



Aislamiento, propagación y crecimiento de hongos comestibles nativos en residuos agroindustriales

Isolation, propagation and growth of native edible fungi in agroindustrial residues

Winston Franz Ríos-Ruiz*; Renzo Alfredo Valdez-Nuñez; Juan Pablo Jiménez-Flores

Laboratorio de Microbiología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Jr. Maynas 177, Tarapoto, San Martín, Perú.

Received March 27, 2017. Accepted September 24, 2017.

Resumen

La investigación tuvo como objetivo aislar el micelio secundario de *Auricularia* spp y *Pleurotus* spp procedente de tres áreas naturales de la región San Martín, así como evaluar el crecimiento en medio agar papa dextrosa y en sustratos estériles a base de residuos agroindustriales. Se obtuvieron 10 aislamientos de micelios secundarios a través de carpóforos desinfectados de *Pleurotus* spp y otros 10 aislamientos de carpóforos desinfectados de *Auricularia* spp. La mayor velocidad de crecimiento en *Auricularia* spp fue de $62,5 \mu\text{m h}^{-1}$ (A1) y de $75 \mu\text{m h}^{-1}$ (B10) para *Pleurotus* spp. En una segunda parte del experimento se produjo semilla de las cepas nativas más veloces en granos de maíz esterilizado durante un periodo de incubación de 40 días. La semilla fue inoculada en sustratos estériles a base de residuos agroindustriales. Las cepas A1 de *Auricularia* spp y B10 de *Pleurotus* spp desarrollaron mejor en sustrato a base de residuos de pulpa de café, logrando una eficiencia biológica de 30,33% y 18,20%, respectivamente. Se concluye que las cepas nativas A1 y B10 de hongos comestibles pueden ser utilizadas en la propagación de semilla y producción de hongos comestibles, brindando al agricultor una alternativa complementaria de alto valor nutritivo.

Palabras clave: *Auricularia* spp.; *Pleurotus* spp.; eficiencia biológica; pulpa de café; cascarilla de arroz.

Abstract

The objective of the research was to isolate the secondary mycelium of *Auricularia* spp and *Pleurotus* spp from three natural areas of the San Martín region, as well as to evaluate the growth in agar potato dextrose medium and in sterile substrates based on agro industrial residues. Ten isolates of secondary mycelia were obtained through disinfected carpophores of *Pleurotus* spp and another 10 isolates of disinfected carpophores of *Auricularia* spp. The highest growth rate in *Auricularia* spp was $62,5 \mu\text{m h}^{-1}$ (A₁) and $75 \mu\text{m h}^{-1}$ (B₁₀) for *Pleurotus* spp. In a second part of the experiment, seed of the fastest strains was produced in sterilized maize grains during a 40-day incubation period. The seed was inoculated into sterile substrates based on agro industrial residues. The native strains A₁ of *Auricularia* spp and B₁₀ of *Pleurotus* spp developed better in substrate based on coffee pulp residues, achieving a biological efficiency of 30.33% and 18.20%, respectively. It is concluded that the native strains A₁ and B₁₀ of edible fungi can be used in seed propagation and edible fungus production, providing the farmer with complementary food of high nutritional value.

Keywords: *Auricularia* spp.; *Pleurotus* spp.; biological efficiency; coffee pulp; rice husk.

1. Introducción

El cultivo de hongos basidiomicetos se encuentra considerada como una actividad rentable (Marshall y Nair, 2009). La producción de hongos basidiomicetos a nivel mundial en el año 2014, fue de

aproximadamente $1,04 \times 10^7$ t, siendo China el mayor productor, con aproximadamente $7,63 \times 10^6$ t (FAOSTAT, 2017). En el Perú, no existen registros de una producción sostenida y tecnificada, sin embargo se han descrito algunas publi-

* Corresponding author
E-mail: wrios@unsm.edu.pe (W.F. Ríos-Ruiz).

caciones en relación a la identificación taxonómica (Ríos-Ruiz y Ruiz-Rengifo, 1993; Espinoza *et al.*, 2006; Bendayán *et al.*, 2011).

El género *Auricularia* se encuentra ampliamente distribuido a través de la región tropical y subtropical del mundo y está formado por varios géneros, resultando *A. angiospermarum*, distribuido en el continente americano (Wu *et al.*, 2015). Se ha demostrado que este género posee actividad antitumoral y antioxidante, además de ser la especie cultivada más prolífica (Zhang *et al.*, 2015). *Auricularia* puede crecer en un amplio rango de sustratos agrícolas, actualmente en China es cultivado en mazorcas de maíz y luego el sustrato es compostado y utilizado como fertilizante orgánico y recuperador de suelos (Ahila-Devi *et al.*, 2013).

