

# Obtención de cepas puras de *Pleurotus djamor*

## Obtaining pure strains of *Pleurotus djamor*

Lucia Maricela Faz Caiza<sup>1</sup>, Julio Pineda Insuasti<sup>2</sup>, Astrid Stefanía Duarte Trujillo<sup>3</sup>, Claudia Patricia Soto Arroyave<sup>4</sup>, Camilo Alejandro Pineda Soto<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidad Técnica del Norte (UTN), Ibarra, Ecuador.

<sup>2</sup> Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente (CEBA), Ibarra, Ecuador.

<sup>3</sup> Organización Micológica Internacional (OMI), Colombia.

<sup>4</sup> Universidad Católica de Oriente (UCO), Rionegro, Colombia.

<sup>5</sup> Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito, Ecuador

Autor para correspondencia: [lucia\\_faz86@hotmail.com](mailto:lucia_faz86@hotmail.com)

Recibido: octubre 15 de 2019

Aceptado: diciembre 25 de 2019

### RESUMEN

*P. djamor* es un hongo comestible con potencial en la industria alimentaria, farmacéutica y biotecnológica. Sin embargo, existe limitado conocimiento acerca de su aislamiento. Por ello, el objetivo de este trabajo es describir el proceso de obtención de cepas puras de *P. djamor*, mediante una amplia revisión de la literatura que permita su aprovechamiento. Se encontró que la conservación es un Punto Crítico de Control, del cual que depende la viabilidad y estabilidad genética de las cepas, por lo que la criopreservación es el método a elección.

PALABRAS CLAVES: aislamiento, identificación, conservación, caracterización.

### ABSTRACT

*P. djamor* is an edible fungus with potential in the food, pharmaceutical and biotechnology industry. However, there is limited knowledge about their isolation. Therefore, the objective of this work is to describe the process of obtaining pure strains of *P. djamor*, through a broad review of the literature that allows its use. It was found that conservation is a Critical Control Point, on which depends the viability and genetic stability of the strains, so cryopreservation is the preferred method.

KEYWORDS: isolation, identification, conservation, characterization.

### INTRODUCCIÓN

Se estima que existen en la naturaleza más de 1,5 millones de especies de hongos, de las cuales sólo se han descrito alrededor de 69000 (Hawksworth, 1991). Tan sólo en el Ecuador se han estimado más de 100000 especies de hongos (Hawksworth, 2001), aunque sólo se han descrito 5 000 (Freire Fierro, 2004). Aproximadamente 14000 especies presentan basidiocarpo, de las cuáles más de 3000

pueden ser consideradas como comestibles y tan sólo 10 producidas a escala industrial (Chang y Miles, 2004).

*P. djamor*, también conocida como oreja de Patacán (Free Spore España, 2013), oreja de izote u oreja de cazahuate (G. Guzmán, 2000), es una especie pantropical del hongo ostra, apreciada por su brillante color rosado y su sabor único (Hu *et al.* 2016). Su carne es de color blanco a ligeramente amarillento,

higrófono, compacto, carnoso, con olor farináceo y sabor que desaparece gradualmente al madurar (G. Guzmán *et al.*, 1993; Sánchez y Royse, 2001). Existe tres variedades de la especie: var. *djamor*, var. *cyathiformis* y var. *roseus*; que pese a tener intercompatibilidad genética se diferencian entre sí en por sus características tanto macro como microscópicas (Corner, 1981; Murakami y Takemaru, 1990). Aunque Salmones, Valdéz y Gaitán (2004) mencionan una variedad adicional: *P. djamor* var. *Salmonestramineus*.

*P. djamor* es una especie promisorio como hongo comestible (Vivero, 2002) en restaurantes de hoteles, cocina gourmet y pizzerías, principalmente (Álvarez y Vega, 2010). En Ecuador sólo se han aislado dos especies nativas del Parque Nacional Galápagos (Fundación Charles Darwin, 2006, 2007) y ninguna de ellas corresponde la variedad rosada del hongo. Se evidencia limitado conocimiento acerca de las variedades de la especie *P. djamor*, lo que ha limitado su aislamiento para posteriores estudios, teniendo en cuenta que esta es una especie que produce gran variedad de metabolitos con potencial industrial.

