



Desarrollo micelial y formación de basidiomas de *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. Pleurotaceae, Basidiomycete

Mycelial development and basidiome formation of *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél Pleurotaceae, Basidiomycete

Citación: Aguilar, M. F. & Holgado-Rojas, M.E. (2021). Desarrollo micelial y formación de basidiomas de *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. Pleurotaceae, Basidiomycete Rev. Q'EUÑA 12(1): 21-28.

doi: 10.36253/jopt-9604

Recibido: Julio 20, 2021

Aceptado: Noviembre 12, 2021

Publicado: Diciembre 21, 2021

Copyright: © 2021 Aguilar, M. F. & Holgado-Rojas, M. E. Este es un artículo de acceso abierto revisado por pares y publicado por la Revista Q'EUÑA de la Sociedad Botánica del Cusco y la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (<http://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/RQ>) y distribuido bajo los términos de la licencia de atribución Creative Commons, que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se acredite el autor y la fuente originales.

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

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

Autor Corresponsal:

Holgado-Rojas M. E

encarnacion.holgador@unsaac.edu.pe

Patrocina:

Sociedad Botánica del Cusco

Universidad Nacional de San Antonio

Frank B Aguilar Mainicta^{1,2} y María. E. Holgado-Rojas^{1,3,4}

¹Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Centro de Investigación y Producción de Hongos Alimenticios y Medicinales – CIPHAM. Avenida de la Cultura 733. Cusco, Perú

²Biosetas Perú, Conchacalla, Anta, Cusco, Perú

³Sociedad Botánica del Cusco. Avenida de la Cultura 733. Cusco, Perú

⁴Organización para las Mujeres en Ciencia para el Mundo en Desarrollo OWSD-Capitulo Perú.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desarrollo micelial e incremento de biomasa en diferentes medios de cultivo como Papa dextrosa (PDA), Extracto de Malta (EM), Bebida de Malta (BM), Harina de Maíz (HM) y Harina de Quinoa (HQ) y en granos de trigo para la obtención del inóculo fúngico y formación de basidiomas. Se utilizaron indicadores como la Tasa de Crecimiento Diario (TCD) y el Incremento de Biomasa (IB) tomando en cuenta la TCD volumétrico (TCDv). El medio de cultivo casero con mejores resultados fue el basado en Harina de Maíz (HM), con una TCD de 9.79 mm/día y un incremento de biomasa de 0.1325 g en 8 días. Respecto al incremento de biomasa en granos de trigo, los mejores resultados se obtuvieron a una temperatura de incubación de 24 °C, con una TCDv de 1004 mm³/día. Los basidiomas se desarrollaron en granos de trigo alcanzando púleos de 3.2 – 9.2 cm de diámetro y estípites de 3 – 8 x 1.2 – 3.6 cm. los mismos que presentaron un alto contenido de proteínas (24.46 %), carbohidratos (53.14%) y fibra (27.8%).

Palabras clave: Desarrollo micelial, biomasa, basidioma,

Abstract

The objective of this work was to evaluate mycelial development and biomass increase in different culture media such as Potato Dextrose (PDA), Malt Extract (EM), Malt Beverage (BM), Cornmeal (HM) and Quinoa Flour (HQ) and in wheat grains to obtain the fungal inoculum and basidiome. Indicators such as Daily Growth Rate (DGR) and Biomass Increment (BI) were used, taking into account the volumetric DGR (TCDv). The home culture medium with the best results was the one based on Cornmeal (HM), with a TCD of 9.79 mm/day and a biomass increase of 0.1325 g in 8 days. Regarding the biomass increase in wheat grains, the best results were obtained at an incubation temperature of 24 °C, with a TCDv of 1004 mm³/day. While barley stubble presented a TCDv of 679 mm³/day, at 24 °C, it was selected as the optimal substrate. It was possible to obtain basidiomas in wheat grains with a pileus of 3.2 – 9.2 cm in diameter and a stipe of 3 – 8 x 1.2 – 3.6 cm. the same ones that presented a high content of proteins (24.46%), carbohydrates (53.14%) and fiber (27.8%).

