

Caracterización de la borra de café para su uso como sustrato para el cultivo de hongos comestibles



Arruebarrena di Palma Andrés^{1,3,4}, Calo María C¹, Gaggini María de los Á¹, Carzon María F¹,
García Herrada Dolores¹, Manfredi Lorena P²

¹ UFASTA, Facultad de Cs. Médicas, carrera de Licenciatura en Nutrición

² Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería, carrera de Ingeniería en Alimentos

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET.

⁴ Universidad Nacional de Mar del Plata, secretaria de Vinculación y Transferencia Tecnológica.

Área de conocimiento: Tecnología de los alimentos

Resumen

La borra de café constituye el tercer residuo más abundante resultante de la elaboración de la bebida, luego del filtrado del grano de café tostado y molido. Su disposición final en los vertederos de basura incluye un gran problema para el medio ambiente dada la importante magnitud de estos residuos. Por esto, resulta de interés la utilización de la misma como sustrato para el cultivo de hongos comestibles. Varios factores pueden incidir en el crecimiento del hongo *Plerotus columbinus*, entre ellos, el acondicionamiento previo de la borra que consiste en una pasteurización por calor húmedo o vapor a una temperatura entre 70 y 90 °C durante un mínimo de 40 minutos. El filtrado posterior al tratamiento térmico y las condiciones ambientales donde se realiza la incubación y fructificación pueden afectar el valor nutritivo del hongo como así también el rendimiento final de la cosecha. El momento de la incubación requiere condiciones de higiene y asepsia excepcionales para evitar el crecimiento de otros organismos.

Este estudio se propuso evaluar la borra de café, mediante el análisis de su composición físico química y determinar su viabilidad como sustrato potencial para el cultivo de hongos comestibles. Primeramente, se tomó una muestra de borra de café tostado molido de la variedad *Coffea arábica* (café arábigo), residuo obtenido de una cafetería de la ciudad de Mar del Plata, y se realizó un análisis del contenido de macro y micronutrientes. Se seleccionó una cafetería que cumplía las especificaciones requeridas para el estudio. La muestra presentó una humedad de 61 grs/100 grs de muestra, valor suficiente para permitir el crecimiento de hongos del género *Pleurotus*, por lo cual se descartó la necesidad de una corrección de la misma en el momento del acondicionamiento del sustrato, previo a la inoculación con el micelio. Sin embargo, si se mezcla con otro tipo de sustratos más secos podría llegar a requerir una corrección de la humedad. La mezcla de la borra con otros sustratos resulta fundamental, ya que comparando diferentes sustratos usados, se pudo observar que al mezclar el café con bagazo de caña de azúcar o con tallo de maíz se obtienen mejores resultados, en cuanto al rendimiento final. (Garzón Gómez, 2008). Comprendió también,

una importante cantidad de hidratos de carbono (29.2 g%), los cuales sería necesario especificar y diferenciar por tipo, ya que esta especie necesita principalmente residuos lignocelulósicos para su crecimiento y desarrollo, etapa que se conoce como fructificación. Por otra parte, presentó una concentración de proteínas de 5.9 g%, que puede ser factible de sufrir actividades proteolíticas de los hongos y dar cuenta de la presencia de amino-nitrógeno libre que permita sostener el crecimiento.

Los resultados muestran que es viable el uso de borra de café de la variedad Coffea arábica, recolectada en la ciudad, como sustrato para el crecimiento de hongos y para el desarrollo de un alimento funcional..

Palabras claves: nutrición sustentable; sustrato; hongos comestibles; borra de café; cultivo de girgolas

Autor de correspondencia: Calo, María Carla. E-mail: coordinador.nutricion@ufasta.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Los desechos producidos en la industria cafetera muchas veces no son procesados correctamente y representan un alto riesgo medioambiental. Se estima que se aprovecha menos del 90% del fruto fresco de la planta de café, dado que solo un 5% se utiliza para preparar la bebida. La borra de café se convierte en el principal residuo tras el tostado de los granos y el filtrado durante la elaboración de la bebida, representando cerca del 10% del fruto fresco, se desechan 650 kg por tonelada de café procesado. Esta borra es depositada en los vertederos de basura y allí se pudre produciendo y emitiendo gas metano al medio ambiente, el cual es un gran contaminante ambiental¹.

