

Aislamiento y producción de semilla de *Auricularia fuscosuccinea* (Mont.) Henn. y *Crepidotus palmarum* Sing. usados tradicionalmente en Pauna (Boyacá, Colombia)

Spawn production and isolation for *Auricularia fuscosuccinea* (Mont.) Henn. and *Crepidotus palmarum* traditionally used in Pauna (Boyaca, Colombia)



YEINA MILENA NIÑO F.¹
EHIDY ROCÍO PEÑA C.¹
LUIS GUILLERMO ENAO¹

El hongo silvestre Carupa en la vereda Monte y Pinal, Pauna (Boyacá).

Foto: E.R. Peña C.

RESUMEN

Los hongos extraídos de su medio natural representan una fuente de alimento e integran parte de los usos, costumbres y estrategias de sustento de los pueblos que los utilizan. El cultivo de este recurso fortalece su valor ecológico, impulsa un aprovechamiento sostenible y favorece la conservación del medio ambiente. En Boyacá, se reportan especies de hongos usados tradicionalmente por las comunidades campesinas. El presente trabajo busca fortalecer el conocimiento tradicional e iniciar el proceso de cultivo de *Auricularia fuscosuccinea* y *Crepidotus palmarum*, hongos consumidos por campesinos de la vereda Monte y Pinal municipio de Pauna (Boyacá), a partir del aislamiento y producción de semilla. Se realizaron talleres, entrevistas y visitas al bosque de roble con conocedores locales para recolectar los hongos en un intercambio de experiencias. Se evaluaron cuatro medios de cultivo y tres tipos de grano de cereal para los aislamientos y la producción de semilla respectivamente. Se establecieron como parámetros, la utilización de medio PDAE para el aislamiento de *A. fuscosuccinea* y EME para *C. palmarum*, incubados a 25 y 22°C respectivamente. Como resultado de la evaluación de los medios de cultivo que favorecieron la velocidad de crecimiento micelial, en el caso de *A. fuscosuccinea* no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) en la eficiencia de los medios de cultivo evaluados. Sin embargo, para *C. palmarum* a 25°C, el valor de significancia ($P \leq 0,05$) indicó que el medio EM favoreció su velocidad de crecimiento. En la producción de semilla, *A. fuscosuccinea* en granos de trigo incubados a 25°C y *C. palmarum* en granos de cebada a 22°C presentaron altos porcentajes de invasión del sustrato.

¹ Grupo de Investigación Biología para la Conservación, Línea de Investigación Usos y Saberes de Hongos en Andes Nororientales, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja (Colombia).

² Autor para correspondencia. rijoal1122@yahoo.es

Palabras clave adicionales: alternativas de alimentación, conocimiento tradicional, cultivo de hongos.

ABSTRACT

Fungi extracted from their natural environment represent a source of food and are a part of the traditions and livelihood strategies of the people who use them. The domestication of this resource strengthens its ecological value, promotes sustainable use and favors the conservation of the environment. In Boyacá, species of fungi are traditionally used by rural communities. This study aimed to strengthen the traditional knowledge and initiate the process of domestication from isolation and spore production of *Auricularia fuscosuccinea* and *Crepidotus palmarum*, two mushrooms eaten by inhabitants of Monte and Pinal, in Pauna (Boyaca). We conducted workshops, interviews and visits to the oak forests with local experts to collect the fungi in an exchange of experiences of domestication. Four culture media and three types of cereal grain were evaluated for isolates and spore production. The best isolation conditions included the PDAE medium for *A. fuscosuccinea* and EME for *C. palmarum*, incubated at 25 and 22°C, respectively. As a result of the evaluation of medium cultures that favor the mycelial growth rate, in the case of *A. fuscosuccinea*, there were no significant differences ($P > 0.05$) in the efficiency of the culture media. However, for *C. palmarum* at 25°C, the significance level ($P \leq 0.05$) indicated that the EM medium favored the growth rate. In spore production, *A. fuscosuccinea* in wheat grains incubated at 25°C and *C. palmarum* in barley grains at 22°C had high percentages of substrate invasion.

Additional key words: feeding alternatives, traditional knowledge, growing of fungi.

Fecha de recepción: 26-11-2016 Aprobado para publicación: 15-04-2017

INTRODUCCIÓN

El cultivo de hongos comestibles representa importancia socioeconómica que provee un alimento de alto valor nutricional para consumo humano (Guzmán *et al.*, 2008). En Colombia el cultivo de hongos comestibles con fines comerciales ha tenido aceptación en algunos sectores de la economía, con la utilización de residuos agroindustriales para su producción (Amortegui y Suárez, 2003; Álvarez y Mejía, 2010; Suárez y Holguín, 2011; Acosta-Chávez, 2011).