Keywords: mycelial development, biomass, basidiome

Introducción

El cultivo de *Pleurotus* tuvo sus inicios en el siglo XX, y a pesar de ser relativamente reciente, ha tenido un desarrollo considerable destacándose por una rápida aceptación en el mercado debido a su calidad organoléptica excelente. (Sánchez J. & Royse D., 2001). Son uno de los hongos comestibles más populares (Mushworld, 2005). Las especies de este género son lignícolas saprotróficas o parásitas, pertenecen al grupo de hongos de la pudrición blanca, siendo eficientes descomponedores de maderas duras y blandas que hacen accesible la celulosa al resto de los microorganismos luego de su deslignificación (Martínez *et al.* 2005), y particularmente las del complejo *P. eryngii* que son parásitos débiles, encontrándose en las raíces o en la base de tallos de plantas vivas o muertas de la familia Apiaceae (Zhang *et al.* 2006), comúnmente conocida como la seta del cardo, de calidad superior a las setas actualmente cultivadas ya que posee las mejores características organolépticas del género, razón por la que se ha ganado la denominación de la *Ostra Rey* (Stamets, 1993), por lo que adaptarlas a otras regiones resultaría muy beneficioso sobre todo para diversificar la oferta del consumo de estos hongos que está en pleno surgimiento en Latinoamérica.

El valor nutritivo es el adecuado, cubre las necesidades proteicas diarias expuestas por la FAO, posee un 5,3 % de proteínas en 100 gr de peso seco, con niveles normales de aminoácidos esenciales; la fracción mineral revela altos niveles de potasio, bajos de sodio, relación muy adecuada para dietas asociadas a hipertensión; rica en vitamina B12 y niacina; en cuanto a los carbohidratos, la glucosa es el azúcar presente mayoritariamente, seguido por manosa y trehalosa (Gençelep *et al.*, 2009, Kim *et al.*, 2006, La Guardia *et al.*, 2005, Manzi *et al.*, 1999), contienen cantidades significativas de aminoácidos libres así como una amplia gama de vitaminas, como vitamina C (30 – 144 mg/100g), y vitamina B, niacina (109 mg/100 g) (Stamets, 1993).

La producción de estas especies puede desarrollarse en desechos agrícolas y agroindustriales que se encuentran en abundancia sobre todo en áreas rurales de regiones en desarrollo del mundo (Mshigeni *et al.*, 2017), cumpliendo con algunas condiciones que todo sustrato aplicado a esta biotecnología debe cumplir: disponibilidad, características físico-químicas, precio, facilidad de manejo y transporte (Stamets, 2000). Así en la elaboración de los sustratos se ha reportado el uso de aserrín, cascarilla de algodón, paja de trigo, arroz, pasta de soya, maíz, etc. (Stamets 2000, Royse *et al.* 2005, Moonmoon *et al.*, 2010)

Además los basidiomas de *P. eryngii* presentan las mejores condiciones para su conservación después de cosechado, manteniendo su buena apariencia hasta 3 semanas (Sapata *et al.*, 2009). Lo que la convierte en un hongo de anaquel con un tiempo de vida más largo que otras especies convencionales, incluso dentro del mismo género.

Por lo que en la presente investigación se evalúa el desarrollo micelial utilizando medios de cultivo caseros y granos de trigo para el aumento de la biomasa y la obtención de basidiomas. Finalmente consideramos necesario, fomentar su introducción en el mercado evaluando sus condiciones de cultivo adaptados a los climas y ambientes de la región lo que generaría un impacto positivo a niveles socio- económico, generando además la diversificación de especies que actualmente son cultivados y ofertados en el mercado local, regional y nacional.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

Centro de Investigación y Producción de Hongos Alimenticios y Medicinales - CIPHAM de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Metodología

Evaluación del crecimiento micelial

Cepa CIPHAM 036 *Pleurotus eryngii*

Se utilizaron 5 medios de cultivo: Papa dextrosa (PDA), Extracto de Malta (EM), Bebida de Malta (BM), Harina de Maíz (HM) y Harina de Quinoa (HQ). mediante el uso de dos indicadores: la Tasa de Crecimiento Diario (TCD) y el Incremento de Biomasa (IB).

