



Citación: Cardona Rivero et al. (2024). Análisis proximal y características fitoquímicas de *Agaricus bisporus* y *Pleurotus djamor* colectados en la región Cusco, Perú. Rev. Q'EUÑA 15(1): 21-26

<https://doi.org/10.51343/rq.v15i1.1440>

Recibido: 24-04-2024

Aceptado: 08-06-2024

Publicado: 29-06-2024

Copyright: © 2024 Cardona Rivero et al. Este es un artículo de acceso abierto revisado por pares y publicado por la Revista Q'EUÑA de la Sociedad Botánica del Cusco y la UNSAAC (<http://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/RQ>) y distribuido bajo los términos de la licencia de atribución Creative Commons, que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se acredite el autor y la fuente originales.

Declaración de disponibilidad de datos: Todos los datos relevantes están dentro del documento y sus archivos de información de respaldo.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Autor Corresponsal:

Anahí Karina Cardona Rivero
anahi.cardona@unsaac.edu.pe

Anahí Karina Cardona-Rivero
anahi.cardona@unsaac.edu.pe
ORCID 0000-0001-6397-9162

Magaly Villena Tejada
ORCID 0000-0003-4756-0251

Karina Vera Ferchau
ORCID 0000-0002-8073-392X

Ivan Best Cuba
ORCID 0000-0001-6009-6575

María Encarnación Holgado Rojas
ORCID 0000-0002-2285-8679

Yesica Marianela Huayta Tintaya
ORCID 0003-6594-2744

Karlheni Milagros Portillo Guizado
ORCID 0009-0007-2297-1595

Gladys Florez Huancaojas
ORCID 0009-0009-8527-8194

Erik Eduardo Flores Perez
ORCID 0009-0001-8702-742X

Frank Bryam Aguilar Mainicta
ORCID 0000-0002-4024-9594

Análisis proximal y características fitoquímicas de *Agaricus bisporus* y *Pleurotus djamor* colectados en la región Cusco, Perú

Proximate analysis and phytochemical characteristics of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus djamor* of the Cusco Región, Perú

Anahí Cardona-Rivero^{1*}, Magaly Villena-Tejada¹, Karina Vera Ferchau¹, Ivan Best², María E. Holgado Rojas³, Yesica M. Huayta Tintaya¹, Karlheni M. Portillo Guizado¹, Gladys Flores Huanca¹, Erik E. Flores Perez¹, Frank B. Aguilar Mainicta³

¹Escuela profesional de Farmacia. Facultad de Ciencias de la Salud – Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Av. La Cultura 773. Cusco. Perú.

²Instituto de Ciencias de Los Alimentos y Nutrición, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú

³Centro de Investigación y Producción de Hongos Alimenticios y Medicinales – CIPHAM, Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Av. La Cultura 773. Cusco. Perú.

Abstract

About 2,000 species of mushrooms are edible and/or medicinal. In the Andean and Amazonian zone of Cusco-Peru, there are edible mushrooms of the genus *Agaricus* and *Pleurotus*. The objective was to perform the proximate analysis and phytochemical screening of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus djamor* from the Cusco-Peru region. The samples were mature basidiocarps (pileo and stipe) in the Andean zone of the province of Anta (*A. bisporus*) and the Amazonian zone of the province of La Convención (*P. djamor*). Bromatological proximate analysis was performed by AOAC methods. Qualitative phytochemical analysis was performed by TLC chromatography. The determination of total amino acids and carbohydrates was performed by liquid chromatography HPLC-DAD, RID. The results show that both species contain alkaloids and triterpenes/steroids. Of 17 amino acids evaluated, all are present in both species, 8 are essential; being relevant the content of alanine ($376,74 \pm 32,95$ mg/100g) and isoleucine ($117,16 \pm 11,22$ mg/100g) in the genus *Agaricus* and methionine ($52,05 \pm 2,29$ mg/100g) in *Pleurotus*. Of the carbohydrates analyzed, glucose was detected, being the value for *P. djamor* higher than for *A. bisporus*. In the proximate analysis, *Agaricus bisporus* presents higher percentage of proteins ($26,57 \pm 0,34$ %) and carbohydrates ($60,44 \pm 0,27$ %) than *P. djamor*; however, the latter contains higher amounts of moisture ($16,94 \pm 0,37$ %), fat ($1,78 \pm 0,08$ %) and fiber ($12,34 \pm 0,08$ %). In conclusion, *Agaricus bisporus* and *Pleurotus djamor* are a source of nutrients (protein, essential amino acids, fiber and low fat) and secondary metabolites (alkaloids and triterpenes/steroids).

