



DOI: <https://doi.org/10.46296/yc.v7i12.0282>

FORTIFICACIÓN DE LAS HARINAS DE CEREALES CON HARINAS DE PLEUROTUS OSTREATUS

FORTIFICATION OF CEREAL FLOURS WITH PLEUROTUS OSTREATUS FLOURS

García-González Mercedes Caridad ¹; Crespo-Zafra Lourdes Mariana ²;
Macías-González Armando Antonio ³; Varela-De Moya Humberto Silvio ⁴

¹ Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey, Cuba. Correo: mercedes.garcia@reduc.edu.cu.
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4785-8605>

² Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey, Cuba. Correo: lourdes.crespo@reduc.edu.cu.
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4799-3447>

³ Estudiante de Licenciatura en Ciencias Alimentarias. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey, Cuba. Correo: armando.@reduc.edu.cu. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1646-1413>

⁴ Departamento de Química. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey, Cuba. Correo: humberto.valera@reduc.edu.cu.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6632-3182>

Resumen

El objetivo de la investigación fue compilar estudios sobre la fortificación nutricional de harinas de cereales con *Pleurotus ostreatus* y su importancia en la elaboración de alimentos para consumo humano como pastas, panes, galletas, pizzas y dulces. Para conformar los sustentos teóricos se consideraron artículos originales y de revisión publicados entre 2000 y 2021 en español e inglés. La búsqueda fue realizada en las bases de datos SciELO y Google académico de septiembre a noviembre de 2021. Se analizó el contenido de 42 artículos internacionales y 03 nacionales, retomando 30, que cumplieron los criterios de inclusión: estudios con propuestas de alimentos elaborados con la harina del *P. ostreatus* como alternativa para su consumo y comercialización en los que destaca su importancia nutricional y estudios de investigaciones en los que se incorpora la harina de *P. ostreatus* a la harina de cereales para su fortificación. Se concluye que se compilaron estudios publicados sobre la fortificación nutricional de harinas de cereales con el *Pleurotus ostreatus*, destacando la importancia de este por su gran cantidad de nutrientes, especialmente aminoácidos y vitaminas, que consolida la necesidad de utilizarlo para enriquecer harinas de diferentes cereales con el objetivo de elevar su valor nutricional.

Palabras claves: *Pleurotus ostreatus*, harinas de cereales, valor nutricional.

Abstract

The aim of the research was to compile published studies on the nutritional fortification of cereal flours with *Pleurotus ostreatus* and its importance in the production of consumer foods such as pasta, breads, biscuits, pizzas and sweets. Original and review articles published between 2000 and 2021 in Spanish and English were considered for the present theoretical underpinnings. The search was conducted in the SciELO and Google Scholar databases from September to November 2021. The content of 45 articles was analyzed, including 42 international and 03 national articles, of which 30 were retained, which met the following inclusion criteria: studies with proposals for foods made with *P. ostreatus* flour as an alternative for consumption and marketing

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 05 de octubre de 2022.

Fecha de aceptación: 27 de diciembre de 2022.

Fecha de publicación: 10 de enero de 2023.



in which its nutritional importance is highlighted and research studies in which *P. ostreatus* flour is incorporated into cereal flour with the aim of its fortification. It is concluded that published studies on the nutritional fortification of cereal flours with *Pleurotus ostreatus* were compiled, highlighting its importance as it has a large amount of nutrients, especially amino acids and vitamins, which consolidates the need to be used to enrich the flours of different cereals with the aim of increasing their nutritional value.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, cereal flours, nutritional value.

1. Introducción

Los cereales (de Ceres, el nombre en latín de la diosa de la agricultura) son gramíneas, herbáceas cuyos granos o semillas están en la base de la alimentación humana generalmente molidos en forma de harina. En la alimentación humana son el trigo, el arroz y el maíz los que principalmente se utilizan hoy en día. En el caso particular de la cebada este cereal se utiliza principalmente en la fabricación de la cerveza para hacer la malta (Núñez y Moreno, 2019).

Asimismo, algunos cereales como la quinua, que se cultiva tradicionalmente en América del Sur, tienen un mercado en crecimiento, especialmente en el ámbito de la agricultura ecológica. Se debe aclarar que la quinua es un pseudocereal, perteneciente a la subfamilia Chenopodioideae de las amarantáceas (Núñez y Moreno, 2019).