La TCD se obtuvo en placas Petri de 10 cm de diámetro (figura 1A), mientras que para el IB se utilizó 30 ml de medio líquido en frascos de vidrio de 100 ml (figura 1B). En cada caso se inoculó un trozo de micelio de 10 mm de diámetro con un peso seco aproximado de 23.4 mg. Ambos tratamientos fueron incubados a 24 °C.

Para el cálculo de la TCD, se usó la evolución de diámetro de colonia micelial mediante la siguiente fórmula (Martínez C. 1993).

$$TCD = \frac{D_f - D_i}{T}$$

Dónde:

Df: diámetro final de la colonia.

Di: diámetro inicial de la colonia.

T: tiempo de crecimiento micelial.

Mientras que para el IB se usó el peso seco de micelio, mediante la siguiente formula:

$$IB = B_f - B_i$$

Dónde:

B_f = Biomasa final

B_i = Biomasa inicial



Figura 1. Evaluación del desarrollo micelial en medios de cultivos A) registro de diámetros diarios hasta el octavo día, B) crecimiento micelial en medios de cultivo líquido.

Desarrollo micelial en granos de trigo para la obtención de inóculo fúngico

Para la elaboración del inóculo fúngico se adecuaron granos de trigo en tubos milimetrados hidratándolos hasta un 70% para luego mezclarlos con sulfato y carbonato de calcio someterlos a esterilización a 121 °C por 20 min. (figura 2)



Figura 2: Tubos milimetrados con granos de trigo para la determinación de la TCDv.

-Se evaluó el desarrollo micelial, tomando en cuenta el parámetro de TCD volumétrico (TCD_v), en tubos volumétricos hasta un volumen de 1000 mm³ de acuerdo a su graduación, el cual corresponde a una modificación de la TCD, considerando la velocidad de invasión micelial en volumen sobre el sustrato a ser utilizado.

-Se agregó granos de trigo acondicionados para spawn llenando el tubo, finalmente se protegió con un tapón de algodón.

-Los tubos se incubaron a 3 temperatura diferentes: Temperatura de Incubación 24 °C, Temperatura de cámara de incubación 20 +/- 2 °C, y Temperatura ambiente 12 +/- 2 °C.

El cálculo de la TCD_v se realizó utilizando la siguiente formula:

$$CDv = \frac{V_f - V_i}{T}$$

Dónde:

V_f: Volumen invadido final

V_i: Volumen invadido inicial

T: Tiempo

Tratamiento estadístico

Se usaron pruebas estadísticas de comparación de medias como el ANOVA, ANCOVA y Tukey. Todas fueron procesadas en el programa estadístico IBM SPSS Statistics 19.

Resultados y Discusión

Evaluación del desarrollo micelial en diferentes medios de cultivo.

La figura 3A nos muestra la evolución comparativa de los cinco medios de cultivo hasta el octavo día, pudiéndose observar un desarrollo óptimo en PDA. Con respecto a las TCD (figura 3B) el valor más alto lo presenta también este medio de cultivo con 12.07 mm/día. Invadiendo completamente las placas a los 8 días.

Al respecto Aguilar & Pumahuilca et al (2019) realizan el aislamiento de *P. djamor* en cuatro medios de cultivo sólidos, Agar Papa Dextrosa (PDA), Agar Arroz (AA), Agar Papa Zanahoria (APZ) y Agar Camote (AC)., encontrando estadísticamente que los cuatro medios de cultivo fueron óptimos para la propagación vegetativa del micelio a una temperatura de 25 °C con una TCD de 1.1 cm/día, comparando nuestros resultados con los reportados por Aguilar-Pumahuilca podemos ver que *P. eryngii* tiene una alta velocidad de crecimiento mucho más invasivo con una TCD de 12.07mm/día, resultados que demuestran que la

cepa *P. eryngii* es una buena candidata para la producción de biomasa en corto tiempo, factor imprescindible para la biotecnología del cultivo de hongos que busca cepas promisorias cuya velocidad de crecimiento sea rápidamente invasiva para evitar la presencia de contaminantes.

