínas o vitaminas se ha ido logrando con la adición de diversas fuentes ricas en nutrientes. Tal es el caso de la adición de polvo de hongos, por motivo de su valor nutricional se ha logrado

cambios en las propiedades fisicoquímicas de estos productos (Salehi, 2019). En la Tabla 6 se expone la composición química y el valor energético del polvo de hongo *Pleurotus ostreatus*.

Tabla 6. Composición química y valor energético del polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*

Composición química	g/100 g
Humedad (%)	5,6±0,2
Ceniza	9,9±0,2
Grasa cruda	1,9±0,1
Proteína cruda	22,3±1,4
Carbohidratos	60,3±0,7
Fibra cruda	5,5±0,4
Valor energético (kcal/100g)	347,5±2,1

Fuente: (Losoya-Sifuentes et al., 2022)

El análisis proximal mostró que el polvo de *P. ostreatus* contiene una cantidad baja de humedad (5,6 g) y grasa (1,9 g), pero altos niveles en proteínas (22,3 %), carbohidratos (60,3 %) y ceniza (9,9 %), resultando un poder calorífico de 347,5 kcal/g. El polvo de *P. ostreatus* tiene un alto contenido de fibra dietética, por lo que se puede utilizar como un ingrediente que puede reemplazar fuentes tradicionales de fibra dietética en la elaboración de productos dietéticos ricos en fibra para la salud (Losoya-Sifuentes et al., 2021).

Tabla 7. Contenido de minerales del polvo de hongo *Pleurotus ostreatus* (mg/100 g)

Minerales	mg/100g
Calcio (Ca)	35,9
Hierro (Fe)	55,54
Zinc (Zn)	26,56
Magnesio (Mg)	16,39
Manganeso (Mn)	2,85
Selenio (Se)	0,011
Arsénico (As)	0,1

Fuente: (Salehi, 2019)

En la Tabla 7 se presenta la evaluación del contenido mineral del hongo *P. ostreatus* los datos del estudio sugieren que un alimento rico en minerales, evidenciando un mayor valor en el contenido de hierro, calcio y zinc.





1.5 Los β -glucanos

1.5.1 Características y estructura

Entre las fibras dietéticas, los β -glucanos son polisacáridos naturales y sin almidón compuestos por monómeros de D-glucosa unidos por enlaces β -glucosídicos (Sengul & Ufuk, 2022). Naturalmente se encuentran en las paredes celulares de algunas fuentes como algas, hongos, cereales, levaduras y bacterias. Los β -glucanos exhiben diferencias significativas en su estructura macromolecular según sus fuentes (Mykhalevych et al., 2022).

En general, los beta-glucanos tienen unidades de D-glucosa con enlaces β -1,3, pero los beta-glucanos de cereales contienen enlaces β -1,3 y β -1,4 (Figura 3). Como se observa en la Figura 3, el β -glucano de levadura y hongo contiene ramificación larga β -1,6 y β -1,6 corta respectivamente, mientras que el beta-glucano bacteriano no tiene ramificación (Seo et al., 2019).

Figura 3. La estructura y descripción de cuatro tipos de beta-glucanos.

Tipo de β -glucano	Estructura	Descripción
<i>Bacteriano</i>		<i>Lineal</i> β -1,3-glucano (ej. <i>Euglena gracilist</i>)
<i>Hongos</i>		<i>Corto</i> β -1,6 ramificado β -1,3-glucano (ej. <i>Schizophyllum commune</i>)
<i>Levadura</i>		<i>Largo</i> β -1,6 ramificado β -1,3-glucano (ej. Levadura negra)
<i>Cereal</i>		<i>Lineal</i> β -1,3 / 1,4-glucano (ej. Cebada)

Fuente: (Seo et al., 2019)

La concentración de β -glucanos oscila entre 15.321 g/100 g M.S. en *P. eryngii* a 24.230 g / 100 g M.S. en *P. ostreatus*. Los β -glucanos también se pueden encontrar en el micelio

de los hongos ostra (Golak-Siwulska et al., 2018). Los niveles promedio de β -glucanos en algunas especies de hongos de ostras se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Contenido promedio de β -glucano y porcentajes de fracciones solubles e insolubles en agua en algunos miembros del género *Oyster* (*Pleurotus spp.*)

Nombre latino del hongo	Contenido de β -glucanos mg.100/g DM)	% de β -glucanos hidrosolubles	% de β -glucanos insolubles en agua
<i>Pleurotus ostreatus</i>	38	37.8%	62.2%
<i>Pleurotus eryngii</i>	38	16.8%	83.2%
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	53	18.7%	81.3%

Fuente: (Rop et al., 2009)

Según Rop et al. (2009), además de variar según la especie, el contenido de β -glucanos puede verse influenciado por otros factores, particularmente las condiciones de crecimiento de los hongos. Los niveles más altos de polisacáridos solubles en agua se pueden encontrar en basidiomicetos cultivados en un sustrato con una relación C/N de 40:1. El contenido de β -glucano también depende del grado de madurez del cuerpo fructífero. Entonces, por ejemplo, los champiñones muestran los niveles más altos de estos compuestos inmediatamente antes del período en el que las esporas comienzan a madurar.

El pleuran es uno de los polímeros de glucosa más importantes y pertenece al grupo (β -(1,3/1,6)-D-glucano. Al igual que otros polímeros de hexosa, tiene la fórmula química general de $(C_6H_{10}O_5)_n$. Este tipo de biopolímero es producido naturalmente por un tipo específico de hongo llamado *Pleurotus ostreatus*. (Maftoun et al., 2013).

1.5.2 Propiedades funcionales de los β -glucanos

Las setas u hongos contienen una gran variedad de biomoléculas con efectos nutricionales y medicinales, además son reconocidos también como alimentos funcionales por sus compuestos bioactivos que ofrecen diversos impactos beneficiosos para la salud humana. Uno de estos potentes componentes es el β -glucano (Zhu et al., 2015).

Según Mafloun et al. (2013), las propiedades inmunomoduladoras y anticancerígenas del pleuran se han verificado utilizando diferentes tipos de células cancerosas. Induce un

efecto antiproliferativo y proapoptótico en las células de cáncer de colon. Posee también un fuerte efecto inhibidor del crecimiento de hasta el 95% en las células cancerosas Sarcoma 180 utilizando un modelo de ratones en un estudio in vitro. Además, pleuran también mostró efectos antilipoperoxidativos, antivirales, antioxidantes y estimuladores de queratinocitos en diferentes modelos animales. Más recientemente, además de las propiedades bioterapéuticas comunes de pleuran, este polisacárido también mostró una aplicación potencial en las industrias nutraceuticas debido a sus altas propiedades prebióticas.

1.5.3 Extracción de β glucanos

La eficiencia de la producción de β -glucano en cada método de extracción se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9. Eficiencia de rendimiento promedio de β -glucano basada en el método de extracción

Método de extracción	Eficiencia (%)
Agua caliente	3,0
Acido-base	20,5
Alcalino caliente	7,0

Fuente: (Rajabzadeh-Shandiz et al., 2019)

1.6 Galletas

1.6.1 Definición y clasificación

La galleta es uno de los productos de panadería más popular en todo el mundo, con un alto contenido de carbohidratos, grasas y calorías, pero bajo contenido de fibra, vitaminas y minerales, lo que lo hace poco saludable para el uso diario. Generalmente se consumen con té, se usan como alimento de destete para bebés y también como refrigerio para los niños que van a la escuela y que a menudo tienen bajo peso. Debido a su aceptabilidad en todos los grupos de edad, mayor vida útil, mejor sabor y su posición como bocadillos, se considera un buen producto para la fortificación de proteínas y otras mejoras nutricionales (Prodhan et al., 2015; Saleh et al., 2018).

Las galletas, ya sean dulces “cookies” y saladas “crackers” son tentempiés pequeños, de cereal horneados (Morais et al., 2018). La composición principal de la galleta es harina de trigo que tiene alta energía en baja calidad, es deficiente en varios nutrientes, incluidas vitaminas, minerales y fibra dietética. La harina de trigo también carece de aminoácidos esenciales como la lisina, el triptófano (Prodhan et al., 2015). El interés del mercado por los alimentos sin gluten va en aumento. La harina de trigo de la galleta se puede cambiar por cereales sin gluten, como maíz o arroz (Fathonah et al., 2020).

Aunque las galletas varían en sus formas, tamaños y composición, los tres ingredientes principales son siempre harina, azúcar y grasa (mantequilla o manteca vegetal). Las galletas comerciales normalmente constituyen el 50 % de las calorías provenientes de grasas y carbohidratos, con más de 400 calorías por 100 g en galletas simples (Klunklin & Savage, 2018). Pueden tener cobertura, relleno, formato y textura variada. Las galletas se pueden clasificar según el ingrediente que las caracterice o la presentación. La calidad de la galleta está relacionada con el sabor, la textura, la apariencia y otros factores que dependen de las interacciones entre varios ingredientes y condiciones de procesamiento (Morais et al., 2018).

1.6.1.1 Galletas sugar-snap

La *sugar-snap cookie* es un tipo particular de galleta con altos niveles de grasa y azúcar y bajos niveles de agua caracterizada por un desarrollo limitado de la red de gluten. Además, debido al contenido insuficiente de agua de la masa para galletas, la mayor parte de los gránulos de almidón no se gelatinizan durante el proceso de cocción de las galletas. En general, la harina de trigo blando, que se caracteriza por un bajo contenido de proteína y una fuerza de gluten débil, es la preferida en la elaboración de galletas *sugar-snap* ya que dan lugar a galletas con mayor extensión y tiempo de fraguado en el proceso de horneado (Mancebo et al., 2015).

1.6.3 Galletas en la industria

Los cuatro procesos principales para hacer galletas son el mezclado, cortado, horneado y empaquetado. A medida que se mezcla la masa, las moléculas de proteína forman largas hebras de gluten que dan como resultado una red elástica, posteriormente la masa se hace en diferentes formas y tamaños. El horneado es un proceso muy importante para

conseguir galletas de buena calidad debido a que la temperatura afecta la pérdida de humedad durante el horneado, lo que juega un papel importante para lograr una buena textura y estructura de las galletas. Hornear también altera el color de la superficie de la galleta dándole ese color dorado que puede ser causado por tres procesos principales: caramelización de azúcares, dextrinización de almidón y la reacción de Maillard en azúcares reductores y aminoácidos, asociados a la producción de galletas. Estos procesos ocurren cuando la superficie de la galleta ya está seca y la temperatura es alta (superior a 100 °C). La selección y el manejo de los materiales utilizados para envasar las galletas son cruciales para la vida útil y la calidad de los productos finales (Klunklin & Savage, 2018).

1.6.4 Requisitos de las galletas según normativas

Los requisitos bromatológicos que deben de satisfacer las galletas son los que se especifican en la Tabla 10.

Tabla 10. Requisitos bromatológicos para galletas

Requisitos	Mínimo	Máximo
pH en solución acuosa al 10 %	5,5	9,5
Proteína (%; %N × 5,7)	3,0	--
Humedad %	--	10,0

Fuente: (INEN 2085, 2005)

1.6.5 Ingredientes en la elaboración de galletas

1.6.5.1 Harina de arroz

El uso de harina de arroz para hornear es popular hoy en día debido a su bajo costo y disponibilidad. Además, la molienda de granos de arroz partidos en harina es un método para agregar valor a los granos dañados (Bolarinwa et al., 2018).

La harina de arroz no contiene gluten y es útil como alternativa a la harina de trigo, que contiene gluten que puede causar la enfermedad celíaca en personas susceptibles. Por lo tanto, la harina de arroz se ha utilizado como ingrediente para hacer galletas saladas sin gluten, para hacer pasteles de arroz y como reemplazo de la harina de trigo en los fideos (Klunklin & Savage, 2018). Esta harina proporciona un sabor suave, alto porcentaje de

digestibilidad, tiene propiedades hipoalergénicas y su color blanquecino (Rodríguez-Carbajo, 2014).

Según Mancebo et al. (2015), el oscurecimiento de las galletas puede tener un efecto positivo, ya que las galletas hechas con harina de arroz suelen tener un color más claro que las galletas hechas con harina de trigo.

1.6.5.2 Polvo de hongo

Actualmente, el polvo de hongos se usa ampliamente como ingrediente sustituto en algunos productos de panadería y pastelería por su fácil incorporación en la mezcla con otros ingredientes. Además, que no altera las propiedades sensoriales características de los productos como son el color, sabor, aroma y textura. Otra cualidad que brinda la incorporación del polvo de hongos es la mejora en el atributo nutricional al ser una fuente rica en proteínas, vitaminas, minerales y otros componentes bioactivos (Lu, 2018).

1.6.5.3 Almidón de maíz

El almidón de maíz es uno de los aditivos más utilizados en la industria alimentaria por su propiedad aglutinante, ligante, estabilizador de espumas, enturbiantes, gelificante y espesante (Ordoñez & Mantilla, 2019).

Al someterlo al calor, las cadenas moleculares se comienzan a desenredar ligándose con otras cadenas y como producto de ello la masa se logra espesar. La influencia específica del almidón en las galletas es afectar su expansión debido que el almidón dañado permite absorber más cantidad de agua aumentando así la viscosidad de la masa, mientras que la proporción de almidón soluble incrementa la viscosidad, pero en la fase acuosa (Rodríguez-Carbajo, 2014). Por estas propiedades, se han comenzado a usar los almidones como sustitutos de la harina de trigo y de productos lácteos en productos de galletería (Ordoñez & Mantilla, 2019).

