

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA IXTAPA ZIHUATANEJO, GUERRERO

Del 11 al 15 de septiembre de 2023

CARACTERIZACIÓN FENÓLICA, ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIBACTERIANA DE *Pleurotus albidus*

Oscar Antonio Sánchez-Aguirre¹, Fabiola Citlaly Elvira-San Juan², Omar Germán Malagón-Avilés³, Régulo Llarena-Flores⁴ y Marina Guevara-Valencia^{2*}.

¹Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. ²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Orizaba, Veracruz, México, ³Departamento de Química, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador. ⁴Facultad de Ciencias Biológico-Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Peñuela, Veracruz, México.

*correo electrónico: mguevara@uv.mx

Resumen

Pleurotus albidus es un hongo nativo de América del sur, el cual es considerado una fuente importante de fibra y proteína, además destaca por contener bajos niveles de lípidos a comparación de otras especies del mismo género. Según reportes previos, *P. albidus* ha tenido efectos positivos frente a la obesidad, la formación de células espumosas, la hiperglicemia y la inflamación *in vitro*. El presente trabajo determina el contenido de compuestos fenólicos y evalúa su actividad antioxidante y antibacteriana en cepas de interés hospitalario en extractos de *P. albidus*. Los cuerpos fructíferos de *P. albidus* fueron sometidos a maceración con etanol y metanol. El contenido de compuestos fenólicos fue determinado mediante el método de Folin-Ciocalteu. La actividad antioxidante fue evaluada por el ensayo DPPH y la actividad antibacteriana por difusión en disco de Kirby-Bauer. Los resultados mostraron que ambos extractos presentan una actividad antioxidante débil, sin embargo, el extracto metanólico mostró el efecto frente al radical libre DPPH. En el caso de la actividad antibacteriana solo dos de las diez cepas fueron susceptibles al tratamiento presentando una fuerte inhibición frente a *P. aeruginosa* con zonas de inhibición mayor a 10 mm.

Palabras clave: *Pleurotus albidus*, compuestos fenólicos, actividad antioxidante, actividad antibacteriana.

Abstract

Pleurotus albidus is a mushroom native to South America, which is considered an important source of fiber and protein, also notable for containing low lipid levels compared to other species of the same genus. According to previous reports, *P. albidus* has had positive effects against obesity, foam cell formation, hyperglycemia, and inflammation *in vitro*. The present work determines the content of phenolic compounds and evaluates their antioxidant and antibacterial activity in strains of hospital interest in extracts of *P. albidus*. The fruiting bodies of *P. albidus* were subjected to maceration with ethanol and methanol. The content of phenolic compounds was determined by the Folin-Ciocalteu method. The antioxidant activity was evaluated by the DPPH assay and the antibacterial activity by Kirby-Bauer disk diffusion. The results showed that both extracts present a weak antioxidant activity, however, the methanolic extract showed the effect against the free radical DPPH. In the case of antibacterial activity, only two of the ten strains were susceptible to treatment, presenting strong inhibition against *P. aeruginosa* with zones of inhibition greater than 10 mm.



XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA IXTAPA ZIHUATANEJO, GUERRERO

Del 11 al 15 de septiembre de 2023



Key words: Pleurotus albidus, phenolic compounds, antioxidant activity, antibacterial activity.

Introducción

Los hongos son utilizados principalmente como alimento desde tiempos muy remotos, son únicos gracias a su sabor y textura, los cuales son reconocidos por su valor nutricional y culinario. Sin embargo, en las últimas décadas se ha demostrado su potencial actividad biológica; esto se atribuye a la presencia de metabolitos secundarios. Entre las actividades más destacables encontramos a la actividad antioxidante, hipocolesterolémica, antimicrobiana, inmunomoduladora, anticancerígena, entre otras. Por estas razones, los hongos pueden considerarse alimentos funcionales ya que pueden aportar beneficios a la salud más allá de los nutrientes que contienen (Pérez *et al.*, 2021).

