

# El cultivo de *Lepista nuda* en sustrato con hojas de olivo para el aprovechamiento de subproductos agroindustriales en almazaras

Francisco José Castro<sup>1</sup>, Alberto Moreno<sup>1</sup>, Antonio García<sup>1</sup> & Francisco Ortiz<sup>2</sup>

1 Asociación para el Estudio de la Micología Aplicada (AEMA). Edif. Celestino Mutis, Campus de Rabanales. 14071 – Córdoba.

2 Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía. Centro "Alameda del Obispo", Av. Menéndez Pidal, s/n. 14004 – Córdoba.

## Resumen

Correspondencia

F.J. Castro

E-mail: [fungiaema@gmail.com](mailto:fungiaema@gmail.com)

**Recibido:** 12 octubre 2013

**Aceptado:** 5 febrero 2014

**Publicado on-line:** 18 febrero 2014

Se ha evaluado la producción micológica de *Lepista nuda*, llamada "pie azul", un hongo basidiomiceto de pudrición blanca, en sustrato con hojas de olivo para ser aplicada como un sistema de aprovechamiento medioambiental sostenible de la biomasa generada por las almazaras. La seta que desarrolla es un excelente comestible y, gracias a su versátil complejo enzimático, el micelio puede ser aplicado a la descomposición de residuos vegetales procedentes de agroindustrias. El objetivo principal de la investigación es demostrar la posibilidad para producir setas de *L. nuda* sobre sustrato con hojas de olivo y evaluar su productividad. Los resultados finales han corroborado las hipótesis iniciales. Al cabo de cuatro semanas tras la inoculación, todo el sustrato quedó invadido y colonizado por el hongo.

**Palabras clave:** Biomasa oleícola, Biotecnología fúngica, Eficiencia medioambiental, Pie azul, Producción micológica, Residuo vegetal sólido.

## Abstract

*The cultivation of Lepista nuda in substrate with olive tree leaves, for the use of agro-industrial by-products in oil mills*

The mycological production of *Lepista nuda*, known as "wood blewit", a white rot basidiomycota fungus, was evaluated on substrate with olive tree leaves, in order to be applied as an environmentally sustainable use of the biomass generated by the oil mills. Its mushroom is an excellent edible and, thanks to its versatile enzymatic complex, the mycelium can be applied to the decomposition of vegetable waste from agro-industries. The main objective of this research is to demonstrate the possibility to produce mushrooms from *L. nuda* on substrate with olive tree leaves and evaluate its productivity. The final results corroborated the initial hypothesis. Four weeks after inoculation, the whole substrate was invaded and colonized by the fungus.

**Key words:** Olive mill biomass, Fungal biotechnology, Environmental efficiency, Wood blewit, Mycological production, Solid vegetable waste.

## Introducción

El aprovechamiento de los subproductos de la industria y agricultura en sintonía con la sostenibilidad medioambiental, constituye una medida complementaria que cada vez recobra más relevancia.

Muchas actividades agrícolas, como el olivar y su industria: las almazaras, generan una gran cantidad de residuos vegetales, destacando la hoja, que actualmente se utiliza para la elaboración de abonos orgánicos, combustión de biomasa y la industria cosmética (hidroxitirosol).

Un empleo desconocido es el uso de hojas de olivo (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) para el cultivo de setas, como paso intermedio a ulteriores aplicaciones ya reseñadas, aportando valor añadido al subproducto de la hoja de olivo. *Lepista nuda* (Bull.) Cooke, llamada popularmente como “pie azul” (Guinberteau et al. 1989), es conocida en las distintas regiones de la Península Ibérica, donde tradicionalmente se recolecta en estado silvestre por su alto valor culinario y su atractivo color.