1.6.5.4 Azúcar

El azúcar se usa comúnmente como edulcorante, pero también cumple varias propiedades funcionales en el procesamiento de alimentos, como el sabor, el color y la textura de la masa. Por encima de los 160 °C, se produce una serie compleja de reacciones de dorado en las que interviene el azúcar, lo que hace que los productos horneados desarrollen una

costra marrón. Este fenómeno se conoce como reacción de Maillard (Klunklin & Savage, 2018).

El azúcar tiene la función de proporcionarle dulzura a las galletas, ejerce un efecto positivo en la textura y disminuir la viscosidad de la masa. Durante el horneado, el azúcar no disuelto se disuelve progresivamente y, por lo tanto, contribuye a la extensión de las galletas. Otros parámetros que están influenciados por el azúcar incluyen la dureza de la galleta, el carácter de crujiente, el color y el volumen. Al batir el azúcar junto con la grasa se logra incorporar aire en la masa, lo que lleva a una mejor expansión de las galletas, mayor crujencia y volumen, otorgándole además un color más atractivo (Rodríguez-Carbajo, 2014).

1.6.5.5 Bicarbonato de sodio

El bicarbonato de sodio (NaHCO_3) reacciona con otros componentes para liberar dióxido de carbono (CO_2) que ayuda a la masa a elevarse, dándole volumen, haciéndola ligera, porosa y textura suave a la galleta (Misra & Tiguari, 2014).

1.7 Mezcla seca de panadería

La mezcla seca de panadería se considera como un producto que se elabora a partir de ingredientes secos, como son derivados de cereales, aditivos y otros ingredientes que deben ser anteriormente reconstituido por grasa animal o vegetal, leche, huevo, agua etc., para posteriormente exponerse a tratamientos mecánicos y térmicos (INEN 3084, 2018).

1.7.1 Requisitos de humedad en mezcla seca de panadería

Tabla 11. Humedad para mezclas secas de panadería

Requisito	Unidad	Máximo
Humedad	g/100g	14,5

Fuente: (INEN 3084, 2018)

1.7.2 Requisitos microbiológicos para mezclas secas de panadería

Las mezclas secas de panadería deben de cumplir con los requisitos estipulados en la normativa NTE INEN 3084 (2018) que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Parámetros microbiológicos para mezclas secas de panadería

Requisito	Unidad	Límite de aceptación
<i>E. coli</i>	NMP/cm ³	<10
<i>Salmonella</i>	UFC/ 25 g	Ausencia

Fuente: (INEN 3084, 2018)

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación de investigación

La parte práctica de este trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Biotecnología que se encuentra en la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, provincia de El Oro, Ecuador.

2.2 Materia prima

Los hongos *Pholiota adiposa* y *Pleurotus ostreatus* se compraron en una granja dedicada a la producción de hongos medicinales y comestibles “The Fungus Garden” ubicada en la parroquia Calacalí, Quito, Ecuador. Además, se utilizaron la harina de arroz “La Pastora”, almidón de maíz “Supermaxi”, bicarbonato de sodio “Easy”, azúcar refinada “San Carlos”, margarina “Imperial” y agua purificada “Pure Water”.

2.3 Preparación de la muestra

Al recibir la materia prima se procedió a seleccionar aquellos hongos frescos que no tuvieron ningún daño físico, sensorial o de descomposición. Posteriormente, se efectuó un lavado de inmersión repetida en agua potable para remover residuo de suciedad o contaminante; finalizando esta etapa se sumergió a los hongos en agua clorada (5 ppm) durante 10 segundos (Salas de la Torre et al., 2003).

Antes de proceder a la deshidratación de los hongos, estos fueron laminados cuidando que el grosor oscile entre 2 a 3 mm para facilitar la deshidratación. Según Salas de la Torre et al. (2003) el mejor método para inactivar enzimas y no alterar el color y sabor es realizando un tratamiento químico, que consiste en que los hongos ya troceados sean inmersos en una solución de ácido cítrico (3 % peso). Transcurrido este proceso, se escurrieron los hongos colocándolos sobre paños, minimizando así el tiempo de secado. Para minimizar lo mayor posible el contenido de humedad, las muestras fueron llevadas a la estufa de marca Memmert modelo VN6400 (45-55 °C) hasta lograr una humedad del 9-10 %. Terminado el secado, se efectuó la molienda usando un mortero y se tamizó en una malla de 210 µm. El polvo de los hongos se almacenó en dos fundas *doy pack* de

aluminio con cierre hermético en congelación y con acceso reducido a la luz hasta su posterior uso.

2.4 Obtención de β -glucanos

Se pesaron 10 g de los cuerpos fructíferos en polvo de cada hongo en vasos de precipitación de 250 ml. Se realizó un pretratamiento de la muestra agregando 100 ml de etanol al 95 % durante 24 h a temperatura ambiente. Se procedió a filtrar con papel de filtro Whatman 125 μ m, desechando el etanol (Nonting et al., 2021). Este procedimiento se realizó por triplicado por cada especie de hongo.

2.4.1 Extracción en agua caliente

Se utilizó agua destilada como disolvente llevando una relación sólido-líquido (33,3 g/L). Se pesaron 300,3 ml de agua destilada en vasos de precipitación de 500 ml (Morales et al., 2018). Se llevaron las muestras tapadas con papel aluminio a autoclavar a 121 °C durante 60 min donde se efectuó la extracción acuosa; posteriormente, se filtró utilizando papel filtro Whatman 125 μ m y se apartó el residuo sólido (Díaz-Talamantes et al., 2022).

2.4.2 Extracción alcalina

Al residuo recuperado de la extracción acuosa, se le adicionaron 10 volúmenes de una solución de 0,2 M de hidróxido de sodio (NaOH) con 0,01M de Borohidruro de sodio (NaBH_4). La disolución se calentó a 80 °C y se agitó durante 4 horas en un agitador de laboratorio magnético con regulador de temperatura. Se ajustó el pH de la muestra a 7 usando ácido acético con la ayuda de un pH metro marca Starter 5000. Finalmente, se filtró usando papel filtro Whatman 125 μ m y se procedió a reservar el filtrado (Díaz-Talamantes et al., 2022).

2.4.3 Purificación

Al sobrenadante obtenido en la extracción alcalina se le añadieron 3 volúmenes de etanol frío a -4 °C (1:3 v/v) dejando reposar por 4 horas a temperatura ambiente para lograr la precipitación de los polisacáridos. Se recuperan los precipitados desechando el etanol y manteniendo un volumen de 100ml, para luego congelarlos a una temperatura de -2 °C, seguidamente se descongelaron a temperatura ambiente, dejando que llegue a una temperatura de 15 °C permitiendo la eliminación de residuos de solución de NaOH del

sobrenadante. Se procede a precipitar en una centrífuga de marca Clay Adams a una velocidad de 8000 rpm por un tiempo de 15 minutos y manteniendo la temperatura a 15 °C. El precipitado se coloca en cajas petri llevando a secar en la estufa (marca Memmert) a 50 °C por 2 horas (Díaz-Talamantes et al., 2022).

2.4.4 Medición de la eficiencia de extracción

Los betaglucanos ya deshidratados se proceden a pesar en una balanza analítica (marca Rice Lake) para calcular la eficiencia de extracción, utilizando la ecuación propuesta por Rajabzadeh Shandiz et al. (2020):

$$\text{Eficiencia de extracción} = \frac{\text{peso seco de } \beta\text{-glucano extraído (g)}}{\text{polvo de champiñon consumido (g)}} \times 100 \quad \text{Ec. 1}$$

2.5 Determinación de propiedades funcionales de mezcla de harinas

2.5.1 Capacidad de absorción de grasa

Las diferentes mezclas de harina de arroz, almidón de maíz y polvo de hongo, se caracterizaron analizando algunas de sus propiedades funcionales.

La capacidad de absorción de grasa (*Fat absorption capacity*, FAC) se evaluó por triplicado utilizando el procedimiento de Ishara et al. (2018). Usando una balanza analítica marca Rice Lake, se pesó (0,3 g) de la muestra, luego se mezcló con aceite de maíz (3 ml) en un tubo de centrifugación graduado de 10 ml previamente pesado durante 1 min. Después de centrifugar a 2060 rpm durante 30 min en una centrifuga marca Clay Adams, se descartó el sobrenadante y se volvieron a pesar los tubos. El % FAC se expresó mediante la siguiente ecuación:

$$FAC(\%) = \frac{\text{peso de la muestra} + \text{aceite}}{\text{peso de la muestra}} \times 100 \quad \text{Ec. 2}$$

2.5.2 Capacidad de hinchamiento

La capacidad de hinchamiento (*Swelling capacity*, SC) se determinó por triplicado siguiendo la metodología de Ishara et al. (2018). Se midieron 2,5 g de la muestra en un tubo de centrifuga de 50 ml; se añadió exceso de agua (30 ml) y se mezcló hasta alcanzar la homogeneidad. A continuación, se dejó reposar la mezcla durante 24 h y se midió el volumen final (Vf) ocupado por la muestra. El SC se obtendrá de la siguiente manera:

$$SC = \frac{Vf(ml)}{\text{peso de la muestra (g)}} \quad \text{Ec. 3}$$

2.6.3 Capacidad de absorción de agua

La capacidad de absorción de agua (*Water Absorption Capacity*, WAC) se expresa como la máxima cantidad de agua que se puede absorber en presencia de un exceso de agua, con un tiempo de hidratación inferior a 1 h y después de haber sido sometido a una fuerza externa. La WAC se determinó siguiendo la metodología de Ishara et al. (2018). Se pesaron 0,5g de muestra en un tubo de ensayo y se agregó un exceso de agua (10 ml). La mezcla se agitó y se dejó hidratar durante 30 min. Después de la centrifugación a 1650 rpm durante 10 minutos, la mezcla se dejó sedimentar para separar el sobrenadante. Finalmente se pesó el sedimento. El WAC se calculó de la siguiente manera:

$$WAC = \frac{\text{peso de sedimento (g)} - \text{peso de la muestra (g)}}{\text{peso de la muestra (g)}} \quad \text{Ec. 4}$$

2.6.4 Capacidad de retención de agua e índice de solubilidad en agua (SOL%)

La capacidad de retención de agua (*Water retention capacity*, WRC) es la cantidad de agua retenida en condiciones de hidratación durante períodos prolongados y sometida a una fuerza externa. El índice de solubilidad en agua (*Water solubility index*, SOL%) se expresa como el porcentaje de la fracción soluble de la muestra en presencia de agua en exceso, y se calcula indirectamente. Se determinaron utilizando el método de Ishara et al. (2018). Se pesó 1 g de la muestra y se agregaron 30 ml de agua destilada. La mezcla se agitó y se dejó hidratar durante 24 h. Posteriormente, la mezcla se centrifugó a 2000 rpm durante 30 min en una centrifuga marca Corning LSE. Luego se separó el sobrenadante y se pesó el sedimento hidratado. Posteriormente, este sedimento se transfirió a un plato de aluminio y se secó a 105 °C durante 6 h, y luego se pesó el sedimento seco. El WRC se calculó de la siguiente manera:

$$WRC = \frac{\text{peso del sedimento hidratado (g)} - \text{peso del sedimento seco (g)}}{\text{Peso del sedimento seco (g)}} \quad \text{Ec. 5}$$

$$SOL\% = \frac{\text{peso de la muestra (g)} - \text{peso del sedimento seco (g)}}{\text{Peso del sedimento seco (g)}} \times 100 \quad \text{Ec. 6}$$

2.7 Rendimiento en polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*

Para la determinación del rendimiento del polvo del hongo se hizo un pesaje de la materia prima al inicio y al final del proceso de secado:

$$\%R = \frac{W_i}{W_f} \times 100 \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

%R= rendimiento en polvo de hongo

W_i = peso inicial del hongo

W_f = peso final polvo de hongo

2.8 Planteamiento del diseño de mezcla de la harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz

Para la presente investigación se utilizó el programa estadístico Minitab versión 21.3 para obtener las diferentes formulaciones (Tabla 13), se aplicó un diseño de mezcla donde las variables independientes fueron los porcentajes de harina de arroz (H), almidón de maíz (A) y polvo del hongo *Pleurotus ostreatus* (PO).

Tabla 13. Diseño de mezcla de la harina de arroz, almidón de maíz y polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*

Tratamientos	H (%)	A (%)	PO (%)
T ₀	100	0	0
T ₁	80	15	5
T ₂	70	15	15
T ₃	90	5	5
T ₄	80	5	15
T ₅	80	10	10
T ₆	80	12,5	7,5
T ₇	75	12,5	12,5
T ₈	85	7,5	7,5
T ₉	80	7,5	12,5

Fuente: Minitab versión 21.3

2.9 Formulación de la mezcla seca de panadería

Para la selección de las siguientes formulaciones (Tabla 14) se realizó un previo cálculo de sus propiedades funcionales, las cuales fueron escogidas por presentar mayor similitud en cuanto a la comparación con las propiedades funcionales de las harinas de arroz y trigo. Posterior a este paso, se tomó el conjunto de las cantidades de la harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz como el 100 %, a la cual se le agregaron el azúcar (41,38 %) y bicarbonato de sodio (1,19%) como valores constantes.