Bajo este contexto, el objetivo de este trabajo es describir la principal información para obtención de cepas puras de *P. djamor*, mediante una amplia revisión de la literatura, que permita el máximo aprovechamiento de la biodiversidad fúngica nacional.

## AISLAMIENTO

*P. djamor* crece generalmente sobre madera en descomposición, aunque también pueden hacerlo sobre árboles vivos enfermos, por lo que puede ser considerado como un bioindicador. Prefiere maderas tropicales y subtropicales incluyendo además palmas, árboles de caucho y bambúes (Stamets, 1993). Sus cuerpos fructíferos aparecen a causa de las primeras lluvias y permanecen durante toda la temporada (Capello, 2006) con hábito solitario o gregario (Fundación Charles

Darwin, 2006, 2007). Puede crecer sobre una superficie horizontal o en forma de repisas a un costado del tronco o tocón de madera (G. Guzmán, 1977). Se desarrollan en zonas ubicadas a una altitud de entre 150 y 1820 msnm, por lo que las cepas son adaptables a varias temperaturas (Benitez, Huerta, & Sánchez, 1998).

Las únicas cepas ecuatorianas reportadas en la literatura, fueron aisladas a partir de madera en descomposición de *Scalesia pedunculata* en el parque Nacional Galápagos y se caracterizan morfológicamente por ser dimidiadas a flabeliformes, lisas y glabras de margen incurvado, con una coloración que varía del color crema a blanco-grisáceo o castaño-grisáceo (Fundación Charles Darwin, 2006, 2007).

Para poder recolectar adecuadamente los basidiocarpos de *P. djamor* es necesario conocer sus características macroscópicas principales. Este hongo tiene un basidiocarpo sécil y carnoso, que crece en forma de estante, con un tamaño que oscila entre los 3 a 8 cm de ancho y una forma variable de flabeliforme a espatulada, petaloide, a veces algo lobulada, con una superficie lisa a finamente tomentosa o velutinosa hacia la base al madurar; su coloración puede ir del rosa al blanco amarillento, blanco grisáceo o gris claro dependiendo de la variedad, como se muestra en las figuras 1 y 2 (Capello, 2006; G. Guzmán *et al.*, 1993; G. Guzmán, 1977). La variedad *djamor* es blanca, pero vira al marrón cuando se seca; la *cyathiformis* es blanca con manchas marrones que desaparecen al secarse, y la *roseus* es rosa cuando está fresca y blanca a amarillenta cuando está seca (Lechner, Wright, y Albertó, 2004).

Su estípite es corto sin presencia de velo, llegando a ser gradualmente delgado en la base, aunque a veces puede estar ausente; generalmente es excéntrico o lateral, de consistencia sólida a subcoriácea, del mismo color que el píleo y superficie fibrilosa a

finamente tomentosa. Los primordios son de color blanco o rosado, y forman a menudo racimos en el sustrato (Capello, 2006; G. Guzmán *et al.*, 1993; G. Guzmán, 1977). Su himenio se ubica en la parte inferior del píleo, conformado por laminillas delgadas, decurrentes, adnadas, espaciadas unas de otras, dispuestas radialmente, a veces bifurcadas, de color blanco a amarillento. La esporada es blanca, grisácea o gris-amarillenta llegando a ser amarillo miel claro, en ocasiones gris oliváceo claro (G. Guzmán *et al.*, 1993; Sánchez y Royse, 2001).



**Figura 1.** Carpóforo *P. djamor* Var. *Roseus*.

Fuente: (Free Spore España, 2013).