*L. nuda* es un basidiomiceto perteneciente al orden de los Agaricales, familia Tricholomataceae (Hawksworth et al. 1995), quedando englobada bajo un género que consta de unas 30 especies distribuidas por toda Europa (Gamundi & Horak 1993, Stamets 1993). Se trata de un hongo muy similar o emparentado a otros géneros de setas, como son los tricolomas o los clitocibes. También mantiene una similitud con los géneros *Rhodocybe* y *Melanoleuca*.

En cuanto a sus características morfológicas, *L. nuda* posee un tamaño de píleo que oscila entre 6 y 12 cm, con láminas malvas, densas o apretadas y adnatas, un estipe fibroso y cilíndrico, esporas elipsoidales y blancas (tonos lila) y una cutícula que toma un atractivo color azul-violeta, desde añil a púrpura violado (Calonge 2011). Carne frágil, con olor, sabor agradable a fúngico/afrutado, que más tarde, al envejecer, torna a tierra o a moho.

El hábitat más usual de *L. nuda* suelen ser los bosques de coníferas y *Quercus*, sin preferencias de suelo, en sitios bien abonados con abundante materia orgánica y abundante hojarasca. Suele aparecer principalmente durante todo el otoño, siendo una de las setas más tardías en aparecer, que a veces puede ocupar parte de la estación invernal. También se puede dar en primavera, sobre todo si se dan lluvias abundantes y la temperatura

es la óptima para su crecimiento y desarrollo (Gaitán-Hernández & Báez 2008).

## Propiedades nutricionales y medicinales de *Lepista nuda*

Se conoce que *L. nuda* consumida en crudo puede provocar a ciertas personas trastornos gástricos, por lo que se aconseja ingerirla siempre cocinada. Tiene propiedades beneficiosas para bajar la presión arterial.

*L. nuda* tiene propiedades antitumorales hacia algunos tipos de cáncer, antioxidantes que ayudan a combatir los radicales libres, ayuda frente a enfermedades neurodegenerativas, estimula el sistema inmune, ayuda contra la diabetes (Volz 2000), reduce la presión arterial y posee propiedades antimicrobianas frente a distintos tipos de bacterias (Dulger et al. 2002, Ying et al. 1987). Asimismo, se sabe que *L. nuda*, en su medio natural, es capaz de parasitar las colonias de bacterias y actuar como un controlador de las mismas, las cuales lo alimentan de nitrógeno. (Barrón 1988, 1992).

## Referencias al cultivo de *Lepista nuda*

El origen del cultivo de *L. nuda* proviene de Francia y de otros países europeos como Holanda, donde se la considera una seta muy apreciada. Aunque se ha realizado una gran labor por cultivarla, siempre ha presentado algunas complicaciones en cuanto a su productividad y su largo y lento ciclo vital, por lo que toda la producción de *L. nuda* que podemos encontrar en los mercados españoles proviene de Francia. Los cultivadores más atrevidos y las pocas empresas que la explotan, lo hacen sobre compost tradicional de champiñón (*Agaricus* L.: Fr. Emend Karst.), con un pH ligeramente superior al neutro y aplicando choque frío para la inducción de cuerpos fructíferos (Stott et al. 1996). Hay autores franceses, como Huart (2001) y Delmas (1989), que hablan de los parámetros más acordes para el cultivo de *L. nuda*, estimando una producción que oscila entre los 3 y 6 kg/m<sup>2</sup>. Otros autores hablan de una producción de 12 kg/m<sup>2</sup> y 90 kg de sustrato. Todo ello, en un lapso de tiempo de aproximadamente seis meses contando desde que se inicia la incubación. (Pinto et al. 2013).