Keywords: proximate analysis; phytochemical; food fungi; Andean- amazonian zone, Cusco, Peru.

Resumen

Se realizó el análisis proximal y tamizaje fitoquímico de hongos alimenticios y medicinales procedentes de la Región Cusco, Perú. Se colectaron basidiocarpos maduros en la zona andina de la provincia de Anta (*Agaricus bisporus*) y en la zona amazónica de la provincia de La Convención (*Pleurotus djamor*). El análisis proximal bromatológico se realizó utilizando métodos AOAC, mientras que el análisis fitoquímico cualitativo se realizó por cromatografía en capa fina (TLC). La determinación de aminoácidos totales y carbohidratos se efectuó mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC-DAD RID, detección de índice de refracción). Los resultados muestran que ambas especies contienen alcaloides y triterpenos esteroides. De los 17 aminoácidos evaluados, todos están presentes en ambas especies, siendo 8 de ellos esenciales. Destaca el contenido de alanina ($376,74 \pm 32,95$ mg/100g) e isoleucina ($117,16 \pm 11,22$ mg/100g) en el género *Agaricus* y el de metionina ($52,05 \pm 2,29$ mg/100g) en *Pleurotus*. Entre los carbohidratos analizados, se detectó glucosa, siendo el valor para *P. djamor* mayor que para *A. bisporus*. En el análisis proximal, *A. bisporus* presenta un mayor porcentaje de proteínas ($26,57 \pm 0,34$ %) y carbohidratos ($60,44 \pm 0,27$ %) que *P. djamor*; sin embargo, este último contiene mayor cantidad de humedad ($16,94 \pm 0,37$ %), grasa ($1,78 \pm 0,08$ %) y fibra ($12,34 \pm 0,08$ %). En conclusión, ambas especies presentan un perfil nutricional rico y equilibrado, son fuente de proteínas, aminoácidos esenciales, fibra y bajo contenido en grasas, junto con importantes metabolitos secundarios que los convierte en opciones alimenticias saludables y en potenciales agentes terapéuticos, reforzando su valor como alimentos funcionales.

Palabras clave: análisis proximal; fitoquímico; hongos alimenticios; zona andino amazónica, Cusco, Perú.

Introducción

Los hongos comestibles tienen amplia distribución mundial. (Zhao et al., 2020). Según su aplicación, los hongos se clasifican en 3 grupos: comestibles (54%), medicinales (38%) y silvestres (8%) (Royse & Baars, J., & Tan, 2017). En el mundo, existen al menos 12,000 especies de hongos. Alrededor de 2,000 son aptos para aplicaciones comestibles y/o medicinales, y solo 35 se cultivan comercialmente. (Kumar, 2020). Son consumidos tradicionalmente como alimentos de alto valor nutritivo, y algunos de ellos también como suplementos dietéticos dado su valor medicinal, particularmente en estos últimos años están comenzando a verse como alimentos funcionales y como fuente de medicinas fisiológicamente beneficiosas y no invasivas (CTICH, 2010).

Además del interés por sus propiedades medicinales presentan alto valor nutritivo, ricos en proteínas, fibras y bajo contenido de grasas, y también cantidades elevadas de minerales, principalmente potasio, fósforo y calcio (Largeteau et al., 2011). El interés actual por parte de los consumidores de la búsqueda de alimentos saludables hace que el consumo de hongos constituya una alternativa alimentaria con la doble ventaja de tener, en algunas variedades, propiedades terapéuticas y poseer además proteínas en una concentración relativamente alta y de calidad (Henriques et al., 2008).

Respecto a los géneros *Agaricus* y *Pleurotus*, se reportaron alto contenido proteico y también contenido de aminoácidos esenciales como cisteína, fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, tirosina, treonina y valina. Vitaminas como vitamina B1 (Tiamina), vitamina B2 (Riboflavina), vitamina B5 (Ácido pantoténico), vitamina B9 (Ácido fólico), vitamina D (Calciferol) y minerales como potasio, selenio y cobre en cantidades considerables; que podrían colocarlos por encima de algunas frutas y verduras (Feeney et al., 2014). Debemos mencionar que la composición de las sustancias bioactivas de los hongos frente al sustrato usado varía en cuanto al contenido de proteínas netas, fibra, humedad, cenizas, carbohidratos y grasas totales, igualmente se encontró que estas variaciones son diferentes dependiendo de la especie, tal como se observó en diferentes especies de *Pleurotus* (Nieto & Chegwin, 2010).

