

EVALUACIÓN DEL CULTIVO DEL HONGO *PLEUROTUS OSTREATUS* Y DE SU COMPOSICIÓN NUTRICIONAL EN BORRA DE CAFÉ

CULTIVATION OF THE EDIBLE MUSHROOMS *PLEUROTUS OSTREATUS* AND ITS NUTRITIONAL COMPOSITION ON SPENT COFFEE

Jessica I. Nieto-Juárez ^{1*} , Ángel D. Cuzcano-Ruiz ¹ , Walter Reyes-López ¹ 

¹Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Química y Textil, Lima, Perú

Recibido (Received): 27 / 09 / 2020 Aceptado (Accepted): 24 / 04 / 2021

RESUMEN

El cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* en residuo borra de café fue estudiado, con el propósito de evaluar su potencialidad como método de tratamiento para la valorización de este residuo. Su composición nutricional fue también evaluada como un control de calidad, con la finalidad de verificar que sea un alimento con valor nutritivo y libre de sustancias tóxicas para su consumo. La influencia de la cantidad de semilla micelial en la eficiencia de producción del hongo fue investigada, obteniéndose que la cantidad adecuada de semilla micelial fue entre 10 y 20 % (g semilla/100 g sustrato húmedo) dando una eficiencia biológica de aproximadamente 60 %. El valor proteico de la seta de ostra fue de 47.3% en muestra seca, con un alto contenido de agua (~ 90 %) y bajo contenido en carbohidratos (5.4 %) y grasas (0.2 %) en muestra fresca. Los micronutrientes presentes en la seta de ostra fueron el potasio, como elemento más predominante, seguido de magnesio, calcio y sodio y en trazas tenemos al silicio, hierro, cobre y zinc en muestra seca. El contenido de cafeína fue menor de 60 µg/g en la seta de ostra. Los resultados, por lo tanto, indican que la borra de café es un residuo potencial para el cultivo de setas de ostra (*Pleurotus ostreatus*), generando un alimento altamente proteico y saludable, el cual podría ser incluido en la dieta diaria, y, así, contribuir a mejorar la salud de las personas, nutrición y controlar algunas enfermedades.

Palabras Clave: *Pleurotus ostreatus*, borra de café, eficiencia biológica, macronutrientes, micronutrientes, cafeína

ABSTRACT

The Cultivation of the edible mushrooms *Pleurotus ostreatus* on spent coffee was studied with the purpose of evaluating its potential as a treatment method for the valorization of this coffee waste. Its nutritional composition of macro and micronutrients was also evaluated as a quality control, to verify that the food product (oyster mushrooms) is of high nutritional value and free of toxic substances for human consumption. The influence of the amount of mycelial seed on the efficiency of production of the edible mushrooms was investigated, obtaining an optimal quantity between 10 and 20 % (g seed /100 g wet substrate) with a biological efficiency of roughly 60 %. The protein value was of 47.3 % on dry sample, with a high-water content (~ 90 %) and a low content in carbohydrates (5.4 %) and fats (0.2 %) in fresh sample. The analysis of microelements in the oyster mushrooms shows that potassium is the most predominant element, followed by magnesium, calcium, and sodium and in trace elements have silicon, iron, copper, and zinc in dry sample. The caffeine content was less than 60 µg/g in dry sample. Therefore, the results indicate that spent coffee is a potential waste for the cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*), generating a highly protein and healthy food, which could be included in the daily diet, and thus contribute to improve the health of people, nutrition and control some diseases.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, spent coffee grounds, biological efficiency, macronutrients, micronutrients, caffeine

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los problemas ambientales que enfrenta la sociedad es la generación de residuos sólidos que el sector productivo genera,

especialmente en agroindustria y alimentación, siendo la disposición final un gran problema en algunos países ya que no se cuenta con rellenos sanitarios suficientes, ni con un plan de manejo adecuado para su tratamiento o valorización, trayendo como consecuencia impactos negativos al medio ambiente y a la salud pública.