Tabla 14. Formulación de la mezcla seca para panadería

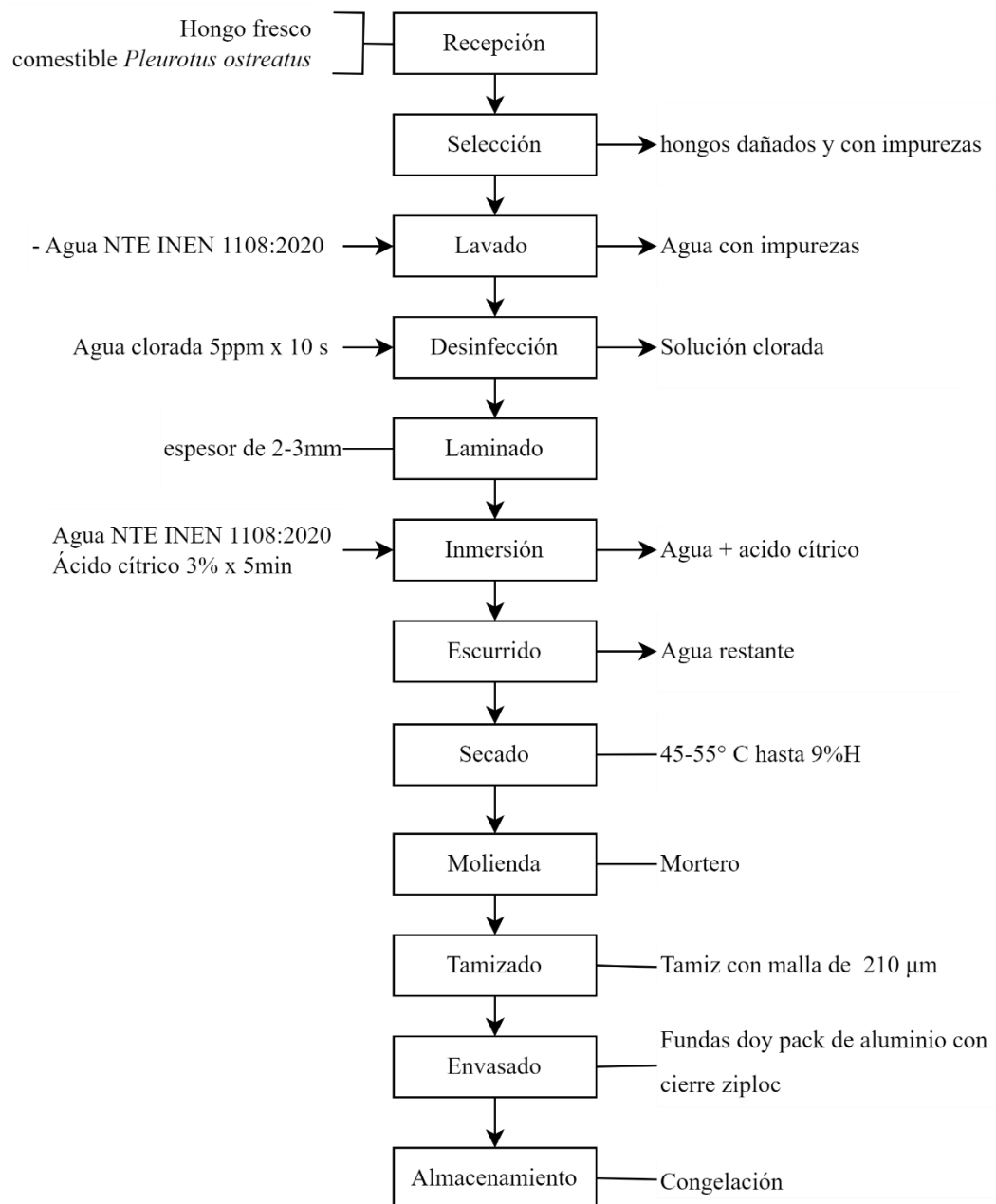
Formulación	Harina de arroz (%)	Polvo de hongo (%)	Almidón de maíz (%)	Azúcar (%)	Bicarbonato de sodio (%)
F ₁ (125)	100	0	0	41,38	1,19
F ₂ (715)	70	15	15	41,38	1,19
F ₃ (851)	85	10	5	41,38	1,19
F ₄ (550)	85	5	10	41,38	1,19

Fuente: Elaboración propia

2.10 Diagrama de flujo del polvo de hongo

La obtención del polvo del hongo *Pleurotus ostreatus* se obtuvo mediante el siguiente procedimiento.

Figura 4. Diagrama de flujo del polvo de hongo *Pleurotus ostreatus*



Fuente: Elaboración propia

2.10.1 Descripción de la obtención del polvo de hongo

Recepción: En esta etapa previo a su ingreso se verifico que los hongos cumplan con la Normativa establecida para los Hongos Comestibles y sus productos (INEN 2719, 2013), que enfatiza que los hongos deben estar sanos, firmes, limpios conservando su olor y sabor característico de la especie.

Selección: Se corrobora el estado de la materia prima, apartando los hongos que presentan deterioro producto de la manipulación postcosecha o por traslado.

Lavado: Se colocaron los hongos en un recipiente para efectuar el lavado con agua potable por el método de inmersión. Con este proceso se logra eliminar cualquier partícula de tierra o residuos orgánicos.

Desinfección: Para esta etapa se prepara una solución de agua con cloro a 5 ppm. La materia prima se sumerge en esta solución durante 10 segundos eliminando así todo residuo aún presente en los hongos.

Laminado: Esta etapa tiene como objetivo facilitar el secado de los hongos, por lo que de forma manual y con el uso de un cuchillo se laminaron los hongos dejándolos con un grosor de 2-3 mm.

Inmersión: Con el propósito de evitar el pardeamiento de los hongos laminados durante el secado de los mismos, se procedió a preparar una solución con ácido cítrico al 3 %. Una vez obtenida la solución se introdujeron las muestras mediante inmersión por un tiempo de 5 minutos.

Ecurrido: Para escurrir las muestras, se usó bandejas de malla plástica con el objetivo de eliminar la solución excedente y así disminuir el tiempo de secado.

Secado: Las muestras se colocaron en bandejas de acero inoxidable. Este proceso se llevó a cabo mediante el uso de una estufa, que previamente fue ajustada con las condiciones de secado, o sea, temperatura de 45-55 ° C. Una vez la estufa haya alcanzado esa temperatura interna se colocaron las bandejas junto con las muestras. El tiempo de secado fue definido hasta que la muestra alcanzara el 9 % de humedad.

Molienda: Para facilitar el proceso de tamizado, se procedieron a triturar las muestras deshidratadas usando un mortero para reducir así su tamaño.

Tamizado: Terminado el proceso de molienda, las muestras fueron tamizadas en una malla de 0,210 μm .

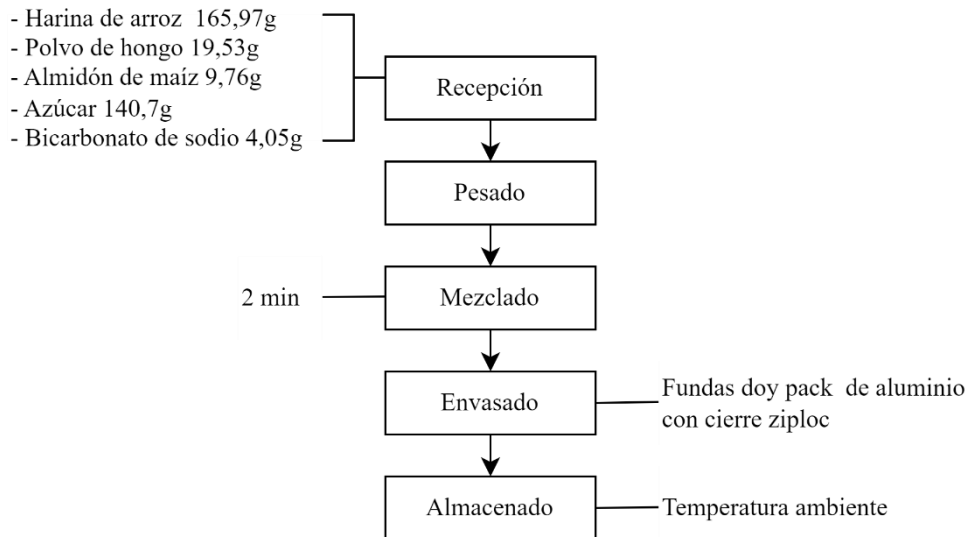
Envasado: El producto de polvo de hongo seco obtenido se envaso en fundas Doypack de aluminio con cierre hermético.

Almacenamiento: El producto final se almacena en temperaturas de congelación.

2.11. Diagrama de flujo de la mezcla seca

La mezcla seca de panadería se elaboró mediante el siguiente procedimiento:

Figura 5. Diagrama de flujo de la mezcla seca para panadería



Fuente: Elaboración propia

2.11.1 Descripción de la obtención mezcla seca de panadería

Recepción: En la etapa de ingreso de los ingredientes se verificó la inocuidad de estos.

Pesado: Para obtener una óptima preparación de la mezcla, se pesó correctamente cada uno de los ingredientes que forman parte de la formulación.

Mezclado: Para una correcta uniformidad en el producto procedimos a mezclar todos los ingredientes de forma manual durante dos minutos.

Envasado: El producto final obtenido fue envasado en fundas Doypack de aluminio con cierre hermético.

Almacenado: Finalmente el producto, una vez envasado, se almacenó a temperatura ambiente.

2.12 Parámetros de calidad para el análisis de la mezcla seca de panadería

2.12.1. Parámetros fisicoquímicos

En la Tabla 15 se muestran los parámetros fisicoquímicos que se realizaron para la mezcla seca de panadería.

Tabla 15. Parámetros fisicoquímicos analizados en la mezcla seca para panadería

Parámetros	Método de ensayo
Humedad	SEF-H AOAC 925.10
Carbohidratos	Cálculo por diferencia
Ceniza	SEF-C AOAC 923.03
Grasa total	SEF-G AOAC 922.06
Proteína	SEF-PDU AOAC990.03

Fuente: Elaboración propia

2.12.2. Parámetros microbiológicos

En la Tabla 16 se muestran los parámetros microbiológicos que se realizaron para la mezcla seca de panadería.

Tabla 16. Parámetros microbiológicos analizados en la mezcla seca para panadería

Parámetros	Método de ensayo
<i>E-coli</i>	SEM-CT AOAC 991.14
<i>Salmonella</i> 25g	SEM-SSV AOAC 2011.03

Fuente: Elaboración propia

2.13 Formulación de la galleta *sugar-snap*

Para la presente formulación de las galletas *sugar-snap* se utilizó la formula expuesta por Mancebo et al. (2015), para una cantidad de masa de 340 g (28 galletas) considerando la mezcla seca compuesta por harina de arroz, polvo de hongo *Pleurotus ostreatus*, almidón de maíz, azúcar y bicarbonato de sodio a la cual se le deberán agregar los ingredientes descritos en la Tabla 17.

Tabla 17. Formulación base de la galleta sugar-snap

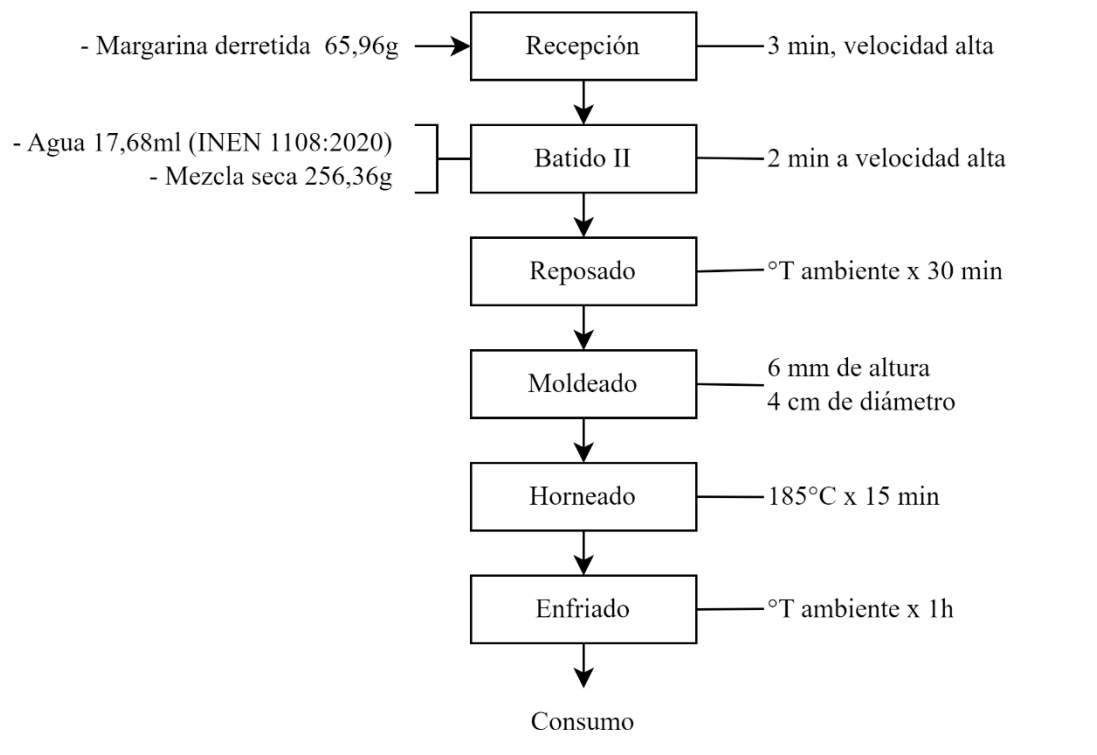
Ingredientes	Cantidad	
	g	%
Mezcla de harina	147,22	43,3
Azúcar	106,08	31,2
Margarina	65,96	19,4
Agua	17,68	5,2
Bicarbonato de sodio	3,06	0,9
TOTAL	340	100

Fuente: (Mancebo et al., 2016)

2.13.1 Diagrama de flujo de la galleta

Las galletas se elaboraron siguiendo el siguiente diagrama de flujo.