**Figura 1.** Carpóforo de *P. djamor* var. *djamor*.

Fuente: (Murrieta, 2002)

Para el aislamiento se reportan medios de cultivo como Agar Papa Dextrosa (PDA, por sus siglas en inglés) (Hurtado, 2015) o medio

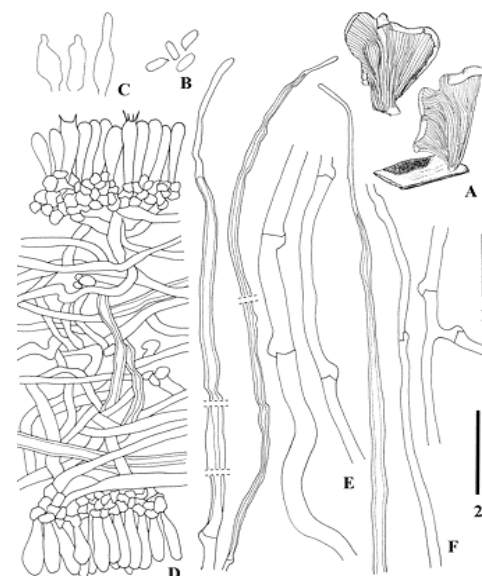
Nobles a 25 °C (Nobles, 1948) que permiten purificar las cepa tras sucesivos repiques y disponerlas para estudios posteriores de identificación y caracterización.

**IDENTIFICACIÓN**

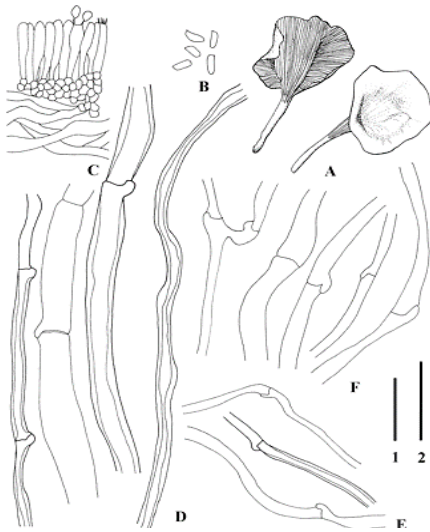
La identificación puede hacerse inicialmente mediante claves taxonómicas, sin embargo, los estudios moleculares permiten una mayor veracidad de la información.

Como se mencionó en el ítem anterior, las características macroscópicas se tienen en cuenta para la recolección de los cuerpos fructíferos, mientras que las características microscópicas permiten corroborar la especie cuando no se cuenta con los recursos económicos para pagar un estudio molecular.

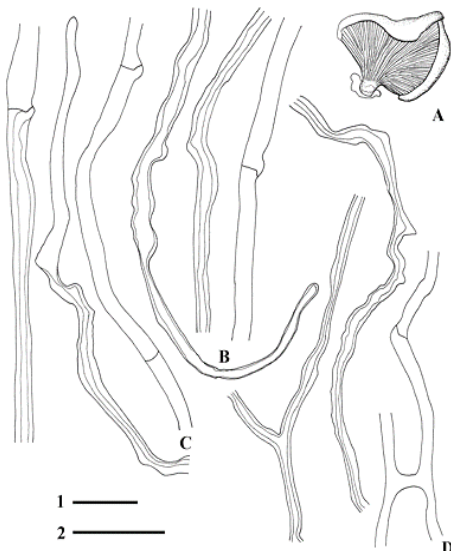
En las figuras 3, 4 y 5 se representan las principales características morfológicas de las tres variedades, lo que permite diferenciarlas (Lechner *et al.*, 2004).



**Figura 3.** *P. djamor* var. *Roseus*. A. basidiocarpos; Esporas de B.; C. Cheilocystidia; Trama e himenio D. Hymenophoral; E. Las hifas del píleo; F. Las hifas del tallo. La barra de escala 1 = 5 cm para A; 2 barra de escala = 30 micras para B-F.



**Figura 4.** *P. djamor* var. *Cyathiformis*. A. basidiocarp; Esporas de B.; C. Porción de himenio, subhymenia y trama hymenophoral; D. Las hifas del vástago; E. Las hifas de la trama hymenophoral; F. Las hifas de la carne píleo. La barra de escala 1 = 3 cm para A; 2 barra de escala = 30 micras para B-F.



**Figura 5.** *Pleurotus djamor* var. *Djamo*r. A. basidiocarp; B. Las hifas de la trama hymenophoral; C. Las hifas del píleo; D. Las hifas del tallo. La barra de escala 1 = 5 cm para A; 2 barra de escala = 30 micras para B-D.