La gestión de los distintos residuos de la industria alimentaria genera un problema tanto a nivel global como local. Ante la expansión del consumo de café, la borra que se desperdicia representa un desafío a la hora de reciclar. Entre los distintos usos y destinos, se encuentra el cultivo de hongos comestibles. Por su composición química, se presenta como un sustrato de donde los hongos pueden obtener los nutrientes necesarios para desarrollarse. Además, aportan un mejor perfil de proteínas que los vegetales, siendo una opción considerable ante el aumento de consumidores que realizan dietas veganas y vegetarianas.

La borra de café que queda luego del procesamiento para la elaboración de café bebible, contiene aproximadamente 8–15% de celulosa, 30–40% de hemicelulosa, 20–30% de lignina, 7–21% de lípidos y minerales y 13–17% de proteínas². Estos nutrientes sirven como sustrato para el crecimiento de distintos hongos.

Además, la proporción de Nitrógeno que se encuentra en los residuos de café es lo suficientemente alta como para enriquecer la tierra y ayudar al crecimiento de las plantas y su floración.

Los compuestos que contiene la borra cuando son sometidos a procesos bioquímicos, se convierten en azúcares fermentables, disponibles para la utilización como sustrato por parte de microorganismos como hongos y levaduras. Como producto del metabolismo de estas últimas se obtiene bioetanol, que constituye un elemento con propiedades combustibles similares al etanol obtenido de hidrocarburos, pero con mucho menor impacto ambiental³.

Los hongos son conocidos por su gran potencial como alimentos funcionales y, en la actualidad, estas propiedades están adquiriendo una creciente³. Diversos autores sostienen que son valiosos como materia prima en la producción y desarrollo de alimentos funcionales⁴. En la actualidad, se reconoce que el beneficio de las setas se debe a los compuestos bioactivos que

contienen, habiéndose demostrado su capacidad antioxidante, inmunomoduladora, antimicrobiana, entre otras^{5, 6}.

El cultivo de hongos comestibles emerge como una alternativa beneficiosa, destacando su capacidad para aprovechar los residuos agroindustriales sólidos, como la borra de café, mientras contribuye a la creación de empleo y programas de seguridad alimentaria. Se convierte en una opción significativa para la producción de alimentos destinados al consumo humano, gracias a la posibilidad de obtener grandes cantidades en espacios reducidos mediante técnicas sencillas, económicas y en un corto período de tiempo, lo que resulta especialmente interesante para comunidades⁷.

De esta manera los hongos comestibles contribuyen no sólo a la disponibilidad sino también al acceso de los mismos. Las girgolas, como comúnmente se conocen, empiezan a tener una mayor importancia en las dietas actuales para personas que seleccionan patrones de alimentación veganos y vegetarianos. Al ser parte de un sistema de economía circular, también contribuyen a sistemas agroalimentarios sostenibles.

Entre los macroelementos que necesitan los hongos para su crecimiento se encuentran Carbono, Nitrógeno, Azufre, Fósforo, Potasio, y Magnesio. Entre los

microelementos, Hierro, Zinc, Cobre, Manganeso, Calcio, Cobalto, Molibdeno y Galio representan los más relevantes⁷.

Por su parte, el género *Plerotus spp.* puede biodegradar celulosa y lignina de compuestos polímeros, para suplir sus requerimientos de Carbono. Pero además necesitan Nitrógeno y compuestos inorgánicos⁸.

Como sustrato para el crecimiento de los mismos, se puede usar pajas de cereales, maderas, tocones, ramas, aserrín, y distintos desechos o subproductos de la agroindustria, como borra de café, y algunos bagazos como los de caña de azúcar⁸.