Figura 6. Diagrama de flujo de galletas tipo sugar snap



Fuente: Elaboración propia

2.13.2 Descripción de la obtención de la galleta

A continuación, se detalla el proceso de obtención de las galletas a base de harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz. Se especifica que este procedimiento se realizó por cada una de las formulaciones establecidas anteriormente:

Batido I: Se pesan 65,96 g de margarina la cual se procede a derretir en el horno. Seguidamente se empieza a batir usando una batidora eléctrica de mano (marca Imetec) por un periodo de 3 minutos hasta obtener una pasta cremosa.

Batido II: Se procedió a agregar los 256,36 g de mezcla seca de panadería conformada por la harina de arroz, polvo de hongo, almidón de maíz, azúcar y bicarbonato de sodio, al mismo tiempo por partes los 17,68 ml de agua batiendo por un tiempo de 2 minutos integrando toda el agua a la masa formada anteriormente.

Reposado: Se deja reposar la masa por un tiempo de 30 minutos a temperatura ambiente

Moldeado: La masa se lamina con un rodillo de cocina obteniendo una altura de 6mm, con un cortador de galletas circular de 4 cm de diámetro se procede a cortar cada una de las galletas.

Horneado: En un horno eléctrico se hornean las galletas en lotes de 24 piezas de masa durante 15 minutos a 185 °C.

Enfriado: Una vez pasado el tiempo de horneado se retiran las galletas y se dejan enfriar a temperatura ambiente por una hora. Transcurrido este tiempo, las galletas se pueden consumir inmediatamente.

2.14 Evaluación de aceptabilidad de las galletas

La evaluación sensorial de los productos alimenticios es un buen método para evaluar la calidad de los alimentos sobre una base sensorial. El análisis sensorial de las galletas fue realizado por 15 panelistas; el objetivo de este análisis fue conocer el grado de aceptabilidad de cada una de las formulaciones y así conocer la mejor mezcla de panadería. Se sirvieron muestras codificadas utilizando números aleatorios de tres dígitos de manera no sistemática a los panelistas y se utilizó una escala hedónica de 5 puntos donde 1 corresponde a “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”, evaluando atributos

como color, aroma, crujiente, sabor e impresión global. Además, se realizó una evaluación sensorial de agrado por ordenamiento para conocer la aceptación de una muestra con respecto a la otra, utilizando una escala del 1 al 5 donde 1 fue la puntuación de la muestra que más les gustaba y 5 la de menor agrado (Tabla 18). Todas las evaluaciones se realizaron a temperatura ambiente el mismo día en la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala. Los datos así obtenidos de las encuestas realizadas se convirtieron en puntuaciones numéricas siguiendo la escala de Likert, se usó el programa estadístico Minitab versión 21,3.

Tabla 18. Escala hedónica usada en el análisis de aceptabilidad

1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta mucho

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados de eficiencia de extracción de β -glucanos en el polvo de hongos

La eficiencia de extracción de β -glucanos en las muestras estudiadas se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 19. Porcentaje de eficiencia de extracción de β -glucanos en los hongos

Hongos	%EFE
<i>Pleurotus ostreatus</i>	6,71 \pm 1,42
<i>Pholiota adiposa</i>	2,55 \pm 0,46

Fuente: Elaboración propia

En la presente investigación se unificaron los dos métodos más comunes para la extracción de betaglucanos: el método por agua caliente y el alcalino-caliente. En el caso del contenido de betaglucanos obtenida en el hongo *P. ostreatus* se encontraron resultados similares en la investigación realizada por Diaz-Talamante et al. (2021) donde los autores obtuvieron valores de 11,81 g y 12,83 g de betaglucanos por 100 g de masa seca del hongo *Gymnopus dryophilus*. Este resultado se corrobora con el estudio realizado por Rajabzadeh-Shandiz et al. (2020) donde aplicaron tres métodos diferentes para la extracción de betaglucanos indicando donde el mayor rendimiento podemos obtenerlo a través de una extracción alcalina caliente con un 7 % de eficiencia, mientras que la extracción por agua caliente presenta solo un 3 %.

Por su parte Golak-Siwulska et al. (2018) indican que la concentración total de β -glucanos en los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* alcanza los 9 g / 100 g M.S. (masa seca). La concentración de β -glucanos en el micelio del hongo ostra oscila entre 2,5 g / 100 g M.S. en *P. pulmonarius* a 4.6 g / 100 g M.S. en *P. ostreatus*. En nuestra investigación obtuvimos una eficiencia de 6,71 % como se muestra en la Tabla 19.

La eficiencia de rendimiento en betaglucanos puede verse interferida por diversos factores externos. Uno de estos factores es el pH, que según Rop et al. (2009) estima que en el sustrato debe ser de 5,5, parámetro que en nuestra investigación no se tomó en cuenta. Otros factores que pueden influir son la relación solido-liquido, tiempo y temperatura, Nonting et al. (2021) menciona en su estudio que, para obtener una mayor

eficiencia de β -glucanos, los valores óptimos para cada uno de estos parámetros son 1:10, 3 h y 70 °C respectivamente; se observa que la eficiencia es directamente proporcional al tiempo y temperatura de extracción.

Para cumplir con uno de los objetivos planteados en nuestra investigación, elegimos al hongo *Pleurotus ostreatus* por presentar mayor contenido en betaglucanos con respecto al hongo *Pholiota adiposa*; se atribuye la baja eficiencia del polisacárido de este último a factores climáticos y geográficos.

3.2. Rendimiento del polvo de hongo

En la Tabla 20 se observa que el rendimiento del polvo del hongo *Pleurotus ostreatus* fue del 7 %. El peso inicial del hongo fresco fue de 6000 g; sin embargo, una vez ya deshidratado y molido se obtuvo un peso de 420 g.

Tabla 20. Rendimiento del polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*

Hongo	Rendimiento (%)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	7

Fuente: Elaboración propia

3.3 Propiedades funcionales de mezcla de harinas

Como puede verse en la Tabla 21, la adición de polvo de hongo aumentó significativamente la capacidad de hinchamiento (SC). La proteína tiene un efecto profundo en las propiedades de absorción de agua de la harina cuando se prepara la masa, absorbiendo el doble de su peso en agua, mientras que el almidón intacto absorbe el 33 % de su propio peso en agua. El efecto del almidón podría deberse a los altos niveles de almidón en la harina de arroz (Mancebo et al., 2016).

El comportamiento de hinchamiento de los almidones de cereales se ha informado principalmente como una propiedad de su contenido de amilopectina, la amilosa actúa como un inhibidor del hinchamiento (Ali et al., 2016).

Tabla 21. Propiedades funcionales de las diferentes mezclas de harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz

Mix (H-PO-A)	SC (ml/g)	WRC (g/g)	SOL (%)	WAC (g/g)	FAC (%)
80-5-15	10,14±2,1	1,71±0,10	24,41±16,02	1,37±0,07	120,98±29,67
70-15-15	10,85±0,3	3,78±1,57	10,79±3,88	1,41±0,11	137,77±19,39
90-5-5	11,33±0,83	2,01±0,30	5,73±3,95	1,33±0,09	127,25±15,46
80-15-5	11,09±0,28	3,05±0,84	6,48±4,01	1,52±0,04	130,89±12,06
80-10-10	11,57±0,20	2,24±0,71	7,66±4,64	1,62±0,05	166,85±16,20
80-7,5-12,5	10,97±0,25	1,98±0,10	22,1±5,28	1,43±0,07	161,38±13,73
75-12,5-12,5	11,19±0,31	2,38±0,62	15,55±5,33	1,45±0,05	145,86±17,44
85-7,5-7,5	10,95±0,58	2,81±1,20	7,63±4,12	1,55±0,14	154,81±16,89
80-12,5-7,5	11,19±0,24	2,64±0,31	18,90±17,95	1,51±0,02	142,68±19,20

Fuente: Elaboración propia. Mix (H-PO-A): mezcla de harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz; SC: capacidad de hinchamiento; WRC: capacidad de retención de agua; SOL: índice de solubilidad; WAC: capacidad de absorción de agua; FAC: capacidad de absorción de aceite.

Las propiedades de SOL, WAC y WRC comparándose con las de la harina de arroz (1,38 %; 4,05 y 1,03) respectivamente aumentaron con el incremento del contenido de polvo de hongo. Esto podría explicarse por la dependencia de los constituyentes hidrofílicos del material como polisacáridos y proteínas, los cuales están relacionados con fenómenos de difusión y afinidad por el agua. Estas propiedades son relevantes probablemente porque la presencia de fibras y la morfología porosa favorecen la absorción, retención e hinchamiento de las partículas de harina en el agua (Ishara et al., 2018).

Los resultados del poder de hinchamiento (SC) se presentan en la Tabla 21. SC en las mezclas de harinas presenta un menor valor que la harina de arroz (16,15). El SC más alto de la mezcla de harina se atribuye a su WAC más alto. El SC más alto de la mezcla de harina (80 % H, 10 % PO y 10 % A) sugiere buenas características organolépticas en términos de sensación en la boca de varios alimentos procesados, lo que a su vez indica una mejor retención de agua en los gránulos de almidón hinchados (Jan et al., 2022).

Al comparar los promedios de los 9 tratamientos que se encuentran en la Tabla 21 se concluye que el tratamiento 1 compuesto de 85% de harina de arroz, 5% polvo de hongo y 15% de almidón de maíz presentó una alta solubilidad en agua con un 24,41 %. El índice de solubilidad (SOL) es un factor que indica la cantidad de sólidos disueltos. En una investigación realizada por Jamal et al. (2016) describen un valor de índice de solubilidad para la harina de arroz Basmati de un 7,05% valor que se encuentra superado por el de nuestra investigación. Esto es debido a que al presentar nuestros tratamientos diversos porcentajes de sustitución tanto en almidón de maíz como polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*, lleva a que haya una mayor cantidad de componentes solubles en el agua. Además, que un bajo contenido de amilosa como en el caso del almidón de maíz, el cual contiene de 25-35 % de amilosa hace que se promueve valores altos de índice de solubilidad (Agama-Acevedo, 2013).

En el caso de la capacidad de absorción de agua (WAC) el tratamiento compuesto por 80 % de harina de arroz, 10 % polvo de hongo y 10 % de almidón de maíz presentó 1,62 g/g de WAC. Kraithong et al. (2018) determinó un 7.14 g/g de WAC en harina de arroz Jazmín valor que supera al obtenido en nuestra investigación. Patil & Arya, (2017) afirmaron que un mayor contenido de proteína tiende a aumentar la WAC.

Argumento que se confirma en la presente investigación ya que existe una linealidad entre la absorción de agua y el contenido de proteína, es decir a medida que se aumentan el porcentaje de sustitución del polvo del hongo *Pleurotus ostreates* tiende a incrementar el valor de WAC. Por último, el mayor valor obtenido de capacidad de absorción de aceite (FAC) también fue obtenido por el tratamiento compuesto por 80 % de harina de arroz, 10 % polvo de hongo y 10 % de almidón de maíz con 166,85 %, valor que es similar al obtenido en el trabajo realizado por Culeto et al. (2021) de 168 % donde además indican que tanto la WAC Y FAC dependerán del tipo de proteína presente y la relación amilosa-amilopectina.

Concluyendo que una harina que presente una alta FAC es un ingrediente de uso potencial en la elaboración de productos de panadería o cárnicos donde se desea lograr una mayor retención de sabor, mejoramiento de palatabilidad y una vida útil extensa (Sarangapani et al., 2016).

Una vez obtenidas las propiedades funcionales de la mezcla de harinas (harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz) se investigaron las propiedades de las harinas de arroz y de trigo para realizar una optimización con el programa Minitab versión 21.3 utilizando un valor objetivo las propiedades funcionales de cada una de las harinas.

Tabla 22. Optimización de las propiedades funcionales de las mezclas de harina como referencia la harina de trigo

Optimización						
		H (%)	PO (%)	A (%)	Valores Ob	Referencia
	SC	85	10	5	16,15	Jan et al. (2022)
Harina	WRC	85	5	10	67,05	Alamri et al. (2016)
de trigo	SOL	87,41	5	7,59	9,63	Jan et al. (2022)
	WAC	70	15	15	0,92	Jan et al. (2022)
	FAC	70	15	15	184,1	Jan et al. (2022)

Fuente: Elaboración propia. H: harina de arroz; PO: polvo *Pleurotus ostreatus*; A: almidón de maíz; Ob: objetivo.

Como se muestra en la Tabla 22 para las propiedades de capacidad de hinchamiento (SC), índice de solubilidad (SOL), capacidad de absorción de agua (WAC) y de aceite (FAC) de las mezclas de harinas se tomaron los valores de las propiedades funcionales de la harina de trigo blanda en la investigación de Jan et al. (2022), en el caso de la capacidad de retención de agua (WRC) se tomaron como valores objetivos los obtenidos por Alamri et al. (2016).

Al optimizar en el programa estadístico Minitab versión 21.3 por cada propiedad funcional de la mezcla de harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz se obtuvieron diferentes porcentajes de cada uno.

Tabla 23. Optimización de las propiedades funcionales de las mezclas de harina como referencia la harina de arroz

Optimización						
		H (%)	PO (%)	A (%)	Valores Ob	Referencia
	SC	85	10	5	19,14	Jan et al. (2022)
Harina	WRC	70	15	15	1,38	Mancebo et al. (2015)
de arroz	SOL	85	10	5	4,05	Jan et al. (2022)
	WAC	85	5	10	1,03	Jan et al. (2022)
	FAC	85	5	10	51	Jan et al. (2022)

Fuente: Elaboración propia. H: harina de arroz; PO: polvo *Pleurotus ostreatus*; A: almidón de maíz; Rf: referencia.