## La hoja de olivo

Los residuos vegetales procedentes de la limpieza

de aceitunas en las almazaras han experimentando, junto al modelo agronómico usado para cultivar el olivo, importantes variaciones en volumen y composición. Durante los últimos años ha venido produciéndose un considerable aumento de la superficie oleícola cultivada y de los rendimientos obtenidos, debido a la intensificación y mejora de las labores agronómicas (puesta en riego, fertilización, fitosanitarios...). Este importante aumento en la producción ha ido acompañado de no menores cambios en la recogida y transporte de las aceitunas. El vareo mecanizado, la sopladora, barridora y la optimización económica de costes han cambiado el volumen y la composición de los residuos de limpieza por hectárea. Las almazaras reciben ahora más hoja, pero a veces muy descompuesta (la hoja seca y en descomposición aumenta con el barrido) y con adhesiones de materia grasa (debido al aumento de presión que ocasiona el transportar grandes volúmenes de aceitunas), que, dependiendo de la climatología o de cómo se realice la recogida, suele ir generalmente sucia y contaminada por tierra.

En la producción anual de aceites de oliva se genera un volumen considerable de residuos agroindustriales, cuyo tratamiento y aprovechamiento se va investigando permanentemente. Un tipo de residuo es la materia orgánica generada por la poda o la hojarasca de olivos, que proporciona una biomasa de aproximadamente 20 kg por árbol y año en España. Se trata de un material vegetal muy abundante y completamente renovable, lo que justifica el esfuerzo científico-técnico para buscar aplicaciones medioambientales e idear procesos de aprovechamiento sostenible. Respecto a esto último, han sido numerosos los estudios de composición química relativos a la hoja o el ramón de olivo (Cara et al. 2007), actividad biológica de sus extractos y posibles aplicaciones, lo cual hizo que se comercializaran extractos de hoja de olivo para su aprovechamiento en cosmética o alimentación animal, pero también ha sido usada por las plantas de compostaje, junto a otros residuos orgánicos, y de biomasa (producir electricidad: su poder calorífico es de unos 4.378 kcal/kg de materia seca) (Callejo-López et al. 2010, Guinda 2006).

### **Aprovechamiento de la hojarasca de olivo para el cultivo de *Lepista nuda***

La idea surgió en las múltiples visitas de campo

que realizó este grupo de investigación por los olivares de la campiña y la sierra cordobesa, donde observaron el crecimiento y la fructificación de *L. nuda* sobre hojarasca de olivo generada el año anterior, estando ya bien descompuesta.

Sabiendo que *L. nuda* en su hábitat natural se desarrolla sobre zonas con un gran volumen de hojarascas y otro tipo de materia orgánica, se ideó el aprovechar este subproducto y darle un valor añadido para la producción en cultivo de una seta autóctona como *L. nuda*, de alto valor comercial y gastronómico. Además, este aprovechamiento ecológico podría presentar un gran interés para ser aplicado a los desechos de hoja de olivo que, año tras año, generan las almazaras, cuyo destino principal suelen ser las plantas de biomasa.

### **Objetivos de la experimentación**

- Conocer la posible producción de cuerpos fructíferos o setas, por área delimitada, de *L. nuda* sobre sustrato con hoja de olivo procedente de almazara.
- Observar en tiempo: día de aparición de primordios fructíferos, días necesarios para la formación de setas, tiempo de siembra y periodo de incubación.

### **Materiales y métodos**

Se ha prestado especial atención al número de cuerpos fructíferos producidos, el peso de los mismos, tanto bruto como neto, los posibles abortos, el ciclo de cultivo, la ventilación, las irrigaciones de agua, los posibles contaminantes por hongos y bacterias, las plagas, el olor, sabor, color y tamaño de las setas, etc.

Se realizaron un total de diez replicas a igualdad en condiciones medioambientales de luz, humedad, temperatura y nivel de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Asimismo, se usó la misma capacidad para los envases, idéntico peso de micelio en cada ensayo, igual método de siembra y se midió el tiempo transcurrido en días.