Hoy en día, los hongos se utilizan en los campos de la medicina, la alimentación y la fermentación; se consideran una rica fuente de proteínas pues contienen todos los aminoácidos esenciales, además de fibra y poca grasa. Así mismo, aportan cantidades importantes de vitaminas y compuestos bioactivos, como ácidos grasos insaturados, compuestos fenólicos, tocoferoles y carotenoides (Carrasco-González *et al.*, 2017).

El género *Pleurotus* pertenece a la familia Pleurotaceae, comúnmente conocidos como “hongos ostra” por la forma de sus cuerpos fructíferos. Son populares por su textura, aroma y sabor, además del posible efecto sobre la salud humana de los compuestos bioactivos que contienen como son

polisacáridos, β -glucanos, considerados como alimentos funcionales probados, proteínas/enzimas, péptidos, lectinas, terpenoides, policétidos y compuestos fenólicos. Este género comprende aproximadamente 200 especies, que se distribuyen por todo el mundo, y se pueden encontrar en nichos ecológicos, en troncos y ramas de árboles podridos, pero se pueden cultivar en una amplia gama de climas templados y tropicales. conoce como hongos de pudrición blanca (Torres-Martínez *et al.*, 2022).

El género *Pleurotus* se encuentra entre las especies de mayor producción a nivel mundial. Las especies de hongos de este género exhiben efectos multidireccionales que promueven la salud. Además, se le llama la carne del pobre porque una variedad de sustratos considerados desechos se utilizan para cultivar hongos en condiciones rurales, lo que hace que las proteínas de los hongos sean más asequibles y estén más disponibles que las proteínas de origen animal.

Estos hongos son capaces de colonizar y degradar muchos residuos lignocelulósicos (residuos de algodón, cáscara de nuez, paja de arroz, trigo, sorgo, maíz, madera), y son fuente de importantes nutrientes y propiedades curativas. En comparación con otros tipos de hongos, estos requieren menos tiempo de crecimiento y rara vez son atacados por enfermedades y plagas (Liu *et al.*, 2019).

Entre estas especies encontramos a *P. albidus* (Figura 1), hongo nativo de América del sur, considerado una



XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA IXTAPA ZIHUATANEJO, GUERRERO

Del 11 al 15 de septiembre de 2023

fuelle importante de fibra y proteína, además contiene bajos niveles de grasa a comparación de otras especies del género. De acuerdo con reportes científicos previos, *P. albidus* ha mitigado la obesidad, la formación de células espumosas, la hiperglicemia y la inflamación *in vitro*. Además, se ha reportado su actividad antioxidante en hepatocitos y células endoteliales. En cuando a su composición fitoquímica

se ha identificado la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y alcaloides (Quevedo *et al.*, 2021). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo consiste en evaluar el contenido de compuestos fenólicos, la actividad antioxidante y antibacteriana de los extractos de acetato de etilo y metanol de *P. albidus*.



Figura 1. Cuerpos fructíferos de *Pleurotus albidus*.

Metodología

Material vegetal y obtención de extractos

Los cuerpos fructíferos de *P. albidus* fueron donados por el laboratorio de hongos y el área de proyectos en agroindustria de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana campus

Peñuela. 17 g de material vegetal fueron depositados en un matraz Erlenmeyer de 500 mL al que se le agregaron 250 mL de acetato de etilo dejando en maceración durante 8 días. Este procedimiento se repitió para la obtención del extracto metanólico. Pasado el tiempo de maceración, el extracto se filtró al vacío y posteriormente el volumen de disolvente se



XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA IXTAPA ZIHUATANEJO, GUERRERO

Del 11 al 15 de septiembre de 2023

redujo con ayuda de un rotavapor. Los extractos obtenidos fueron almacenados en viales ámbar de vidrio y en refrigeración hasta su utilización.