En la Tabla 23 se muestran los valores objetivos que fueron utilizados en la optimización de las propiedades funcionales de la mezcla de harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz. En el caso de la capacidad de hinchamiento (SC), índice de solubilidad (SOL), capacidad de absorción de agua (WAC) y de aceite (FAC) se usaron como valores objetivos los obtenidos por Jan et al. (2022), en el caso de la capacidad de retención de agua (WRC) se tomaron los obtenidos por Mancebo et al. (2016), cabe recalcar que en este caso la harina era de arroz y ya no de trigo. Optimizando en el programa estadístico Minitab versión 21.3 se obtuvieron diferentes porcentajes de harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz según las diferentes propiedades funcionales optimizadas.

En la optimización de las propiedades funcionales mediante el programa estadístico Minitab versión 21.3, usando valores objetivos los investigados de la harina de trigo y arroz, se constató en ambos casos mediante la gráfica de optimización que nos arrojó el programa que la mezcla óptima para que presente propiedades similares a cada una de las harinas mencionadas anteriormente está compuesta por 85 % harina de arroz (H), 10 % polvo de hongo (PO) y 5 % almidón de maíz (A). Además, se eligieron dos mezclas más, la primera compuesta por 70 % H, 15 % PO y 15 % A debido a que resultó ser la óptima en el caso de dos propiedades funcionales de la harina de trigo (WAC, FAC) y en la WRC de la harina de arroz, la segunda mezcla elegida fue 85 % H, 5 % PO y 10 % A ya que fue la óptima en dos propiedades de la harina de arroz (WAC y PAC) y en el caso de la harina de trigo en la de WRC.

3.4. Resultados de la evaluación sensorial

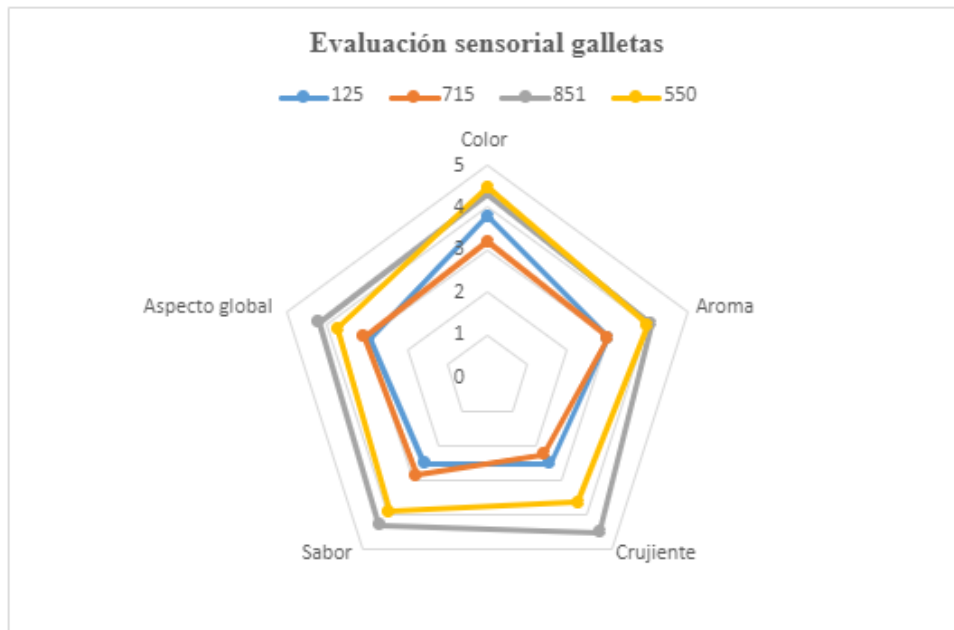
El resultado de la evaluación sensorial de las galletas que se detalla en la Tabla 24 se encuentra representados en la Figura 7. A la vista se podría decir que la adición del hongo incrementó los diferentes atributos sensoriales, mientras que mayor es el incremento de almidón más se ven afectados los diferentes atributos evaluados en las galletas. Las galletas 851 con una sustitución del 85 % de harina de arroz, 10 % de polvo de hongo y 5 % de almidón de maíz fueron las más aceptadas por los evaluadores en los atributos de aroma, crujiente, sabor y aspecto global.

Tabla 24. Resultado de la evaluación sensorial por parte de los consumidores

Galleta	Color	Aroma	Crujiente	Sabor	Aspecto global
125	3,8±0,7	3±0,85	2,53±1,06	2,53±0,64	2,93±0,8
715	3,2±1,08	3±1,25	2,27±1,16	2,87±1,13	3,07±1,16
851	4,33±0,62	4,07±0,46	4,53±0,64	4,33±0,62	4,20±0,56
550	4,47±0,64	4±0,93	3,67±1,23	3,93±0,96	3,73±0,88

Fuente: Elaboración propia. 125: 100 % H; 715: 70 % H, 15 % PO, 15 % A; 851: 85 % H, 10 % PO, 5 % A; 550: 85 % H, 5 % PO, 10 % A.

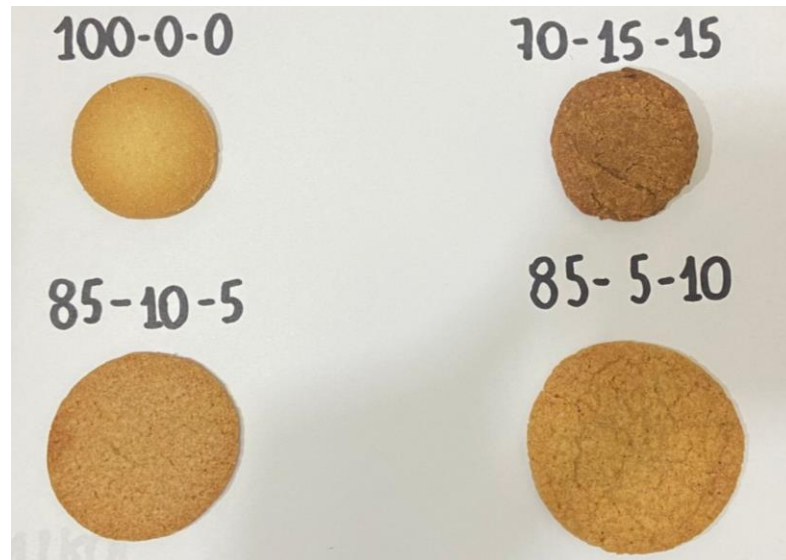
Figura 7. Perfil sensorial de las galletas por parte de los consumidores



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 8 se muestran las muestras de las galletas preparadas a partir de la harina de arroz, polvo del hongo *P. ostreatus* y almidón de maíz.

Figura 8. Galletas preparadas a partir de diferentes mezclas de harina de arroz, polvo de hongo y almidón de maíz usadas como muestras en la evaluación sensorial



Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Análisis de ANOVA entre color vs muestras

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestras	3	14,98	4,9944	7,80	0,000
Error	56	35,87	0,6405		
Total	59	50,85			

Fuente: Minitab versión 21.3

En la Tabla 25 se observa que se tiene un valor $p < 0,05$ por lo cual se anula la hipótesis nula indicando que no todas las medias son iguales y como su valor es 0,000 se puede decir que este valor es fiable. La diferencia entre las fórmulas de galletas da como resultado diferentes colores de galletas. Según Fathonah et al. (2019), el color diferente ocurre debido a la reacción de Maillard, que da como resultado una melanoidina marrón. Cuanto mayor sea la cantidad de proteína y almidón en los ingredientes, mayor será la posibilidad de que se dore. Esto podría explicar que las galletas 715 obtuvieron la media más baja (3,200) por lo cual la más baja puntuación (Tabla 26) debido a que esta contenía un 70 % de harina de arroz e iguales porcentajes (15 %) de polvo del hongo *P. ostreatus*

(PO) y almidón de maíz, esto podría darse por el oscurecimiento enzimático, dando impresión a los panelistas que las galletas se habían demasado horneado, por lo tanto, el efecto de menor agrado (Bello et al., 2014). Se especifica que el PO es rico en proteínas por lo cual el oscurecimiento aumenta directamente con el contenido del polvo de hongo en la formulación.

Tabla 26. Prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% para color vs muestras

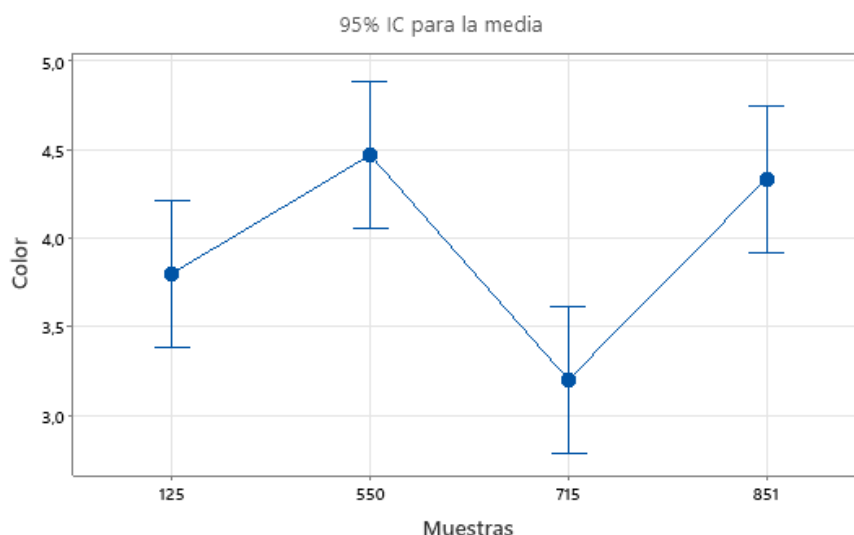
Muestras	N	Media	Agrupación
550	15	4,467	A
851	15	4,333	A
125	15	3,800	A B
715	15	3,200	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente: Minitab versión 21.3

En el Grafico 1 se observa el nivel de aceptación de cada galleta según su mezcla seca base. Las galletas 550 (5 % de PO y 10 % almidón de maíz) obtuvieron el valor más alto (4,467) seguido de las galletas 851 (10 % de PO y 5 % almidón de maíz) con un valor de 4,333. La muestra de control (125) que eran las galletas elaboradas con el 100 % de harina de arroz obtuvieron el puntaje más bajo (3,200).

Grafico 1. Grafica de intervalos de color vs muestras



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

Fuente: Minitab versión 21.3

Tabla 27. Análisis de ANOVA entre aroma vs muestras

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestras	3	12,72	4,2389	5,95	0,001
Error	56	39,87	0,7119		
Total	59	52,58			

Fuente: Minitab versión 21.3

En la Tabla 27 se indican un valor $p < 0,05$ por lo cual las medias no son iguales. Hubo una mejora en el aroma de las galletas con la adición de la harina de hongos PO. En cuanto a la calidad general y la aceptación, las galletas producidas con un 5 % de incorporación de harina de *P. ostreatus* muestran puntuaciones más altas (M: 4,067) que las de control (3,000), seguidas por las galletas producidas con un 15 % de incorporación de harina de PO (4,000) como se observa en la Tabla 28.

Tabla 28. Prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% para aroma vs muestras

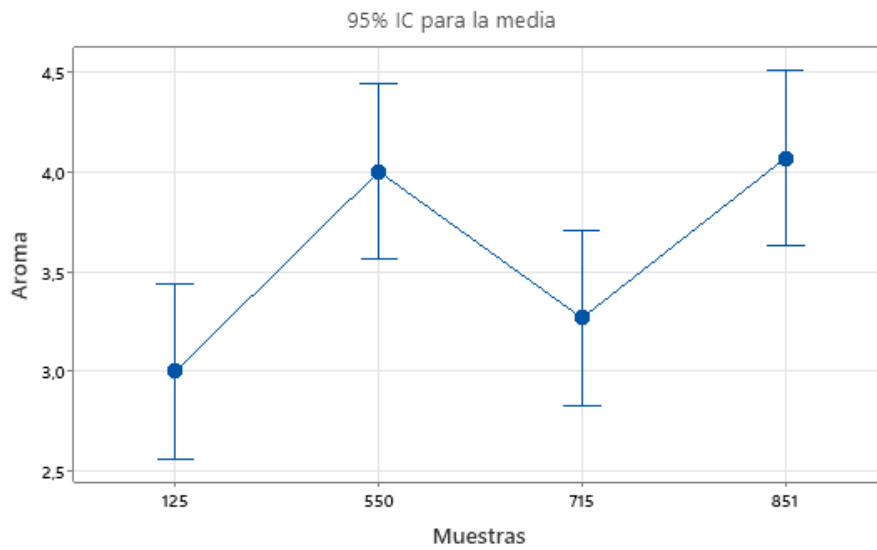
Muestras	N	Media	Agrupación
851	15	4,067	A
550	15	4,000	A
715	15	3,267	A B
125	15	3,000	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente: Minitab versión 21.3

Según Lavelli et al. (2018), la suplementación con polvo de *P. sajor-caju* hasta un 8% en las galletas podría conducir a un aroma, color y sabor más deseables en comparación con la galleta sin suplementación. Sin embargo, con mayores cantidades de polvo de hongo obtuvieron resultados no deseados, con puntajes de agrado decrecientes debido al mayor grado de firmeza y el aroma y sabor más fuerte. Esto coincide con lo obtenido en este estudio ya que al aumentar el porcentaje de sustitución del polvo de PO decrece la media de atributo de aroma. En el Grafico 2, se observa como las galletas 851 son las que presentan una mayor aceptabilidad debido a que contiene 5 % del polvo del hongo *P. ostreatus*, seguido de las galletas 550, 715 y la de control 125.