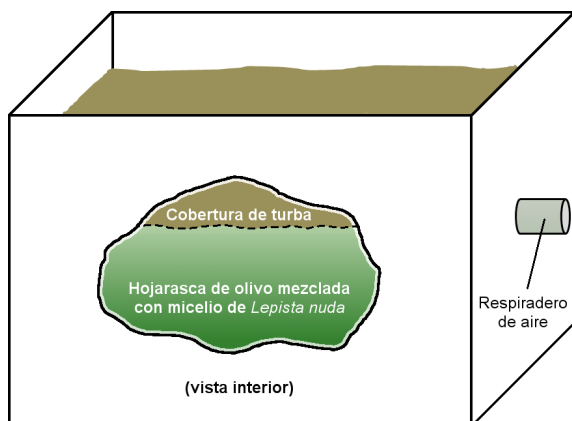
**Semilla o micelio:** la semilla utilizada, micelio de *L. nuda* en grano de centeno pertenece a laboratorios Micelios Fungisem S.A, Autol, La Rioja, una empresa con gran experiencia y una larga trayectoria profesional en el cultivo de hongos comestibles.

**Sustrato:** como sustrato base, ha sido empleada la

hojarasca vieja de olivo procedente de la provincia de Córdoba. Para cultivo industrial se utilizarán bolsas o cajas con 20 kilos de hojarasca ya preparada (húmeda) y 250 gramos de semilla (*L. nuda*). En esta experimentación se ha usado una relación semilla/hoja mucho más elevada, 450 g de hoja para 200 g de semilla, con el cometido de incrementar el potencial de inóculo y acelerar así la producción de setas.

**Cobertura:** la cobertura usada para el cultivo, ha sido una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, tales como turba de *Sphagnum* (Canna-boom S.L.), fibra de coco, perlita gruesa, compost orgánico y abono mineral. La cantidad total de materia orgánica que ha contenido el sustrato ha sido de un 65 % a un pH neutro (7) (Fig. 1).

**Envases:** Se utilizaron cajas de poliestireno expandido (EPS) blanco y con tapa. Tamaño exterior e interior, 31x23x12 cm y 28,5x20, 5x9,5 cm respectivamente. Capacidad 5.550,375 cm<sup>3</sup>.



**Figura 1.** Esquema de la caja y materiales usados en esta experimentación.

**Figure 1.** Scheme of the used box and materials for this experiment.

### Preparación, inoculación e incubación

1. Se empleó como sustrato empleado hoja de olivo. Se pasteurizó por un tiempo de 45-60 minutos y usando un modo artesanal en cubo de zinc. No hizo falta picarlo, puesto que la hoja tiene un buen tamaño. Una vez pasteurizado, se procedió a escurrirse hasta quedar el sustrato con un 70 % de humedad.
2. La cantidad de sustrato por envase fue de 400 gramos de hoja ya preparada (humedecida).
3. La cantidad de semilla o inóculo fue a razón

de 250 gramos por envase y se inoculó cuando la hoja llegó a una temperatura igual a 22 °C. La semilla se mezcló con la hoja en el envase usado para ello, al cual se le hicieron dos perforaciones, uno en cada extremo, para el intercambio de gases y evitar así un sobrecalentamiento del micelio en el periodo de incubación.

4. Una vez inoculado, se mantuvieron los envases cerrados con su tapa y a una temperatura de incubación igual a 22 °C, siempre bajo total oscuridad en una sala ventilada periódicamente para renovar el aire interior.
5. Se observó la evolución del micelio en la fase de incubación, el cual siempre tuvo un crecimiento estable y vigoroso, propio de la buena calidad micológica de la cepa. Se observó también que *L. nuda* se adaptó muy bien al sustrato empleado. El micelio, primeramente blanco, fue tornándose con reflejos y tonos violetas conforme iba madurando y colonizando el sustrato, que corresponde al color característico de *L. nuda*.

### Fase para inducción de primordios

**Cobertura:** Una vez que estaba incubado el sustrato, se le aplicó una capa de cobertura de turba de 200 gramos, 1,5-2 cm humedecido al 60-65 %, la cual se humectó hasta llegar al 90 % y se le retiró la tapa.