Las principales formas de consumo de cereales son:

- ✓ en granos: arroz, maíz, trigo (a menudo precocido), escanda, cebada, avena, quinua;
- ✓ harina: trigo, centeno, espelta, para la pastelería (pan, pastas) y tortas;
- ✓ sémolas: de trigo, maíz;
- ✓ gachas: avena (gruau o gachas: alimento inglés tomada en el desayuno);
- ✓ copos: avena; maíz
- ✓ pasta: trigo duro, centeno, espelta, arroz.

De los cereales es el trigo el que se produce en forma más extensa en el mundo, pues se destina al consumo humano, principalmente procesado como harina la que se usa para fabricar pan, galletas, pastas y otros productos. El trigo es fuente de vitaminas B1 (tiamina), B2 (riboflavina), niacina, B6 (piridoxina), E, hierro y zinc. Sin embargo, debido a que la mayoría de estos nutrientes



se concentran en las capas externas del grano de trigo, se pierde una proporción significativa durante el proceso de molienda. De ahí, que en muchos países se opta por fortificar la harina con hierro, vitaminas B1, B2, y niacina. En algunos países se agrega también calcio y folato. Las vitaminas A y D también se pueden agregar a la harina (Núñez y Moreno, 2019).

En este sentido, la fortificación nutricional de los alimentos es de vital importancia en la sociedad y más si son alimentos consumidos masivamente por las personas como es el caso de las pastas, panes, galletas, pizzas, dulces ya que los problemas que origina una mala alimentación o una ingesta inadecuada de nutrientes puede ser la puerta para enfermedades desde las más simples hasta las más complejas (Muñoz, González y Sánchez, 2016).

En consecuencia, la comunidad científica ha realizado importantes investigaciones orientadas a la fortificación nutricional, de ahí que, en los últimos años se ha incrementado en gran magnitud los estudios sobre la fortificación de pastas, embutidos, quesos, entre

otros. Esto demuestra que cada día la fortificación nutricional está tomando más relevancia (Yengle y Layza, 2021).

En los alimentos elaborados a partir de harinas de cereales el contenido proteico es bajo y de escasa calidad nutricional por ser deficientes en aminoácidos esenciales como la lisina. Por tal motivo es necesario incorporar en la alimentación otras fuentes de proteínas de buena calidad sin alterar los hábitos alimentarios (Yengle y Layza, 2021).

Por tanto, diversas instituciones en el mundo relacionadas con los alimentos y la nutrición, han encaminado sus investigaciones hacia el incremento y mejoramiento de los alimentos. De hecho, cada día es utilizado para enriquecer y fortificar las harinas de cereales el *Pleurotus ostreatus*, hongo comestible de buen sabor y muy nutritivo que brinda una gran cantidad de proteínas, minerales y vitaminas (Ardón, 2007; Martínez 2012; Tapia, 2019).

Los hongos comestibles han estado presentes en la alimentación humana desde tiempos remotos, pero en los últimos años han

cochado una especial relevancia al demostrar tener propiedades medicinales. Asimismo, constituyen una excelente alternativa para el uso de proteínas de origen animal, puesto que tienen un alto valor nutricional. Los hongos son un alimento valioso al contener todos los aminoácidos esenciales y una gran cantidad de proteínas. Si bien el uso alimentario de estos productos no es reciente, como ocurre con muchos otros alimentos el interés que se ha despertado por ellos sí lo es, puesto que son una muy buena alternativa para subsanar las problemáticas alimentarias que está atravesando la humanidad (Sullca, 2014).

A partir de los presupuestos expuestos, la investigación tiene como objetivo compilar estudios publicados sobre la fortificación nutricional de harinas de cereales con el *Pleurotus ostreatus* y su importancia en la elaboración de alimentos de consumo como las pastas, panes, galletas, pizzas y dulces.

2. Metodología (Materiales y métodos)

Para conformar los presentes sustentos teóricos se consideraron artículos originales y de revisión publicados entre 2000 y 2021 en español e inglés. La búsqueda fue realizada en las bases de datos SciELO y Google académico de septiembre a noviembre de 2021. Se analizó el contenido de 45 artículos, de ellos 42 internacionales y 03 nacionales, de los cuales se retomaron 30, los que cumplieron los siguientes criterios de inclusión: estudios con propuestas de alimentos elaborados con la harina del *P. ostreatus* como alternativa para su consumo y comercialización en los que se destaca su importancia nutricional y estudios de investigaciones en los que se incorpora la harina de *P. ostreatus* a la harina de cereales con el objetivo de su fortificación.