resultados obtenidos por Mostajo M. (2004) en *Auricularia delicata*, determinando que los mayores diámetros obtenidos por el micelio no siempre corresponden a una mayor cantidad de biomasa producida; nos aclara también que la biomasa nos puede dar una mejor idea del aprovechamiento de los medio de cultivo por parte del micelio, ya que puede ocurrir que el micelio desarrolle longitudinalmente, pero este desarrollo puede ser muy laxo o pobre sobre el medio. Según lo citado la biomasa es la variable más relevante en el desarrollo micelial de *P. eryngii*, determinándose al medio harina de maíz una biomasa de 0.1325 g y una TCD de 9.79 mm/día como el más óptimo.

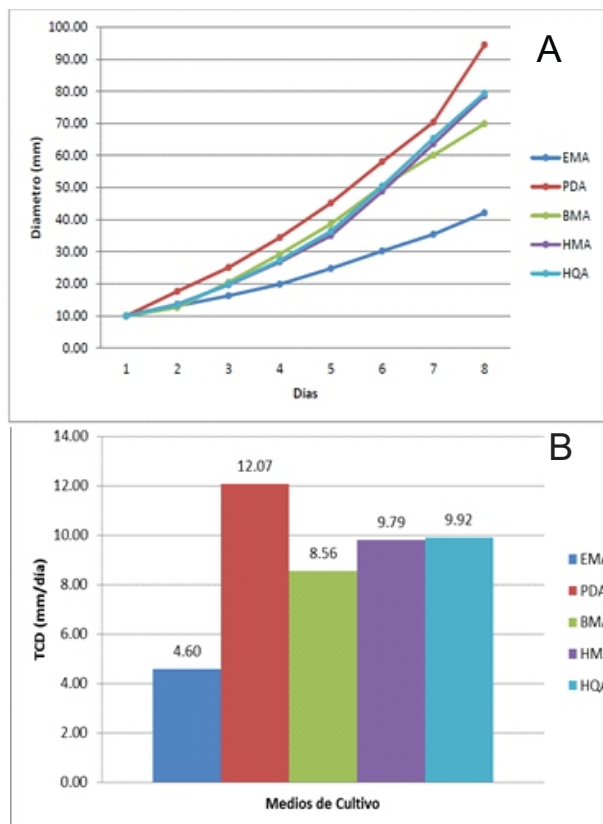


Figura 3. Desarrollo micelial en diferentes medios de cultivo A. Evolución comparativa de los 5 medios de cultivo. B. TCD en los 5 medios de cultivo

El incremento de biomasa obtuvo un mayor desarrollo en el caldo harina de maíz (Figura 4) De acuerdo a los resultados de la prueba Tukey se tienen 4 grupos homogéneos, donde los medios MBC y PDC pertenecen al mismo grupo (tabla 1), señalando un pobre desarrollo en PDA, determinándose que no hay una correlación directa entre las variables TCD e IB, lo cual se corrobora en una prueba estadística de ANCOVA (tabla 2). Se puede deducir que de acuerdo a la TCD el medio de cultivo más adecuado para el desarrollo micelial de *P. eryngii* es papa dextrosa; pero al observar el incremento de biomasa este medio solo alcanza 0.0518 g de micelio seco, dicho valor es muy bajo comparado con el obtenido por el medio harina de maíz de 0.1325 g. Con la prueba ANCOVA, determinamos que las dos variables no guardan correlación, lo cual concuerda con los

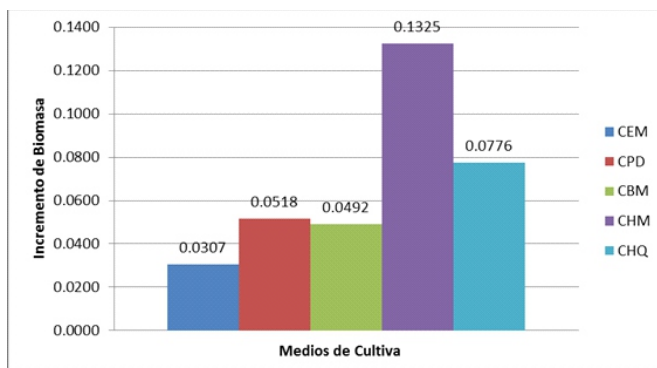


Figura 4. incremento de biomasa en medios de cultivo liquido obtenido en 8 días

Tabla 1. Cuadro resumen de la prueba de Tukey para el incremento de biomasa (se muestran las medias para los subconjuntos homogéneos).