En México, se han realizado estudios de recolecta y selección de especímenes silvestres de *Agaricus bisporus* para identificar material genético con características productivas y competitivas (Salmones *et al.*, 2012; Mata *et al.*, 2016). Sin embargo, existen pocos estudios enfocados en el aislamiento y cultivo de especies de hongos silvestres comestibles utilizadas tradicionalmente (Guzmán *et al.*, 2013). Arana-Gabriel *et al.* (2014) presentan el aislamiento y producción de inóculo de cinco especies de hongos silvestres usadas como alimento en el Nevado de Toluca, México. Así, los hongos silvestres pueden ser vistos como una alternativa productiva y de ingreso

para las comunidades que habitan regiones boscosas (Alvarado-Castillo y Benítez, 2009), ya que representan una fuente de alimento e integran parte de los usos y costumbres de los pueblos que los utilizan (Ruan-Soto *et al.*, 2013).

La obtención de fructificaciones mediante un conocimiento del manejo de las condiciones naturales de propagación y del entorno, hacen de estos un recurso ecológico con gran potencial para producción (Ardón, 2007). A nivel mundial se han cultivado aproximadamente 22 especies fúngicas, la mayoría provenientes de regiones tropicales y subtropicales (Morales *et al.*, 2010).

Auricularia fuscosuccinea (Mont.) Henn. (Auriculariaceae) y *Crepidotus palmarum* Sing. (Inocybaceae) conocidas localmente como nacumas y carupas, son especies de hongos silvestres consumidas tradicionalmente por comunidades campesinas aledañas a bosques de roble, *Quercus humboldtii* Bonpl., en los municipios de Chiquinquirá y Pauna de los Andes nororientales (Peña y Enao, 2014).

El presente trabajo busca fortalecer el conocimiento tradicional e iniciar el proceso de cultivo con fines productivos de *A. fuscusuccinea* y *C. palmarum*, consumidos por campesinos de la vereda Monte y Pinal, municipio de Pauna, a partir de su aislamiento y producción de semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de material fúngico

La recolecta de los basidiomas de *A. fuscusuccinea* y *C. palmarum* se realizó en la vereda Monte y Pinal, en la finca Santo Tomás, propiedad privada localizada a 5°35'6,59" N y 73°56'28,0" W, a 2.763 msnm, en borde de bosque de roble sobre troncos en descomposición, teniendo en cuenta los tiempos definidos en el calendario elaborado por Peña y Enao (2014). La identificación de las especies se corroboró utilizando las claves taxonómicas de Lowy (1952), Cheng y Tu (1978) y Matheny (2009).

Trabajo etnomicológico

Se realizaron talleres, entrevistas y visitas al bosque de roble con los conocedores locales en un intercambio de experiencias y conocimientos, buscando que el cultivo de hongos proyectado contara con los dos tipos de saberes: tradicional y académico. La interlocución de traductores culturales generó acercamiento, confianza y motivación para la participación activa de los pobladores en el proyecto. Las visitas fueron realizadas en las casas, parcelas y cotos de caza o cosecha de hongos silvestres. Los métodos de cultivo de hongos silvestres conocidos por los campesinos se enriquecieron con aportes de la literatura.

Aislamiento de hongos

Los medios de cultivo empleados para aislar micelio de *A. fuscusuccinea* y *C. palmarum* fueron Agar Papa Dextrosa (PDA) Oxoid® (16,8 g L⁻¹), Extracto de Malta (EM) Oxoid® (19,5 g L⁻¹) y Agar Papa Dextrosa y Extracto de Malta enriquecidos con 3 g L⁻¹ de extracto de levadura, 5 g L⁻¹ de peptona bacteriológica y 1 g L⁻¹ de carboximetil celulosa; 1 g L⁻¹ de cloranfenicol fue adicionado como antibiótico a estos dos últimos medios de cultivo que posteriormente serán identificados por las siglas PDAE y EME, respectivamente. El

aislamiento del micelio se realizó en forma vegetativa dentro de cámara de flujo laminar y bajo condiciones de asepsia; se tomaron porciones de 3 mm de contexto de píelo y de lamela en el caso de *C. palmarum*. Estas se desinfectaron por inmersión consecutiva en etanol (70%) por 1 minuto e hipoclorito de sodio comercial (5,25% NaOCl activo) por 1 min y un lavado con agua destilada estéril. Fragmentos de hongo desinfectados se sembraron en la superficie del medio de cultivo; se realizaron cuatro réplicas por tratamiento. Las cajas de Petri se incubaron a 22 y 25°C en un ambiente oscuro. Con calibrador, se midió el diámetro (Ø) de crecimiento alcanzado por las colonias en cada tipo de medio de cultivo y al mismo tiempo de incubación, hasta que uno de los micelios cubrió completamente la superficie del medio.