3. Resultados y discusión

Según Vásquez (2017) refiere que a nivel mundial el consumo de hongos comestibles como fuente de alimento es muy antiguo. Las especies *Lentinus edodes* y *Volvariella*



volvacea se consumen desde hace más de 2 000 años en los países asiáticos como producto de un cultivo artificial. La especie *Agaricus bisporus* comenzó a cultivarse en el siglo XVII en Francia. Recientemente otras especies como *Pleurotus ostreatus* han entrado al grupo de los cultivados.

De esta forma, Vásquez (2017) considera que los hongos comestibles, entre las que se destaca el *Pleurotus ostreatus*, son un conjunto de alternativas, ya sea de orden alimenticio (por su contenido nutricional), industrial – comercial (por el alto consumo mundial) y sobre todo ambiental (porque no contaminan), que pueden ser aprovechadas mediante la formación de cadenas productivas, gracias a que las setas utilizan como alimento los desechos o residuos orgánicos de otros.

3.1 Características generales del *Pleurotus ostreatus*

Los hongos se distribuyen ampliamente por todo el mundo, existen aproximadamente 10,000 especies de las cuales solo el 10 % son comestibles. Los hongos del género *Pleurotus* son saprofitos,

descomponedores de madera, estos se alimentan de la materia orgánica en la que están creciendo, degradando las sustancias con enzimas que liberan al medio húmedo que les rodea, por ello la importancia de suministrar un substrato adecuado cuando se le intente cultivar. La diversidad del género *Pleurotus* abarca al menos treinta especies, entre ellas, *P. djamor*, *P. eryngii*, *P. smithii*, *P. levis*, *P. pulmonarius*, *P. sajor-cajou*, *P. citrinopileatus* y *P. ostreatus* (Vásquez, 2017).

De acuerdo con Vásquez (2017) el *Pleurotus ostreatus* es un hongo saprófito o parásito débil, descomponedor del grupo de la podredumbre blanca que crece en forma natural en árboles como aliso, balso, y arce principalmente en los valles y en los ríos. La palabra *Pleurotus* proviene del griego “*Pleuro*”, que significa formado lateralmente o en posición lateral, refiriéndose a la posición del estípite respecto al píleo. La palabra *ostreatus* en latín quiere decir en forma de ostra y en este caso se refiere a la apariencia y al color del cuerpo fructífero. Comúnmente *Pleurotus ostreatus* es conocido

como hongo ostra, aunque también suele llamársele: Champiñón ostra, Gírgola, Orellana, Seta de chopo o simplemente Seta.

Como dice Ardón (2007) para el desarrollo del hongo ostra se requiere de condiciones ambientales como temperatura, humedad, dioxígeno y cierta cantidad de luz. Todos estos factores tienen que satisfacer las necesidades de este hongo y el conocimiento de los mismos permite manipularlo y producirlo en condiciones artificiales.

Este hongo en su ambiente natural, crece en el suelo, troncos o sobre desechos agrícolas o agroindustriales, que están constituidos principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina en porcentaje de 40-60, 15-50 y 10-30 respectivamente, alimentándose de estos nutrientes y degradándolos, cuando las condiciones ambientales sean óptimas. El micelio de este hongo puede crecer en una temperatura entre 0 y 35 °C, con temperatura óptima de 30 °C, y en un rango de pH entre 5,5 y 6,5 y humedad relativa de 85 a 90 %, siendo la óptima de 85 a 90 % (Ardón, 2007).

3.2 Características morfológicas del hongo *Pleurotus Ostreatus*.

Teniendo en cuenta lo planteado por investigadores como Ardón (2007) y Vásquez (2017) se describen a continuación las características morfológicas del hongo *Pleurotus ostreatus*:

Sombrero: Entre 5 y 15 cm., aunque en ocasiones alcanza dimensiones mucho mayores dependiendo de la edad del hongo, con forma de ostra. De color muy variable, desde gris claro hasta marrón oscuro, pasando por tonalidades intermedias, a veces con reflejos azulados, tomando una coloración más amarillenta con el tiempo. Margen delgado y enrollado del mismo color que el sombrero.

El sombrerillo de esta seta es redondeado, con la superficie lisa, abombada y convexa cuando es joven, aplanándose luego poco a poco. **Laminas:** Laminas blancas a cremas cuando los ejemplares son maduros. Apretadas y desiguales, con lamélulas. Muy decurrentes.