Los metabolitos secundarios provenientes de los hongos tienen diferentes clases de compuestos naturales tales como terpenos, alcaloides, quinonas, xantonas, péptidos, esteroides, flavonoides, fenoles y compuestos fenólicos, los cuales constituyen una fuente de sustancias bioactivas (Srivastava, 2019). La presencia de metabolitos secundarios como los alcaloides y triterpenos, en los hongos es importante dado que se ha reportado que tienen hasta 126 efectos beneficiosos para el hombre lo que podría significar su uso potencial como antioxidante, antimicrobiano, antiviral, anticancerígeno, inmunosupresor, anticolesterolémico, etc. (Indrianingsih et al., 2021, Srivastava, 2019).

Los hongos como *P. djamor* se cultivan ampliamente con fines alimenticios, contienen polisacáridos, terpenos, esteroides, ácidos grasos insaturados, minerales y vitaminas. Hongos superiores como estos, pueden sintetizar nuevas estructuras. Fueron descubiertos dos nuevos alcaloides indólicos terpenoides (terpendoles N y O) mediante el estudio de los componentes químicos del micelio de fermentación sólida de *P. ostreatus*. Por su parte en *A. bisporus* se ha reportado la presencia de triterpenos, lectinas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos, péptidos, glicoproteínas que le confieren sus propiedades antioxidantes, antimicrobiana, anticancerígena, antidiabético, antihipercolesterolémica, antihipertensiva y hepatoprotectora.

En la región Cusco, la kallampa (*Agaricus bisporus*) y el pecho de gallina (*Pleurotus djamor*) son altamente consumidos, principalmente en la época de lluvias donde se recolectan para su consumo y expendio en las ferias y mercados, son especialmente valiosos debido a su alto contenido de proteínas, aminoácidos esenciales y fibra, y su bajo contenido en grasas. Además, poseen metabolitos secundarios como alcaloides y triterpenos/esteroides, que ofrecen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas. Estos atributos los convierten en una solución potencialmente efectiva para combatir la desnutrición y mejorar la salud pública en la región Cusco, ofreciendo una fuente accesible y nutritiva de alimentos que puede integrarse fácilmente en la dieta local. Sin embargo, estas especies nativas de las Provincias de Anta y La Convención han sido poco estudiadas desde el punto de vista de su composición química básica, así como la presencia de compuestos bioactivos que los convierten en alimentos nutraceuticos. Por lo que el objetivo del presente estudio se centra en realizar el análisis proximal y tamizaje fitoquímico cualitativo de estas especies, resultados que nos permitirán fundamentar científicamente el uso de hongos alimenticios como alternativas nutricionales y/o terapéuticas; lo cual, además, redundará en el desarrollo económico sostenido en las comunidades al promover su cultivo.

Materiales y métodos

Obtención y preparación de las muestras

La especie *Agaricus bisporus* fue recolectada en la comunidad de Conchacalla, provincia de Anta, mientras que *Pleurotus djamor*, fue obtenida del Centro Poblado de Kiteni, provincia de La Convención, ambas de la región Cusco, durante la temporada de lluvias.

Se colectaron carpóforos en etapa de madurez, libres de contaminación biológica. Para su transporte, se utilizaron recipientes de tecnopor forrados interiormente con papel aluminio para evitar su deterioro debido a la exposición con la luz solar. La identificación taxonómica se realizó por descripción morfológica macroscópica, microscópica de los cuerpos fructíferos (Cepero et al., 2012) y consulta a especialistas.

Los especímenes colectados fueron sometidos a temperaturas de -25°C por 24 horas y posteriormente liofilizados durante 48 horas protegidos de la luz solar.

Análisis fitoquímico cualitativo

Los procedimientos analíticos fueron realizados en los Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría de la Escuela profesional de Farmacia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú utilizando para cada ensayo 0.5 gramos de muestra liofilizada, la misma que se almacenó a 4°C.

Método de cromatografía de capa fina (TLC)

Para la prueba de TLC se utilizó 0.1 g de muestra liofilizada en 5 mL de agua acidulada (ácido clorhídrico 0.1%), de la cual se tomó una alícuota para cada ensayo.

Ensayo para alcaloides

Se determinó la presencia de alcaloides mediante la comparación de la señal estándar de alcaloide frente a la muestra utilizándose N-N difeniltriptamina (DMT 1g/ml). Las condiciones de análisis fueron: cromatoplaca Merck HPTLC, sílica gel G 60; fase Móvil propanol: ácido fórmico: agua (90:1:9:9), revelador Dragendorff. Los resultados fueron evaluados de acuerdo al tamaño de la mancha en comparación al patrón y se expresaron como abundante (+++), poco (+), muy poco (+) ausente (-). (Lock de Ugaz, 1994) (Wagner & Bladt, 1996). Se uso DMT como patrón, un alcaloide aislado de una muestra vegetal de *Banisteropsis ccapí*.