El género *Pleurotus*, llamado también “hongo ostra” incluye un complejo de especies conocidas por su sabor excepcional y bajos costos de producción (Estrada *et al.*, 2010), así como por su elevado contenido de proteína, el cual puede estar en el rango de 30-40% de proteína cruda, dependiendo de la especie y el sustrato de crecimiento (Mintesnot *et al.*, 2014). Además son una buena fuente de carbohidratos no amiláceos, alta cantidad de fibra, aminoácidos, minerales y vitaminas (Ahmed *et al.*, 2013). En el Perú se les conoce como “mojarra callampa” y son apreciados en gastronomía desde tiempos pre-hispánicos (Trutmann, 2012).

El cultivo de hongos se ha convertido en una estrategia mundial para disminuir la pobreza y diversificar la producción agrícola (Zharare *et al.*, 2010), para ello es necesario seleccionar cepas fúngicas con las siguientes características: Elevada velocidad de crecimiento, alto rendimiento, características sensoriales prominentes y elevada eficiencia biológica (Ahmed *et al.*, 2013). Los hongos basidiomicetos pueden crecer sobre una variedad de materiales lignocelulósicos debido a que sintetizan enzimas peroxidasas, requiriéndose investigar sobre sustratos adecuados que favo-

rezcan altas eficiencias biológicas y altos índices de proteína en los carpóforos.

En San Martín, la agricultura y silvicultura representan cerca del 29,7% de su PBI (Carranza *et al.*, 2012), siendo el cultivo de arroz (101 262 ha) y el de café (87 163 ha) los más representativos (DRASAM, 2016), generando residuos que aún no son explotados. La cascarilla de arroz, constituye un problema ambiental serio, debido a que el material es quemado a campo abierto y la pulpa de café no es aprovechada adecuadamente. El empleo de la pulpa de café y la cascarilla de arroz como sustrato para la producción de hongos basidiomicetos ha sido reportado por García-Oduardo *et al.* (2010) y Yang *et al.* (2013) con resultados satisfactorios; sin embargo, los parámetros de crecimiento de cepas nativas en residuos agroindustriales de la región San Martín, aún no han sido estudiados.

El objetivo de este trabajo fue aislar y evaluar la velocidad de crecimiento a través de la tasa de crecimiento radial, la eficiencia biológica, así como parámetros relacionados a la productividad de las cepas en diversos residuos agroindustriales (cascarilla de arroz, pulpa de café, aserrín y arroz pilado).

2. Materiales y métodos

2.1 Colección e identificación de hongos comestibles

Los carpóforos de los hongos *Pleurotus* spp y *Auricularia* spp, fueron extraídos del área natural de la Bocatoma del Río Cumbaza (6°36'05'' de latitud Sur y 76°19'46'' de longitud Oeste), del área de Conservación del Río Shilcayo (6°27'50'' de latitud Sur y 76°18'48'' de longitud Oeste) y del Centro de Biodiversidad de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto (UNSM-T) (6°27'45,6'' de latitud Sur y 76°17'22,7'' de longitud Oeste), Perú.

En las áreas se tomaron datos correspondientes al ámbito natural y los carpóforos fueron colocados en frascos de boca ancha para su posterior identificación taxonómica.

2.2 Aislamiento de micelio secundario

Los carpóforos de los hongos *Auricularia* spp y *Pleurotus* spp (Figura 1), fueron lavados empleando agua jabonosa al 10% por 10 minutos y luego desinfectados empleando hipoclorito de sodio al 2,0% por 1 minute, finalmente se lavaron 8 veces usando agua destilada estéril. Con la ayuda de un bisturí se realizaron cortes de aproximadamente un cm² del cuerpo fructífero, los cuales se colocaron en el centro de una placa Petri conteniendo Agar Papa Dextrosa enriquecido (APDE) al 5 % con extracto de levadura para el desarrollo de *Pleurotus* spp y con extracto de malta para el desarrollo de *Auricularia* spp (Jonathan y Fasidi, 2003). Las placas se incubaron a 28° C por 10 a 15 días.



Figura 1. Carpóforos colectados en campo. *Auricularia* spp (superior) y *Pleurotus* spp (inferior).