Las laminillas están dispuestas radialmente como las varillas de un paraguas, que van desde el pie o tallo que lo sostiene, hasta el borde.



Son anchas, espaciadas unas de otras, blancas o crema.

Pie: Muy corto, a veces ausente, insertándose entonces el sombrero directamente en el sustrato. El pie suele ser corto, algo lateral u oblicuo, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base. Pueden crecer de forma aislada sobre una superficie horizontal o en grupo formando repisas laterales superpuestas sobre un costado de los árboles. La carne de la seta es blanca, de olor algo fuerte, tierna al principio y después correosa.

Carne: Blanca. Olor y sabor fúngicos y agradables. Correosa en el pie, y en el sombrero cuando los ejemplares son viejos. Esporada: Blanca cremosa.

Esporas: De blancas a cremosas, cilíndricas de 8-11 x 3-4/μm., hialinas y lisas. Basidios: Tetraspóricos, claviformes y largos

3.3 Propiedades nutricionales del *Pleurotus Ostreatus*

De acuerdo a Martínez et al. (2004) y Avilés (2013) se retoman de sus indagaciones las propiedades nutricionales del *Pleurotus*. Se

relacionan lo concerniente a las proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales.

Proteína

Los cuerpos fructíferos de los *Pleurotus* o setas, que son las partes comestibles, son una excelente fuente de proteína de buena calidad, esto debido a que, en su contenido, están presentes todos los aminoácidos esenciales donde los que predominan son la alanina, el ácido glutámico y la glutamina. El porcentaje de proteína en peso seco puede variar entre 10 y 30 % aunque puede llegar a ser hasta del 40 %.

Carbohidratos

En particular el *Pleurotus ostreatus* tiene un contenido elevado de carbohidratos de 57 % y 14 % de fibra cruda, de los cuales el 47 % es fibra dietética. Dentro de los carbohidratos que contienen dichos hongos, se encuentran pentosas, hexosas, sacarosa, alcohol-azúcares, azúcares-ácidos, metil-pentosas y amino-azúcares como la quitina.

Lípidos

Pleurotus ostreatus contiene del 3 al 5 % de lípidos en peso seco. La grasa cruda contenida en este tipo de hongos es mayor en el estípite que en el píleo y contiene todo tipo de lípidos, desde mono, di y triglicéridos, esteroides, esterol-ésteres y fosfolípidos. En general, los lípidos de tipo neutro, constituyen de 20 a 30 % del total, los glicol-lípidos un 10 % y los fosfolípidos del 60 al 70 %. El ácido linoleico es el que más abunda (hasta en un 80 % del total de ácidos grasos) y la fosfatidil-colina y la fosfatidil-etanolamina, son los principales fosfolípidos. Por otro lado, *P. ostreatus*, tiene una buena cantidad de esteroides, el ergosterol es el más importante en alrededor de un 70 % del total.

La fracción de lípidos en este tipo de hongos es poco significativa debido a su poca cantidad, sin embargo, hay que mencionar que los ácidos grasos son predominantemente insaturados, de fácil digestión y de naturaleza hipolipidémica.

Vitaminas

Todos los hongos suelen ser una buena fuente de tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), niacina, biotina y ácido ascórbico (vitamina C). En el caso de *Pleurotus ostreatus* el contenido de tiamina se encuentra entre 4,8 y 7,8 mg/100g, la riboflavina de 4,7 a 4,9 mg/100g, y de niacina 55 a 109 mg/100g todo en peso seco. Los contenidos de ácido ascórbico (vitamina C) son muy altos, de 36 a 58 mg/100g del peso seco por lo que pueden ser una muy buena fuente de antioxidantes y agentes reductores para el uso de medicamentos y complementos nutricionales, estos pueden ser utilizados en el tratamiento del escorbuto, la diabetes, hipoglucemia, cáncer, etc.

Minerales

Los hongos absorben todos los minerales que contiene el substrato donde son cultivados, por lo general contienen buena cantidad de fósforo y potasio, y calcio en menor cantidad. En el caso de *Pleurotus*, se han encontrado, además de los ya mencionados, buenas cantidades de zinc, cobre, magnesio y fósforo. Una proporción media de hierro,



manganeso y potasio. El calcio, aluminio y sodio se ha encontrado en pequeñas cantidades. También se han encontrado trazas de fósforo, arsénico y mercurio.