Las hifas de *P. djamor* son dimíticas, de esqueleto puntiagudo y en conjunto forman el micelio (Lechner *et al.*, 2004). El micelio es inicialmente blanco, longitudinal y flocoso, que

al ir madurando se torna algodonoso y de un color rosa intenso (G. Guzmán, 1977). Las esporas son pequeñas, de forma oblongo-elíptica o subcilíndrica, hialinas, no amiloides ni dextrinoides, con una apícula bien definida, pared delgada y en conjunto forman esporadas de color blanco a lila-grisáceo, dependiendo de la variedad. Los basidios son tetraesporicos, a veces bi o triesporicos, subpiriformes o claviformes, ventricosos, hialinos, frecuentemente con una fíbula basal, no presentan pleurocistidios (G. Guzmán *et al.*, 1993; Lechner *et al.*, 2004; Sánchez y Royse, 2001).

En términos moleculares, la estructura y diversidad genética de *P. djamor* ya ha sido estudiada, revelándose los factores de transcripción del homeodominio y los receptores de feromonas (James, Liou, y Vilgalys, 2004). Un proteinograma detectó entre cinco a ocho bandas polimórficas agrupadas en tres zonas electroforéticas de movilidad aniónica, lo que es variable y manifiesta la utilidad de incluir a los marcadores bioquímicos para la identificación taxonómica y registro de las cepas comerciales de *P. djamor* (Murrieta, 2002). La variabilidad genética puede determinarse mediante la identificación de isoenzimas esterasas (Levanon *et al.*, 1993). Un estudio mostró que *P. djamor* presenta entre una a tres isoformas y tiene similitud bioquímica con *P. ostreatus* (Murrieta, 2002). Menolli, Breternitz y Capelari (2014) afirman que *P. djamor* está más emparentado con *P. cornucopiae*, *P. euosmus* y *P. citrinopileatus*; mientras que Wu y colaboradores (2010) dicen que pertenece al mismo taxón que *P. colombinus* y *P. eryngii*.

GenBank es la base de datos de secuencias genéticas del NIH (National Institutes of Health de Estados Unidos) y es parte del International Nucleotide Sequence Database Collaboration; recopila 148 secuencias de ADN y ARN de *P. djamor*, 81 secuencias de proteínas y 2 estudios fijos de estudios filogenéticos (NCBI, 2016).



## CARACTERIZACIÓN

El crecimiento lineal de las colonias de *P. djamor* se determina para evaluar su potencial industrial; sin embargo, hay que tener en cuenta que la velocidad de crecimiento lineal de las cepas no está directamente relacionada con su productividad. Para ello se siembran tacos de agar cubiertos de micelio en cajas de Petri con Agar Papa Dextrosa (PDA, por sus siglas en inglés) y se mide diariamente el diámetro de las colonias. Se reportan velocidades de crecimiento de 7 a 20 mm por día, mostrando mejores resultados las cepas aisladas de ambientes ubicados a una altitud cercana a los 1 200 msnm (Benitez *et al.*, 1998; Salmones, Gaitán, Pérez, y Guzmán, 1997).

Por otro lado, el crecimiento de la biomasa puede medirse en medios líquidos mediante diferencial de peso seco en el tiempo (Hurtado, 2015); el micelio crece superficialmente si el medio es estático o en forma de pellets si se incorpora agitación (Sánchez y Royse, 2001).

El contenido nutricional de *P. djamor* es variable, y se ve influenciado por parámetros como el grado de desarrollo y las condiciones pre y post-cosecha, que justifican la variabilidad de los datos en las investigaciones, así se trabaje con las mismas especies (Bano, Rajarathnam, y Steinkraus, 1988). Este hongo contiene minerales como potasio, fósforo, calcio, magnesio, hierro y zinc; azúcares solubles como glucosa, manitol y trehalosa; y aminoácidos, principalmente ácido aspártico, ácido glutámico, arginina, serina, valina, cisteína, alanina y glicina (Guo, Lin, y Lin, 2007). En general, contiene macro y micronutrientes, vitaminas B9 y C en mayor proporción que *Lentinula edodes* y *Agaricus bisporus* (Álvarez y Vega-Ríos, 2010).