Ensayo para triterpenos y esteroides

La presencia de triterpenos se realizó mediante la comparación de la señal estándar de ácido ursólico frente a la muestra. Las condiciones de análisis fueron: cromatoplaca: Merck HPTLC, sílica gel G 60; fase móvil de acetato de etilo: ácido fórmico: ácido acético glacial: agua: (100:11:11:26).; revelador ácido sulfúrico 10% en caliente. Los resultados se expresaron como abundante (+++), poco (+), muy poco (+) ausente (-) (Lock de Ugaz, 1994, Wagner & Bladt, 1996).

Ensayo para saponinas

Las saponinas fueron determinadas realizando la comparación de la señal estándar de saponina 558255 (Merck) frente a la muestra, la cual se encontraba previamente hidrolizada. Las condiciones de análisis fueron: cromatoplaca: Merck HPLC, sílica gel G 60; fase Móvil cloroformo: metanol (48:2); revelador: ácido sulfúrico al 10% en caliente. Los resultados se expresaron como abundante (+++), poco (+), muy poco (+) ausente (-) (Lock de Ugaz, 1994, Wagner & Bladt, 1996).

Ensayo para flavonoides

La evaluación se realizó mediante la comparación de la señal del estándar de quercetina frente a la muestra. Las condiciones de análisis fueron: cromatoplaca Merck HPTLC, sílica gel G60; fase móvil de acetato de etilo: ácido fórmico: ácido acético Glacial: agua: (100:11:11:26); revelador 2-aminoetil difenilborato NP al 1% en metanol en luz ultravioleta 356 nm. Los resultados se expresaron como abundante (+++), poco (+), muy poco (+) ausente (-) (Lock de Ugaz, 1994, Wagner & Bladt, 1996).

Ensayo para quinonas

La evaluación de la presencia de quinonas se realizó mediante la comparación de la señal del estándar de alizarina (violeta) frente a la muestra. Las condiciones de análisis fueron: cromatoplaca Merck HPTLC, sílica gel G 60; fase móvil de acetato de etilo: metanol: agua (100:17:13); revelador hidróxido de potasio 10% en etanol. Los resultados se expresaron como abundante (+++), poco (+), muy poco (+) ausente (-) (Lock de Ugaz, 1994) (Wagner & Bladt, 1996).

Método de cromatografía líquida HPLC-DAD, RID

Determinación de aminoácidos totales

Se utilizó una curva patrón de 17 tipos de aminoácidos. El análisis fue efectuado por triplicado, los resultados se expresaron en miligramos de aminoácidos presentes en 100 gr de muestra. Las condiciones del análisis fueron las siguientes: cromatógrafo Agilent serie 1200; Columna Zorbax Eclipse AAA Rapid Resolution 4.6 x 75mm, 3.5 um; flujo de columna 2.0 mL/min.; temperatura 35 °C; solvente A: Buffer NaH₂PO₄ a pH 7.8; solvente B: acetonitrilo: metanol: agua (45:45:10); detección DAD 262 y 338 nm. (Henderson & Brooks, 2010) (Gonzalez-Castro et al., 1997).

Determinación de carbohidratos

Se utilizó una curva patrón de 5 tipos de carbohidratos. El análisis fue efectuado por triplicado, los resultados se expresaron en gramos de carbohidratos presentes en 100 gr de muestra para ambas muestras. Las condiciones del análisis fueron: cromatógrafo Agilent serie 1200; columna Zorbax Carbohydrate 4.6 x 250 mm, 5 um flujo de Columna: 1.4 mL/min.; temperatura 35 °C; fase móvil: acetonitrilo: agua (75:25); detección Índice de Refracción RID 40 °C (Agilent Technologies, 2003, Zhou et al., 2012).

Análisis proximal bromatológico

Todas las determinaciones del análisis proximal bromatológico se realizaron a partir de una muestra base seca liofilizada.

Determinación de humedad

Se empleó el Método AOAC 964.22. Se pesaron aproximadamente 10 g de muestra en una balanza de precisión dentro de una placa de petri, desecándose a 110°C en una estufa de aire forzado, durante 16 horas hasta alcanzar un peso constante. (AOAC., 1990).