Medio de cultivo	N	Sub conjunto para $\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
EM	3	.030667			
MC	3		.049167		
DC	3		.051767		
CC	3			.077567	
MC	3				.132533
Sg		100	98	100	100

Tabla 2. Prueba de ANCOVA entre las variables TCD e Incremento de Biomasa.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Valor p
Modelo	91.441 ^a	5	18.288	420.453	.000
Intersección	200.913	1	200.913	4619.081	.000
Biomasa	.045	1	.045	1.045	.333
Medio	83.648	4	20.912	480.775	.000
Error	.391	9	.043		
Total	1303.055	15			
Total corregida	91.832	14			

Desarrollo micelial en granos de trigo para la obtención de Spawn

El mayor desarrollo micelial se obtuvo a 24°C con una TCDv promedio de 1004 mm³/día. (figura 5). Al respecto Andrino et al (2011) al evaluar cepas silvestres de *P. eryngii* comparándola con cepas comerciales encuentran que las cepas silvestres muestran versatilidad en su cultivo medio sólido al presentar óptimos de velocidad de crecimiento micelial a 21 °C, y mayor producción en biomasa a 25 °C, resultados semejantes a los obtenidos en la presente investigación. También podemos observar que la cámara de incubación nos da una evolución volumétrica similar a la incubadora, pero presenta ciertas limitaciones que determinan que la TCDv sea menor y limitada, presentando 721 mm³/día.

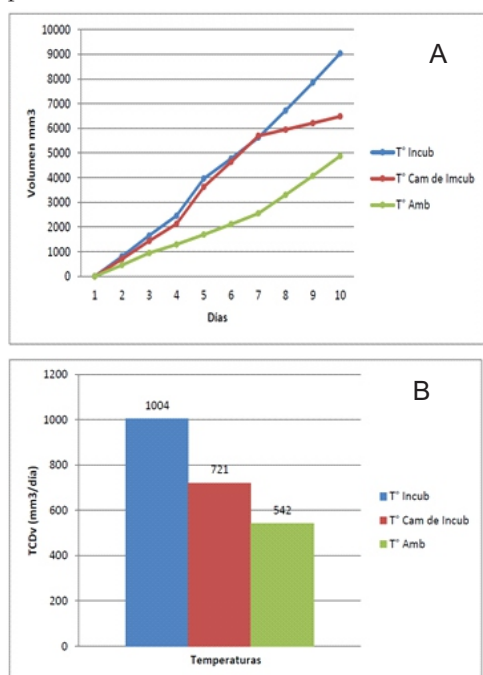


Figura 5. Desarrollo micelial en granos de trigo, A) evolución de la invasión micelial en volumen B) TCDv promedio en las tres temperaturas de incubación

Obtención de Basidiomas

Los basidiomas de *P. eryngii* (Figura 6) se obtuvieron mediante la inducción del spawn (1kg) en ambientes con humedad y temperatura que poseen el rango establecido (Stamets 2003), los primordios se hicieron evidentes en un lapso de 20 días, durante este periodo se dio una etapa de conglomerado de micelio, denominado etapa “pop corn” semejante a la fructificación de *Lentinula edodes* alcanzando tamaños de 9-11 mm hasta 85–100 mm de

diámetro, en el periodo previo a esta etapa se registró, una temperatura promedio de 14.7 °C y una humedad relativa promedio de 91 %, mientras que en la etapa pop corn se registraron 14.7 °C y una humedad relativa de 90.3 %. Los primordios alcanzaron un tamaño aceptable para su consumo al décimo día de haberse formado, llegando a alcanzar un diámetro de 3.2 – 9.2 cm de píleo, y un estípite de 3 – 8 x 1.2 – 3.6 cm. Durante el desarrollo y crecimiento del basidiocarpo se registraron 14.5 °C de temperatura y 85.2 % de humedad relativa. Temperaturas y humedad relativa semejantes fueron reportadas por Holgado (2012) al evaluar el desarrollo de *P. ostreatus* y *P. djamor* en la comunidad campesina de San Nicolas de Bari del distrito de Zurite, Provincia de Anta, resultados que nos permite aseverar que las especies de *Pleurotus* presentan un alto grado de adaptabilidad a las condiciones ambientales de la región Cusco.