2.3 Velocidad de crecimiento y obtención de cultivos puros

Para medir la velocidad de crecimiento se siguió la metodología sugerida por Zharare *et al.* (2010), en triplicado y placas de Petri separadas. Se calculó la tasa de crecimiento radial en placas Petri a partir del

décimo día, siendo consecutivo cada 5 días hasta que el micelio del hongo cubra por completo la placa. El radio fue medido usando un vernier digital (Control Company, Traceable, USA) (+/- 0,02 mm/0,001”). La velocidad de crecimiento fue expresada como $\mu\text{m h}^{-1}$ y las cepas que presentaron mayor velocidad de crecimiento fueron seleccionadas para la producción de semilla (Gaitán-Hernández y Salmones, 2008). Cada cepa fue mantenida en medio Agar Papa Dextrosa (APD) inclinado y conservado a corto y mediano plazo a 4 °C.

2.4 Producción de “semilla”

La producción de semilla fue preparada de acuerdo a Mintesnot *et al.* (2014). Tres kilogramos de maíz fueron hervidos en 5 Litros de agua por 15 minutos, luego el agua fue drenada y los granos se dejaron reposar toda la noche. Al día siguiente las semillas fueron neutralizadas usando sulfato de calcio y carbonato de calcio hasta alcanzar la neutralidad (pH 5,5 - 6,5) así como para reducir la adhesión entre granos. El maíz preparado fue colocado en botellas de vidrio (Figura 4) con tapa hermética y luego autoclavadas en autoclave (Fravill, AVDA50, Perú) a 121 °C por 15 minutos. Se dejó reposar las botellas a temperatura ambiente por 24 horas. Posteriormente fueron inoculadas usando bloques de agar conteniendo micelio secundario de los hongos en prueba, las que fueron incubadas a 27 °C por 30 a 40 días, hasta desarrollo del micelio.

2.5 Preparación de sustratos y desarrollo de micelio

Los residuos agroindustriales utilizados fueron: cascarilla de arroz, pulpa de café, aserrín y arroz pilado, todos ellos procedentes de la región San Martín, Perú. Cada sustrato fue colocado en remojo en agua destilada por 48 horas, hasta alcanzar un 75 a 80 % de humedad. Cada sustrato fue envasado en paquetes de polipropileno de 1 kg y fueron esterilizados en autoclave (Fravill, AVDA50, Perú) a 121 °C por 15 minutos. Posteriormente las bolsas fueron

inoculadas con micelio al 3% en base al peso húmedo (1 kg/bolsa). Las bolsas fueron incubadas a temperatura ambiente (25 a 30 °C) y humedad relativa entre 70 a 90 %, bajo condiciones de oscuridad por 15 días para el desarrollo del micelio. En esta etapa se midió el tiempo de colonización total del sustrato por parte del micelio. Para la formación de los carpóforos, las bolsas con semilla fueron trasladadas a una área de bosque natural con condiciones ambientales apropiadas de temperatura y humedad, ubicado a 6°28'05,3" de latitud Sur y 76°19'51,6" de longitud Oeste, en San Martín, Perú.

2.6 Determinación de la eficiencia biológica (EB), rendimiento, Tasa de producción (TP) y contenido proteico

Después del apareamiento de los primordios en las bolsas de polipropileno, los cuerpos fructíferos de cada una de las bolsas fueron pesadas a fin de calcular (Bautista *et al.*, 2003):

EB (%) = (Peso fresco de cuerpos fructíferos cosechados por bolsa / Peso seco del sustrato empleado al momento de la inoculación) * 100.

Rendimiento (%) = (Peso seco de los cuerpos fructíferos / Peso de sustrato seco) * 100

TP = Eficiencia biológica / (Período de colonización del sustrato + período de fructificación en días).

Para el análisis de proteína de las muestras de carpóforos cosechados de *Auricularia* spp y *Pleurotus* spp, estas fueron secadas en horno (Binder, 115 ED, Alemania) a 60 °C por 3 días.

2.7 Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a un análisis de Varianza con la finalidad de determinar efectos diferenciales entre los tratamientos, es decir, la influencia de los sustratos a base de residuos agroindustriales sobre el desarrollo de los hongos *Auricularia* spp y *Pleurotus* spp. Para ello se utilizó el programa InfoStat versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012). Además, se hizo la prueba de promedios de Duncan para evidenciar diferencias entre tratamientos, consideradas significativas a $p < 0,05$.

3. Resultados y discusión

3.1 Colecta de carpóforos y aislamiento de micelio secundario

Se colectaron 20 muestras de carpóforos en las tres áreas naturales de la región San Martín. Estudios sobre hongos basidiomicetos tropicales comestibles son escasos en el Perú (Pavlich 1976, 2001; Mori del Águila *et al.*, 2011), a pesar del vasto conocimiento de las culturas prehispánicas (Trutmann, 2012). La amplia diversidad genética de hongos superiores en zonas tropicales debe investigarse con el objetivo de ampliar las necesidades proteicas de la población más vulnerable (Jonathan *et al.*, 2009).