Determinación del contenido total de polifenoles

Fue determinado mediante el método de Folin-Ciocalteu de acuerdo con Cai *et al.* (2004) con modificaciones. A 50 μL de muestra (1mg/mL), se añadieron 2.5 mL de una solución 1:10 del reactivo de Folin-Ciocalteu y 2 mL de Na_2CO_3 al 7.5%, las muestras se incubaron a 45°C durante 15 min. Transcurrido el tiempo se tomaron las lecturas de absorbancia a 765 nm utilizando un espectrofotómetro de UV-VIS (VelaQuin VE-550V). La cuantificación del contenido total de polifenoles se llevó a cabo a partir de una curva de calibración (6.75-1000 $\mu\text{g/mL}$ $R^2=0.9918$) en donde se utilizó como patrón ácido gálico.

Estimación de las propiedades antioxidantes usando DPPH

Para la determinación de las propiedades antioxidantes de los extractos de *P. albidus* se preparó una solución DPPH al 9×10^{-5} M en metanol preparada el día del ensayo, se tomaron 2.9 mL de esta solución y se añadieron 100 μL de las soluciones de los extractos a una concentración de 1 mg/mL. Las muestras fueron incubadas durante 30 min a 37°C en un baño maría protegidas de la luz, posteriormente se midió la absorbancia a 517 nm en un espectrofotómetro de UV-VIS. Se utilizó como blanco

una solución con 100 μL de metanol en 2.9 mL de la solución de DPPH, la absorbancia se midió en cada ensayo. El experimento se llevó a cabo por triplicado. Como control positivo se usó una solución de ácido ascórbico en concentración de 5 mM (Brand-Williams *et al.*, 1995; Domínguez-Ortiz *et al.*, 2009). La actividad antioxidante fue determinada mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ DPPH reducido} = \frac{A - A1}{A} \times 100$$

Dónde:

A: Absorbancia del reactivo de DPPH

A1: Promedio de las absorbancias de las muestras

Método del Poder Reductor de Hierro FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

La solución FRAP fue preparada mezclando 100 mL de tampón de acetato (300 mM, pH 3,6), 10 mL de solución 10 mM de TPTZ (Complejo férrico-2,5,6-tripiridil-5-triazina) disuelto en una solución 40 mM de ácido clorhídrico y 10 ml de solución de cloruro férrico 20 mM (Benzie *et al.* 1996; Domínguez-Ortiz *et al.* 2009). A 150 μL del extracto (concentración de 1 mg/mL) se le añadieron 150 μL de agua destilada y 2.7 mL de solución FRAP. Las soluciones se incubaron a 37°C durante 4 min. Posteriormente, se leyó la absorbancia de las muestras a 593 nm utilizando como blanco el reactivo FRAP. Los resultados fueron expresados en $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{L}$ basados en una curva de

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA IXTAPA ZIHUATANEJO, GUERRERO

Del 11 al 15 de septiembre de 2023

calibración a partir de diferentes concentraciones de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (10 a 750 mmol/L $R^2=0.9906$):

$$\text{Absorbancia} = 0.0011(\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{L}) - 0.009$$

Actividad antibacteriana

Las cepas utilizadas para esta investigación fueron donadas por el laboratorio de microbiología del Hospital Regional del Instituto Mexicano del Seguro Social los cuales fueron resembrados en sus respectivos medios selectivos (tabla 1).

