



Cultivo de setas *Pleurotus*

FRANCISCO J. GEA ALEGRÍA. Director del Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñón (CIES).
Quintanar del Rey, Cuenca. fjgea.cies@dipucuenca.es

M. C. LAINEZ. Instituto de Educación Secundaria "Amparo Sanz". Albacete.

Con cierta frecuencia, emprendedores asturianos contactan con el SERIDA para interesarse por el cultivo de las setas; línea de trabajo que, actualmente, no desarrollamos. Sin embargo, en 2008, el Laboratorio de Fitopatología del SERIDA inició una colaboración con el CIES del Champiñón de Castilla – La Mancha para establecer la etiología de algunas enfermedades de las setas en esa Comunidad Autónoma. Fruto de la colaboración y de las buenas relaciones entre ambas entidades es este artículo del CIES que puede orientar a los emprendedores asturianos que quieran iniciarse en el cultivo de las setas.

Situación del cultivo de setas *Pleurotus* en castilla la Mancha y en España

El cultivo comercial de setas del género *Pleurotus* (*P. ostreatus*, *P. pulmonarius*) en Castilla-La Mancha se inició hacia mediados de la década de los ochenta del pasado siglo como un cultivo alternativo al del champiñón, lo que permitió al sector productor de hongos cultivados ofrecer una gama de productos más amplia.

La puesta en marcha del cultivo de setas *Pleurotus* se benefició de buena parte de las infraestructuras dedicadas al cultivo del champiñón (plantas de elaboración de sustratos, locales de cultivo), y de la existencia de un plantel de técnicos y cultivadores que ya contaban con años de experiencia en el cultivo de *Agaricus*. Sin embargo, los rendimientos obtenidos durante los primeros años de cultivo de *Pleurotus* fueron escasos e irregulares, lo que dio paso a la introducción de una serie de mejoras, fundamentalmente en aspectos relacionados con la elaboración del sustrato. Estas mejoras ayudaron a proporcionar rendimientos más elevados, dando lugar a que se registrara un constante ascenso en la producción de *Pleurotus*.



En la actualidad, España ocupa el cuarto lugar en Europa como país productor de hongos cultivados, por detrás de Holanda, Polonia y Francia. La producción española, durante la campaña 2007/08, ascendió a 136.625 toneladas, de las que 120.647 t correspondían a champiñón, aproximadamente unas 350 a hongos como Shii-take (*Lentinula edodes*) y seta de chopo (*Agrocybe aegerita*), y 15.628 t a setas *Pleurotus*, lo que representaba el 11,4% del total de hongos cultivados en España. La producción

↑
Aspecto de una piña de setas.



total nacional de setas en la campaña 2007/08 se repartió de la siguiente manera: 4.100 t se obtuvieron en La Rioja (26,2%) y 11.528 t en Castilla-La Mancha (73,8%). En la citada campaña se registró un descenso del 22% en la producción, ya que durante la campaña anterior 2006/07 se habían cosechado 19.972 t. El destino comercial preferente de la producción de *Pleurotus* es el mercado en fresco, siendo el consumo por habitante y año (2007) de 275 gramos.

Estructura del sistema productor castellano-manchego

El sector productor de *Pleurotus* sigue el mismo esquema organizativo que se utiliza para el champiñón; es decir, se apoya en tres pilares básicos, tres áreas de trabajo independientes pero interconectadas entre sí. Por un lado, se produce el micelio en laboratorios especializados y bajo condiciones asépticas; por otro, se elabora el sustrato de cultivo en plantas especialmente diseñadas para ello, y por último, se procede a desarrollar el ciclo de cultivo del hongo en instalaciones construidas para tal fin. En esta última área de trabajo, tiene una elevada incidencia tanto la capacitación del cultivador como el nivel técnico de las instalaciones. Además de las mencionadas áreas, el sistema productor de setas no quedaría totalmente descrito si no se añaden dos aspectos tan importantes como son la comercialización, y la recogida y reciclado del sustrato post-cultivo.