**Humedad:** La turba se fue humedeciendo cada dos días para mantener la humedad, lo cual se aplicó en todo el proceso hasta la formación de los primordios.

**Luz:** El sustrato inoculado se llevo a una sala con luz natural, aunque tenue.

**Temperatura:** Se mantuvo entre los 11-14 °C.

**Ventilación:** Se hacía manualmente y de forma natural, renovando el aire dos veces al día.

### Resultados

Al cabo de cuatro semanas de haberse inoculado el micelio de *L. nuda*, el sustrato quedó completamente invadido y colonizado por el hongo, tras lo cual comenzó la fase de fructificación. La gráfica de barras adjunta (Fig. 2) y la tabla 1 muestran la producción en gramos de cuerpos fructíferos de *L. nuda* en las distintas replicas del ensayo realizado al final de la experimentación (4 semanas).

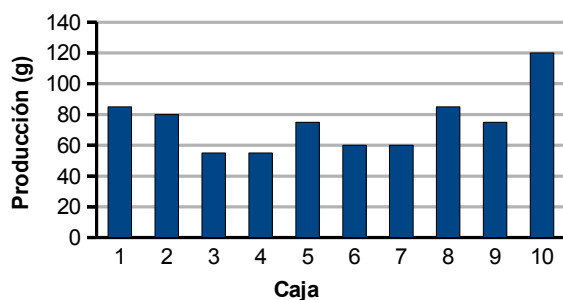


Figura 2. Producción para las 10 réplicas ensayadas.

Figure 2. Production for the 10 tested replicates.

	Temp. (°C)	Humedad (%)	Tipo de luz	Renovación de aire	Nº de días
<b>Incubación</b>	22	65-70	ninguna	Ninguna	30
<b>Primordios</b>	11-14	85-90	tenue	2 al día	30
<b>Crecimiento</b>	11-14	75-80	tenue	2 al día	7-15

	Peso	Tamaño píleo	Tamaño estipe	Peso total bruto	Peso total neto
<b>Producción</b>	75 g	5-12 cm	5-10 cm	750 g	350 g

Tabla 1. Resumen de parámetros ambientales y ciclo de producción.

Table 1. Summary of environmental parameters and production cycle.

## Discusión y conclusiones

Tras aplicar la cobertura, el micelio continuó creciendo hasta colonizar totalmente la misma (Fig. 3-A-B). Una vez colonizada, el micelio tornó a un color azul-morado característico de *L. nuda*. Posteriormente, pasó a color blanco y a endurecerse o a estromatizarse, proceso que tardó cuatro semanas más. Uno de los resultados que se han obtenido es el crecimiento vegetativo continuado de *L. nuda* hasta casi agotar todos los nutrientes. El sustrato de incubación perdió peso y volumen para entonces, por lo que pudiera ser necesario no aplicar la cobertura hasta la práctica consumición total del mismo, momento en el cual el micelio pasa de color azul-morado a blanco y se endurece. Delmas (1989) propone, como algo indispensable, aplicar la cobertura y, una vez colonizada por el micelio de *L. nuda* y cambiar éste de color, verter otra segunda capa justo antes de iniciarse la producción, para posiblemente incrementar la misma. Huart (2001) habla sobre lo mismo pero como algo a realizar opcionalmente. (Desrumaux et al. 2004).