Se aisló micelio secundario procedente de 10 muestras de carpóforos de *Auricularia* spp, procedentes de la Bocatoma del Río Cumbaza (BCR) (A₁ y A₂), del área de Conservación Río Shilcayo (CRS) (A₃, A₄, A₅, A₆, A₇ y A₈) y del área Biodiversidad UNSM-T (BIO) (A₉ y A₁₀), así como 10 muestras de carpóforos de *Pleurotus* spp, procedentes de la BCR (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ y P₆) y del área BIO (P₇, P₈, P₉ y P₁₀).

Las cepas de *Pleurotus* spp y *Auricularia* spp fueron sembradas a 27 °C, alcanzando el crecimiento completo a los 15 días de incubación. Temperaturas entre 25 °C a 30°C, se han descrito como óptimas para la producción de biomasa y exopolisacáridos en basidiomicetos (Gbolagade *et al.*, 2006). Zharare *et al.* (2010) evaluaron el efecto de la temperatura sobre 8 especies de *Pleurotus* y encontró que la tasa de crecimiento micelial fue óptima a 25 °C decreciendo con el incremento de temperatura.

3.2 Evaluación de la tasa de crecimiento de cepas

La velocidad de crecimiento del micelio secundario ($\mu\text{m h}^{-1}$), para las cepas de *Auricularia* spp estuvo en el rango de 37,5 a 62,5 $\mu\text{m h}^{-1}$, siendo las cepas A₁, A₅ y A₆, las que mostraron mayor velocidad, sin embargo no se encontraron diferencias significativas en comparación a otras cepas de *Auricularia* spp (Figura 2).

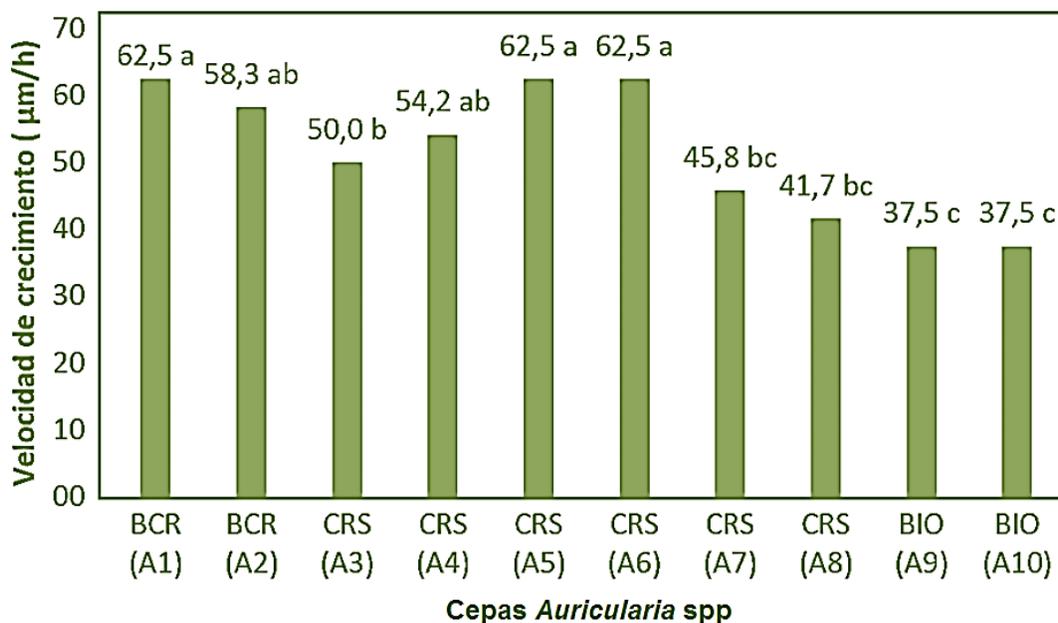


Figura 2. Velocidad de crecimiento ($\mu\text{m h}^{-1}$) de 10 cepas de *Auricularia* spp procedentes de la región San Martín. Resultados con la misma letra en cada columna indican que no hay diferencia significativa, según Tukey ($p < 0,05$).

La velocidad de crecimiento para las cepas de *Pleurotus* spp estuvo en el rango de 25 a $75 \mu\text{m h}^{-1}$, siendo las cepas P9 y P10, las que mostraron mayor velocidad de crecimiento, al igual que *Auricularia* spp no hubo diferencias significativas entre cepas (Figura 3).