3.4 Importancia de la harina de setas de *Pleurotus ostreatus* para la elaboración de alimentos. Su valor nutricional

Para el tratamiento de este epígrafe se recogen las concepciones de varios autores.

Chang y Miles (2005) y Martínez et al. (2004) expresan que los hongos comestibles constituyen un alimento funcional con propiedades nutricionales y medicinales que promueven la salud, lo cual puede fortalecer la seguridad alimentaria en los países. Diversas investigaciones científicas han demostrado que los hongos comestibles tienen alto contenido de proteína (aminoácidos esenciales), minerales, vitaminas (complejo B, provitamina D) y fibra cruda, aunque son relativamente bajos en grasas.

Por su parte, Wasser (2002) afirma que los hongos comestibles tienen propiedades anticancerígenas, antibióticas, antioxidantes, que

reducen el nivel de colesterol y la hipertensión, antitrombóticas y antidiabéticas, lo que demuestra su valor funcional. Es importante mencionar que dichas propiedades nutricionales y funcionales son únicas y diferentes a las aportadas por otros alimentos ampliamente consumidos, ya que los hongos constituyen un reino de la naturaleza independiente de las plantas y los animales (Martínez et al., 2000; Mayett y Martínez, 2019).

Se considera importante resaltar las diversas recetas de alimentos elaborados con harina de setas del *Pleurotus ostreatus*, quizás porque el primer empleo directo que se les dio a los hongos es el de alimento. Resultan muy valiosos los aportes de Ahmed (2016), Anjana y Savita (2017) y Córdón et al. (2021) los que revelan el valor nutritivo del *Pleurotus*, ya que contienen una buena proporción de proteínas y vitaminas y escasa cantidad de carbohidratos y lípidos. Los hongos se consideran un alimento altamente perecedero por su alto contenido de agua, el cual le atribuye las características de textura, apariencia y sabor.

En este sentido, la harina del hongo posee un bajo contenido de grasas 1 %, un 50 % de carbohidratos y 7 % de cenizas. Además, considerando la capacidad del organismo para sintetizar los aminoácidos y su demanda, se considera que la proteína del hongo contiene todos los aminoácidos esenciales que lo convierten en una posible alternativa para complementar las dietas veganas que no incluyen las fuentes proteicas de origen animal ricas en proteínas de alto valor biológico (Suárez, Kizlansky y López, 2006; Friedman, 2016; Córdova, 2021).

A partir de los presupuestos expuestos se considera que la harina de hongo *Pleurotus ostreatus* posee un aporte considerable de proteína total, asimismo, posee un buen perfil de aminoácidos, pues tiene todos los aminoácidos esenciales, especialmente isoleucina, leucina, lisina, fenilalanina, histidina y treonina, pero es limitante en valina, lo cual lo hace un alimento complementario para los cereales y legumbres.

En la revisión bibliográfica efectuada se pudo constatar la gran variedad de alimentos elaborados con la harina del *Pleurotus ostreatus*,

como: mermeladas, pastel de gírgolas, pizzas, milanesas, entre otros.

3.5 Importancia de fortificar las harinas de cereales con harina del *Pleurotus ostreatus* para la elaboración de alimentos. Algunos ejemplos

Desde el punto de vista de Kajendran, Balaji y Sathya (2018) la harina de trigo es un producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura. La harina de trigo tiene entre sus componentes almidón (70–75 %), agua (14 %) y proteínas (10-12 %), además de polisacáridos no del almidón (2-3%) particularmente arabinoxilanos y lípidos (2%). Las harinas compuestas, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), son mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo. Estas harinas también pueden prepararse a base de



cereales y productos de origen vegetal distintos del trigo.

En este sentido, hay dos clases de harinas compuestas:

- ✓ La de trigo diluida que es una mezcla de harina de trigo con otras harinas (hasta en 40 %), pudiéndose agregar otros componentes. La adición de una proteína suplementaria es opcional. Las condiciones generales de procesamiento y las propiedades del producto final son similares a las de la harina preparada con trigo solamente.
- ✓ La segunda clase de harinas compuestas no contienen trigo y se preparan mezclando cuatro partes de harina de tubérculos y una parte de harina de soya u otra proteína suplementaria.