Calidad nutricional de los basidiomas de *Pleurotus eryngii*

Salas et al (2004) realizan el análisis proximal de proteínas de *P. ostreatus* y *P. eryngii* cultivados en paja de trigo, chala de maíz, cascarilla y paja de arroz reportando entre 24.32% y 22.00%, respectivamente, mencionan además que estas proteínas son de alta calidad biológica y que contienen todos los aminoácidos esenciales, por otro lado Nieto et al (2019) reportan de 28,6 % y 29,7 %, de proteína cruda para *P. ostreatus* cultivados en pulpa de café, mientras que Holgado et al (2019) registran para *P. ostreatus* (35.45%) y *L. edodes* (34.54%) de proteína seca cultivados en comunidades campesinas con condiciones de temperatura que oscilan entre los 10°C-18°C, resultados semejantes a lo obtenido en la presente investigación (Tabla 3) donde los basidiocarpos de *P. eryngii* presentan un alto porcentaje de proteínas (24.46 %) en peso seco, lo que nos demuestra el rol importante que juegan los sustratos y las condiciones ambientales en el rendimiento y calidad nutricional de estos hongos.

Tabla 3. Análisis fisicoquímico de los basidiomas de *Pleurotus eryngii* (Peso seco).

Componente	Porcentaje
Humedad	15.46
Proteína	24.46
Grasa	2.24
Ceniza	4.3
Fibra	27.8
Carbohidratos	53.14



Figura 6. Desarrollo de los basidiomas de *P.eryngii* en granos de trigo .

Conclusiones

De acuerdo a la tasa de crecimiento micelial e incremento de biomasa en diferentes medios de cultivo, la Cepa CIPHAM 036 *Pleurotus eryngii* (DC.) Qué. demuestra una gran adaptabilidad a medios formulados artesanalmente, como el medio basado en harina de maíz (HM), con valores que se encuentran dentro de los intervalos que la literatura reporta como óptimos para medios comerciales (PDA), con una buena velocidad de crecimiento, por lo que este medio no convencional, puede ser empleado en la elaboración de inóculo fúngico con buenos índices de producción ideal para ser introducido en la fungicultura que se viene incrementando en la región del Cusco, pudiendo alcanzar niveles de producción de inóculo fúngico competitivos.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Centro de Investigación y Producción de Hongos Alimenticios y Medicinales –CIPHAM de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por facilitarnos la cepa CIPHAM 036 *Pleurotus eryngii* así como las instalaciones de sus laboratorios.

Literatura citada

Aguilar-Pumahuilca F., Huamán-Huamán H., Holgado-Rojas M.E., (2019) Caracterización de *Pleurotus Sp.* Aislado de la Comunidad Nativa de Korimani, Centro Poblado de Kiteni-Echarate, La Convención, Cusco, Perú. Rev. Ecología Aplicada, 18(1), ISSN 1993-9507 Versión electrónica. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

Andrino A., Morte A., Honrubia M. (2011) Caracterización y cultivo de tres cepas de *Pleurotus eryngii* (Fries) Quélet sobre sustratos basados en residuos agroalimentarios Anales de Biología 33: 53-66.

Gençcelep H, Uzun Y, Tunçtürk Y, Demirel K. (2009) Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms. Food Chemistry

Holgado R. M.E (2012), Cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.ex Fr.) Kumm y *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn (Tricholomataceae) en la comunidad San Nicolás de Bari-Zurite-Anta. Tesis Maestría -UNSAAC.