En este estudio el crecimiento del micelio de *Pleurotus* spp fue similar a lo reportado por Gaitán-Hernández y Salmones (2008) y fue menor a lo reportado por Yang *et al.* (2013). Gaitán-Hernández y Salmones (2008), reportaron una correlación positiva no significativa ($r = 0,15$) entre el crecimiento radial y la eficiencia biológica de las cepas, indicando que aquellos micelios con una alta tasa de crecimiento *in vitro* no necesariamente son los más productivos, el rendimiento de los hongos y el crecimiento micelial al parecer son controlados por diferentes factores genéticos.

3.3 Producción de semilla

Para la producción de semilla fueron seleccionadas las cepas A₁ de *Auricularia* spp y P₁₀ de *Pleurotus* spp. Todas las cepas

de *Auricularia* spp y *Pleurotus* spp (Figura 4) mostraron un desarrollo de micelio abundante en las semillas de maíz a los 40 días después de la siembra a 27 °C.

La fase de producción de semilla es la más crítica, esta debe encontrarse exenta de contaminaciones, porque podrían retrasar el crecimiento y/o calidad del hongo. La semilla de maíz, ha sido ampliamente usada por los investigadores (Mintesnot *et al.*, 2014), debido a su ubicuidad y fácil manejo. Otros han usado granos de trigo (Silveira *et al.*, 2008), rastrojos de trigo (Sastre-Ahuatzi *et al.*, 2007), mezclas a diferentes proporciones de residuos, 87% torta de semilla de algodón, 10% afrecho de trigo, 1% sacarosa (Yang *et al.*, 2013); cebada (Ríos *et al.*, 2010) y sorgo (Gaitán-Hernández y Salmones 2008). Los sustratos de mayor colonización del hongo son aquellos que tienen mayor contenido de carbohidratos estructurales, como el maíz y el salvado de trigo (Omen *et al.*, 2013).

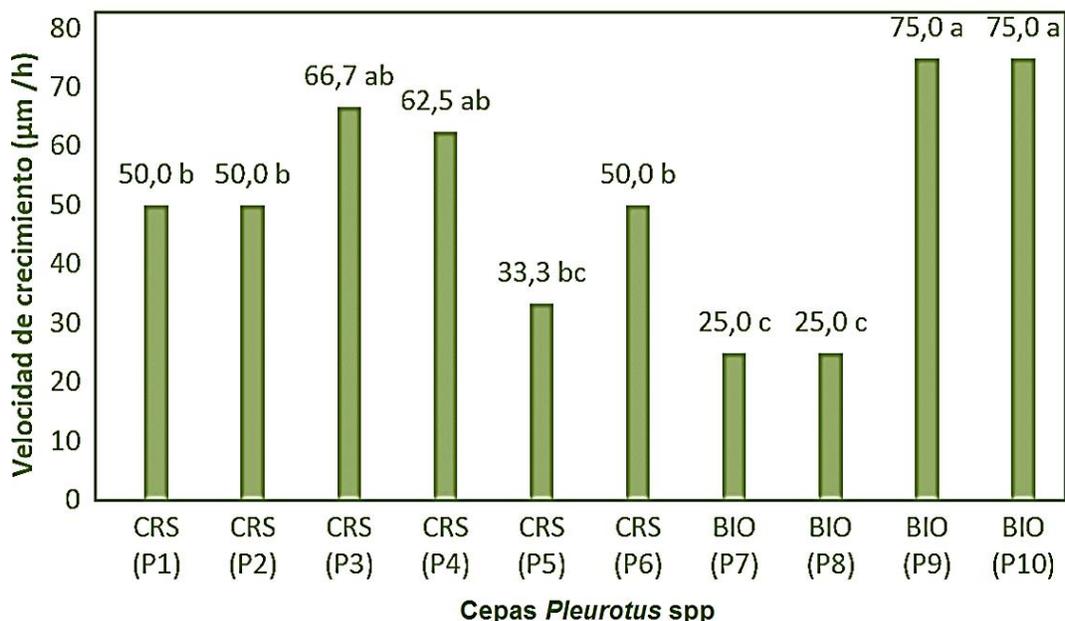


Figura 3. Velocidad de crecimiento ($\mu\text{m h}^{-1}$) de 10 cepas de *Pleurotus* spp procedentes de la región San Martín. Resultados con la misma letra en cada columna indican que no hay diferencia significativa, según Tukey ($p < 0,05$).



Figura 4. Desarrollo de micelio de la cepa P10 de *Pleurotus* spp en granos de maíz. Crecimiento a los 12 días (izquierda) y 40 días (derecha), después de la siembra.