La industria cafetalera es la que genera residuos sólidos de gran volumen e importancia, de los cuales se

* Corresponding author:
E-mail: jnieto@uni.edu.pe

aprovecha el 9.5 % y el resto se desecha como pulpa, mucilago y pergamino [1]. Otro residuo, a nivel urbano, que se genera es del café molido aprovechable que queda en las cafeteras, conocido como borra de café, cuyo residuo es considerable porque se genera un 65 % del total [2]. A nivel mundial, se ha estimado que se genera 6 millones de toneladas de borra de café [2]. En el Perú, en el 2017, según la Organización Internacional del Café (ICO), se ha producido 4280 ton de café [3], las cuales equivale a 2782 ton de borra de café que se genera como residuo.

Algunos de estos residuos de café han sido aprovechados y/o valorizados para la producción de biodiésel, biogás, compost, lombricultura, alimento para animales, cultivo de hongos comestibles, entre otros [2], [4]-[6].

El cultivo de hongos comestibles, especialmente las setas, en residuos sólidos lignocelulósicos, ha surgido como una alternativa prometedora para la valorización de los residuos sólidos por los bajos costos en su producción, no requiere agroquímicos en su cultivo, es amigable con el medio ambiente y, además, se genera un producto de alto valor nutritivo. Diferentes residuos lignocelulósicos, como sustrato, para el cultivo de hongos, han sido ampliamente investigados [7], [8], y, todavía se sigue investigando nuevos residuos, debido a que el tipo de residuo utilizado, la procedencia del residuo, la especie de hongo y las condiciones de cultivo influyen en la composición nutricional y medicinal de las setas [9]. El hongo comestible del género *Pleurotus ostreatus* (comúnmente llamado seta de ostra, girgolas u orellanas), es uno de los más estudiados, producidos y consumidos a nivel internacional por sus propiedades nutricionales y medicinales [10], [11], y, además, porque puede crecer en una gran variedad de sustratos, el cual genera un impacto benéfico en el aprovechamiento de los residuos sólidos. Los sustratos lignocelulósicos basados en residuos de café se han estudiado para el cultivo de *Pleurotus spp.*, siendo los más investigados la pulpa de café [12], [13]. Sin embargo, aún son pocos los estudios enfocados al cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* utilizando como residuo borra de café [14]-[16], el cual podría ser aprovechado como una alternativa rentable para su producción [17].

Adicionalmente, las setas son consideradas un alimento saludable y nutritivo por su contenido bajo en carbohidratos y grasas, rico en proteínas, vitaminas y minerales. Muchas investigaciones han reportado que el hongo *Pleurotus ostreatus* tienen un alto valor proteico que varían de 10 a 45 % en materia seca [10]-[12], con bajo contenido en carbohidratos (36-48 %) y grasas (0.5-5.0 %), haciéndolo un alimento con una calidad de contribución nutricional alta para la dieta diaria. Los principales micronutrientes que los contienen son K y P, seguido por Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn,

Se, entre otros [10], [13], los cuales su inclusión en la dieta diaria podría servir como una estrategia para combatir enfermedades con deficiencias nutricionales de Fe, Zn, entre otros. Sin embargo, dichas composiciones nutricionales son dependientes del residuo lignocelulósico utilizado, la especie del hongo y las condiciones ambientales del cultivo.

En el Perú, es escasa la producción de setas de ostra (*Pleurotus ostreatus*) a partir de este residuo, borra de café, y, se suma el desconocimiento de las contribuciones nutricionales de la seta cultivado en este residuo debido principalmente a la poca información científica o cultural que se tiene, que, por consiguiente, limita su consumo y producción. A pesar, de que hay evidencias que nuestras culturas pre-Inkas tenían conocimiento de los beneficios de los hongos [18]. Por consiguiente, investigaciones para determinar la eficiencia de producción del cultivo y la composición nutricional de la seta de ostra a partir de este residuo orgánico deben ser direccionados, para posteriormente incorporarlo en la dieta diaria y finalmente, su comercialización.

El objetivo de esta investigación es evaluar la eficiencia de producción y la composición nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en borra de café, como una alternativa de aprovechamiento de estos residuos y control de calidad para su consumo. La semilla micelial se preparó a partir de un basidiocarpo comercial en el laboratorio. El rendimiento en la producción del hongo se evaluó mediante la eficiencia biológica (E.B., %) a diferentes cantidades de semilla micelial que varió de 5 a 50 %. Las propiedades nutricionales de la seta de ostra se determinaron mediante el análisis de macronutrientes y micronutrientes (minerales), así como, la presencia de cafeína fue evaluada.