Tabla 1. Microorganismos utilizados

Microorganismo	Medio de cultivo	Procedencia	Microorganismo	Medio de cultivo	Procedencia
<i>Burkholderia cepacia</i>	CLDE	Urocultivo	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Mac Conkey	Hemocultivo
<i>Enterococcus faecalis</i>	Mac Conkey	Urocultivo	<i>Salmonella Typhi</i>	Salmonella-Shigella	Coprocultivo
<i>Escherichia coli</i>	EMB	Urocultivo	<i>Serratia marcescens</i>	Agar sangre	Urocultivo
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Mac Conkey	Exudado faríngeo	<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	Agar sangre	bacteriemias
<i>Proteus mirabilis</i>	Mac Conkey	Exudado vaginal	<i>Staphylococcus aureus</i>	S-110	Exudado vaginal

Los inóculos fueron preparados de acuerdo con la escala 0.5 de McFarland, para ello, en condiciones de esterilidad una o dos colonias del cultivo fueron tomadas y depositadas en un tubo con 5 mL de solución salina y homogenizadas con ayuda de un vórtex. A continuación, se realizó una lectura en un espectrofotómetro UV-Vis a 600 nm, a una absorbancia entre 0.08 y 0.1 que corresponde a la escala 0.5 de McFarland (1.5×10^8 UFC/mL). Por otro lado, los extractos de acetato de etilo y metanol en una concentración de 10 mg/mL fueron impregnados en discos de papel filtro Whatman no.1 con un diámetro de 0.5 cm estériles. Como control positivo se utilizó el antibiótico de amplio espectro ceftriaxona (10 μg por

disco) y como control negativo se usaron los disolventes utilizados en la extracción. Finalmente, cajas Petri con agar Mueller Hinton fueron inoculadas con las diferentes cepas por estriado con ayuda de un hisopo. Posteriormente, una vez inoculadas las cajas, los discos fueron depositados sobre la superficie del agar oprimiendo suavemente para asegurar el total contacto con el medio de cultivo. Finalmente, los cultivos fueron incubados a 37°C en una incubadora durante 24 h.

Después del tiempo de incubación se midieron las zonas de inhibición con ayuda de la regla y el porcentaje de inhibición fue calculado de acuerdo con la siguiente ecuación:

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA IXTAPA ZIHUATANEJO, GUERRERO

Del 11 al 15 de septiembre de 2023

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{\text{halo del extracto (mm)} - \text{halo del disolvente (mm)}}{\text{halo del antibiótico (mm)} - \text{halo del disolvente (mm)}} \times 100$$

Análisis estadístico

Los valores de inhibición de la actividad antibacteriana fueron tratados mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software GraphPad Prism versión 8, La Jolla California USA. El análisis estadístico se llevó a cabo mediante la prueba estadística de ANOVA de una vía seguida de la prueba de Mann-Whitney.

Resultados y discusiones

La tabla 2 muestra los resultados de la evaluación del contenido total de polifenoles de los extractos de

acetato de etilo y metanol de *P. albidus*. Estos muestran que ambos extractos son similares en su composición fenólica. La diferencia se observa en el porcentaje de reducción del radical libre DPPH en el que el extracto metanólico es ligeramente más activo que el de acetato de etilo con 32.39 % el cual es considerado una actividad antioxidante débil, además, este efecto se encuentra relacionado con las propiedades de reducir el Fe^{+3} a Fe^{+2} con 351.50 $\mu\text{mol Fe}^{+2}$. Estos resultados indican que, aunque la actividad antioxidante observada sea débil existen componentes que logran neutralizar al radical DPPH.

Tabla 2. Contenido total de polifenoles y actividad antioxidante de *P. albidus*

Extracto	mg ácido gálico/ g de muestra	% de DPPH reducido	$\mu\text{mol Fe}^{+2}$
Acetato de etilo	0.086 ± 0.012	21.89 ± 3.97	168.78 ± 24.55
Metanol	0.083 ± 0.001	32.39 ± 2.20	351.50 ± 6.67

La tabla muestra el promedio de tres replicas ± desviación estándar.