Evaluación de medios de cultivo en la producción de micelio

Después de obtener micelio puro de *A. fuscusuccinea* y *C. palmarum*, se evaluaron estos mismos cuatro medios de cultivo (PDA, EM, PDAE, EME) para determinar su eficiencia en la producción de micelio. Para esto, se colocó una sección de 1 cm² de medio de cultivo con micelio puro, en el centro de cajas de Petri (100×15 mm) conteniendo cada medio de cultivo y se midió el crecimiento radial cada 2 d, en cuatro sentidos opuestos y con ayuda de calibrador, hasta que el micelio alcanzó el borde de la placa.

Análisis estadístico

Se utilizó un arreglo de 2×4, con un diseño experimental completamente al azar, dos tipos de aislamiento en cuatro medios de cultivo diferentes y a dos temperaturas de incubación diferentes; se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento para un total de 64 muestras analizadas. Se evaluó la diferencia significativa entre los tratamientos mediante un análisis de varianza (ANOVA). Cuando se encontró diferencia significativa entre los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey (95% de nivel de confianza) para comparación por pares. El análisis de los datos se llevó a cabo en el Software R Studio® versión 3.3.1.

Elaboración del inóculo

Para la propagación de los micelios se utilizaron granos de trigo, cebada y arroz y se siguió la metodología de Gaitán-Hernández *et al.* (2006). Los granos limpios

se hidrataron en agua por 12 h, se enjuagaron y escurrieron en cernidor. Se adicionó ácido láctico en proporción 1:1.000 a los granos húmedos. Se colocaron 100 g de grano en bolsas de polietileno y se esterilizaron dos veces a 121°C por 20 min. El material estéril se dejó enfriar antes de ser utilizado. Se depositaron tres fracciones de 2 cm² de cultivo con micelio puro en cada bolsa con grano y se incubaron a 22 y 25°C. Se realizaron cuatro réplicas por especie y se midió el pH de los granos después de inoculados con micelio. La propagación del micelio se evaluó de forma cualitativa en relación al tiempo de incubación y la cobertura del sustrato, utilizando una escala de porcentaje de invasión, alto para un crecimiento rápido, medio para un crecimiento lento, poco para un crecimiento muy lento y sin crecimiento, de acuerdo con lo descrito en Suárez y Holguín (2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conocimientos etnoecológicos

En la documentación de las formas tradicionales de consumo de *A. fuscosuccinea* y *C. palmarum*, se encontró que los pobladores de la vereda Monte y Pinal de Pauna preparan y consumen estos hongos con gran agrado y los incluyen dentro de su dieta junto con otras especies de hongos silvestres comestibles. Peña y Eno (2014) señalan que *A. fuscosuccinea* se encuentra entre las especies con mayor importancia cultural y que *C. palmarum* es particularmente muy importante en la vereda Monte y Pinal, pero prácticamente desconocida en la región de los Andes nororientales colombianos.

Se documentó el uso de aserrín y hojarasca de roble como sustratos de crecimiento de hongos silvestres, sin embargo, de acuerdo con los relatos de algunos conocedores y consumidores locales de hongos no se ha tenido éxito en la fructificación. De acuerdo con lo mencionado por los conocedores locales, Ardón (2007) resalta que en la producción de hongos del género *Auricularia* en países como Guatemala, *A. auricula* se cultiva sobre subproductos agrícolas y agroindustriales, incluyendo la utilización de aserrín de madera.

Al potenciar un proceso de cultivo se puede conducir a un nuevo enfoque de conservación y uso sustentable de los recursos naturales (Alvarado-Castillo *et al.*, 2015). Así, promover la participación activa de los

conocedores locales de hongos de Monte y Pinal en la producción con fines comerciales de *A. fuscosuccinea* y *C. palmarum* se convierte en iniciativa que busca proteger los bosques de roble, afianzar saberes ancestrales y generar oportunidades de ingreso económico adicional a los productores rurales.