2. METODOLOGÍA

La borra de café (*Coffea arabica*), grano de café molido y gastado que queda en las cafeteras, fue una mezcla de café procesado marca “Cholita” (de Cusco) y “Cafetal” (de Lima) suministrado por una cafetería. Este residuo fue usado como sustrato base para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* mediante proceso de fermentación en estado sólido.

2.1 PREPARACIÓN DE LA SEMILLA MICIAL O SPWAN (INÓCULO)

La cepa original del hongo *Pleurotus ostreatus*, se obtuvo a partir de un basidiocarpo comercial, el cual fue cultivado según procedimiento descrito en Nieto-Juárez y col. [19].

2.2 ACONDICIONAMIENTO DEL SUSTRATO

La preparación del sustrato consistió en pasteurizar e hidratar la borra de café según procedimiento descrito en Nieto-Juárez y col. [19].

2.3 CULTIVO DEL HONGO

El cultivo del hongo en el residuo borra de café se realizó en cuatro etapas: inoculación, incubación, fructificación y cosecha según procedimiento de Rodríguez y Jaramillo [13], por triplicado, como puede verse en la Figura 1. La inoculación consistió en mezclar la semilla micelial con el sustrato acondicionado a razones de 5 a 50 % (g semilla micelial /100 g sustrato húmedo) en una bolsa de plástico (500 g/bolsa). Esto para obtener la concentración adecuada de semilla micelial en la producción del hongo a partir del residuo borra de café, la cual fue evaluada mediante la eficiencia biológica (E.B., %) definido como la producción del cuerpo fructífero fresco entre el sustrato seco [13]. La incubación de las muestras inoculadas se realizó en una incubadora a una temperatura de 25 ± 2 °C y en oscuridad, la expansión másica del micelio en el sustrato acondicionado duró entre 20 a 35 días. Una vez terminada la incubación, se procedió a fructificar las muestras, que consistía en sacar las muestras de la incubadora y ponerlas en una vitrina condicionada con ligera luz (12 h diarias), ventilación ambiental y a una temperatura de $18,9 \pm 1$ °C y humedad relativa de $85 \pm 5\%$ (entre meses de junio y octubre en Lima), así como también se removió la bolsa de plástico a las muestras para un mejor desarrollo de los primordios y crecimiento del cuerpo fructífero (seta de ostra). Una vez que el cuerpo fructífero estaba maduro, se procedió a cosechar las setas.

2.4 ANÁLISIS DE MACRONUTRIENTES (PROXIMAL)

El análisis cuantitativo de macronutrientes consistió en determinar los carbohidratos, grasas, proteínas, humedad, cenizas y energía calorífica presentes en la seta de ostra (muestra fresca), el cual fue realizado mediante método de ensayo de FAO Food and Nutrition Paper Vol. 14/7 20 [20] en el Laboratorio Certificial.

2.5 ANÁLISIS DE MICRONUTRIENTES (MINERALES)

El análisis cuantitativo de microelementos en la seta de ostra se determinó mediante equipo de Absorción Atómica, contrAA 800 Analytik Jena, en el Laboratorio 21 de la Facultad de Ingeniería Química y Textil, Universidad Nacional de Ingeniería. Los microelementos que se determinaron fueron potasio, sodio, calcio, magnesio, cobre, hierro, zinc y silicio en la seta de ostra (muestra seca).

El análisis cualitativo se realizó mediante equipo Espectrógrafo de Emisión Jarrell Ash, modelo multielemental, USA, en el Laboratorio de Espectrometría de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería.