De acuerdo con el estudio realizado por Stastny *et al.* (2022) quien evaluó la actividad antioxidante de extractos metanólicos (80%) de especies del género *Pleurotus* como *P. flabellatus*, *P. pulmonarius*, *P. opuntiae* y *P. ostreatus* encontró que ninguno de los extractos de las especies estudiadas logró alcanzar una fuerte actividad antioxidante en comparación con un control de quercetina. Por otro lado, Bakir *et al.* (2018) encontró que es necesaria una concentración de 321 $\mu\text{g/mL}$ (actividad baja) para inhibir en un 50 % el radical libre DPPH en un período de 24 h a 20°C en

P. ostreatus. Algunos estudios revelan que ergotioneina, derivado de histidina es uno de los responsables de la actividad antioxidante en especies del género *Pleurotus* incluyendo a *P. albidus* (Halliwell *et al.*, 2018; Gambato *et al.*, 2018).

No sólo la ergotioneina ha sido el compuesto responsable de otorgarle propiedades antioxidantes a especies del género *Pleurotus*. Por ejemplo, en *P. ostreatus* se ha reportado que contiene ácido gálico y clorogénico, además de los flavonoides naringenina y hesperetenina.

XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA IXTAPA ZIHUATANEJO, GUERRERO

Del 11 al 15 de septiembre de 2023

También se han reportado a los flavonoides quercetina, rutina, hesperidina y miricetina en *P. tuberregium* (Ikewuchi *et al.*, 2013). Gambato *et al.* (2018) determinó que el extracto metanólico de *P. albidus* es una fuente importante de compuestos fenólicos en el que el 20 % de ellos está representado por flavonoides. En este sentido, en el presente trabajo el extracto metanólico de *P. albidus* posee una actividad antioxidante baja, la cual está relacionada con el contenido total de polifenoles y su capacidad de neutralizar radicales libres, posiblemente por la presencia de ergotioneina y flavonoides.

En el caso de la actividad antibacteriana ha llamado la atención que solo se presentó actividad en dos de las diez cepas estudiadas. Mostrando actividad débil en el extracto de acetato de etilo (Figura 2A) en *S. aureus* y *P. aeruginosa* con halos de inhibición menores a 4 mm y menores al control positivo. Este efecto se incrementó en las mismas cepas en el extracto metanólico (Figura 2B) presentando mejor efecto en *P. aeruginosa* con mayor inhibición respecto al control positivo. Cabe señalar que los disolventes utilizados no afectaron el desarrollo bacteriano lo que confirma que el efecto observado es debido a la presencia de los compuestos que constituyen los extractos.

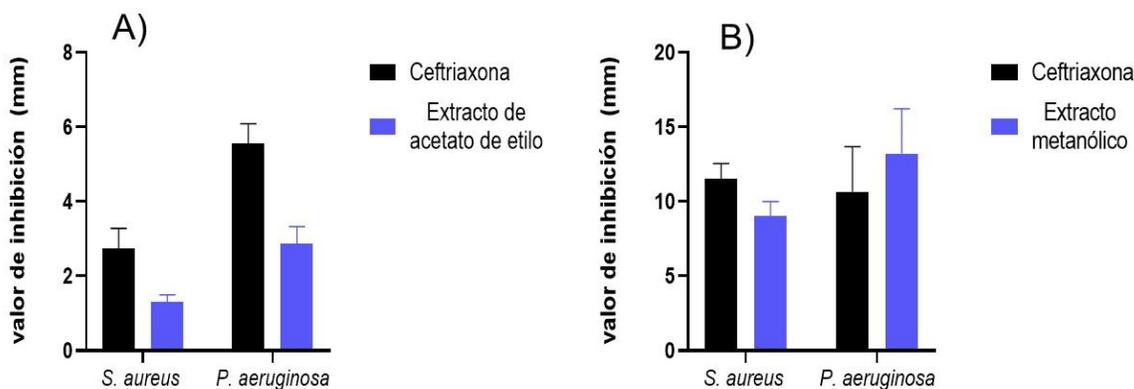


Figura 2. Actividad antibacteriana de *P. albidus*. A) extracto de acetato de etilo ($P < 0.005$), B) extracto metanólico ($P < 0.000$).