Aislamiento de hongos

La colonia de *A. fuscosuccinea* presentó una textura algodonosa con abundante desarrollo de micelio aéreo, borde entero y topografía ligeramente convexa; anverso y reverso de la colonia de color blanco (Fig. 1A). El micelio de *C. palmarum* presentó una textura aterciopelada con un desarrollo escaso de micelio aéreo, formando colonias de borde filamentosos y topografía plana. El anverso y reverso de la colonia fueron de color blanco (Fig. 1B). La apariencia y coloración de los micelios no mostraron variación después de un año de repique consecutivo e incubación prolongada. Sumado a esto, las condiciones estériles y el protocolo de desinfección usado para el aislamiento indican la eliminación de posibles hongos contaminantes, conocidos como fungícolas y obtenidos a partir de basidiomas sanos (Wan *et al.*, 2016). A pesar de no haber obtenido esporocarpos en diferentes sustratos inoculados, el crecimiento lento de las colonias durante el aislamiento de micelio y la presencia de fíbulas y septos en las hifas tanto en *A. fuscosuccinea* como en *C. palmarum* confirman la veracidad de los aislamientos.

El crecimiento de micelio *A. fuscosuccinea* se evaluó a los 18 d de incubación. A 25°C, el micelio presentó mayor velocidad de crecimiento en medio PDAE, con un máximo de 8,9 cm de Ø. En EM el diámetro alcanzado por el micelio fue de 6,1 cm y con menor eficiencia en EME obtuvo 5,6 cm de Ø. En medio PDA el hongo no presentó crecimiento. A 22°C el medio de cultivo que favoreció el mayor crecimiento del micelio fue EME (6,2 cm de Ø), comparado con EM (5,7 cm de Ø), PDAE (4,1 cm de Ø) y PDA (1,3 cm de Ø).

En el caso de *C. palmarum* a 22°C el crecimiento de las hifas fue medido después de 20 días de incubación. En EME el micelio presentó el mayor crecimiento (8,7 cm de Ø), en PDAE alcanzó un diámetro de 4 cm y en EM se observó el menor crecimiento micelial (0,3 cm de Ø). En medio PDA no hubo crecimiento de hifas. A una temperatura de incubación de 25°C no se observó crecimiento de hifas de *C. palmarum* en los medios utilizados para el aislamiento.

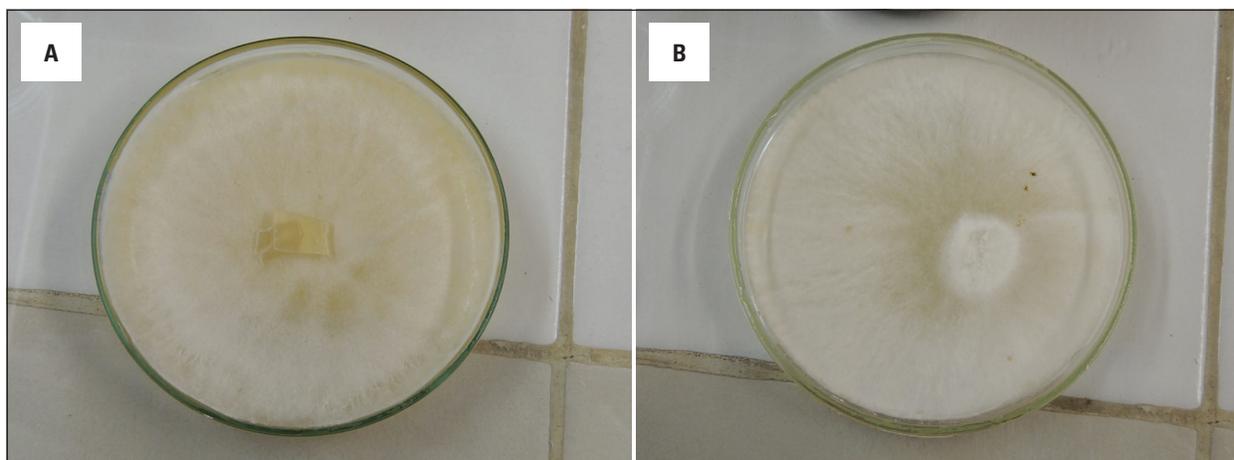


Figura 1. Apariencia del aislamiento de *A. fuscusuccinea* (carupas) en PDAE (A); Apariencia del micelio de *C. palmarum* (nacumas) en EME (B).