Determinación de proteínas

Se utilizó el método AOAC 955.04 fundamentado en el método Kjeldahl, para lo cual se peso 0.02 g. descomponiendo la muestra en medio de ácido sulfúrico, en presencia de un agente reductor catalizador (cobre). Luego se adicionó sal neutra

para aumentar el punto de ebullición de la disolución de ácido sulfúrico. De esta forma aumentó la temperatura, favoreciendo la descomposición. El tratamiento transforma el nitrógeno de la muestra en NH_4^+ . La posterior adición de una base fuerte libera el NH_3 , que es arrastrado hasta un frasco colector por destilación en corriente de vapor. Al finalizar la destilación, se procedió a valorar el ácido no consumido con una disolución de patrón base (AOAC., 1990).

Determinación de lípidos

Se usó el Método AOAC 920.39. En un sobre de papel filtro se colocó 3 gramos de muestra, en tubo Soxhlet. Luego en un balón de 250 mL, se añadió 160 mL de hexano. Se extrajo los lípidos por un tiempo de 2 a 4 horas, al cabo de ese tiempo se retiró el sobre y se recuperó solvente quedando los lípidos extraídos en el balón, luego se llevó a una estufa a 60°C para la evaporación completa del solvente, se pesó el balón que contiene la grasa y se determinó el contenido por diferencia de peso (AOAC., 1990).

Determinación de cenizas

Se realizó por el Método AOAC 942.05. En un crisol de porcelana de 15 mL de peso conocido, se pesó 2 g de muestra, luego se colocó en una mufla a 600 °C por un tiempo de 2 horas, al término del tiempo se retiró y colocó en un desecador hasta su enfriamiento registrando su peso final, y por diferencia se calculó el contenido de cenizas (AOAC., 1990).

Determinación de fibra

Se utilizó el Método AOAC 962.09. Se peso 1 g. de muestra. La fibra bruta se obtuvo tras la digestión ácida con ácido sulfúrico (1.25 %) y digestión básica con hidróxido de sodio (1.25 %) de la muestra sin grasa. Se sometió a secado en una estufa a 150 °C durante 30 min, calcificación del crisol tarado, luego en mufla a 550°C por 30 minutos hasta la obtención de cenizas blancas o grisáceas por 30min (AOAC., 1990).

Análisis Estadístico

El análisis de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS versión 25.0. Los resultados fueron expresados con media \pm desviación estándar. Se aplicó el modelo de análisis de varianza (ANOVA) de un factor, con la finalidad de determinar si existe o no diferencia significativa entre los grupos estudiados.

Resultados y discusión

Tabla 1.

Análisis proximal en hongos alimenticios *Agaricus bisporus* y *Pleurotus djamor*

Parámetros	<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Pleurotus djamor</i>	P
Humedad (%)	4.56 \pm 0.18	16.94 \pm 0.37	<0.01
Proteína (%)	26.57 \pm 0.34	23.18 \pm 0.17	0.01
Grasa (%)	1.57 \pm 0.04	1.78 \pm 0.08	0.030
Ceniza (%)	6.87 \pm 0.12	6.32 \pm 0.06	0.09
Fibra (%)	10.69 \pm 0.38	12.34 \pm 0.08	0.011
Carbohidratos (%)	60.44 \pm 0.27	51.78 \pm 0.40	<0.01

Datos son expresados como la media \pm desviación estándar. Diferencias entre grupos fueron evaluadas mediante un ANOVA de un factor, $P < 0.05$.

Como se puede observar en la tabla 1, las muestras en base seca de *Agaricus bisporus* presenta un contenido significativamente mayor de proteínas comparado con *Pleurotus djamor* ($p < 0.05$), no obstante, estos valores se encuentran en rangos similares a lo reportado por (Barros et al., 2008, Niego et al., 2021 y Das et al.2021), quienes mencionan valores entre 24,43 \pm 0.10 % y 29,29%. Sin embargo, *P.djamor* presento mayor cantidad de proteínas frente a lo registrado por Acosta-Urdapilleta et al.,(2020) y Enshasy et al (2015) quienes reportan 17.0 \pm 0.90% y 15.6% respectivamente. De igual manera esta especie presenta un porcentaje significativamente mayor de fibra respecto a *Agaricus bisporus* ($p < 0.05$). Ambos hongos son ricos en proteínas, bajas en grasas, contienen carbohidratos y fibra haciendo de ellos una excelente opción nutricional. Respecto a la humedad, Acosta y col.(2020) determinaron para *P. djamor* var. roseus 2.1 \pm 0.21% de humedad, muy inferior al valor encontrado en nuestro estudio. Estas diferencias probablemente se dieron porque en el presente estudio se trabajó con muestras liofilizadas. Es importante recalcar que el contenido de agua influye en la frescura y vida útil de los hongos.