2.6 ANÁLISIS DE CAFEÍNA

El contenido de cafeína en la seta ostra (muestra seca) se determinó mediante Cromatógrafo Líquido de Alto Rendimiento-HPLC Shimadzu, con columna RPC18 marca Restek, longitud de onda de 272 nm, flujo de 1 mL/min, fase móvil de agua ultrapura:etanol (25:75). El método empleado para el tratamiento de la muestra fue realizado mediante la norma técnica AOAC (960.25) [21] y para la determinación de cafeína vía HPLC fue por técnica DIN (20481) [22], el cual fue realizado en el laboratorio LABICER de la Facultad de Ciencias.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 PRODUCCIÓN DEL HONGO EN RESIDUO BORRA DE CAFÉ

En la Figura 1 se muestra el proceso de cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* en residuo borra de café, el cual duró entre 30 y 50 días.



Fig. 1. Proceso de cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en borra de café

Los resultados muestran que la producción del hongo, expresado en eficiencia biológica (E.B.), no presenta un comportamiento lineal conforme se aumenta la cantidad de semilla micelial (ver Figura 2), manteniéndose relativamente constante a concentraciones mayores al 20 % (g semilla micelial/100 g sustrato húmedo), indicando que no es necesario incrementar la concentración de semilla micelial (%) para obtener una mayor producción de la seta. Siendo, la dosis adecuada de cultivo entre 10 y 20 % de semilla

micelial con una eficiencia biológica de $58 \pm 4\%$ y $56 \pm 12\%$ (g hongos frescos/ g sustrato seco), respectivamente.

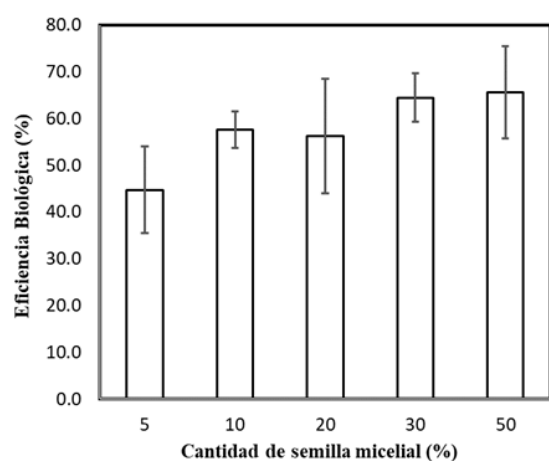


Fig. 2. Producción del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en borra de café, expresado en eficiencia biológica (E.B., %), en función de la cantidad de semilla micelial utilizada (%).

Como puede observarse, entre esos valores de proporción entre la semilla micelial y el sustrato (%) no hay una gran diferencia en la producción del hongo, sin embargo, en los días de incubación, el crecimiento micelial en el sustrato borra de café fue más rápido al 20 % (20 días) que al 10 % (30 días), y, la fructificación duró alrededor de 15 días para ambos casos. Son pocos los estudios que han reportado el cultivo de *Pleurotus ostreatus* en residuo borra de café, Garzon y Cuervo [15] encontraron una eficiencia biológica menor al 30 % con una cantidad de semilla al 5 % del peso total del sustrato seco y alrededor de 35 días de incubación; Job [14] reportó que no había variación en la eficiencia biológica de 40 % cuando se varió el contenido de sustrato de 17,8 a 55 % en peso. Ropciuc y col. [23] obtuvieron una eficiencia biológica de 42 % a la misma proporción de inóculo de 10 % que se estudió en esta investigación, obteniéndose en nuestro caso un poco mayor la E.B.

(aprox. 60 %), indicando que la procedencia geográfica del sustrato y las condiciones de cultivo influyen en la producción de la seta de ostra a partir de este sustrato (borra de café).

Adicionalmente, la simplicidad del manejo y cultivo del hongo, lo hace ideal para implementarlo y producirlo en las casas, cafeterías o restaurantes, como una alternativa de aprovechamiento y valorización de dicho residuo.

3.2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL HONGO *PLEUROTUS OSTREATUS*

La composición nutricional en la seta de ostra, como macro y micronutrientes, fue evaluada como un control de calidad para su consumo, así como también la concentración de cafeína.