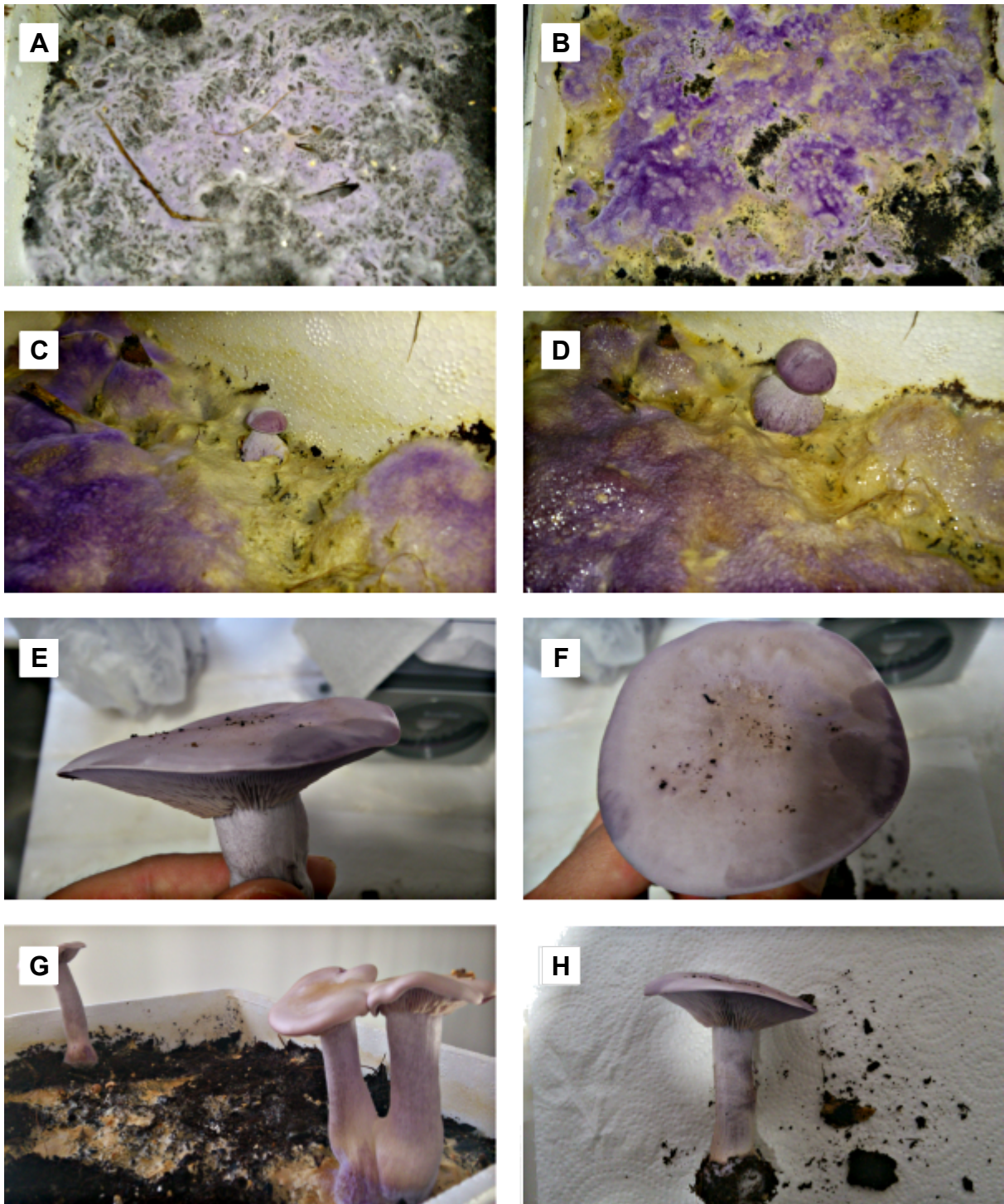
A los dos meses desde que se inoculó, comenzaron a diferenciarse sombrerillos o primordios (Fig. 3-C-D). Este lapso de tiempo coincide con lo