Por otro lado, merece la atención el bajo contenido de grasas de las especies en estudio, siendo mucho menor lo reportado por Niego et al., (2021) quienes mencionan un 3.06 \pm 0.03% para *A. bisporus*, y los estudios de Acosta-Urdapilleta et al (2020) que reportan un 6.7 \pm 0.13% para *P.djamor*, casi cuatro veces mayor que los resultados del presente estudio. Es importante recalcar que la variabilidad del contenido de macronutrientes depende de varios factores, como la especie de hongo incluso dentro del mismo género, la etapa de crecimiento, condiciones de pre y post cosecha, como la humedad, la temperatura y los nutrientes disponibles en la zona geográfica (Manzi et al., 1999).

Tabla 2: Determinación cualitativa de metabolitos secundarios mediante cromatografía TLC de *Agaricus bisporus* y *Pleurotus djamor*

Parámetros	<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Pleurotus djamor</i>
Alcaloides	+++	+++
Saponinas	-	-
Flavonoides	-	-
Triterpenos y esteroides	++	+
Quinonas	-	-

Nota: Abundante = +++. Poco = ++. Muy Poco = +, Ausente = -. Resultado de tres repeticiones.

Es relevante resaltar la presencia abundante de alcaloides (tabla 2) en ambas especies, estos compuestos orgánicos nitrogenados tienen una amplia gama de efectos fisiológicos como propiedades antioxidantes, neutralizando los radicales libres y protegiendo las células del daño oxidativo. Esto es crucial para la prevención de enfermedades crónicas como el cáncer y enfermedades cardiovasculares; por otro lado, la presencia de triterpenos en *A. bisporus* lo cataloga como

inhibidor para la proliferación de células malignas, lo que se traduce en una alternativa para el tratamiento contra el cáncer, como lo menciona Venturella et al., (2021)

Tabla 3: Determinación de aminoácidos totales por HPCL en *Agaricus bisporus* y *Pleurotus djamor* (mg/100g)

Parámetros	<i>Agaricus bisporus</i> .	<i>Pleurotus djamor</i>	ANOVA
Ácido aspártico	128.53 ± 21.08	144.67 ± 25.74	0.448
Ácido glutámico	569.92 ± 58.53	735.51 ± 119.54	0.097
Serina	151.37 ± 11.03	181.14 ± 20.32	0.090
Histidina	247.32 ± 22.23	263.88 ± 35.03	0.553
Glicina	343.38 ± 28.00	374.59 ± 18.85	0.185
Treonina	110.45 ± 12.81	122.81 ± 13.96	0.322
Arginina	478.66 ± 37.58	409.77 ± 32.16	0.076
Alanina	376.74 ± 32.95	296.35 ± 31.23	0.037
Tirosina	71.49 ± 6.87	72.59 ± 8.33	0.869
Valina	135.27 ± 14.80	128.41 ± 16.98	0.625
Metionina	42.11 ± 3.08	52.05 ± 2.29	0.011
Fenilalanina	148.34 ± 12.95	128.41 ± 17.18	0.184
Isoleucina	117.16 ± 11.22	90.90 ± 11.19	0.045
Leucina	171.26 ± 12.95	159.99 ± 24.43	0.520
Lisina	493.97 ± 27.07	417.35 ± 59.61	0.113
Prolina	78.22 ± 6.88	76.75 ± 20.65	0.912
Cistina	ND	ND	ND

Los datos se expresan como la media ± desviación estándar. Las diferencias entre grupos se evaluaron mediante un ANOVA de un factor, con un nivel de significancia de P<0.05. N.D: No detectado.

Como podemos observar en la tabla 3, el contenido de alanina e isoleucina es mayor en el género *A. bisporus*, particularmente la alanina, aminoácido no esencial que interviene en la gestión de la energía y el metabolismo del azúcar, ayudando a mantener los niveles de glucosa en sangre, lo cual es esencial para un metabolismo saludable, la prevención de hipoglucemia y la función del sistema inmunológico, ya que es necesaria para la producción de anticuerpos. Por su parte la isoleucina que es uno de los aminoácidos esenciales que el cuerpo no puede sintetizar y debe obtenerse a través de la dieta, es crucial para la síntesis de proteínas y la reparación del tejido muscular, ayudando a regular los niveles de energía y el azúcar en la sangre, además de participar en la producción de hemoglobina y el transporte de oxígeno en la sangre. Mientras que la metionina, reportada en *P.djamor* es un aminoácido esencial que contiene azufre, fundamental para la síntesis de proteínas y el metabolismo, juega un papel importante en la desintoxicación del hígado, ayudando en la eliminación de toxinas y sustancias dañinas del cuerpo. Es precursora del glutatión, uno de los antioxidantes más importantes del cuerpo, que protege las células del daño oxidativo y contribuye a la defensa antioxidante. En general, estos hongos son bastante ricos en proteínas, con un importante contenido de aminoácidos esenciales, bajos en grasas con una gran cantidad de carbohidratos y fibra (Guillamón et al., 2010).