Con respecto a los macronutrientes, los resultados muestran un bajo aporte calórico de 46.48 kcal por cada 100 gramos de setas frescas, un bajo contenido en carbohidratos y grasas de 5.42 % y 0.16 %, respectivamente, y, un alto contenido en humedad de 88 %, como puede verse en la Tabla I. Además, presenta un alto contenido de proteína de 47.3 % en muestra seca, indicando la capacidad del hongo *Pleurotus ostreatus* de asimilar y convertir los residuos lignocelulósicos y nitrogenados del sustrato [9], [24]. Estudios han reportado que el contenido de proteínas depende de la especie de hongo, el medio de crecimiento, la composición del sustrato y el tiempo de cosecha [25], [26]. Varias investigaciones han reportado el contenido de proteína del hongo *Pleurotus ostreatus* en diferentes residuos sólidos lignocelulósicos variando de 17 a 42 g por 100 g de hongos secos [27]-[29]. Estas características nutricionales de la seta de ostra a partir del residuo, borra de café, lo hace ideal para el consumo diario como un alimento saludable y proteico.

Tabla I.
Composición de macronutrientes del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en borra de café en base húmeda

Muestra	Humedad (%)	Proteína (%)	Carbohidratos (%)	Grasas (%)	Ceniza (%)	Energía Total (kcal/100g)
Seta de ostra	87.65	5.84 47.29 ^a	5.42	0.16	0.93	46.48

^a muestra en base seca

Con respecto al contenido de micronutrientes en la seta de ostra se realizó previamente un análisis cualitativo, con miras a evaluar que microelementos contenía la seta para su posterior cuantificación, encontrándose la presencia de K (elementos mayores), Ca, Na, Mg, P (elementos menores) y como elementos trazas al Fe, Zn, Cu, Si, Al, Mn. Basado en este análisis, se procedió a realizar el análisis cuantitativo de los micronutrientes que son benéficos para la salud, encontrándose mayoritariamente al potasio (1131 - 1412

mg), seguido de magnesio (317 - 392 mg), calcio (277 - 367 mg), sodio (181 - 306 mg) y trazas de hierro (20 - 26 mg), cobre (7 - 12 mg), zinc (9 - 12 mg) y silicio (24 - 45 mg) en 100 g de muestra seca, como se muestra en la Tabla II. Como puede observarse, la composición de microelementos en la seta de ostra cultivado en borra de café presenta una importante cantidad de nutrientes para la salud, el cual podría servir como una alternativa complementaria de alimento para la prevención y/o tratamiento de enfermedades, y, así contribuiría a

combatir la malnutrición, la obesidad, diabetes, colesterol u otras enfermedades con deficiencias de hierro (Fe) como la anemia, entre otras.

Tabla II
Composición de micronutrientes del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en borra de café en base seca

Muestra	Microelementos (mg/100 g muestra seca)			
	K	Mg	Ca	Na
Seta de ostra	1271.4 ± 140.4	354.4 ± 37.7	322.1 ± 44.8	243.2 ± 62.3
	Fe	Cu	Zn	Si
	23.5 ± 2.6	9.7 ± 2.5	10.8 ± 1.7	35.5 ± 11.0

El contenido de cafeína en la seta de ostra fue bajo, menor a 60 µg/g muestra seca, como puede verse en la Tabla III. Los resultados muestran que la seta de ostra absorbe alrededor de un 65 % de cafeína presente en la borra de café y el resto se queda en el residuo agotado (sustrato agotado + hongo), indicando que la seta *Pleurotus ostreatus* no es capaz de degradar la cafeína. Sin embargo, estudios previos han reportado que el hongo *Pleurotus ostreatus* es capaz de degradar parcialmente la cafeína en sustrato borra de café [30], mientras que otros autores reportan lo contrario, que lo absorbe [31].

Tabla III
Contenido de cafeína en la seta *Pleurotus ostreatus* cultivado en borra de café (base seca)

Muestra	µg cafeína/ g muestra seca
Seta de ostra	54.6 ± 1.0
Residuo (sustrato agotado + hongo)	28.2 ± 4.3

CONCLUSIONES

- El residuo borra de café puede servir como un sustrato para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*, como una alternativa de valorización del residuo.
- La dosis adecuada de semilla micelial para la producción de cultivo del hongo en residuo borra de café fue entre 10 y 20 %.
- La seta de ostra a partir de la borra de café resultó ser un alimento de alto valor proteico, nutritivo y saludable, el cual podría ser incorporado a la dieta diaria para su consumo, como un alimento complementario, con el fin de mejorar la salud de las personas, la nutrición y controlar enfermedades como diabetes, colesterol, entre otras.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al proyecto formativo PIF-FIQT-3-2017 financiado por el vicerrectorado de investigación de la Universidad Nacional de Ingeniería.