Estos productos difieren en sus características reológicas de los que se preparan a base de trigo exclusivamente. Tal es el caso de las harinas compuestas que se elaboran con cereales, plantas leguminosas y oleaginosas y otros productos, y que se usan para preparar alimentos de alto valor nutritivo.

De este modo, se ha comprobado que la mayoría de los cereales y particularmente el trigo, son deficientes en el aminoácido lisina, por lo que la adición de la harina del hongo *P. ostreatus* incrementaría sustancialmente el contenido de éste y otros aminoácidos. En realidad, son diversos los alimentos elaborados con harina de cereales enriquecidas con harina del *Pleurotus ostreatus*.

A continuación, se relacionan ejemplos:

Pasta tipo fettucine enriquecida con harina de setas Pleurotus ostreatus.

A juicio de Jamangapé et al. (2019) las pastas comestibles se han convertido en un alimento básico en el hogar por la variedad en la elaboración y el consumo, sin embargo, su contenido proteínico puede llegar a ser bajo y de mala calidad. Por lo que es necesario incorporarles otras fuentes de proteínas de mejor calidad preferentemente sin alterar hábitos alimentarios ni características organolépticas.

La pasta es un alimento a base de cereales de consumo habitual. Se

fabrica convencionalmente con harina de trigo como ingrediente principal. La pasta es baja en vitaminas y en los aminoácidos lisina, metionina y treonina. La pasta convencional es una fuente bastante pobre de compuestos fisiológicamente activos; por lo tanto, la fortificación se utiliza para aumentar la calidad saludable de este producto como es el caso cuando se le agrega a su elaboración harina de *Pleurotus ostreatus*.

Jamangapé et al. (2019) describen lo referente a la elaboración de la pasta fettuccine la que se elaboró adicionando hongo ostra deshidratado. En la pasta control, es decir sin la adición de harina de hongo, se notó color amarillo claro con un olor característico a trigo, de textura suave y lisa. Las pastas adicionadas con 10 % de harina de setas presentaron un color café claro y con su característico olor a seta, en cuanto a su textura resultó más suave y tersa con apariencia granular similar a la harina integral. La pasta con 20 % de harina de setas tuvo un color un poco más oscuro que la pasta con el 10 % siendo su olor un poco más acentuado a setas

y sin perder su textura suave y su apariencia granular.

La incorporación de harinas de hongo a la pasta requirió de tres etapas, la primera consistió en la obtención de la harina de setas; la segunda, en la elaboración y análisis proximal de la pasta tipo fettuccine y la última en el análisis sensorial del producto obtenido para asegurar su aceptación como alimento seguro.

En cuanto al contenido de fibra, en la pasta adicionada con harina de setas se presenta un aumento notable con respecto a las pastas control. El contenido de fibra que se obtuvo fue de entre 0,92 (10 % harina de setas) y 3,31 % (20 % harina de setas) en base seca y 0,44 % para el control, por lo que la adición de harina de setas duplica y cuadriplica el aporte de fibra.

La adición de ingredientes no convencionales contribuye a elevar el valor nutricional de las pastas, generando mejoras en cuanto a cantidad y calidad proteica por complementación de aminoácidos esenciales e incrementar el contenido de fibra. La harina de trigo es comúnmente utilizada en productos de panificación y pastas,



sin embargo, es deficiente en aminoácidos, específicamente en lisina.

A propósito, estos autores junto con Elizalde (2010) sugieren que la tendencia a desarrollar productos con más y mejor contenido proteico ha motivado el desarrollo de harinas como el de chícharo (*Pisum sativum*), garbanzo (*Cicer arietinum*), lentejas (*Lens culinaris*), y como el de quínoa (*Chenopodium quinoa*) y zanahoria (*Daucus carota*), entre otras, en combinación con harina de trigo.

*Galletas enriquecidas con harina de setas *Pleurotus ostreatus*.*

Desde el punto de vista de Szydłowska-Czerniak, Poliński y Momot (2021) y Morris et al. (2021), son insuficientes los productos estándar desarrollados con el hongo *Pleurotus* en forma de galletas funcionales con un mejor valor nutricional, perfil micoquímico y propiedades antioxidantes.

Morris et al. (2021) en su investigación realizan una evaluación de impacto de la sustitución parcial (10 %) de la harina de trigo por harina de hongo

Pleurotus ostreatus en la elaboración de galletas funcionales. La hipótesis planteada fue que la sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de hongo *Pleurotus ostreatus* mejora su aporte nutricional en contenidos de proteína total, fibra dietética y minerales, así como, en la capacidad antioxidante de las galletas enriquecidas con este ingrediente natural.