3.4 Crecimiento del micelio en residuos agroindustriales

Las cepas de hongos presentaron crecimiento del micelio en la mayoría de los sustratos evaluados (Figuras 5 y 6). Los mayores valores se alcanzaron con *Auricularia* spp creciendo en el sustrato de pulpa de café. En general, el crecimiento y colonización de las cepas en pulpa de café fue superior al resto de sustratos, en 50% y

70%, para *Auricularia* spp (Figura 5A) y *Pleurotus* spp (Figura 6A), respectivamente. Por el contrario, solo se alcanzó un 10% de colonización, tanto en *Auricularia* spp (sustrato de aserrín, Figura 5C) como en *Pleurotus* spp (sustrato de cascarilla de arroz, Figura 6B) a los 35 días después de la siembra. No hubo colonización de ninguna de las cepas en el tratamiento de arroz pilado.



Figura 5. Bolsas conteniendo sustratos de pulpa de café (5A), cascarilla de arroz (5B), y aserrín (5C), con desarrollo del micelio de *Auricularia* spp a los 35 días después de la siembra.



Figura 6. Bolsas conteniendo sustratos de pulpa de café (6A), cascarilla de arroz (6B), y aserrín (6C), con desarrollo del micelio de *Pleurotus* spp a los 35 días después de la siembra.

Las variaciones observadas en el porcentaje de colonización de cada una de las cepas estaría en relación a la composición química y tasa C:N de los residuos agroindustriales utilizados. Yang *et al.* (2000), sugirió que la proporción C/N de 22-30,1, favorece la proporción de primordios, así como una alta proporción C/N favorece el crecimiento micelial y por el contrario una baja proporción C/N favorece el crecimiento del cuerpo fructífero. *Pleurotus ostreatus* presenta una capacidad enzimática compleja que le permite degradar polímeros grandes como lignina, celulosa y hemicelulosa (Vargas *et al.*, 2012).

3.5 Evaluación de parámetros de producción

Bajo las condiciones de producción, el desarrollo de carpóforos de *Auricularia* spp solo fue posible en los sustratos de pulpa de café y cascarilla de arroz, mientras que el de *Pleurotus* spp solo fue posible en pulpa de café. Los parámetros de EB, rendimiento, TP y contenido proteico son descritos en la Tabla 1. La cepa de *Pleurotus* spp P10, contuvo mayor

humedad, más que las cepas P₁ y P₃. Alam *et al.* (2007), reportó que *Pleurotus* posee un 87-87,5% en muestras provenientes de Bangladesh. El porcentaje de humedad en los hongos depende de la especie, madurez de los cuerpos fructíferos y condiciones de almacenamiento durante el procesamiento y empaclado (Guillamon *et al.*, 2010). La misma situación ocurre para la cepa A1 de *Auricularia* spp. El contenido proteico en *Pleurotus* spp fue superior, alcanzando un 19% de proteína, mientras que en *Auricularia* spp solo fue de 9%. En relación a la composición fisicoquímica del género *Pleurotus* spp fue similar a lo reportado por Nieto y Chegwin (2010), encontrando niveles de proteína en el rango de 15,18 - 36,65%, según lo reportado por el autor los mayores valores de proteína lo proveen los sustratos que además de ser una fuente importante de carbono lo es de nitrógeno. Se ha reportado que la pulpa de café posee hasta 3,87% de proteína cruda (Salazar *et al.*, 2009), a diferencia de la cascarilla de arroz, en donde el contenido de proteína bruta es prácticamente nulo (Prada y Cortés, 2010).

Tabla 1

Efecto del sustrato y la cepa de hongo sobre los parámetros de producción

Sustrato	Peso fresco de cuerpos fructíferos (g)	Peso seco de cuerpos fructíferos (g)	Peso seco de sustratos (g)	Eficiencia biológica (%)	Rendimiento (%)	Tasa de producción	Proteína (%)
<i>Auricularia</i> spp (A ₁)							
Pulpa de café	76,00 ± 2,04 a	11,40 ± 2,18 a	250,00	30,33 ± 3,35 a	4,56 ± 1,29 a	0,67 ± 0,21 a	9,01 ± 1,24 b
Cascarilla de arroz	48,37 ± 3,12 b	7,26 ± 1,29 a	250,00	19,33 ± 2,78 b	2,90 ± 1,00 a	0,43 ± 0,15 a	9,30 ± 2,18 b
<i>Pleurotus</i> spp (P ₁₀)							
Pulpa de café	45,50 ± 1,24 b	6,83 ± 1,25 a	250,00	18,20 ± 2,89 b	2,73 ± 0,34 a	0,40 ± 0,04 a	19,00 ± 1,28 a

Datos representados provienen de la media de tres repeticiones. Valores seguidos de letras diferentes son significativamente diferentes por Tukey ($p \leq 0,05$)

4. Conclusiones

La producción de “semilla” a base de micelio de los hongos *Auricularia* spp y *Pleurotus* spp desarrollado en maíz, presentó buen crecimiento. Asimismo, estos géneros demostraron su adaptabilidad a la pulpa de café y cascarilla de arroz y pueden ser empleados en la producción de inóculos con buenos índices de producción. Instituciones acreditadas, como la UNSM-T, podrían producir la “semilla” y brindárselas a los agricultores para la producción de carpóforos. Esta actividad podría constituirse en una alternativa de renta adicional y su consumo contribuir en la nutrición de los pobladores.