METODOLOGÍA

Se utilizó borra o residuo de café de la especie *Coffea Arabica L.* de origen brasileño, provista por una cafetería de la ciudad de Mar de la Plata, seleccionada por cumplir con buenas prácticas de manufactura y estandarización del proceso productivo, garantizando la trazabilidad de la borra. La misma, fue recolectada luego de su uso, almacenada en refrigeración las 24hs posteriores a su desecho y luego congelada a una temperatura de -15°C hasta el momento de su análisis, en el Laboratorio Fares Taie, dedicado al análisis de alimentos en la ciudad.

La caracterización fisicoquímica de la muestra comprendió la determinación de

humedad, proteínas, carbohidratos totales, materia grasa, nitratos, nitritos y amonio.

Humedad: El contenido de humedad se determinó mediante el método 950.46 de la AOAC, mediante secado de horno de convección por aire forzado.

- Materia Grasa: Se determinó el contenido de grasas totales mediante el método IRAM 15040.1.
- Proteínas: Se determinaron mediante el método AOAC 984.3.
- Carbohidratos: Se obtuvieron por

cálculo.

- Nitritos y Nitratos: a través del método AOAC 973.31.
- Amonio: Se determinó mediante método ALTO 9156.

RESULTADOS

La muestra evaluada arrojó los siguientes resultados apreciables en la tabla 1, en pertinencia a los parámetros medidos anteriormente mencionados:

Tabla 1: Composición química de la borra de café

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA BORRA DE CAFÉ		
Componente	Resultado	Unidad
Humedad	61,7	gr/100gr
Carbohidratos	29,2	gr/100gr
Proteínas	5,9	gr/100gr
Materia Grasa	2,3	gr/100gr
Amonio	6,4	mg/lt
Nitritos	<5,0	mg/kg
Nitratos	<5,0	mg/kg

DISCUSIÓN

Algunos estudios previos han caracterizado la borra de café observando que, dependiendo el objetivo de cada investigación, la caracterización de la misma incluye distintos micro y macronutrientes, así como aspectos particulares que le confieren o no cualidades viables para esa necesidad.

Muchos de ellos evaluaron sus características en cuanto a la potencialidad que tiene la borra de café para recuperar energía. La misma puede reciclarse a través de pellets y briquetas que sirven como iniciadores de fuego. Diversos autores como Bejenari et al. (2021) o Bomfim et al. (2022) encontraron que es útil reutilizar este residuo en compostajes y como fertilizante natural en suelos, siendo interesante en el

área de la agricultura ^{2,9}.

Algunos de los trabajos de investigación previos que han analizado el uso de la borra de café para el cultivo de hongos comestibles lo han estudiado en la variedad *Pleurotus Ostreatus*¹⁰⁻¹³. Sería interesante evaluar el uso de este sustrato, e incluso otras combinaciones, en la variedad *Pleurotus Columbinus*, que es la analizada en este grupo de estudio..

CONCLUSIONES

La borra de café utilizada presentó cantidades significativas de hidratos de carbono, resultado esperable dado la naturaleza del material estudiado. Sin embargo, es importante conocer en el caso de los hongos, si la borra contiene cantidades suficientes de lignina, ya que es el nutriente fundamental que requieren para su crecimiento.

Desde el punto de vista del Nitrógeno, se pudo notar que no incluía formas inorgánicas de Nitrógeno (nitritos, nitratos y

amonio) para sostener el crecimiento de hongos. Sin embargo, contenía una concentración de proteínas suficiente, que podría ser factible de sufrir actividades proteolíticas de los hongos y dar cuenta de la presencia de amino-nitrógeno libre que sostendría el crecimiento de los mismos.