REFERENCIAS

- [1] S.I. Mussatto, E.M.S. Machado, S. Martins y J.A. Teixeira, "Production, Composition and Application of Coffee and its Industrial Residues", *Food Bioprocess Technol.*, vol. 4, no. 661, pp. 661-672, mar. 2011.
- [2] B. Janissen y T. Huynh, "Chemical Composition and Value-adding Applications of Coffee Industry by-products: A Review", *Resour Conserv Recy*, vol. 128, pp. 110-117, oct. 2018.
- [3] International Coffee Organization (2018). Trade Statistics Table. Coffee production by exporting countries. [Consultado junio 2018]. Disponible en: <http://www.ico.org/prices/po-production.pdf>
- [4] P.S. Murthy y M. Madhava, "Sustainable Management of Coffee Industry by-products and Value Addition-A Review", *Resour Conserv Recy*, vol. 66, pp. 45-58, sep. 2012.
- [5] M. Klug, N. Gamboa y K. Lorber, "Fluidized bed pyrolysis with coffee grounds-overview and first results of the research for generation of renewable energy in Peru", *Eur Inter J Sci Technol*, vol. 4, no. 3, pp. 114-130, mar. 2015.
- [6] J. McNutt y Q. He, "Spent Coffee Grounds: A Review on Current Utilization", *J Ind Eng Chem*, vol. 71, pp. 78-88, dic. 2019.
- [7] R. Kamthan y I. Tiwari, "Agricultural Wastes-Potential Substrates for Mushroom Cultivation", *Eur J Exp Bio*, vol. 7, no. 5, pp. 31, oct. 2017.
- [8] Z. Girmay, W. Gorems, G. Birhanu y S. Zewdie, "Growth and yield performance of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr.) Kumm (oyster mushroom) on different substrates", *AMB Expr*, vol. 6, no. 87, oct. 2016.
- [9] M. Barba et al., "Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp." *Saudi J Biol Sci*, vol. 26, pp. 633-646, may. 2019.
- [10] M.D.A. Khan y M. Tania, "Nutritional and Medicinal Importance of *Pleurotus* Mushrooms: An Overview", *Food Rev Intern*, vol. 28, pp. 313-329, abr. 2012.
- [11] R. Carvalho, T. Brugnari, A. Bracht, R. Marina y ICFR Ferreira, "Biotechnological, nutritional and therapeutic uses of *Pleurotus* spp. (Oyster mushroom) related with its chemical composition: A review on the past decade findings", *Trends Food Sci Technol*, vol. 50, pp. 103-117, abr. 2016.
- [12] D. Martínez-Carrera, A. Aguilar, W. Martínez, M. Bonilla, P. Morales y M. Sobal. Chap45: "Commercial production and marketing of edible mushrooms cultivated on coffee pulp in Mexico", en *Coffee Biotechnology and Quality*. Sera T., C. Socol, A. Pandey & S. Roussos Eds., The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000, p. 471-488.
- [13] N. Rodríguez y C. Jaramillo, "Cultivo de Hongos comestibles del género *Pleurotus* sobre residuos agrícolas de la zona cafetalera", Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, CENICAFE, 2004.
- [14] D. Job, "La utilización de la borra del café como sustrato de base para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kummer", *Revista Iberoamericana de Micología*, vol. 21, pp. 195-197, may. 2004.
- [15] J.P. Garzon y J.L. Cuervo, "Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia", *NOVA*, vol. 6, no. 10, pp. 101-236, dic. 2008.
- [16] O. Romero-Arenas, I. Hemández, J.F. C. Parraguirre, M.N. Marquez y J.L. Amaro, "Evaluación De Bagazo De Café (Coffea arabica) Como

Sustrato En La Producción De Pleurotusostreatus”, *Revista Mexicana Agronegocios*, vol. 17, no. 33, pp. 472-481, jul-dic. 2013.