Grafico 2. Grafica de intervalos de aroma vs muestras



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

Fuente: Minitab versión 21.3

Tabla 29. Análisis de ANOVA entre crujiente vs muestras

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestras	3	49,52	16,506	14,97	0,000
Error	56	61,73	1,102		
Total	59	111,255			

Fuente: Minitab versión 21.3

Como podemos observar en la Tabla 29 el grado de significancia es menor al 5 % ($p < 0,000$), por lo tanto, se concluye que el atributo de crujencia entre las muestras 851, 550, 715 y 125 es diferente y tiene un efecto significativo en la calidad de las galletas; pero no se puede corroborar que tanto difieren entre ellas, por lo que aplicamos una prueba de comparación de sus medias.

Tabla 30. Prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% para crujiente vs muestras

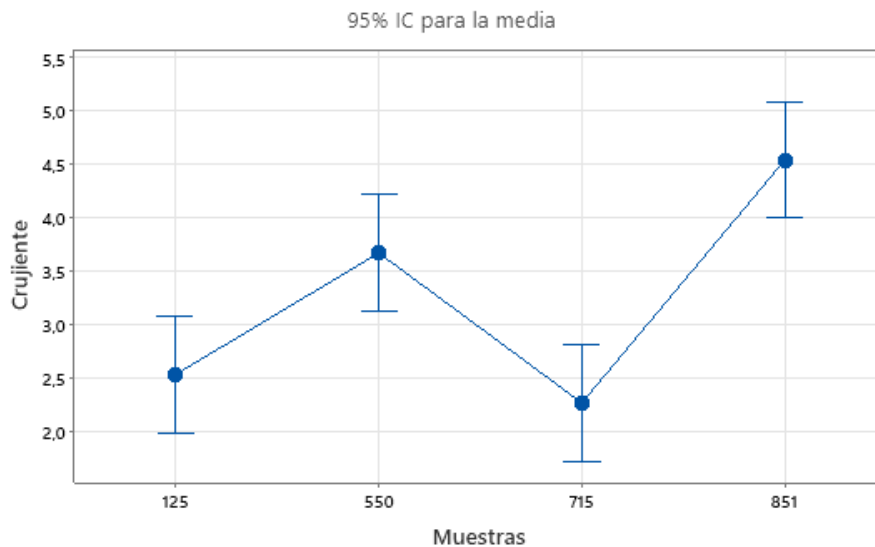
Muestras	N	Media	Agrupación
851	15	4,533	A
550	15	3,667	A
125	15	2,533	B
715	15	2,267	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente: Minitab versión 21.3

Una vez realizado la comparación de medias Tabla 30, entre las muestras concluimos que existen diferencias respecto al atributo de crujencia, siendo la muestra 851 la mejor según su valor de media de 4,533 seguida de la muestra 550 con 3,667 y las muestras 125 y 715 presentan una media de 2,533 y 2,267 respectivamente. La interacción grafica de las medias se puede observar en el Gráfico 3, dichos intervalos tienen un intervalo de confianza del 95%.

Gráfico 3. Grafica de intervalos de crujiente vs muestras



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

Fuente: Minitab versión 21.3

Según Dapčević-Hadnađev et al. (2013) indica que la fuerza de rotura de la galleta se reduce al aumentar el contenido de proteínas en la mezcla mejorando de esta forma la textura, esto se evidencia en la muestra 851 donde se sustituyó en un 10 % la harina de

arroz utilizando polvo de hongos *P. ostreatus*. Otro factor que influye en la crujencia de las galletas es el azúcar. Al incluir azúcar en la formulación produce una disminución en la viscosidad de la mezcla. Por lo tanto, las galletas que son ricas en azúcar se identifican por poseer una estructura aglutinante y textura crujiente, tal es el caso de las galletas elaboradas en esta investigación, donde el azúcar es uno de los ingredientes mayoritarios en la formulación.

Tabla 31. Análisis de ANOVA entre sabor vs muestras

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestras	3	32,85	10,9500	14,69	0,000
Error	56	41,73	0,7452		
Total	59	74,58			

Fuente: Minitab versión 21.3

Como podemos observar en la Tabla 31 el grado de significancia es menor al 5 % ($p < 0,000$), por lo tanto, se concluye que el atributo de sabor entre las muestras 851, 550, 715 y 125 es diferente y tiene un efecto significativo en la calidad de las galletas; pero no se puede corroborar que tanto difieren entre ellas, por lo que aplicamos una prueba de comparación de sus medias.

Tabla 32. Prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% para sabor vs muestras

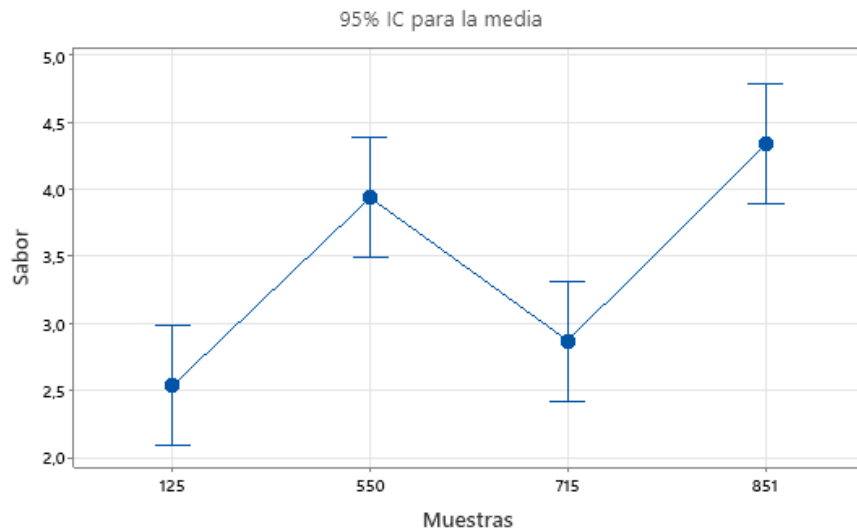
Muestras	N	Media	Agrupación
851	15	4,333	A
550	15	3,933	A
715	15	2,867	B
125	15	2,533	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente: Minitab versión 21.3

Una vez realizado la comparación de medias entre las muestras indicados en la Tabla 32 concluimos que existen diferencias significativas con respecto al atributo de sabor, siendo la muestra 851 la mejor según su valor de media de 4,333 seguida de la muestra 550 con una media de 3,933. Por ultimo las muestras 715 y 125 presentan una media de 2,867 y 2,533 respectivamente. La interacción grafica de las medias se puede observar en el Gráfico 4, dichos intervalos tienen un intervalo de confianza del 95%.

Grafico 4. Grafica de intervalos de sabor vs muestras



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

Fuente: Minitab versión 21.3

Tabla 33. Análisis de ANOVA entre impresión global vs muestras

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestras	3	15,78	5,2611	6,82	0,001
Error	56	43,20	0,7714		
Total	59	58,98			

Fuente: Minitab versión 21.3

Como podemos observar en la Tabla 33 el grado de significancia es menor al 5 % ($p < 0,001$), por lo tanto, se concluye que la impresión global entre las muestras 851, 550, 715 y 125 es diferente y tiene un efecto significativo en la aceptación de las galletas; por parte de los panelistas, pero no se puede corroborar que tanto difieren entre ellas, por lo que aplicamos una prueba de comparación de sus medias.

Una vez realizado la comparación de medias entre las muestras indicados en la Tabla 34 concluimos que existen diferencias significativas respecto a la impresión global de las muestras por parte de los panelistas, siendo la muestra 851 la que presenta mayor preferencia en cuanto a color, aroma, crujencia y sabor deducción que se encuentra corroborada estadísticamente al haber obtenido una media de 4,200 siendo la más alta en comparación a las otras muestras.

Tabla 34. Prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% para impresión global vs muestras

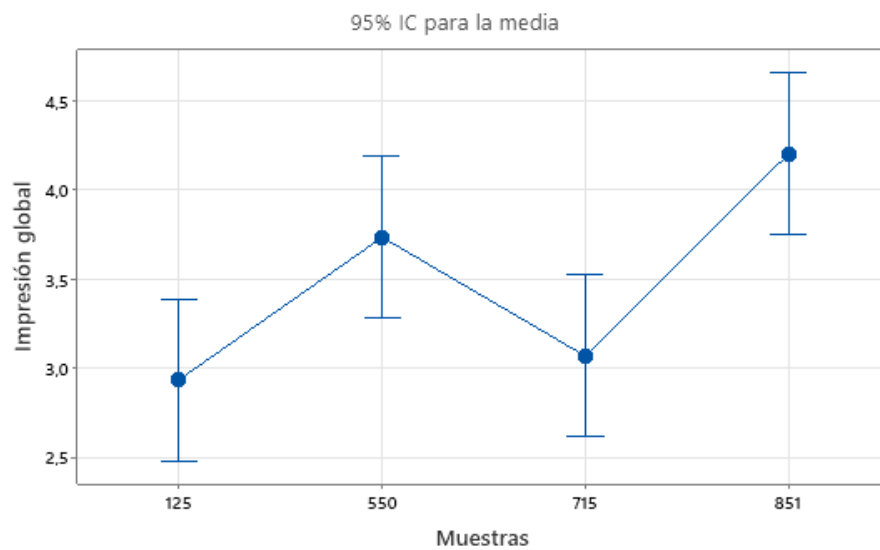
Muestras	N	Media	Agrupación
851	15	4,200	A
550	15	3,733	AB
715	15	3,067	B
125	15	2,933	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente: Minitab versión 21.3

Con respecto a la muestra 550 se posiciona en segundo lugar en cuanto a preferencia por parte de los panelistas con una media de 3,733, en tercer lugar, se encuentra la muestra 715 con una media de 3,067 y en último lugar en aceptación quedó la muestra de control 125 con una media de 2,933. La interacción grafica de las medias se puede observar en el Gráfico 5, dichos intervalos tienen un intervalo de confianza del 95%.

Gráfico 5. Grafica de intervalos de impresión global vs muestras



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

Fuente: Minitab versión 21.3

3.5 Parámetros de calidad de la mezcla seca

3.5.1. Análisis fisicoquímicos de la mezcla seca

En la Tabla 35 se encuentra el porcentaje de humedad de la mezcla seca el cual fue de 5,27 %, valor que se encuentra en el rango de requerimiento máximo de 14,5 % establecido en la normativa NTE INEN 3048:2018.

Tabla 35. Resultados de análisis proximal en el producto final

Ensayo realizado	Unidad	Resultado	Referencia
Carbohidratos	%	88,43	Ibrahium & Hegazy (2014)
Proteína	%	4,83	Ng et al. (2017)
Ceniza	%	1,30	Ibrahium & Hegazy (2014)
Grasa total	%	0,17	NTE INEN 616:2015
Humedad	%	5,27	NTE INEN 3084:2018

Fuente: Elaboración propia

En la investigación realizada por Bello et al. (2017) con un 10 % de sustitución del polvo del hongo *Pleurotus sajur-caju* para la elaboración de galletas se obtuvo un resultado similar de 6,71 % de humedad. En cuanto al contenido de proteínas nos dirigimos con la investigación de Ng et al. (2017) donde obtuvieron un 7,85 % de proteínas al sustituir el 12 % de harina de trigo por el polvo del hongo *Pleurotus sajur-caju* en galletas, nuestro producto obtuvo 4,83 % de proteínas, valor que es inferior al citado anteriormente. Parte de nuestra formulación está compuesta por harina de arroz la cual presenta un bajo contenido en proteínas con respecto a la harina de trigo, además que en la formulación del autor agregan huevos lo cual incremento su contenido en proteína del producto.

Ibrahium & Hegazy (2014) en su investigación para la obtención de galletas formuladas con sustitución parcial de la harina de trigo con 10% harina de camote y 10 % de polvo del hongo *Pleurotus plumonarios* obtuvieron un producto con 1,69 % de cenizas valor que se asemeja al obtenido por nosotros, cabe recalcar que la mayor fuente de cenizas en nuestro producto es otorgada por el hongo *Pleurotus ostreatus* por el alto contenido de sales minerales, todo lo contrario con la harina de arroz que tiene bajo contenido en cenizas con un 0,32 % (Jan et al., 2022). En el caso del porcentaje en grasa obtenido es del 0,17 % valor que cumple con el exigido por la normativa NTE INEN 616:2015, la

cual indica que el contenido máximo en grasa de harina de trigo es del 2 %. El último parámetro evaluado es el de carbohidratos, presentando un valor de 88,43 % superior al obtenido en la investigación realizada por Ng et al. (2017) el cual al sustituir harina de trigo por un 9 % de harina de maíz y 12 % de polvo del hongo obtuvieron 66,02 % de carbohidratos, por lo que evidenciamos que a medida que se aumenta el grado de sustitución de polvo de hongos disminuye el contenido de carbohidratos (Ibrahium & Hegazy, 2014). Además, como observación reiteramos que, en la formulación de nuestro producto, el porcentaje de azúcar es cercano al de las mezclas de harinas, la cual influyó en la elevación del contenido de carbohidratos.

3.5.2. Análisis microbiológicos de la mezcla seca

Tabla 36. Parámetros microbiológicos en mezcla seca final

Ensayo realizado	Unidad	Resultado	Requisito NTE INEN 3084:2018
<i>E. coli</i>	NMP/	< 10	< 10
<i>Salmonella</i>	UFC/ 25 g	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 36 se muestran los resultados adquiridos sobre los parámetros microbiológico realizado a la mezcla seca de panadería que tuvo la mayor aceptación con respecto a la evaluación sensorial y propiedades funcionales. De acuerdo con los requisitos establecidos en la normativa NTE INEN 3084:2018, el producto se considera inocuo para el consumo humano ya que la mezcla seca posee < 10 UFC/g de *E. coli* y ausencia de *Salmonella*, respetando los límites establecidos en la normativa anteriormente mencionada.