Los resultados obtenidos mostraron que la borra de café recolectada, es un posible sustrato para el cultivo y crecimiento de hongos comestibles del género *Pleurotus spp.*, *Pleurotus columbinus*, y que es posible el uso de la borra generada como residuo en esta ciudad. Sin embargo, los tratamientos de acondicionamiento de la borra previo a la inoculación pueden producir cambios en la composición de la misma, viéndose afectado el contenido de componentes solubles, como el nitrógeno, que pueden difundir al medio. Por otra parte, hay que tener en cuenta que las condiciones de humedad, temperatura y oxígeno en el.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rubio Zarate L.A. Capacidad de la borra de café para remover cobre y plomo del lixiviado generado en la celda transitoria de Rupa Rupa-Tingo María-2023. 2024. Disponible en: https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2772/TS_FARZ_2024.pdf?sequence=1.
2. Bomfim, A.S.; de Oliveira, D.M.; Walling, E.; Babin, A.; Hersant, G.; Vaneckhaute, C.; Dumont, M.-J.; Rodrigue, D. Spent coffee grounds characterization and reuse in composting and soil amendment. *Waste* 2022, 1, 2–20. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2813-0391/1/1/2>
3. Fernández, P., Haza, A. I., & Morales, P. Propiedades funcionales de hongos comestibles. *Agro sur*, 48(1), 11–24. Disponible en: <http://revistas.uach.cl/index.php/agrosur/article/view/6093>
4. Rojas, D., Palacio, A. M., Ospina, S. P., Zapata, P., & Atehortua, L. Biotecnología de hongos basidiomicetes en el desarrollo de alimentos funcionales: procesos de secado vs. Capacidad antioxidante. *Vitae*, 19(1), S231–S233. 2012. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914068.pdf>
5. Brandt, C. R., & Piraino, F. (2000). Mushroom antivirals. Disponible en: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20013136383>
6. Mantovani, T. R. D. A., Macarini, L. K., Glowacki, S. A. F., Haurani, M. N., Takakua, F. C., D'Agostini, E. C., ... & Colauto, N. B. Criopreservação do gênero *Pleurotus* a–20° cea–70° c. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zootecnia da UNIPAR*, 11(2). Disponible en: <https://unipar.openjournalsolutions.com.br/index.php/veterinaria/article/view/2566>
7. Cepero de García, M. C. (2012). Biología de hongos. Ediciones Uniandes–Universidad de los Andes.
8. Mohamed, M. F., Refaei, E. F., Abdalla, M. M., & Abdelgalil, S. H. (2016). Fruiting bodies yield of oyster mushroom (*Pleurotus columbinus*) as affected by different portions of compost in the substrate. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 5, 281–288. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/308760311_Fruiting_bodies_yield_of_oyster_mushroom_Pleurotus_columbinus_as_affected_by_different_portions_of_compost_in_the_substrate
9. Bejenari, V., Marcu, A., Ipate, A. M., Rusu, D., Tudorachi, N., Anghel, I., ... & Lisa, G. (2021). Physicochemical characterization and energy recovery of spent coffee grounds. *Journal of Materials Research and Technology*, 15, 4437–4451.
10. Carrasco-Cabrera, C. P., Bell, T. L., & Kertesz, M. A. (2019). Caffeine metabolism during cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with spent coffee grounds. *Applied microbiology and biotechnology*, 103, 5831–5841.
11. Abou Fayssal, S., El Sebaaly, Z., Alsanad, M. A., Najjar, R., Böhme, M., Yordanova, M. H., & Sassine,

- Y. N. (2021). Combined effect of olive pruning residues and spent coffee grounds on *Pleurotus ostreatus* production, composition, and nutritional value. *PLoS One*, *16*(9), e0255794.
12. Alsanad A., M., Sassine M., Y. N., El Sebaaly Y.N., Z., & Abou Fayssal, S. (2021). Spent coffee grounds influence on *Pleurotus ostreatus* production, composition, fatty acid profile, and lignocellulose biodegradation capacity. *CyTA–Journal of Food*, *19*(1), 11–20.
13. Akcay C, Ceylan F, Arslan R. Production of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) from some waste lignocellulosic materials and FTIR characterization of structural changes. *Scientifics Repoerts 2023* Aug 9;13(1):12897. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-40200-x>