En la tabla 1 se lista el resultado de un análisis bromatológico para *P. djamor*.

**Tabla 1.** Composición nutricional de *P. djamor*.

Componente	Porcentaje
Agua	82.21 ± 1.35
Materia seca	17.79 ± 1.35
Carbohidratos	59.9 ± 1.03
Polisacáridos	9.02 ± 1.27
Fibra cruda	17.2 ± 0.72
Proteína total	15.6 ± 1.52
Grasa total	1.65 ± 0.32
Cenizas	5.83 ± 1.06

Fuente: (Guo, Lin, y Lin, 2007).

Muchos de los compuestos contenidos en este hongo presentan múltiples actividades biológicas: antioxidante (M. Guzmán *et al.*, 2009; Sasidhara y Thirunalasundari, 2014), hepatoprotectora (Zhang *et al.*, 2016), anticancerígena (Raman *et al.*, 2015), antibacteriana (Valencia del Toro *et al.*, 2008) e hipocolesterolémica (Jegadeesha *et al.*, 2014). En la tabla 2 se listan algunos de los compuestos producidos por *P. djamor*.

**Tabla 2.** Compuestos producidos por *P. djamor*.

Tipo	Metabolito	Referencia
Enzimas	$\alpha$ -galactosidasa	(Hu <i>et al.</i> , 2016)
	Lipasas	(Velioglu y Ozturk, 2015)
	Celulasas	(Murrieta, 2002)
	Lacasas	(Murrieta, 2002; Salmones y Mata, 2015)
	Manganeso-peroxidasas	(Murrieta, 2002)
	Ribonucleasas	(Wu <i>et al.</i> , 2010)
Polisacáridos	---	(Zhang <i>et al.</i> , 2016)
Flavonoides	Quercetina	(Nattoh, Musieba, Gatebe, y Mathara, 2016; Sasidhara y Thirunalasundari, 2014)
Terpenos	Sesquiterpen-lactonas	(Valencia del Toro <i>et al.</i> , 2008)

Tipo	Metabolito	Referencia
	Saponinas	(Sasidhara y Thirunalasundari, 2014)
Fenoles	Ácido gálico	(Sasidhara y Thirunalasundari, 2014)
Taninos	---	(Sasidhara y Thirunalasundari, 2014)
Quinonas	Antraquinonas	(Sasidhara y Thirunalasundari, 2014)
Isoprenoides	Carotenoides	(Nattoh <i>et al.</i> , 2016)
Vitaminas	Ácido ascórbico	(Sasidhara y Thirunalasundari, 2014)
Biosurfactantes	---	(Velioglu y Ozturk, 2015)
Reductor del colesterol	Esteroles	(Angarita <i>et al.</i> , 2013)
	Ácido linoleico	(Angarita <i>et al.</i> , 2013)
Compuestos esteroidales	---	(M. Guzmán <i>et al.</i> , 2009)

Fuente: el autor.

*P. djamor* y *P. ostreatus* son las especies del género más eficientes en la degradación de colorantes sintéticos, gracias a su sistema enzimático (Kalmış, 2008; Yildirim *et al.*, 2012) de manganeso peroxidasas, lacasas y celulasas; siendo las primeras las producidas en mayor proporción (Murrieta, 2002).

## CONSERVACIÓN

Las cepas se suelen conservar en PDA a 4 °C (Nattoh *et al.*, 2016), aunque es mejor congelar a -20 °C o liofilizar (Salmones, Mata, y

Waliszewski, 2005). El uso de crioprotectores durante la congelación en nitrógeno líquido no es necesario para garantizar la viabilidad de las cepas. Se reporta que cepas de *P. djamor* crecidas sobre semillas de sorgo y posteriormente criopreservadas sin crioprotector durante una semana, presentan un porcentaje de recuperación del 100 %, aunque requiera más tiempo en contraste con cepas control que no hayan sido congeladas en nitrógeno líquido (Mata y Pérez-Merlo, 2003).