Se sugiere seguir investigando las cepas que mostraron mayor velocidad de crecimiento en los sustratos alternativos, así como un estudio de factibilidad técnico – financiero para el cultivo de estos hongos a nivel de pequeña empresa o industria.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, que a través de la oficina de Investigación realizó el financiamiento del proyecto: “Producción de semilla a escala piloto de hongos comestibles nativos en la provincia de San Martín”.

Referencias bibliográficas

Ahila-Devi, P.; Veeralakshmi, S.; Prakasam, V.; Vinothini, M. 2013. Saw dust and wheat bran substrates for the cultivation of the new wood ear mushroom (*Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences 13: 1647-1649.

Ahmed, M.; Abdullah, N.; Ahmed, K.U.; Bhuyan, M.H.M.B. 2013. Yield and nutritional composition of oyster mushroom strains newly introduced in Bangladesh. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 48: 197-202.

Alam, N.; Khan, A.; Hossain, M.S.; Amin, S.M.R.; Khan, L.A. 2007. Nutritional analysis of dietary mushroom *Pleurotus florida* Eger and *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. Bangladesh Journal of Mushroom 1: 1-7.

Bautista, N.; Bautista-García, N.; Venegas, R.; López, L.; Portugal, D. 2003. Evaluación de la producción de *Pleurotus ostreatus* sobre paja de trigo como sustrato en un módulo rústico en galeana, Municipio de Zacatepec, Estado de Morelos, México. Disponible en: http://web.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/CB/EC/CBC-26.pdf.

Bendayán, M.E.; Pezo, R.; Mori, T.; Bendayán, N.; Tresierra-Ayala, Á. 2011. Estudio comparativo de la población fúngica basidiomicética en dos tipos de bosque de la carretera Iquitos-Nauta. Conocimiento Amazónico 2: 21-32.

Carranza, U.L.; Gallardo, L.J.P. Vidal, C.R. 2012. Las barreras al crecimiento económico en San Martín. Banco Interamericano de Desarrollo, ediciones Nova Print S.A.C., Lima, Perú. 150pp.

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. 2012. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

DRASAM. 2016. Boletín Agrario 2016. Disponible en: <http://www.drasm.gov.pe/web/dca>

Espinoza, M.A.; Mata, M.H.; Pavlich, M.H.; Mori, T.D. 2006. Reserva nacional Allpahuayo-Mishana, Iquitos, Loreto, Peru. Hongos de Allpahuayo-Mishana. In Environmental & conservation programs. The Field Museum Chicago.

Estrada, A.E.R.; Jimenez-Gasco, M.M.; Royse, D.J. 2010. *Pleurotus eryngii* species complex: sequence analysis and phylogeny based on partial EF1 α and RPB2 genes. Fungal Biology 114: 421-428.

FAOSTAT. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.

Gaitán-Hernández, R.; Salmones, D. 2008. Obtaining and Characterizing *Pleurotus ostreatus* strains for commercial cultivation under warm environmental conditions. Scientia Horticulturae. 118: 106-110.

García-Oduardo, N.G.; Savón, R.C.B.; Pérez, S.R.; Rodríguez, I.A.A.; Kourouma, A. 2010. Potencial biotecnológico de la pulpa de café para producir