Evaluación de medios de cultivo en la producción de micelio

En la evaluación de los medios de cultivo para *A. fuscusuccinea* a 22°C el análisis de varianza arrojó un valor de significancia de 0,913 ($P > 0,05$) indicando que no hubo diferencia significativa en el crecimiento micelial de la especie. De la misma forma, a una temperatura de 25°C, el valor resultante del análisis 0,975 ($P > 0,05$) no mostró diferencia significativa en la eficiencia de los medios para la producción de micelio de esta especie. Estos datos obtenidos concuerdan con lo encontrado por Suárez y Holguín (2011), quienes

indican que ningún medio de cultivo tuvo un comportamiento diferente para una cepa determinada. Sin embargo, la curva de crecimiento de *A. fuscusuccinea* en los diferentes medios de cultivo mantenidos tanto a 22°C como a 25°C (Fig. 2A y B) muestra que los medios de cultivo que podrían proporcionar una mayor velocidad de crecimiento son PDA y PDAE respectivamente.

Por su parte, para *C. palmarum* el análisis de varianza muestra un valor de significancia de 0,131 ($P > 0,05$) lo que indica que no hay diferencia significativa entre los medios de cultivo utilizados para evaluar el crecimiento de la especie a 22°C. No obstante, los

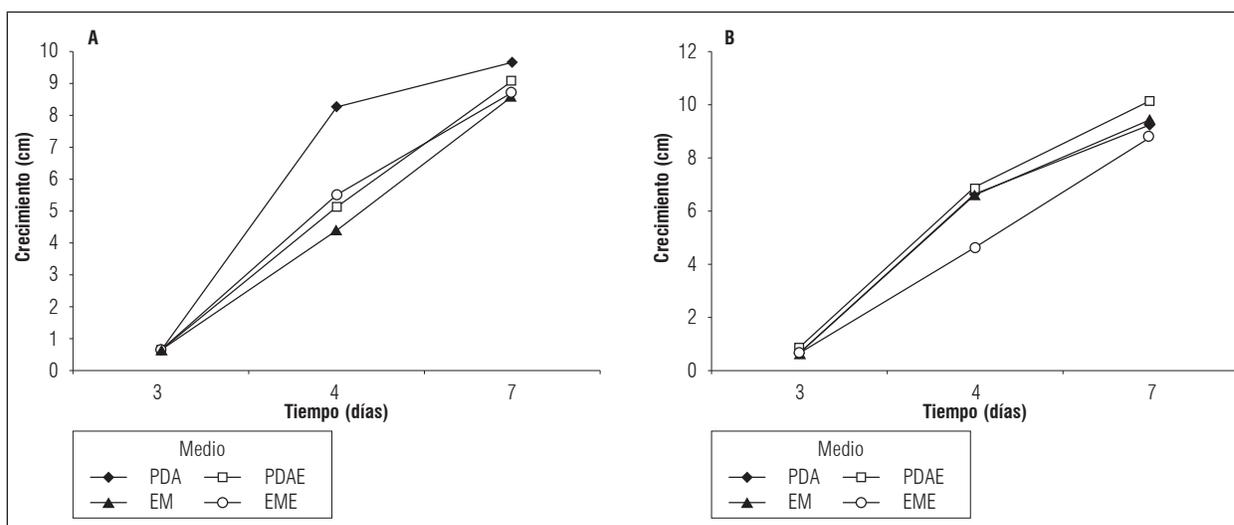


Figura 2. Crecimiento de *A. fuscusuccinea* a 22°C (A) y 25°C (B). EM: Medio Extracto de Malta, EME: Medio Extracto de Malta Enriquecido, PDA: Medio Papa, Dextrosa y Agar, PDAE: Medio Papa, Dextrosa y Agar Enriquecido.