Con el estudio efectuado por estos investigadores se pretende contribuir a la fortificación de tipos de galletas tradicionales que carecen de compuestos nutraceuticos y de actividad antioxidante, proporcionando así una visión fiable de la funcionalidad de las galletas fortificadas. Por lo tanto, la obtención de estas galletas representa un alto potencial en el desarrollo de un alimento funcional saludable con beneficios para los consumidores.

4. Conclusiones

Se compilaron estudios publicados sobre la fortificación nutricional de harinas de cereales con el *Pleurotus ostreatus*, destacando la importancia en la elaboración de alimentos de consumo como las pastas, panes, galletas, pizzas y dulces.

Mediante la revisión bibliográfica se puede evidenciar que los hongos comestibles constituyen un alimento que poseen el aporte nutricional adecuado para el mantenimiento de las funciones vitales del hombre.

El *Pleurotus ostreatus* tiene una gran cantidad de nutrimentos, especialmente aminoácidos y vitaminas, que consolida la necesidad de ser utilizado para enriquecer las harinas de diferentes cereales con el objetivo de elevar su valor nutricional.

Bibliografía

Ahmed, M., Abdullah, N. & Nuruddin, M. M. (2016). Yield and nutritional composition of oyster mushrooms: An alternative nutritional source for rural people. *Sains Malaysiana*, 45 (11), 1609-1615. Recuperado de http://www.ukm.my/jsm/pdf_fil

es/SM-PDF-45-11-2016/04%20Mostak%20Ahmed.pdf

Anjana, S. & Savita, J. (2017). Oyster mushroom: answer to human ailments: a review. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 10 (4), 24-27. Recuperado de <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i4.16867>

Ardón López, C.E. (2007). La producción de los hongos comestibles. Tesis de maestría no publicada, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1932.pdf

Avilés, E. A. (2013). Utilización del Champiñón ostra (*Pleurotus ostreatus*) en la preparación de pastel mexicano, 2011. Licenciatura en Gestión Gastronómica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9647/1/84T00237.pdf>

Chang, S. T. & P. G. Miles. (2005). Mushrooms. Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. CRC Press, Boca Raton. Recuperado de <https://doi.org/10.1021/np058221b>



- Córdova Alberca, M. (2021). Productividad del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en sustrato de café y determinación del valor nutricional. Licenciatura en Nutrición, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú. Recuperado de https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/9066/Productividad_CordovaAlberca_Mercy.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cordón Arrivillaga, K. R., Morales Pérez, S. B., Liska de León, C., De León Chocooj, R. A., Urizar Marroquín, M. A. & Corado Ortega, M. A. (2021). Informe final: Transformación de setas comestibles nativas en harina para pastas como una alternativa para comunidades rurales. Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición en Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/prunian/INF-2020-22.pdf>
- Elizalde, A. D. D. (2010). Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua (*chenopodium quinoa wild.*) y zanahoria (*daucus carota*). *Biotecnología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 8 (1), 43-53. Recuperado de <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/731/358>
- Friedman, M. (2016). Mushroom Polysaccharides: Chemistry and Antiobesity, Antidiabetes, Anticancer, and Antibiotic Properties in Cells, Rodents, and Humans. *Foods*. 5 (4). Recuperado de <https://doi.org/10.3390/foods5040080>
- Jamangapé Ovando, R.G., Palacios Pola, G., Caballero Roque, A., Zea Caloca, S. G., Meza Gordillo, P. I. & Álvarez Gutiérrez, P. E. (2019). Evaluación proximal y sensorial de pasta fettuccinie con sustitución parcial con harina de setas *Pleurotus ostreatus*. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*. 8 (19). Recuperado de <https://doi.org/10.31644/IMAS D.19.2019. a07>
- Kajendran, M., Balaji, S. S. & Sathya S. (2018). Cultivation and determination of nutritional value on edible mushroom *Pleurotus ostreatus*. *European Journal of Biotechnology and Bioscience*. 6 (3), 40-44. Recuperado de <http://www.biosciencejournals.com/archives/2018/vol6/issue3/6-3-22>
- Mayett, Y. & Martínez Carrera, D. (2019). Hongos comestibles y seguridad alimentaria en



México. El consumo de los hongos comestibles y su relevancia en la seguridad alimentaria de México. En Los hongos comestibles, funcionales y medicinales: aportación a la dieta, la salud, la cultura y al sistema agroalimentario de México. Eds. D. Martínez-Carrera et al. Biblioteca Básica de Agricultura, México, D. F.