## CONCLUSIONES

*P. djamor* es una especie de hongo comestible apreciado por sus propiedades organolépticas y medicinales, lo que evidencia su potencial en la industria alimentaria, farmacéutica y biotecnológica. Entre los principales metabolitos producidos por esta especie se destacan enzimas, polisacáridos, fenoles, flavonoides, quinonas, taninos, vitaminas, entre otros, que presentan múltiples actividades biológicas: antioxidante, anticancerígena, antibacteriana, hepatoprotectora e hipocolesterolémica.

Para obtener cepas puras, que permitan aprovechar el potencial industrial de esta especie, es necesario realizar una adecuada identificación de la variedad, lo que garantiza que las propiedades descritas sean otorgadas adecuadamente. Así mismo, la conservación es un punto crítico, del cual depende la viabilidad y estabilidad genética de las cepas, por lo que los métodos de criopreservación son los preferidos. No es necesario el uso de crioprotector.

## REFERENCIAS

- Álvarez, M. A., & Vega-Ríos, A. (2010). Aceptación y apreciación de hongos comestibles. *RIDTEC*, 9(1), 43–49.
- Angarita, C., Nieto-Ramirez, J. I., Diaz, G. J., Rojas L., J. R., Sepúlveda, L., & Atehortúa, L. (2013). Evaluation of a method using high performance liquid chromatography with ultraviolet detection for the determination of statins in macromycetes of the genus *Pleurotus* cultivated by fermentation processes. *Talanta*, 116, 56–64. <http://doi.org/10.1016/j.talanta.2013.04.053>

- Bano, Z., Rajarathnam, S., & Steinkraus, K. H. (1988). Pleurotus mushrooms. Part II . Chemical composition , nutritional value , post-harvest physiology , preservation , and role as human food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 27(2), 87–158. <http://doi.org/10.1080/10408398809527480>
- Benitez, F. A., Huerta, G., & Sánchez, J. E. (1998). Producción de 18 cepas de Pleurotus djamor del Soconusco, Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas*, 1(2), 25–36.
- Capello, S. (2006). *Hongos del Yunka` : guía ilustrada* (1ª ed.). Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Recuperado a partir de [https://books.google.com.co/books?id=gA4E8l5JMEkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gs\\_bse\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=gA4E8l5JMEkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gs_bse_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Chang, S.-T., & Miles, P. G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact* (2ª ed.). Florida: CRC Press.
- Corner, E. J. H. (1981). *The agaric genera Lentinus, Panus, and Pleurotus with particular reference to Malaysian species*. Mishawaka, U.S.A.: J. Cramer.
- Free Spore España. (2013). Pleurotus djamor. Recuperado a partir de <http://freespore.com/pleurotus-djamor.html>
- Freire Fierro, A. (2004). *Botánica Sistemática Ecuatoriana*. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press ix.
- Fundación Charles Darwin. (2006). Pleurotus djamor (Rumph. ex Fr.) Boedijn. Numero de Accesión: 32600. Recuperado a partir de <http://www.darwinfoundation.org/datazone/collections/44368/>
- Fundación Charles Darwin. (2007). Pleurotus djamor (Rumph. ex Fr.) Boedijn. Numero de Accesión: 36589. Recuperado a partir de <http://www.darwinfoundation.org/datazone/collections/46486/>
- Guo, L. Q., Lin, J. Y., & Lin, J. F. (2007). Non-volatile components of several novel species of edible fungi in China. *Food Chemistry*, 100(2), 643–649. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.087>
- Guzmán, G. (1977). *Identificación de los hongos: comestibles, venenosos y alucinantes*. México D.F: Limusa.
- Guzmán, G. (2000). Genus Pleurotus (Jacq. : Fr.) P. Kumm. (Agaricomycetidae): Diversity, taxonomic problems, cultural and traditional medicinal uses. *The International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2, 95–123.
- Guzmán, G., Montoya, L., Salmones, D., & Bandala, V. M. (1993). Studies of the genus Pleurotus (Basidiomycotina), II. P. djamour in Mexico and in other LatinAmerican countries, taxonomic confusions, distribution and semi-industrial culture. *Cryptogamic Botanic.*, 3, 213–220.
- Guzmán, M., Zúñiga, N., Santafé, G. G., Torres, O., & Angulo, A. (2009). Actividad antioxidante y estudio químico del hongo Pleurotus djamor recolectado en Córdoba. *Facultad de ciencias agropecuarias*, 7(2), 1–7.
- Hawksworth, D. L. (1991). The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95(6), 641–655. [http://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80810-1](http://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80810-1)
- Hawksworth, D. L. (2001). The magnitude of fungal diversity: the 1· 5 million species estimate revisited. *Mycological research*, 105(12), 1422–1432. <http://doi.org/10.1017/S0953756201004725>
- Hu, Y., Tian, G., Zhao, L., Wang, H., & Ng, T. B. (2016). A protease-resistant  $\alpha$ -galactosidase from Pleurotus djamor with broad pH stability and good hydrolytic activity toward raffinose family oligosaccharides. *International Journal of Biological Macromolecules*. <http://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.10.005>
- Hurtado, M. G. (2015). *Establecimiento de condiciones de cultivo en laboratorio del hongo Pleurotus djamor para la producción de metabolitos con posible aplicación terapéutica*. Universidad