Holgado-Rojas Maria.E., Aranzabal Carrasco Rosana L., Lazarte Lovaton Ruth, Quispe Peláez Albino, Pérez Leguía Karin A., Aguilar Mainicta Frank B. Aguilar-Pumahuilca Fraido.(2019). Cultivo de *Pleurotus Sp.* y *Lentinula edodes* bajo condiciones artesanales en comunidades campesinas de la Región Cusco / Perú. Rev. Ecología Aplicada, 18(1), ISSN 1993-9507 Versión electrónica. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

Kim S, Kim H, Lee B, Hwang H, Baek D, Ko S. (2006) Effects of mushroom, *Pleurotus eryngii*, extracts on bone metabolism. Clinical Nutrition

Kirk P, Canon P, David J, Staples J. (2001) Dictionary of fungi Cab International, Wallingford. Great Britain

La Guardia M, Venturella G, Venturella F. (2005) On the chemical composition and nutritional value of *Pleurotus* taxa growing on umbelliferous plants (Apiaceae).

Manzi P, Gambelli L, Marconi S, Vivanti V, Pizzoferrato L. (1999) Nutrients in edible mushrooms: an interspecies comparative study. Food Chemistry

Martínez, C. (1993). Los hongos comestibles en México - Biotecnología de su reproducción. Micología Neotropical. Revista vol. V. Escuela de post graduados de Puebla. México.

Martínez A, Speranza M, Ruiz-Dueñas F, Ferreira P, Camarero S, Guillén F, Martínez M, Gutiérrez A, del Río J. (2005). Biodegradation of lignocelluloses: microbial, chemical, and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin. International microbiology: the official journal of the Spanish Society for Microbiology 8: 195-204.

Mostajo M. (2004) Aislamiento y evaluación de diversos sustratos para el crecimiento vegetativo del hongo *Auricularia delicata* (Fries) Henn del valle de la Convención – Cusco. Tesis Maestría UPCH.

Moonmoon M., Uddin N., Ahmed S., Shelly NJ, Khan A (2010) Cultivation of diferente strains of King oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) on saw dust and rice Straw in Bangladesh. *Saudi J. Biol.Sci.*

Mushword (2005), Manual del cultivador de Hongos 1, Cultivo del Hongo Ostra. Editorial Haengoon. República de Corea.

Mshigeni K. & Chang S. (2017). Hongos, Medio Ambiente y Salud Humana. Tesoros de la tierra para la salud, la felicidad y la longevidad. Guatemala, América Central: Centro Editorial Vile.

Nieto-Juárez J.L., Cuzcano-Ruiz A.D., Reyes-López W.A. (2019). Estudio preliminar de la composición nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en pulpa de café. Revista de la Sociedad Química del Perú vol.85 no.4 Lima.

Royse DJ., Shen Q., McGarvey C. (2005) Consumption and production of recently domesticated edible fungi in the United States with a projection of their potencial.

Salas de la T.N, Bazán G. D, Cornejo S.O, Osorio A.A, Bravo A.M, Lengua C.R, Becerra B. E, Carhuancho A.H, Aguirre M.R (2004). Estudio del valor nutricional y propiedades fisicoquímicas y bioquímicas de *Pleurotus Ostreatus* . Rev. Per. Quím. Ing. Quím. Vol. 7 N.º 2. Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Sánchez J. y Royse D. (2001), *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Editorial UTEHA

Noriega Editores República de México.

Stamets P. (1993), *Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms*. Ten Speed Press Ed. Hong Kong.

Stamets P. (2000) *Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms* Ten Speed Press.

Sapata M, Ramos A, Ferreira A, Andrada L, Candeias M. (2009) Changes of quality of *Pleurotus ssp.* carpophores in modified atmosphere packaging. ACTA Scientiarum Polonorum.

Vargas, J.; Beltrán, K.; Rodríguez, P. (2001) Inventario Nacional de Emisiones Gaseosas que producen el Efecto Invernadero en el Sector Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador.

Zhang J, Huang C, Ng T, Wang H. (2006) Genetic polymorphism of ferula mushroom growing on *Ferula sinkiangensis*. Applied Microbiology and Biotechnology