CONCLUSIONES

- En el presente estudio se realizó la extracción de betaglucanos con agua caliente y alcalina caliente en dos variedades de hongos: *Pleurotus ostreatus* y *Pholiota adiposa*. Del cálculo de porcentaje de eficiencia de betaglucanos se obtuvo como resultado 6,71 % en el hongo *Pleurotus ostreatus* y de 2,55 % en el hongo *Pholiota adiposa*.
- Se estableció un diseño de mezcla el cual arrojó 9 posibles tratamientos para la elaboración de la mezcla seca conformada por harina de arroz (H), polvo del hongo *P. ostreatus* (PH) y almidón de maíz (A).
- De todos los tratamientos mediante el análisis de sus propiedades funcionales se eligieron solamente 3 mezclas aplicando una optimización en el programa Minitab versión 21.3, las cuales se detallan a continuación: F2 (715) 70 % H, 15 % PH, 15 % A; F3 (851) 85 % H, 10 % PH, 5 % A; F4 (550) 85 % H, 5 % PH, 10 % A.
- Mediante la evaluación sensorial realizada a las galletas, la formulación F3 (851) que contiene 85 % harina de arroz, 10 % polvo de hongo y 5 % almidón de maíz presentó la más alta aceptación en los atributos de aroma, crujiente, sabor e impresión global, sin embargo, la formulación F4 (550) fue la predominante en el atributo del color, esto debido a que presentaba un menor porcentaje de polvo de hongo.
- Los análisis físico-químicos y microbiológicos realizados a la mezcla seca de panadería fueron los siguientes: % carbohidratos 88,43; % proteínas 4,83; % cenizas 1,30; % grasa total 0,17 y 5,27 % de humedad. Con respecto al análisis microbiológico, el producto final presenta ausencia de *Salmonella* y < 10 UFC/g de *E. coli*, coincidiendo con los requisitos establecidos en la normativa NTE INEN 3084:2018.

RECOMENDACIONES

- Aplicar diferentes métodos de extracción de betaglucanos para comparar y conocer cuál permite obtener un mayor porcentaje de estos polisacáridos.
- Realizar una caracterización de los β -glucanos (β -D-glucano; 1,3-1,6- β -glucano, 1,3-1,6- β -D-glucano, 1,4- α -glucano) para identificar los diferentes polisacáridos presentes en las distintas especies de hongos.
- Evaluar la mezcla seca en productos diferentes a las galletas para comprobar así su diferente aplicación y pueda tener amplio espectro de uso.
- Realizar un estudio de la vida útil de la mezcla seca, observando cuales son los factores que puedan afectar su calidad en el transcurso del tiempo y por su puesto su durabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Agama-Acevedo, E., Juárez-García, E., Evangelista-Lozano, S., Rosales-Reynoso, O. L., & Bello-Pérez, L. A. (2013). Características del almidón de maíz y relación con las enzimas de su biosíntesis. *Agrociencia*, 47(1), 01-12.
- Ali, A., Wani, T. A., Wani, I. A., & Masoodi, F. A. (2016). Comparative study of the physico-chemical properties of rice and corn starches grown in Indian temperate climate. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(1), 75–82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2014.04.002>
- Baltacıoğlu, C., Baltacıoğlu, H., Seyhan, R., Uğur, Ö., & Avcu, O. (2020). Investigation of the effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) powder on biscuit production and effect on quality criteria by fourier-transform infrared spectroscopy. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2), e15174. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15174>
- Behera, S. M., & Srivastav, P. P. (2018). Recent Advances in Development of Multi Grain Bakery Products: A Review. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 7(5), 1604-1618. <https://doi.org/10.20546/ijemas.2018.705.190>
- Bello, M., Oluwamukomi, M. O., & Enujiugha, V. N. (2017). Nutrient Composition and Sensory Properties of Biscuit from Mushroom-wheat Composite Flours. *Arch. Curr. Res. Int.*, 9(3), 1–11. DOI: 10.9734/ACRI.
- Bolarinwa, I. F., Lim, P. T., & Muhammad, K. (2018). Quality of gluten-free cookies from germinated brown rice flour. *Food Research* 3 (3), 199-207. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(3\).228](https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(3).228)
- Bulam, S., Üstün, N. S., & Pekşen, A. (2022). Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as a Healthy Ingredient for Sustainable Functional Food Production. *Mantar Dergisi (The journal of Fungus)*, 13, 131-143. <https://doi.org/10.30708.mantar.1192063>
- Carrasco-González, J. A., Serna-Saldívar, S. O., & Gutiérrez-Uribe, J. A. (2017). Nutritional composition and nutraceutical properties of the *Pleurotus* fruiting bodies: Potential use as food ingredient. *Journal of Food Composition and Analysis*, 58, 69–81. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.01.016>

- Cruz, D., Capa, D., Maza, D., Ojeda, R., & Benítez, A. (2020). Producción y valor proteico de *Pleurotus ostreatus* en la región sur de Ecuador. *ACI avances en ciencias en ingenierías*, 12(2), 34-43.
- Cruz-Solorio, A., Villanueva-Arce, R., Garín-Aguilar, M. E., Leal-Lara, H., & Valencia-Del Toro, G. (2018). Functional properties of flours and protein concentrates of 3 strains of the edible mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Food Science and Technology*, 55(10), 3892–3901. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3312-x>
- Culetu, A., Susman, IE, Duta, DE y Belc, N. (2021). Propiedades Nutricionales y Funcionales de las Harinas Sin Gluten. *Ciencias aplicadas*, 11 (14), 6283. <http://dx.doi.org/10.3390/app11146283>
- Curutchet, A., Trias, J., Tárrega, A., & Arcia, P. (2021). Consumer response to cake with apple pomace as a sustainable source of fibre. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(3), 499. <https://doi.org/10.3390/foods10030499>
- Dapčević-Hadnađev, T. R., Torbica, A. M. & Hadnađev, M. S. (2013). Influence of Buckwheat Flour and Carboxymethyl Cellulose on Rheological Behaviour and Baking Performance of Gluten-Free Cookie Dough. *Food Bioprocess Technol*, 6, 1770–1781. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0841-6>
- Díaz-Talamantes, C., Burrola-Aguilar, C., Estrada-Zúñiga, M. E., & Zepeda-Gómez, C. (2022). Obtención de β -glucanos a partir del micelio del hongo comestible *Gymnopus dryophilus* en dos medios de cultivo. *Información Tecnológica*, 33(2), 203-212. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000200203>
- Deepalakshmi, K., & Mirunalini, S. (2014). *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. *Biochemical Technology Society*, 5(2), 718–726.
- Duru, M., Eboagwu, I., Kalu, W., & Odika, P. (2018). Nutritional, Anti-nutritional and Biochemical Studies on the Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus*. *EC Nutrition*, 14(1), 36–59.
- Farooq, M., Rakha, A., Hassan, JU, Solangi, IA, Shakoor, A., Bakhtiar, M., Khan, MN, Khan, S., Ahmad, I., Ahmed, S. & Yunyang, W., 2021. Caracterización fisicoquímica y nutricional de muffins enriquecidos con champiñones en polvo.

Revista de Ciencias Innovadoras, 7(1), 110-120.
<https://dx.doi.org/10.17582/journal.jis/2021/7.1.110.120>

- Freire, W. B., Waters, W. F., Román, D., Jiménez, E., Burgos, E., & Belmont, P. (2018). Overweight, obesity, and food consumption in Galapagos, Ecuador: a window on the world. *Globalization and Health*, 14(93). <https://doi.org/10.1186/s12992-018-0409-y>
- Fathonah, S., Rosidah, Amalia, B., & Humaizah, S. (2020). The formulation of alternative gluten-free mung bean biscuits. *Journal of Physics: Conference Series*, 1444. doi:10.1088/1742-6596/1444/1/012004
- Golak-Siwulska, I., Kałużewicz, A., Spizewski, T., Siwulski, M., & Sobieralski, K. (2018). Bioactive compounds and medicinal properties of Oyster mushrooms (*Pleurotus sp.*). *Folia Hort.* 30(2), 191-201. DOI: 10.2478/fhort-2018-0012
- García-González, M. C., Crespo-Zafra, L. M., Macías-González, A. A., & Varela-De Moya, H. S. (2023). Fortificación de las harinas de cereales con harinas de pleurotus ostreatus. *Revista científica multidisciplinaria arbitrada yachasun*, 7(12), 188-205. <https://doi.org/10.46296/yc.v7i12.0282>
- Ibrahium, M., & Hegazy, A. (2014). Effect of Replacement of Wheat Flour with Mushroom Powder and Sweet Potato Flour On Nutritional Composition and Sensory Characteristics of Biscuits. *Current Science International*, 3(1), 26-33.
- INEN 2719. (2013) Norma general para los hongos comestibles y sus productos (CODEX STAN 38-1981, MOD). Retrieved from https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2719.pdf
- INEN 2085. (2005) Galletas. Requisitos. Retrieved from <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2085-1.pdf>
- INEN 3048. (2018) Mezclas secas de panadería. Requisitos. Retrieved from https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_3084.pdf
- INEN 616. (2015). Harina de trigo. Requisitos. Retrieved from https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_616-4.pdf

- Ishara, J. R., Sila, D. N., Kenji, G. M., & Buzera, A. K. (2018). Nutritional and Functional Properties of Mushroom (*Agaricus bisporus* & *Pleurotus ostreatus*) and Their Blends with Maize Flour. *American Journal of Food Science and Technology*, 6(1), 33-41. DOI:10.12691/ajfst-6-1-6
- Jamal, S., Qazi, I. M., & Ahmed, I. (2016). Comparative studies on flour proximate compositions and functional properties of selected Pakistani rice varieties. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences*, 53(1), 47–56. <http://www.ppaspk.org/index.php/PPAS-B/article/view/363>
- Jan, N., Naik, H. R., Gani, G., Bashir, O., Amin, T., Mohd-Wani, S., & Ahmad-Sofi, S. (2022). Influence of replacement of wheat flour by rice flour on rheo-structural changes, in vitro starch digestibility and consumer acceptability of low-gluten pretzels. *Food Production, Processing and Nutrition*, 4(9). <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00088-y>
- Kolawole, F. L., Akinwande, B. A., & Ade-Omowaye, B. I. O. (2020). Physicochemical properties of novel cookies produced from orange-fleshed sweet potato cookies enriched with sclerotium of edible mushroom (*Pleurotus tuberregium*). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(2), 174-178. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.09.001>
- Kim, J. W., Kim, S. H., Yoon, H.-S., Song, D. N., Kim, M. J., Chang, W. B., Song, I. G., & Eom, H. J. (2013). Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Cookies with *Pholiota adiposa* Powder. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, 42(12), 1966-1971. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.12.1966>
- Kim, M.-J., Chang, W.-B., Lee, K.-W., Joo, G.-N., & Kim, Y.-G. (2015). Cultural characteristics of *Pholiota adiposa* according to substrates composition of sawdust medium by bottle cultivation. *Journal of Mushrooms*, 13(1), 21–25. <https://doi.org/10.14480/jm.2015.13.1.21>
- Kraithong, S., Lee, S., & Rawdkuen, S. (2018). Physicochemical and functional properties of Thai organic rice flour. *Journal of Cereal Science*, 79, 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.10.015>

- Klunklin, W., & Savage, G. (2018). Effect of substituting purple rice flour for wheat flour on physicochemical characteristics, in vitro digestibility, and sensory evaluation of biscuits. *Hindawi Journal of Food Quality*, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2018/8052847>
- Krishnamoorthy, D., & Sankaran, M. (2014). *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. *Biochemical Technology Society*, 5(2), 718–726.
- Laknerová, I., Holasová, M., Fiedlerová, V., Rysová, J., Vaculová, K., Eva Mašková, E., Ehrenbergerová, J., Winterová, R., Ouhrabková, J., Dvořáček, V., & Martinek, P. (2014). *Utilisation of Non-Traditional Forms of Cereals in Bakery Production. Czech J. Food Sci.*, 32(3), 296–301.
- Lavelli, V., Proserpio, C., Gallotti, F., Laureati, M., & Pagliarini, E. (2018). Circular reuse of bio-resources: the role of *Pleurotus* spp. in the development of functional foods. *Food Funct.*, 9, 1353–1372. DOI: 10.1039/c7fo01747b
- Losoya-Sifuentes, C., Simões, L. S., Cruz, M., Rodriguez-Jasso, R. M., Loredó-Treviño, A., Teixeira, J. A., Nobre, C., & Belmares, R. (2022). Development and Characterization of *Pleurotus ostreatus* Mushroom—Wheat Bread. *Die Starke*, 74(1–2), 2100126. <https://doi.org/10.1002/star.202100126>
- Lu, X. (2018). *Incorporation of mushroom powder into cereal food products* [Tesis de Doctorado, Lincoln University]. https://researcharchive.lincoln.ac.nz/bitstream/handle/10182/10175/Lu_PhD.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Maftoun, P., Malek, R., Abdel-Sadek, M., Aziz, R., & Enshasy, H. E. (2013). Bioprocess for semi-industrial production of immunomodulator polysaccharide Pleuran by *Pleurotus ostreatus* in submerged culture. *Journal of Scientific & Industrial Research*, (72), 655-662.
- Mancebo, C. M., Rodríguez, P., & Gómez, M. (2016). Assessing rice flour-starch-protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies. *LWT - Food Science and Technology*, 67, 127-132. doi: 10.1016/j.lwt.2015.11.045.