Tabla 4: Determinación de aminoácidos totales por HPCL *Agaricus bisporus* y *Pleurotus djamor*

Parámetros	<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Pleurotus djamor</i>	P
Fructosa (g/100 g)	-	-	
Glucosa (g/100 g)	8.00 ± 0.46	16.94 ± 0.37	< 0.01
Sucrosa (g/100 g)	-	-	
Maltosa (g/100 g)	-	-	
Lactosa (g/100 g)	-	-	

Datos son expresados como la media ± desviación estándar. Diferencias entre grupos fueron evaluadas mediante un ANOVA de un factor, P < 0.05.

Pleurotus djamor presenta valores significativamente mayores de glucosa respecto a *Agaricus bisporus* (tabla 4) estos valores son importantes debido a que la glucosa es la principal fuente de energía para las células. Puede interactuar con otros compuestos bioactivos presentes en los hongos, como los polifenoles y los polisacáridos, potenciando sus efectos antioxidantes e inmunomoduladores. Consumir hongos con glucosa puede contribuir a mantener la función cognitiva y la salud mental, así como a la regulación de los niveles de azúcar en sangre. Su digestión y absorción pueden ser más lentas debido a la presencia de fibra y otros nutrientes en los hongos, lo que ayuda a evitar picos de glucosa y a mantener un suministro constante de energía.

Conclusión

El análisis proximal y el estudio de las características fitoquímicas de *Agaricus bisporus* y *Pleurotus djamor* revelan su valor significativo en la alimentación y medicina. *A. bisporus* presenta un mayor porcentaje de proteínas y carbohidratos mientras que *P. djamor*; contiene mayor cantidad de humedad, grasa y fibra. Destaca el contenido de alanina e isoleucina en *Agaricus bisporus* y metionina en *Pleurotus djamor*.

Ambas especies presentan un perfil nutricional rico y equilibrado, son fuente de proteínas, aminoácidos esenciales, fibra y bajo contenido en grasas, junto con importantes metabolitos secundarios que los convierte en opciones alimenticias saludables y en potenciales agentes terapéuticos, reforzando su valor como alimentos funcionales. Por lo que estos hallazgos pueden llevar a nuevas aplicaciones para mejorar la salud pública a través de dietas más equilibradas y tratamientos médicos innovadores.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por el financiamiento a través del convenio CONCYTEC-UNSAAC, contrato de subvención N°002-UNSAAC, Esquema Financiero E041-2019-UNSAAC-01 denominado Proyectos de investigación “Programa Yachayninchis Wiñarinanpaq” A los responsables de los laboratorios de Cromatografía y Espectrometría de la Escuela profesional de Farmacia, de la UNSAAC por facilitar el acceso a los equipos para la ejecución del presente proyecto.