- enzimas ligninolíticas por FES. *Tecnología Química* 30: 102-107.
- Gbolagade, J.; Sobowale, A.; Adejoye, D. 2006. Optimization of sub-merged culture conditions for biomass production in *Pleurotus florida* (mont.). Singer, a Nigerian edible fungus. *Afr J Biotechnol* 5: 1464-1469.
- Guillamon, E.; García-Lafuente, A.; Lozano, M.; Arrigo, M.; Rostagno, M.A.; Villares, A.; Martínez, J.A. 2010. Edible Mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*. 81: 715-723.
- Jonathan, S.G.; Bawo, D.D.S.; Adejoye, D.O.; Briyai, Q.F. 2009. Studies on biomass production in *Auricularia polytricha* collected from Wilberforce Island, Bayelsa State, Nigeria. *American Journal of Applied Sciences* 6: 182–186.
- Jonathan, S.G.; Fasidi, I.O. 2003. Studies on *Psathyrella atroumbonata* (Pegler), a Nigerian edible fungus. *Food Chemistry* 81: 481–484.
- Marshall, E.; Nair, N. G. 2009. Make money by growing mushrooms. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093071771>.
- Mintesnot, B.; Ayalew, A.; Kebede, A. 2014. Evaluation of biomass of some invasive weed species as substrate for oyster mushroom (*Pleurotus* spp.) cultivation. *Pakistan journal of biological sciences* 17: 213-219.
- Mori del Águila, T.; Bendayán-Acosta, M.E.; Tresierra-Ayala, A.; García-Dávila, M.; Ruiz-Sánchez, E.; Bardales-García, J.; Reátegui-Amasifuen, M.; Espinoza-Campos, F.; Dávila-Flores, C. 2011. Ascomycetes y Basidiomycetes macroscópicos en bosques de puerto Almendras (Loreto, Perú). *Folia Amazónica - IIAP* 20: 7-14.
- Nieto, I.J.; Chegwin, A. C. 2010. Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceuticas. *Revista Colombiana de Biotecnología* 12: 169-178.
- Omen, R.L.R.; Mamián, C.A.M.; Velasco, S.M. 2013. Evaluación de residuos agrícolas como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus*. *Luna Azul-Universidad de Caldas*. 37: 89-100.
- Pavlich, M. 1976. Ascomycetes y Basidiomycetes del Perú. Con énfasis de especies de la ceja de montaña y selva tropical. *Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado" N° 17*. UNMSM. Lima Perú. 89 pp.
- Pavlich, M. 2001. Los hongos comestibles del Perú. *BIOTA* 100: 3-19.
- Prada, A.; Cortés, C.E. 2010. La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: Una alternativa de aprovechamiento integral. *Orinoquia* 14: 155-170.
- Ríos, M. del P.; Hoyos, J.L.; Mosquera, S.A. 2010. Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 8: 86-94.
- Ríos-Ruiz, R.A.; Ruiz-Rengifo, L. 1993. Aislamiento y cultivo del hongo comestible *Pleurotus* afin *ostreatus* (Jacq. ex Fr) Kumm en Tingo María. *Folia Amazónica* 5: 5-14.
- Salazar, A.N.; Acuña, R.S.; García de Salcedo, M. 2009. Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. *Zootecnia Tropical* 27: 135-141.
- Sastre-Ahuatzi, M.; Téllez-Téllez, M.; Díaz-Godínez, G.; Montiel-González, A.M.; Díaz, R.; Sánchez C. 2007. Mycelial growth of strains of *Pleurotus ostreatus* developed on agar and its correlation with the productivity in pilot production farm. *Brazilian Journal of Microbiology* 38: 568-572.
- Silveira, M.L.L.; Furlan, S.A.; Ninow, J.L. 2008. Development of an alternative technology for the oyster mushroom production using liquid inoculum. *Ciencia y Tecnología de Alimentos, Campinas* 28: 858-862.
- Trutmann, P. 2012. The Forgotten Mushrooms of Ancient Peru. *Global Mountain Action*. Lima, Perú, 33pp.
- Vargas, P.S.; Hoyos, J.L.; Mosquera, S.A. 2012. Uso de hojarasca de roble y bagazo de caña en la producción de *Pleurotus ostreatus*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 10: 136-145.
- Wu, F.; Yuan, Y.; He, S.H.; Bandara, A.R.; Hyde, K.D.; Malysheva, V.F.; Li, D.W.; Dai, Y.C. 2015. Global diversity and taxonomy of the *Auricularia auriculari-judae* complex (Auriculariales, Basidiomycota). *Mycological Progress* 14:95.
- Yang, X.M. 2000. Cultivation of edible Mushroom. China Agriculture Press. Beijing. 36pp.
- Yang, W.; Guo, F.; Wan, Z. 2013. Yield and size of oyster mushroom grown on rice/wheat straw basal substrate supplemented with cotton seed hull. *Saudi Journal of Biological Sciences* 20: 333-338.
- Zhang, J.X.; Chen, Q.; Huang, C.Y.; Gao, W.; Qu, J.B. 2015. History, current situation and trend of edible mushroom industry development. *Mycosystema* 34: 524–540.
- Zharare, G.E.; Kabanda, S.M.; Poku, J.Z. 2010. Effects of temperature and hydrogen peroxide on mycelial growth of eight *Pleurotus* strains. *Scientia Horticulturae*, 125: 95-102.