- Mirónczuk-Chodakowska, I., Kujawowicz, K., & Witkowska, A. M. (2021). Beta-Glucans from Fungi: Biological and Health-Promoting Potential in the COVID-19 Pandemic Era. *Nutrients*, *13*, 3960. <https://doi.org/10.3390/nu13113960>
- Misra, N. N., & Tiwari, B. K. (2014). Biscuits. En W. Zhou, Y.H. Hui, I. De Leyn, M.A. Pagani, C.M. Rosell, J.D. Selman and N. Therdthai (Eds.), *Bakery Products Science and Technology* (2nd ed., pp. 585–601). Wiley-Blackwell <https://doi.org/10.1002/9781118792001.ch33>
- Morais, M. P., Caliari, M., Nabeshima, E. H., Batista, J. E. R., Campos, M. R. H., & Soares-Júnior, M. S. (2018). Storage stability of sweet biscuit elaborated with recovered potato starch from effluent of fries industry. *Food Science and Technology*, *38*(2), 216–222. doi:10.1590/fst.32916
- Morales, D., Ribeiro-Siderle, F., Jimenez-Piris, A., Soler-Rivas, C., & Prodanov, M. (2018). Production of a β -d-glucan-rich extract from Shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) by an extraction/microfiltration/reverse osmosis (nanofiltration) process. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, *51*, 80-90. doi:10.1016/j.ifset.2018.04.003
- Ng, S. H., Robert, S. D., Wan-Ahmad, W. A. N., & Wan-Ishak, W. R. (2017). Incorporation of Dietary Fibre-rich Oyster Mushroom (*Pleurotus Sajor-caju*) Powder Improves Postprandial Glycaemic Response by Interfering with Starch Granule Structure and Starch Digestibility of Biscuit. *Food Chemistry*, *227*, 358–368. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.01.108.
- Nie, Y. (2012). Purification, composition analysis and antioxidant activity of different polysaccharides from the fruiting bodies of *Pholiota adiposa*. *African Journal of Biotechnology*, *11*(65), 12885–12894. <https://doi.org/10.5897/ajb11.3117>
- Noh, J.-G., Yoon, H. S., Oh, E. Y., Kim, J. W., Kim, S. H., Kim, Y. G., Han, N. S., & Eom, H. J. (2014). Quality characteristics of muffins added with *Pholiota adiposa* powder. *Korean Journal of Food Preservation*, *21*(6), 815–823. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2014.21.6.815>
- Nonting, S., Satirapipathkul, C., & Charnvanic, D. (2020). The Influences of Extraction Conditions on the Content of β -glucan Extracted from *Schizophyllum Commune*

Processed-Product Residue. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 11(1), 8-13. doi: 10.17706/ijbbb.2021.11.1.8-13

- Ordoñez, M. H., & Mantilla, M. P. (2019). Desarrollo de una galleta dulce sin gluten a base de almidón de maíz, harina de arroz y de zanahoria. *Infometric@ - Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*, 2(1), 1–9.
- Rop, O., Mlcek, J., & Jurikova, T. (2009). Beta-glucans in higher fungi and their health effects, *Nutrition Reviews*, 67(11), 624–631. <https://doi.org/10.1111/j.1753->
- Patil, S. P., & Arya, S. S. (2017). Nutritional, functional, phytochemical and structural characterization of gluten-free flours. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 1284-1294. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9506-5>
- Piska, K., Sułkowska-Ziaja, K., & Muszyńska, B. (2017). Edible mushroom *Pleurotus ostreatus* (Oyster mushroom) its dietary significance and biological activity. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 16(1), 151–161.
- Piskov, S., Timchenko, L., Avanesyan, S., Siddiqui, S. A., Sizonenko, M., Kurchenko, V., Rzhepakovsky, I., Blinov, A., Nagdalian, A., Shariati, M. A., & Ibrahim, S. A. (2022). A comparative study on the structural properties and lipid profile of mushroom (*Pleurotus ostreatus*) powder obtained by different drying methods. *Agriculture*, 12(10), 1590. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101590>
- Proadhan, U.K., Linkon, K.M.R., Al-Amin, M.F. and Alam, M.J. (2015) Development and Quality Evaluation of Mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) Enriched Biscuits. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27, 542-547. <http://dx.doi.org/10.9755/ejfa.2015.04.082>
- Rajabzadeh-Shandiz, S., Mahdi-Ziaratnia, S., Pahlevanloo, A., & Sarabi-Jamab, M. (2020). Extraction Efficiency of β -D-glucan from Waste Part of Bottom Mushroom (*Agaricus bisporus*) and its Ability to Adsorb Aflatoxin B1. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 8(4), 315-324. doi:10.22101/JRIFST.2019.09.17.e1037
- Rong, C. B., Song, S., Niu, Y. R., Xu, F., Liu, Y., Zhao, S., & Wang, S. X. (2016). Selection of a highly productive strain of *Pholiota adiposa*. *Mycosphere*, 7(2), 226-235. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/7/2/11>

- Rop, O., Mlcek, J., & Jurikova, T. (2009). Beta-glucans in higher fungi and their health effects. *Nutrition reviews*, 67(11), 624–631. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00230.x>
- Salas de la Torre, N., Bazán, D., Osorio, A., Cornejo, O., & Carrero, E. (2003). Deshidratación de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*). *Revista Peruana De Química E Ingeniería Química*, 6(1), 55–59.
- Saleh, S. A. A., Abbas, M. S., Doweidar, M. M. M., & Soliman, A. S. (2018). Preparation and evaluation of biscuits supplemented with some natural additives for children and adolescents feeding. *Journal of Food Sciences*, 5(1), 69-90.
- Salehi, F. (2019). Characterization of different mushrooms powder and its application in bakery products: A review. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1375–1385. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1650765>
- Sarangapani, C., Thirumdas, R., Devi, Y., Trimukhe, A., Deshmukh, R. R., & Annapure, U. S. (2016). Effect of low-pressure plasma on physico–chemical and functional properties of parboiled rice flour. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie. Food Science and Technology*, 69, 482–489. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.003>
- Seo, G., Hyun, C., Choi, S., Kim, Y. M., & Cho, M. (2019). The wound healing effect of four types of beta-glucan. *Appl Biol Chem*, 62(20) <https://doi.org/10.1186/s13765-019-0428-2>
- Sengül, M., & Ufuk, S. (2022). Therapeutic and Functional Properties of Beta-Glucan and Its Effects on Health. *Eurasian Journal of Food Science and Technology*, 6(1), 29-41.
- Wang, L., Brennan, M. A., & Brennan, C. S. (2020). Improving antioxidant capacity of foods: adding mushroom powder to pasta. En V. R. Preedy (Ed.), *Pathology : Oxidative Stress and Dietary Antioxidants* (289–296). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815972-9.00028-7>
- Wang, X.-Y., Zhang, Y., & Liu, F.-F. (2021). Influence of ethanol extracts from *Pholiota adiposa* on gut Microbiota and their antitumor properties in H22 tumor-bearing mice. *Sci Rep* 12, 8589 . <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1073003/v1>

- Zhu, F., Du, B., Bian, Z., & Xu, B. (2015). Beta-glucans from edible and medicinal mushrooms: Characteristics, physicochemical and biological activities. *Journal of Food Composition and Analysis*, *41*, 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.01.019>
- Zou, Y., Du, F., Hu, Q., & Wang, H. (2019). The structural characterization of a polysaccharide exhibiting antitumor effect from *Pholiota adiposa* mycelia. *Scientific Reports*, *9*(1), 1724. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38251-6>
- Zhou, J., Gong, J., Chai, Y., Li, D., Zhou, C., Sun, C., & Regenstein, J. M. (2022). Structural analysis and in vitro antitumor effect of polysaccharides from *Pholiota adiposa*. *Glycoconjugate Journal* *39*(4), 513–523 <https://doi.org/10.1007/s10719-022-10065-9>

ANEXOS

Anexo 1. Obtención del polvo de hongo *Pleurotus ostreatus*



Recepción del hongo *Pholiota adiposa*



Recepción del hongo *Pleurotus ostreatus*



Pesado



Laminado



Secado



Pleurotus ostreatus deshidratado



Molienda



Anexo 2. Extracción de β -glucanos



Extracción con agua caliente



β -glucanos húmedos



Secado de β -glucanos



β -glucanos secos del hongo *Pleurotus ostreatus*



β -glucanos secos del hongo *Pholiota adiposa*

Anexo 3. Propiedades funcionales de las mezclas de harinas



Tubo de ensayo para análisis de FAC



Análisis de WRC y SOL

Anexo 4. Evaluación sensorial de las galletas



Anexo 5. Análisis físicoquímicos en la mezcla seca final



LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

INFORME DE ENSAYO NR.271517

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	WENDY MASSIEL ULLAURI MARTINEZ		
Dirección:	FULTON FRANCO CRUZ/ BOLÍVAR Y AV. MADERO VARGAS		
Nombre Producto :	MEZCLA SECA PARA PANADERÍA		
Fecha de Elaboración:	2023-02-10	Fecha de Caducidad:	ND
Lote:	10FE23	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	BOLSA DOYPACK LAMINADO DE ALUMINIO CIERRE ZIP	Forma de Conservación:	Ambiente

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	271517-1	Contenido Encontrado:	206.7 Gramos
Fecha Recepción:	2023/02/15	Fecha Inicio Ensayo:	2023/02/15
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	23 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FFQQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		A2LA	SAE		
CARBOHIDRATOS	CALCULO	*	*	%	88.43
CENIZA	SEF-C AOAC 923.03	✓	✓	%	1.30
GRASA TOTAL	SEF-G AOAC 922.06	✓	*	%	0.17
HUMEDAD	SEF-H AOAC 925.10	✓	✓	%	5.27
PROTEINA F=6.25	SEF-PDU AOAC990.03	✓	*	%	4.83

ENSAYOS MICROB	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		A2LA	SAE		
E-COLI	SEM-CT AOAC 991.14	✓	✓	UFC/g	<10
SALMONELLA 25g	SEM-SSV AOAC 2011.03	*	✓	N/A	Ausencia

INCERTIDUMBRE		
PARAMETRO	INCERTIDUMBRE	
CENIZA	L± 4.0% (Rangos Mayores al 5.0%)	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de un 95%.
	L± 7.0% (Rangos Menores o igual al 5.0%)	
E-COLI	U _{ex} = 0.04; A= (log C=U _{ex}), U= Potencia(10,A)	
	U _{ex} = 0.19; A= (log C=U _{ex}), U= Potencia(10,A)	
GRASA TOTAL	L± 11.06 (Rangos Menores al 5.0%)	
	L± 5.61 (Rangos Mayores al 5.0%)	
HUMEDAD	L± 5.0% (Rangos Mayores al 5.0%)	
	L± 8.0% (Rangos Menor es al 5.0%)	

Atentamente.

23/02/24

FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por: ANA GABRIELA VALENCIA MURQUEYTO Fecha y hora: 2023-02-24 17:34:05

Muestra 271517-1 de 271517-1

Pg 1 / 2

Confidencialidad e imparcialidad

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

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

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

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

Dirección de Calidad: directoriocalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
 Melchor Toaca N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483143 - 0995450911 - 0992730633



INFORME DE ENSAYO NR.271517

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	WENDY MASSIEL ULLAURI MARTINEZ		
Dirección:	FULTON FRANCO CRUZ/ BOLÍVAR Y AV. MADERO VARGAS		
Nombre Producto :	MEZCLA SECA PARA PANADERIA		
Fecha de Elaboración:	2023-02-10	Fecha de Caducidad:	ND
Lote:	10FE23	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	BOLSA DOYPACK LAMINADO DE ALUMINIO CIERRE ZIP	Forma de Conservación:	Ambiente
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	271517-1	Contenido Encontrado:	206.7 Gramos
Fecha Recepción:	2023/02/15	Fecha Inicio Ensayo:	2023/02/15
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	23 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

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

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación"

Laboratorio de ensayo acreditado por SAE con acreditación N° SAE LEN 18-028

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 423 / C-RG-04 pág. 413 / PDU-RG-01 pág. 624 / H-RG-02 pág. 872

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

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

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

"SEIDLaboratory CÍA LTDA no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

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

Atentamente.

23/02/24

FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por ANA
GABRIELA VALENCIA MURGUETY Q.
Fecha y hora: 2023-02-24 17:34:05



Muestra 271517-1 de 271517-1

Pg 2 / 2

Confidencialidad e Imparcialidad

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

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

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

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

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

Méjchor Toca N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 02 2476314 - 02 2483145 - 0995450911 - 0992750633



Anexo 6. Hoja de la evaluación sensorial

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE GALLETA

Evaluador/a:	Fecha:
--------------	--------

Frente a usted puede observar a hoja de evaluación sensorial de unas galletas con la finalidad de conocer las características sensoriales del producto debido a que este forma parte de la investigación “Formulación de una mezcla seca de panadería para la elaboración de galletas sugar-snap a partir de harina de arroz, almidón de maíz y polvo del hongo *Pleurotus ostreatus*.”

INSTRUCCIONES PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

- Los productos deben ser catados según el orden establecido. Al catar cada galleta primero se debe observar el aspecto global de la galleta. Tras ello, partirla por la mitad con las manos y percibir el aroma de la misma. A continuación, masticar y degustar la galleta. No es necesario consumir la galleta entera.
- Entre la degustación de cada una de las galletas debe enjuagarse la boca con agua para evitar que queden restos de la galleta anterior.

Según sus preferencias puntúe del 1 al 5 las siguientes características de los productos.

1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta mucho

Atributos	Código de muestras			
	125	715	851	550
Color				
Aroma				
Crujiente				
Sabor				
Impresión global				

Comentarios