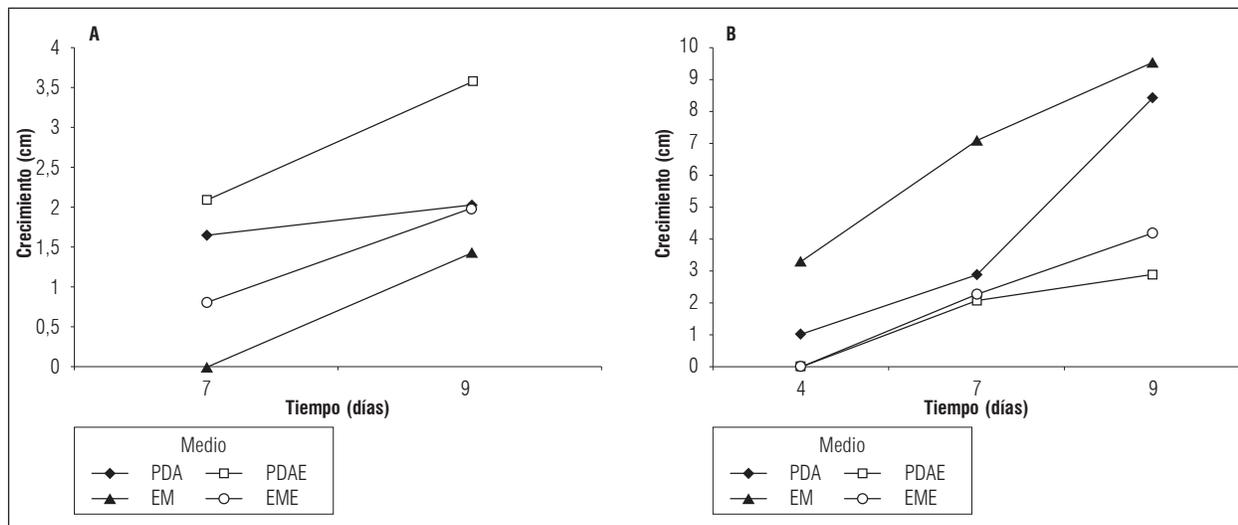


Figura 3. Crecimiento de *C. palmarum* a 22°C (A) y 25°C (B). EM: Medio Extracto de Malta, EME: Medio Extracto de Malta Enriquecido, PDA: Medio Papa, Dextrosa y Agar, PDAE: Medio Papa, Dextrosa y Agar Enriquecido.

resultados, presentados en la figura 3A revelan que el medio PDAE brinda condiciones favorables para un mayor crecimiento micelial de la especie a esta temperatura de incubación.

En el caso de *C. palmarum* a 25°C, el análisis ANOVA muestra un valor de significancia de 0,00055 ($P \leq 0,05$), indicando que existe una diferencia significativa en el crecimiento de la especie en los medios de cultivo evaluados. Así, el medio EM se muestra más eficiente a la hora de favorecer el crecimiento de *C. palmarum*, seguido de los medios PDA y EME y con menor eficiencia el medio PDAE (Fig. 3B). De acuerdo con la prueba de Tukey, tanto el medio EM como PDA pueden ofrecer condiciones que favorecen una mayor velocidad de crecimiento para *C. palmarum* ($P > 0,05$). De igual forma corrobora que existe una diferencia significativa en la eficiencia de los medios EME y PDAE si comparados con EM ($P \leq 0,05$).

Un estudio realizado por Zervakis (2001) demostró que *Auricularia auricula-judae* presenta una temperatura óptima de crecimiento a 20 o 25°C, lo que está de acuerdo con los resultados de las pruebas realizadas, donde los aislados de *A. fuscusuccinea* y *C. palmarum* presentaron mayores diámetros de crecimiento micelial a temperaturas de incubación de 25 y 22°C, respectivamente. Sin embargo, también señala que dependiendo del medio de cultivo utilizado, la temperatura óptima de crecimiento puede variar. Lo anterior sugiere que se hace necesaria la evaluación de medios de cultivo enriquecidos con otras fuentes de

carbono, nitrógeno y minerales (Petre y Teodorescu, 2011), para determinar si la temperatura óptima para el aislamiento y producción de micelio de *A. fuscusuccinea* y *C. palmarum* está condicionada por los nutrientes del medio de cultivo.

Elaboración del inóculo

El pH inicial de los inóculos de arroz, cebada y trigo fue de 5,2; 6,7 y 5,2, respectivamente. En la elaboración del inóculo, la propagación del micelio aislado de *A. fuscusuccinea* tuvo mayor vigor en granos de trigo incubado a 25°C, logrando una invasión total del sustrato en 18 d. En el inóculo realizado utilizando granos de cebada e incubado a 25°C, el micelio tardó 25 d para invadir totalmente el sustrato. Para el inóculo en granos de arroz no se obtuvo crecimiento del micelio. La propagación de *C. palmarum* en granos de cebada presentó mejor crecimiento incubada a 22°C, colonizando el sustrato en 18 d. En granos de trigo la propagación del micelio tardó 25 d a 22°C. En la elaboración del inóculo utilizando granos de arroz e incubado a 22°C, el micelio se propagó superficialmente sin invadir por completo los granos, lo que causó descomposición interna del grano, contaminación del sustrato y pérdida de la semilla (Tab. 1).