- Martínez Cañedo, J. (2012). Cultivo de *Pleurotus ostreatus* en el Valle de El fuerte, Sinaloa: una alternativa de aprovechamiento de esquilmos agrícolas. Tesis doctoral no publicada, Universidad Autónoma Indígena de México, Institución Intercultural del Estado de Sinaloa, México.
- Martínez Carrera, D., Sobal Cruz, M., Morales Almora, P., Martínez Sánchez, W., Martínez Guerrero, M. & Mayett Moreno, Y. (2004). Los hongos comestibles: propiedades nutricionales, medicinales, y su contribución a la alimentación mexicana. El Shiitake. COLPOS-BUAPUPAEP-IMINAP, Puebla. Recuperado de <http://www.hongoscomestiblesymedicinales.com/Mexico/COLPOS/A/6.pdf>
- Martínez Carrera, D., Larqué, A., Aliphat, M., Aguilar, A., Bonilla, M. & Martínez, W. (2000). La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. En II Foro Nacional sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria. Academia Mexicana de Ciencias-CONACYT, México, D. F. Recuperado de <http://www.hongoscomestiblesymedicinales.com/P/P/18.pdf>
- Morris Quevedo, H. J., Yebra Díaz, M. I., Arce Ferrera, J. L., Perera Segura, E. & García Oduardo, N. (2021). Nutritional and antioxidant properties of novel cookies enriched with oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) flour. *Rev. Cubana Quím.* 33 (3), 437-451. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/4435/443569388011/html/>
- Muñoz López, C. L., González Valencia, C. P. & Sánchez Betancur, Y. A. (2016). Aproximación a una formulación de un alimento tipo galleta, bajo en calorías y que genere sensación de saciedad para consumo de población adulta. Licenciatura en Alimentación y Nutrición. Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia, Colombia. Recuperado de <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/1056>



7/1768/1/APROXIMACION_F FORMULACION_ALIMENTO_ TIPO_GALLETA.pdf

Núñez Ramos, R. & Moreno Villares, J. M. (2019). Los cereales en la alimentación del lactante y el niño pequeño. *Acta Pediatr Esp.* 77 (3-4), 83-89. Recuperado de <https://www.actapediatrica.com/index.php/secciones/nutricion-infantil/1595-los-cereales-en-la-alimentacion-del-lactante-y-el-nino-pequeno>

Suárez López, M. M., Kizlansky, A. & López, L. B. (2006). Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutr Hosp.* 21 (1), 47-51. Recuperado de <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21n1/original7.pdf>

Sullca Gómez, L. (2014). Evaluación de la aceptabilidad y contenido proteico del pan con adición de pasta de hongo (*suillus luteus*) y harina de lúcuma (*pouteria lúcuma*). Licenciatura en Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. Recuperado de <https://1library.co/document/q2ne7xeq-evaluacion-aceptabilidad-contenido-proteico-adicion-suillus-lucuma-pouteria.html>

Szydlowska-Czerniak, A., Poliński, S. & Momot, M. (2021).

Optimization of ingredients for biscuits enriched with rapeseed press cake-changes in their antioxidant and sensory properties. *Applied Sciences.* 11 (4), 1558. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/app11041558>

Tapia López, A. (2019). Tecnologías aplicadas a la industrialización de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*). Licenciatura en Ingeniero Agrónomo Industrial, Universidad Autónoma del estado de México, México. Recuperado de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/104953>

Vásquez Elías, A. J. (2017) Formulación de una torta tipo hamburguesa a base de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) y harina de coqueta roja (*Eisenia foetida*) y comparación con las concentraciones de proteína y hierro con la carne de vacuno. Licenciatura en Ingeniería en Alimentos, Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8294/>

Wasser, S. P. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl Microbiol Biotechnol.* 60 (3), 258-274. Recuperado de



<https://doi.org/10.1007/s00253-002-1076-7>

Yengle Pérez, K. F. & Layza Negreiros, V. R. (2021). Retos actuales y tendencias futuras en la fortificación nutricional y reducción de sustancias dañinas en alimentos de consumo masivo: pastas, embutidos y quesos. Manglar: Revista de Investigación Científica. 18 (3), 329-341. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8104285>