[17] J.C. Calderon y K. Bhaktikul, “Cultivation of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus (Jacq. P. Kumm.) using coffee waste and pulp to mitigate caffeine and pulp related pollution”, *Bangladesh J Bot*, vol. 47, no. 4, pp. 887-892, dic. 2018.

[18] P. Trutmann. “The forgotten mushrooms of ancient Peru”. En *Global Mountain Action, Fungi and Mountains Publication Series*, vol. 1, no. 33, 2012.

[19] J.I. Nieto-Juárez, A.D. Cuzcano-Ruiz y W.A. Reyes-López, “Estudio preliminar de la composición nutricional del hongo Pleurotus ostreatus cultivado en pulpa de café”, *Rev Soc Quim Peru*, vol. 85, no. 4, oct-dic. 2019.

[20] Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Manuals of food quality control: 7. Food analysis: general techniques, additives, contaminants and composition* [Internet]. Italy: FAO Food and Nutrition Paper 14/7. 1986 [Consultado 7 May 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/AM808E/AM808E.pdf>

[21] W. Horwitz y G.W. Latimer. *Official Methods of Analysis*, AOAC International, USA, 18th Ed, 2005.

[22] E. Naegele. *Determination of caffeine in coffee products according to DIN 20481* [Internet]. Waldbronn, Germany: Agilent Technologies, Inc; 2016 [Consultado 7 May 2018]. Disponible en: <https://www.agilent.com/cs/library/applications/5991-2851EN.pdf>

[23] S. Ropciuc, A. Leahu, M. Oroian y C. Damian, “Researchers on Pleurotus ostreatus Mushroom’s Quality cultivated on coffee grounds”, *Animal Sci Biotechnol*, vol. 49, no. 2, pp. 73-79, 2016.

[24] R.C. Bermúdez, H.J. Morris, C. Donoso, C.E. Martínez y E.I. Ramos, “Influencia de la luz en la calidad proteica de Pleurotus ostreatus var.

florida”, *Rev Cuba Investig Bioméd*, vol. 22, no. 4, pp. 226-231, oct-dic. 2003.

[25] K. Deepalakshmi y S. Mirunalini, “Pleurotus ostreatus: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties”, *J Biochem Tech*, vol. 5, no. 2, pp. 718-726, jul. 2014.

[26] M. Akyuz y S. Kirbag, “Nutritive value of wild edible and cultured mushrooms”, *Turk J Biol*, vol. 34, pp. 97-102, ene. 2010.

[27] S.S. Patil, S.A. Ahmed, S.M. Telang y M.M.V. Baig, “The nutritional value of Pleurotus ostreatus (Jacq:fr.) kumm cultivated on different lignocellulosic agrowastes”, *Innov Rom Food Biotechnol*, vol. 7, pp. 66-76, sep. 2010.

[28] P. Cheng. “Mini review on edible mushrooms as source of dietary fiber: preparation and health benefits”. *Food Sci Human Wellness*, vol. 2, pp. 162-166, sep-dic. 2013.

[29] A. Dundar, H. Acay y A. Yildiz, “Effect of using different lignocellulosic wastes for cultivation of Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm. On mushroom yield, chemical composition and nutritional value”, *African J Biotechnol*, vol. 8, no. 4, pp. 662-666, ene. 2009.

[30] C. Carrasco-Cabrera, T.L. Bell y M.A. Kertesz, “, vol. Caffeine metabolism during cultivation of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) with spent coffee grounds”, *Appl Microbiol Biotechnol* 103, pp. 5831-5841, jul. 2019.

[31] A. Navarro, Th. Wrobel, G. Malherbi, D. Ballmann, H. Dalla y Y. Reyes, “Content of caffeine in the edible mushroom Pleurotus ostreatus grown in coffee residues”. *Orbital: Electron J Chem*, vol. 10, no. 3, pp. 174-182, may. 2018.



Los artículos publicados por TECNIA pueden ser compartidos a través de la licencia Creative Commons: CC BY 4.0. Permisos lejos de este alcance pueden ser consultados a través del correo revistas@uni.edu.pe