Estudios realizados para la propagación y cultivo de hongos silvestres demuestran que los mejores granos para la elaboración de semilla son trigo y cebada, teniendo en cuenta su capacidad de absorber mayores

Tabla 1. Evaluación del crecimiento micelial en granos de cereal.

| | Trigo | Cebada | Arroz |
|--------------------------|-------|--------|-------|
| <i>A. fuscossuccinea</i> | +++ | ++ | - |
| <i>C. palmarum</i> | ++ | +++ | + |

Escala: +++ alto porcentaje de invasión, crecimiento rápido; ++ porcentaje de invasión medio, crecimiento lento; + poco porcentaje de invasión, crecimiento muy lento; – sin crecimiento.

cantidades de agua y el contenido de nutrientes de fácil degradación (Stamets, 1993; Suárez y Holguín, 2011), lo que concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo para dos especies de hongos lignocelulósicos con potencial para cultivo y comercialización.

Para continuar con el proceso de cultivo y tener éxito en la búsqueda de un sustrato y las condiciones favorables para la fructificación de *A. fuscossuccinea* y *C. palmarum*, se hace necesario realizar estudios fenológicos considerando variables ambientales como cobertura del bosque, composición de especies arbóreas, cantidad de luz, temperatura, contenido de materia orgánica y humedad del suelo de acuerdo a lo indicado por Toledo *et al.* (2014).

CONCLUSIONES

La efectividad en el aislamiento de micelio y en la obtención de semilla de *A. fuscossuccinea* y *C. palmarum*, hongos silvestres comestibles, se convierte en el primer paso para su proceso de cultivo y producción con fines comerciales. De igual forma, abre la posibilidad de que estas especies puedan convertirse en una demanda en mercados locales o próximos a la zona de estudio, generada por su importancia etnomicológica dentro de las comunidades campesinas, e inclusive generar una forma de aprovechamiento sostenible de residuos agroindustriales de la zona y un enfoque integral del manejo de los bosques de roble. *C. palmarum* y *A. fuscossuccinea* son especies de gran importancia a nivel local, sin embargo su producción industrial es un reto, haciéndose necesaria la evaluación de factores que induzcan a la fructificación.

AGRADECIMIENTOS

A la dirección de investigaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia por la financiación del proyecto. A los responsables del Laboratorio

de Control Biológico de Ingeniería Agronómica por el préstamo de equipos e instalaciones. A Jorge Cutiva y a los habitantes de la vereda Monte y Pinal por su acogida y colaboración en el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Chávez, A. 2010. Implementación de la tecnología de producción de hongos comestibles y medicinales en desechos agroindustriales, como apoyo socioeconómico familiar en dos comunidades rurales y urbanas del Departamento de Córdoba, Colombia, pp. 407- 410. En: Martínez-Carrera, D., N. Curvetto, M. Sobal, P. Morales y V. Mora (eds.). Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción-consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: Avances y perspectivas en el siglo XXI. Colegio de Postgraduados, Puebla, México.
- Alvarado-Castillo, G. y G. Benítez. 2009. El enfoque de agroecosistemas como una forma de intervención científica en la recolección de hongos silvestres comestibles. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 10(3), 531-539.
- Alvarado-Castillo, G., G. Mata y G. Benítez-Badillo. 2015. Importancia de la domesticación en la conservación de los hongos silvestres comestibles en México. *Bosque* 36(2), 151-161. Doi: 10.4067/S0717-92002015000200001
- Álvarez, A. y B. Mejía. 2011. Estudio de pre-factibilidad técnico-financiero del cultivo de la seta shiitake (*Lentinula edodes*) en el Valle del Cauca, con fines de exportación en presentación deshidratado. Trabajo de grado. Facultad de Ingenierías, Universidad San Buenaventura, Cali, Colombia.
- Amortegui, I. y L. Suárez. 2003. Cultivo de setas comestibles sobre los residuos agroindustriales del arroz y el algodón en la región del Tolima. Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria de Ibagué, Colombia.
- Arana-Gabriel, Y., C. Burrola-Aguilar, R. Garibay-Orijel y S. Franco-Maass. 2014. Obtención de cepas y producción de inóculo de cinco especies de hongos silvestres comestibles de alta montaña en el centro de México. *Rev. Chapingo. Serie Cienc. For. Amb.* 20(3), 213-226. Doi: 10.5154/r.rchscfa.2014.04.017
- Ardón, L. 2007. La producción de hongos comestibles. Tesis de maestría. Facultad de Humanidades, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Cheng, S. y C. Tu. 1978. *Auricularia* spp. pp. 605-625. En: Chang, S. y W. Hayes (eds.). The biology and cultivation of edible mushrooms. Academic Press, Nueva York, USA. Doi: 10.1016/B978-0-12-168050-3.50034-7
- Gaitán-Hernández, R., D. Salmones, R. Pérez y G. Mata. 2006. Manual práctico del cultivo de setas:

- aislamiento, siembra y producción. Instituto de Ecología, A.C, Xalapa, México.
- Guzmán, G., G. Mata, D. Salmones, C. Soto-Velasco y L. Guzmán-Dávalos. 2013. El cultivo de los hongos comestibles con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- Guzmán G., D. Salmones, C. Soto y L. Guzmán. 2008. El cultivo de los hongos comestibles. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- Lowy, B. 1952. The genus *Auricularia*. *Mycologia* 44, 656-692.
- Mata, G., R. Medel, P. Callac, C. Billette y R. Garibay-Orijel. 2016. Primer registro de *Agaricus bisporus* (Basidiomycota, Agaricaceae) silvestre en Tlaxcala y Veracruz, México. *Rev. Mex. Biodivers.* 87(1), 10-17. Doi: 10.1016/j.rmb.2016.01.019
- Matheny, P. 2009. A phylogenetic classification of the *Inocybaceae*. *McIlvainea* 18(1), 11-21.
- Morales, P., M. Sobal, M. Bonilla, W. Martínez, P. Ramírez-Carrasco e I. Tello. 2010. Los hongos comestibles y medicinales en México: recursos genéticos, biotecnología, y desarrollo del sistema de producción-consumo. pp. 91-106. En: Martínez-Carrera, D., N. Curvetto, M. Sobal, P. Morales y V. Mora (eds.). Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción-consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: Avances y perspectivas en el siglo XXI. Colegio de Postgraduados, Puebla, México.
- Peña, R. y L. Eno. 2014. Conocimiento y uso tradicional de hongos silvestres de las comunidades campesinas asociadas a bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en la zona de influencia de la Laguna de Fúquene, Andes Nororientales. *Etnobiol.* 12(3), 28-40.
- Petre, M. y A. Teodorescu. 2011. Recycling of vineyard and winery wastes as nutritive composts for edible mushroom cultivation. International conference on advances in materials and processing technologies. pp. 1539-1544. En: Chinesta, F., I. Chastel y M. El Mansori (eds.). International Conference on Advances in Materials and Processing and Technologies (AMPT2010). American Institute of Physics, College Park, MD, USA. Doi: 10.1063/1.3552407
- R. 2009. A language y environment for statistical computing. Versión 3.3.1. Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria.
- Ruan-Soto, F., J. Caballero, C. Martorell, J. Cifuentes, A.R. González-Esquinca y R. Garibay-Orijel. 2013. Evaluation of the degree of mycophilia-mycophobia among highland and lowland inhabitants from Chiapas, México. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 9(36), 1-13. Doi: 10.1186/1746-4269-9-36
- Salmones, D., H. Ballesteros, R. Zulueta y G. Mata. 2012. Determinación de las características productivas de cepas mexicanas silvestres de *Agaricus bisporus*, para su potencial uso comercial. *Rev. Mex. Mic.* 36, 9-15.
- Stamets, P. 1993. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Ten Speed Press, Hong Kong.
- Suárez, A. y H. Holguín. 2011. Evaluación de medios de cultivo sintéticos y cereales para la producción de semilla de setas comestibles. *Rev. Colomb. Cienc Hortic.* 5(1), 130-140. Doi: 10.17584/rcch.2011v5i1.1259
- Toledo, C.V., C. Barroetaveña y M. Rajchenberg. 2014. Fenología y variables ambientales asociadas a la fructificación de hongos silvestres comestibles de los bosques andino-patagónicos en Argentina. *Rev. Mex. Biodivers.* 85, 1093-1103. Doi: 10.7550/rmb.40010
- Wan-Rou, L., G. Te-Yu y W. Pi-Han. 2016. Fungicolous Xylariaceous fungi in Coraloid Basidiomata. *Fungal Ecol.* 21, 43-49. Doi: 10.1016/j.funeco.2016.02.004
- Zervakis, G., A. Philippoussis, S. Ioannidou y P. Diamantopoulou. 2001. Mycelium growth kinetics and optimal temperature conditions for the cultivation of edible mushroom species on lignocellulosic substrates. *Folia Microbiol.* 46, 231-234. Doi: 10.1007/BF02818539