Técnica Particular de Loja.

- James, T. Y., Liou, S. R., & Vilgalys, R. (2004). The genetic structure and diversity of the A and B mating-type genes from the tropical oyster mushroom, *Pleurotus djamor*. *Fungal Genetics and Biology*, *41*(8), 813–825. <http://doi.org/10.1016/j.fgb.2004.04.005>
- Jegadeesha, R., Raaman, N., Hariprasath, L., Ramesh, V., & Srikumar, R. (2014). Hypolipidemic Effect of *Pleurotus djamor* var. *roseus* in Experimentally Induced Hypercholesteromic Rats. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, *5*(2), 581–588.
- Kalmış E., A. N. K. F. (2008). Evaluation of two wild types of *Pleurotus ostreatus* (MCC07 and MCC20) isolated from nature for their ability to decolorize Benazol Black ZN textile dye in comparison to some commercial types of white rot fungi: *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus djamor*, and *P. Canadian Journal of Microbiology*, *54*(5), 366–370. <http://doi.org/10.1139/W08-025>
- Lechner, B. E., Wright, J. E., & Albertó, E. (2004). The genus *Pleurotus* in Argentina. *Mycologia*, *96*(4), 845–858. <http://doi.org/10.2307/3762117>
- Levanon, D., Rothschild, N., Danai, O., & Masaphy, S. (1993). Strain selection for cultivation of Shiitake mushrooms (*Lentinus edodes*) on straw. *Bioresource Technology*, *45*(1), 9–12. [http://doi.org/10.1016/0960-8524\(93\)90135-X](http://doi.org/10.1016/0960-8524(93)90135-X)
- Mata, G., & Pérez-Merlo, R. (2003). Spawn viability in edible mushrooms after freezing in liquid nitrogen without a cryoprotectant. *Cryobiology*, *47*(1), 14–20. [http://doi.org/10.1016/S0011-2240\(03\)00064-6](http://doi.org/10.1016/S0011-2240(03)00064-6)
- Menolli, N., Breternitz, B. S., & Capelari, M. (2014). The genus *Pleurotus* in Brazil: A molecular and taxonomic overview. *Mycoscience*, *55*(5), 378–389. <http://doi.org/10.1016/j.myc.2013.12.001>
- Murakami, S., & Takemaru, T. (1990). Genetic studies of *Pleurotus salmoneostramineus* forming albino basidiocarps. *Reports of the Tottori Mycological Institute*, *28*, 199e204. Recuperado a partir de <http://jglobal.jst.go.jp/en/public/20090422/200902097991426804>
- Murrieta, D. M. (2002). *Cambios en la actividad enzimática de Pleurotus spp. cultivado en pulpa de café en confrontación con Trichoderma spp.* Universidad Veracruzana.
- National Center for Biotechnology Information [NCBI]. (2016). GenBank. Recuperado a partir de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gquery/?term=djamor>
- Nattoh, G., Musieba, F., Gatebe, E., & Mathara, J. (2016). Towards profiling differential distribution of bioactive molecules across four phenologies in *Pleurotus djamor* R22. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, *6*(6), 472–480. [http://doi.org/10.1016/S2222-1808\(16\)61071-X](http://doi.org/10.1016/S2222-1808(16)61071-X)
- Nobles, M. (1948). Studies in forest pathology VI. Identification of cultures of wood-rotting fungi. *Can J Res*, *26*, 281–431.
- Raman, J., Reddy, G. R., Lakshmanan, H., Selvaraj, V., Gajendran, B., Nanjian, R., ... Sabaratnam, V. (2015). Mycosynthesis and characterization of silver nanoparticles from *Pleurotus djamor* var. *roseus* and their in vitro cytotoxicity effect on PC3 cells. *Process Biochemistry*, *50*(1), 140–147. <http://doi.org/10.1016/j.procbio.2014.11.003>
- Salmones, D., Gaitán-Hernández, R., Pérez, R., & Guzmán, G. (1997). Estudios sobre el género *Pleurotus*. VIII. Interacción entre crecimiento micelial y productividad. *Rev Iberoam Micol*, *14*(Tabla 1), 173–176.
- Salmones, D., & Mata, G. (2015). Laccase production by *Pleurotus djamor* in agar media and during cultivation on wheat straw. *Revista Mexicana de Micología*, *42*, 17–23.
- Salmones, D., Mata, G., & Waliszewski, K. N. (2005). Comparative culturing of *Pleurotus* spp. on coffee pulp and wheat straw: Biomass production and substrate biodegradation. *Bioresource Technology*, *96*(5), 537–544. <http://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.019>
- Salmones, D., Valdéz, L. M., & Gaitán-Hernández, R. (2004). Entrecruzamiento y evaluación de la producción de las variedades de *Pleurotus djamor* (Fr.) Boedijn. *Revista Mexicana de Micología*, *18*, 21–26.