descrito por Huart (2001), donde aquellos emergerían rompiendo el micelio estromado. La temperatura se mantuvo entre unos valores constantes: 11-14 °C, y la turba estuvo siempre humedecida a razón del 75-80 %. No se varió el sistema de ventilación durante todo este proceso. Las setas se mantenían húmedas con pulverizador entre una o dos veces al día y cada dos días (periodo de humificación). El número de primordios ha oscilado de cuatro a ocho por envase con un valor medio de seis, llegando a madurar y formar seta de dos a cuatro por envase, siendo su media de tres unidades. El tiempo de maduración de los mismos transcurrió entre siete y quince días, justo antes de retirar la primera cosecha. Se le aplicó una segunda capa de cobertura de 1 cm para intentar sacar una segunda cosecha, debido a quedar ya el sustrato bastante gastado. El micelio comenzó nuevamente a colonizar la capa de cobertura. Pasados 20-30 días y hasta los 45 días dieron la segunda cosecha de uno a dos ejemplares de cuerpos fructíferos, y esta vez sin abortos.

Los costes por kilogramo de materia prima que conlleva el aplicar este aprovechamiento micológico, a nivel industrial, serían: hojarasca de olivo a 0,02 €/kg, turba de *Sphagnum* a 0,43 €/kg y semilla de *L. nuda*: 2 €/kg, dando un coste total de 2,45 €/kg. El precio en mercado de la seta *L. nuda* es muy variable y suele oscilar entre 6 y 8 €/kg, pudiendo llegar hasta los 10 €/kg.

La producción por caja ha oscilado entre 55 y 120 gramos, con una media de 75 gramos por caja y un total de producción, para las diez réplicas, de 750 gramos de setas en bruto producidas durante las dos cosechas. El peso neto de los píleos varía entre un 40-60 % respecto al peso bruto. Tres de las cajas no llegaron a dar la segunda cosecha. En la primera cosecha se obtuvo el 80 % de la producción total y para la segunda el 20 % restante. Los cuerpos fructíferos producidos presentan un color azul-morado en estado joven y luego van adoptando un tono más pálido, con colores marrón claro a blanco, un tamaño de píleo que varía de 3-12 cm y un estipe fibroso de 5-10 cm (Fig. 3-E-F-G-H). El tamaño de píleos y estipes puede verse influenciado por la falta de luz u oxígeno. El olor de la seta es fúngico, agradable. Su carne tiende a ser frágil, jugosa y de buen sabor.

En las observaciones ha podido comprobarse que surgió un hongo contaminante que atacó al cultivo desde los inicios de la primera cosecha y



**Figura 3.** Distintas fases en el cultivo de *L. nuda* sobre sustrato con hojas de olivo. **A-B:** Micelio; **C-D:** Formación de los primeros primordios; **E-H:** Setas maduras cultivadas durante la experimentación

**Figure 3.** Diverse stages in the cultivation of *L. nuda* on substrate with olive tree leaves. **A-B:** Mycelium; **C-D:** Formation of the first primordium; **E-H:** Mature cultivated mushrooms of the experimentation.

que crecía en la cobertura como un competidor, sin atacar a las setas, el cual se ha tenido que ir controlando, desinfectando y retirando las zonas atacadas. Este agente infeccioso no ha resultado ser agresivo y se presenta como un micelio blanco grisáceo y aéreo que posteriormente se volvía denso y de color blanco denso. *A priori*, según las características morfológicas, podría llegarse a la conclusión de que se trataría de *Trichoderma* Person spp., pero se ha descartado esta opción, al no poseer las formas típicas de agresividad en el ataque y la colonización por las que destaca este género de hongos.

La conclusión final a la que se llega es que la hoja de olivo procedente de almazara puede ser aprovechada para producir setas de *L. nuda*. Posiblemente la cosecha no haya dado su máximo rendimiento a causa del hongo competidor, mermando la producción y paralizando segundas cosechas en tres de las cajas. Las investigaciones futuras relativas al cultivo de *L. nuda* sobre sustrato con hojas de olivo podrían ir orientadas a estudiar el sustrato-residuo, tras haber obtenido las cosechas de setas, para determinar su aprovechamiento medioambiental como abono, material de relleno en tierras muy erosionadas, etc. Los ensayos futuros a realizar podrían ir enfocados a:

- Estudiar y experimentar los posibles tipos de sustratos a emplear, su cantidad, composición físico-química y aditivos.
- Ensayar la cantidad y calidad de micelio, la siembra en sustrato, profundidad, humedad, el dióxido de carbono, la luminosidad, siembra, temperatura, etc.