Las especies del género *Pleurotus* son consideradas una fuente importante de varios medicamentos antibacterianos ya que se han destacado por exhibir efectos significativos en bacterias Gram (+) y Gram (-). Sin embargo, el estudio realizado por Bawadekji *et al.* (2017) encontró un efecto similar al del presente trabajo, a partir del extracto acuoso de los cuerpos

fructíferos de *P. ostreatus* el cual mostró efecto únicamente en *S. aureus* y *P. aeruginosa*. Identificaron un efecto muy marcado en *P. aeruginosa* en todas las concentraciones utilizadas (50, 100, 150 y 200 μL) y las zonas de inhibición (17, 20, 23 y 25 mm) presentadas fueron proporcionales a las cantidades de extractos analizadas, mientras que en *S. aureus* la



XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA IXTAPA ZIHUATANEJO, GUERRERO

Del 11 al 15 de septiembre de 2023



inhibición fue menor. Esta característica de *P. ostreatus* también se ha identificado en extractos de hexano, cloroformo, metanol y en extractos miceliales que no presenta efecto en varias cepas, excepto en *P. aeruginosa*.

Otro estudio revela que el extracto etanólico de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* ha presentado una baja actividad en *S. aureus* y *B. subtilis* con zonas de inhibición de 5 mm (100 mg/mL) mientras que el extracto metanólico ha tenido mejor efecto en *P. aeruginosa* y *B. thuringinis* con zonas de inhibición mayores a 10 mm (100 mg/mL). No obstante, la mayor actividad antibacteriana de la especie ha sido mayor en el extracto acuoso que ha sido capaz de inhibir a una gran variedad de bacterias Gram (+) y Gram (-) como *S. entérica*, *B. thuringiensis*, *P. aeruginosa*, *S. dysenteriae*, *S. pyogenes*, *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli* y *K. pneumoniae* con zonas de inhibición de van desde 12 a 17 mm. Este mismo reporte indica que uno de los metabolitos responsables de la actividad es el ácido 3-(2-aminofeniltio)-3-hidroxipropanoico (Ahmed *et al.*, 2015).

Algunos autores como Tiwari *et al.* (2020) explican que el posible efecto antibacteriano que se presenta en especies del género *Pleurotus* puede ser debido a la presencia de alcaloides y flavonoides. Sin embargo, también algunos péptidos se han visto involucrados como es la eringeolisina y ostreolisina identificados en *P. eryngii* y *P. ostreatus*.

El presente trabajo es el primer reporte de las propiedades antioxidantes y antibacterianas de *P.*

albidus lo que da una oportunidad a investigaciones futuras para conocer su composición química y propiedades biológicas. Se sabe que dentro del grupo de metabolitos secundarios posibles de la actividad se encuentran los alcaloides y flavonoides, sin embargo, es necesario confirmar su presencia. Además, esta especie solo incluye reportes de uso como alimento, por lo que, sería de interés encontrar sus usos en la medicina tradicional los cuales se desconocen hasta la fecha.

Conclusiones

El extracto metanólico de *P. albidus* posee una actividad antioxidante débil, no obstante, el extracto metanólico mostró mejor efecto frente a radicales libres. Además, de mostrar efectos antibacterianos frente a *S. aureus* y *P. aeruginosa* que de acuerdo con reportes previos encontrados en la literatura puede ser atribuido a la presencia de alcaloides, flavonoides o péptidos.

Referencias

- Ahmed, Y., Fang-Sheng, W., Hussien, E. (2015). Antimicrobial Activity of Extracts of the Oyster Culinary Medicinal Mushroom *Pleurotus ostreatus* (Higher Basidiomycetes) and Identification of a New Antimicrobial Compound. *International Journal of Medicinal Mushroom*, 17(6): 579-590.
- Bakir, T., Karadeniz, M., Unal, S. (2018). Investigation of antioxidant activities of *Pleurotus ostreatus* stored at different temperatures. *Food Science & Nutrition*, 6: 1040-1044.



XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA IXTAPA ZIHUATANEJO, GUERRERO

Del 11 al 15 de septiembre de 2023

Bawadekji, A., Mridha, M., Ali, A., Basha, J. (2017). Antimicrobial Activities of Oyster Mushroom *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr.) Kummer. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 7(10): 227-231.

Benzie, I., Strain, J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1): 70-76.

Brand-Williams, W. Cuvelier, M., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant capacity. *Food Science and Technologic*, 28(1): 25-30.

Cai, Y., Luo, Q. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life sciences*, 74: 2157-2184.

Carrasco-González, J., Serna-Saldívar, S., Gutiérrez-Urbe, J. (2017). Nutritional composition and nutraceutical properties of the *Pleurotus* fruiting bodies: Potential use as food ingredient. *Journal of Food Composition and Analysis*, 58: 69-81.

Dominguez-Ortiz, M., Muñoz, O., García, R., Vázquez, M. (2009). Antioxidant and anti-inflammatory activity of *Moussonia deppeana*. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 9(1): 13-19.

Gambato, G., Pavao, E., Chilanti, G., Claudete, R., Salvador, M., Camassola, M. (2018). *Pleurotus albidus* modulates mitochondrial metabolism disrupted by

hyperglycaemia in EA.hy926 endothelial cells. *BioMed Research International*, 2859787.

Halliwell, B., Cheah, I., Tang, R. (2018). Ergothioneine a diet derived antioxidant with therapeutic potential. *FEBS Letters*, 592(20): 3357-3366.

Ikwuchi, J., Ikwuchi, C., Ifeanacho, M., Igboh, N., Ijeh, I. (2013). Moderation of hematological and plasma biochemical indices of sub-chronic salt-loaded rats by aqueous extract of the sclerotia of *Pleurotus tuberregium* (Fr) Sing's: implications for the reduction of cardiovascular risk. *Journal of Ethnopharmacology*, 150: 466-476.

Liu, X., Pang, H., Gao, Z., Zhao, H., Zhang, J., Jia, L. (2019). Antioxidant and hepatoprotective activities of residue polysaccharides by *Pleurotus citrinipileatus*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131: 315-322.

Pérez, A., Rangel-Vargas, R., Lorenzo, J., Romero, L., Santos, E. (2021). Edible mushrooms as a novel trend in the development of healthier meat products. *Current Opinion in Food Science*, 37: 118-124.

Quevedo, P., Parron, M., Echer, E., Türck, P., Camassola, M., Cavalheiro, P. (2021). Beneficial effects of *Pleurotus albidus* supplementation on body weight and food intake in healthy C57B6/6 mice. *Journal of future foods*, 1(1): 98-103.

Stastny, j., Marsik, P., Tauchen, J., Bozik, M., Mascellani, A., Havlik, J., Landa, P., Jablonsky, I., Tremel, J., Herczogova, P., Bleha, R., Synytsya, A.,



XX CONGRESO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA IXTAPA ZIHUATANEJO, GUERRERO

Del 11 al 15 de septiembre de 2023

Kloucek, P. (2022). Antioxidant and Anti-inflammatory Activity of Five Medicinal Mushroom of the Genus *Pleurotus*. *Antioxidants*, 11: 1569.

Tiwari, A., Pandey, I., Kerkar, P., Singh, M. (2021). Antimicrobial Activity and Mycochemical profile of methanol extract from *Pleurotus flabellatus*. *Vegetos*, 34(3): 619-629.

Torres-Martínez, B., Vargas-Sánchez, R., Torrescano-Urrutia, G., Esqueda, M., Rodríguez-Carpena, J., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. Sánchez-Escalante. (2022). A. *Pleurotus* Genus as a Potential Ingredient for Meat Products. *Foods*, 1: 179.