- Sánchez, J. E., & Royse, D. J. (2001). *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* (1ª ed.). México D.F: Noriega Editores. Recuperado a partir de [https://www.researchgate.net/publication/256526787\\_Book\\_La\\_biologia\\_y\\_el\\_cultivo\\_de\\_Pleurotus\\_spp](https://www.researchgate.net/publication/256526787_Book_La_biologia_y_el_cultivo_de_Pleurotus_spp)
- Sasidhara, R., & Thirunalasundari, T. (2014). Phytochemicals and antioxidant potentials of pleurotus djamor. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(4), 950–953.
- Stamets, P. (1993). *Growing gourmet & medical mushrooms*. Berkeley, California: Ten Speed Press.
- Valencia del Toro, G., Garín Aguilar, M. E., Téllez Jaimes, M. Á., & Durán Páramo, E. (2008). Actividad antibacteriana de extractos hexánicos de cepas de Pleurotus djamor. *Revista mexicana de micología*, 28(SPE.), 119–123.
- Velioglu, Z., & Ozturk, R. (2015). Optimization of cultural conditions for biosurfactant production by Pleurotus djamor in solid state fermentation. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 120(5), 526–531. <http://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2015.03.007>
- Vivero, T. (2002). El hongo nuestro de cada día. *Desafío. Especial: investigación de alimentos*, 49–51.
- Wu, X., Zheng, S., Cui, L., Wang, H., & Ng, T. B. (2010). Isolation and characterization of a novel ribonuclease from the pink oyster mushroom Pleurotus djamor. *The Journal of general and applied microbiology*, 56, 231–239. <http://doi.org/10.2323/jgam.56.231>
- Yildirim, N., Tanyol, M., Dere, T., Cumurcu, A., & Yildiz, A. (2012). The investigation on physico-chemical parameters of the textile effluents after treatment by white rot fungus Pleurotus djamor. En *Abstracts of the 15th European Congress on Biotechnology* (Vol. 29, p. S184). New Biotechnology.
- Zhang, J., Liu, M., Yang, Y., Lin, L., Xu, N., Zhao, H., & Jia, L. (2016). Purification, characterization and hepatoprotective activities of mycelia zinc polysaccharides by Pleurotus djamor. *Carbohydrate Polymers*, 136, 588–597. <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.09.075>