## Agradecimientos

Al Dr. D. Félix Infante García-Pantaleón, Catedrático de Micología en la Universidad de Córdoba, Dpto. de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal, por su apoyo a nuestras investigaciones micológicas.

## Referencias

- Barron GL. 1988. Microcolonies of bacteria as a nutrient source for lignicolous and other fungi. *Canadian Journal of Botany* 66(12): 2505-2510.
- Barron GL. 1992. Jekyll-hyde mushrooms. *Natural History* 101(3): 46-53.
- Calonge F. de D. 2011. *Hongos medicinales*. Madrid: Ed. Mundi-Prensa.
- Callejo-López JA, Parra-Heras T & Manrique-Gordillo T. 2010. Potencial energético de los subproductos de la industria olivarera en Andalucía. *Secretaría General del Medio Rural y la Producción Ecológica, Junta de Andalucía*.
- Cara C, Romero I, Oliva JM, Sáez F & Castro E. 2007. Liquid hot water pretreatment of olive tree pruning residues. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 137-140: 379-394.
- Delmas J. 1989. *Les champignons et leur culture. Culture actuelle et potentielle des champignons supérieurs*. Paris: La Maison Rustique, Flammarion.
- Desrumaux B, Sedeyn P, Demeulemeester M & Calus A. 2004. Growing *Lepista nuda*: a summary of three years of research and experience. *The International Society for Mushroom Science*, 16 (1): 273-280.
- Dulger B, Ergul CC & Gucin F. 2002. Antimicrobial activity of the macrofungus *Lepista nuda*. *Fitoterapia* 73: 695-697.
- Gaitán-Hernández R & Báez-Rodríguez I. 2008. Crecimiento micelial de cepas silvestres nativas de *Lepista nuda*, en medios de cultivo con diferentes suplementos orgánicos. *Revista Mexicana de Micología* 26: 41-49.
- Gamundi I. J., Horak E. 1993. *Fungi of the Andean-Patagonian Forests*. Vázquez Manzini Editores, Buenos Aires.
- Guinda A. 2006. Uso de residuos sólidos a partir de la industria del olivo. *Grasas y aceites* Vol. 57(1), pp. 107-115.
- Guinberteau J., Olivier J. M., Bordaberry M. R. 1989. Données récentes sur la culture des "pieds bleus" (*Lepista* sp.). *Revue Horticole* 298, pp. 17-22.
- Hawksworth D., Kirk P., Sutton B, Pegler, D. 1995. *Dictionary of the fungi*, 8th edition. United Kingdom: CAB International.
- HUART F. 2001. *Cultivez vos champignons*. Éditions de Mortagne. Québec, Canada.
- Pinto S., Barros L., Sousa M. J., Ferreira I. 2013. Chemical characterization and antioxidant properties of *Lepista nuda* fruiting bodies and mycelia obtained by in vitro culture: Effects of collection habitat and culture media. *Food Research International*, Volume 51(2): 496-502.
- Stott K., Broderick A. & Nair T. 1996. Investigation into cultivation parameters for Australian species of *Lepista*. *Mushroom Biology and Mushroom Products*. Penn State University, pp. 285-291.
- Stamets P. 1993. *Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms*. Ted Speed Press, Berkeley.
- Stamets P., Chilton J. S. 1983. *The mushroom cultivator: a practical guide to growing mushrooms at home*. Agarikon Press. USA.
- Volz P. A. 2000. Spawn media and exudate formation in search of medicinal mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 2, pp. 81-86.
- Ying J., Mao X., Ma Q., Zong Y., Huaan W. 1987. *Icons of Medicinal fungi from China*. Science Press, Beijing.