Referencias

- Acosta-Urdapilleta, M. L., Villegas, E., Estrada-Torres, A., Téllez-Téllez, M., & Díaz-Godínez, G. (2020). Antioxidant activity and proximal chemical composition of fruiting bodies of mushroom, *Pleurotus* spp. produced on wheat straw. *Journal of Environmental Biology*, 41(5), 1075–1081. <https://doi.org/10.22438/jeb/41/5/MRN-1307>
- Agilent Technologies. (2003). *Agilent ZORBAX Carbohydrate Analysis Column Data Sheet General Description*. https://www.labicom.cz/cogwpsogd/uploads/2016/07/820629-008D_Carbohydrates.pdf
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis* (16 edition). Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. p 1058-1059.
- Cepero, M., Restrepo, S., Franco, A., Cárdenas, M., & Vargas, N. (2012). *Fungal biology* (Uniandes).
- CTICH. (2010). *Propiedades nutricionales y medicinales del champiñón y otros hongos cultivados*.
- Feeney, M. J., Dwyer, J., Hasler-Lewis, C. M., Milner, J. A., Noakes, M., Rowe, S., Wach, M., Beelman, R. B., Caldwell, J., Cantorna, M. T., Castlebury, L. A., Chang, S.-T., Cheskin, L. J., Clemens, R., Drescher, G., Fulgoni, V. L., Haytowitz, D. B., Hubbard, V. S., Law, D., ... Wu, D. (2014). Mushrooms and Health Summit Proceedings. *The Journal of Nutrition*, 144(7), 1128S-1136S. <https://doi.org/10.3945/jn.114.190728>
- Gonzalez-Castro, M. J., Lopez-Hernandez, J., Simal-Lozano, J., & Oruna-Concha, M. J. (1997). Determination of Amino Acids in Green Beans by Derivatization with Phenylisothiocyanate and High-Performance Liquid Chromatography with Ultraviolet Detection. *Journal of Chromatographic Science*, 35(4), 181–185. <https://doi.org/10.1093/chromsci/35.4.181>
- Guillamón, E., García-Lafuente, A., Lozano, M., D'Arrigo, M., Rostagno, M. A., Villares, A., & Martínez, J. A. (2010). Edible mushrooms: Role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, 81(7), 715–723. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.06.005>
- Henderson, J., & Brooks, A. (2010). Improved Amino Acid Methods using Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18 Columns for a Variety of Agilent LC Instrumentation and Separation Goals Agilent Technologies, Inc.
- Henriques, G. S., Simeone, M. L. F., & Amazonas, M. A. L. de A. (2008). Avaliação in vivo da qualidade protéica do champignon do Brasil (*Agaricus brasiliensis* Wasser et al.). *Revista de Nutrição*, 21(5), 535–543. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732008000500006>
- Indrianingsih, A. W., Wulanjati, M. P., Windarsih, A., Bhattacharjya, D. K., Suzuki, T., & Katayama, T. (2021). In vitro studies of antioxidant, antidiabetic, and antibacterial activities of *Theobroma cacao*, *Annona muricata* and *Clitoria ternatea*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 33, 101995. <https://doi.org/10.1016/j.cbab.2021.101995>
- Kumar, K. (2020). Nutraceutical Potential and Processing Aspects of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* Species). *Current Nutrition & Food Science*, 16(1), 3–14. <https://doi.org/10.2174/1573401314666181015111724>
- Largeteau, M. L., Llarena-Hernández, R. C., Regnault-Roger, C., & Savoie, J.-M. (2011). The medicinal *Agaricus* mushroom cultivated in Brazil: biology, cultivation and non-medicinal valorisation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 92(5), 897–907. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3630-7>
- Lock de Ugaz, O. (1994). *Phytochemical Research. Methods in the study of natural products*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., & Pizzoferrato, L. (1999). Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. *Food Chemistry*, 65(4), 477–482. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00212-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00212-X)
- Nieto, I., & Chegwin, C. (2010). Influence of the substrate used for the growth of edible mushrooms on their nutraceutical characteristics. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 12(1), 169–178.
- Royse, D. J., & Baars, J., & Tan, Q. (2017). *Edible and medicinal mushrooms: technology and applications* (D. Cunha Zied & A. Pardo-Giménez (eds.)). Wiley-Blackwell.
- Srivastava, A. K. (2019). The role of fungus in bioactive compound production and nanotechnology. In *Role of Plant Growth Promoting Microorganisms in Sustainable Agriculture and Nanotechnology* (pp. 145–162). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817004-5.00009-9>
- Venturella, G., Ferraro, V., Cirilincione, F., & Gargano, M. L. (2021). Medicinal Mushrooms: Bioactive Compounds, Use, and Clinical Trials. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(2), 634. <https://doi.org/10.3390/ijms22020634>
- Wagner, H., & Bladt, S. (1996). *Plant Drug Analysis: A Thin-Layer Chromatography (2DA Editio)*. Springer.
- Zhao, S., Gao, Q., Rong, C., Wang, S., Zhao, Z., Liu, Y., & Xu, J. (2020). Immunomodulatory Effects of Edible and Medicinal Mushrooms and Their Bioactive Immunoregulatory Products. *Journal of Fungi*, 6(4), 269. <https://doi.org/10.3390/jof6040269>
- Zhou, S., Tang, Q., Luo, X., Xue, J.-J., Liu, Y., Yang, Y., Zhang, J., & Feng, N. (2012). Determination of Carbohydrates by High Performance Anion Chromatography-Pulsed Amperometric Detection in Mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 14(4), 411–417. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushr.v14.i4.90>
- Zhu, L., Han, X., Cui, X., Li, S., Qiao, L., & Chen, R. (2020). Two new alkaloids from *pleurotus ostreatus* (Jacq.:Pers.) Roll. *Records of Natural Products*, 14(5), 319–325. <https://doi.org/10.25135/rnp.166.19.11.1480>