Micelios y calendario de cultivo

Los micelios que se utilizan son fabricados principalmente por laboratorios situados en España, como es el caso de Blancochamp, Fungisem, Gurelan y Mispaj, aunque también se utilizan micelios elaborados fuera de España, por ejemplo de Amycel. El micelio se presenta sobre grano de centeno en bolsas autoclavables con filtro, excepto en el caso de Amycel, que lo hace sobre mijo. Como dato orientativo, el precio de la semilla fabricada en España (año 2010) se ha situado alrededor de los 20 € por 18 kg de semilla (30 l).

Desde el año 2005, existe un reglamento técnico de control y certificación de material de multiplicación de hongos cultivados (BOE, 2005), en donde se describen los requisitos necesarios para que un laboratorio pueda ser incluido en un registro específico de productores de micelio, los requerimientos que se le exigen a los productores en cuanto al proceso: identificación de los puntos críticos y mecanismos de control, y por último, las normas mínimas de identificación y etiquetado para la comercialización de micelio certificado.

El catálogo de micelios que se oferta a los cultivadores de *Pleurotus* es bastante amplio, y se caracteriza por la presencia mayoritaria de variedades comerciales híbridas que producen sobre todo setas de color gris-azulado o marrón, que en ocasiones presentan tonalidades más claras. Los sombreros suelen ser planos o plano-convexos, con tamaños que varían entre 7 y 15 cm.

A la hora de seleccionar un micelio de *Pleurotus* para cultivar hay que otorgar una gran importancia a la climatología de la región donde se desarrolla el cultivo. Así, la comarca de La Manchuela se caracteriza por tener un clima continental, es decir, inviernos muy fríos, con temperaturas muy bajas, y veranos secos y muy calurosos en los que, con frecuencia, la temperatura supera los 25-30°C, y la humedad ambiental suele ser inferior al 40-50%. De forma general, durante las épocas más calurosas, primavera y verano, se utilizan micelios de *P. pulmonarius*, o bien variedades híbridas (*P. ostreatus* x *P. pulmonarius*), mientras que durante el resto del año (otoño, invierno) se cultivan variedades de *P. ostreatus*.

Elaboración del sustrato de cultivo

A la hora de preparar un sustrato de cultivo hay que tener en cuenta una serie de características esenciales referidas a las materias primas utilizadas, como son: buena disponibilidad en cantidad y continuidad, conocimiento y regularidad en su composición física y química, buen precio de adquisición, localización fácil y cercana, y facilidad de transporte y manejo (Muez y Pardo, 2002).

En España, el principal grupo de materias primas de base o volumen utilizadas lo forman las pajas de cereales (trigo, cebada, maíz) recogidas tras el cosechado del grano. Estos materiales de base destacan en volumetría dentro de la fórmula del sustrato, con un predominio en torno al 90-95%, y su contenido en nitrógeno suele estar comprendido dentro del rango 0,3-1,3% (Pardo *et al.*, 2008). Suele ser corriente emplear la paja de cereales como ingrediente único o en mezclas de dos o más pajas diferentes, y también suele ser habitual utilizar algún otro material orgánico de mayor contenido en nitrógeno como aditivo enriquecedor para elevar ligeramente el nitrógeno y rebajar en parte la relación C/N. Entre los materiales de aditivo utilizados se encuentran los salvados de cereales (arroz, trigo, avena) y las harinas o tortas proteicas (alfalfa, soja, girasol, etc.). Hay que recordar que el contenido en nitrógeno de la mezcla debe estar dentro del rango 0,6-1,5% (sobre materia seca) (Pardo *et al.*, 2008).

El proceso de elaboración de sustrato se inicia con una serie de operaciones preliminares que tienen por finalidad preparar las materias primas; para ello, es necesario trocear, rasgar y humectar las pajas de cereales que se van a utilizar. La operación de troceado y rasgado se lleva a cabo con un molino picador que corta las pajas de cereales en trozos entre 3 y 8 cm dependiendo del fabricante. Esta operación resulta más eficaz cuando se ejecuta con los materiales en seco. También es conveniente que los trozos resultantes queden desgarrados longitudinalmente ya que de esta manera se facilita una mayor integración del agua (Muez, 1994).

El molino picador se encuentra conectado a una máquina de hidratación estática; por tanto, una vez troceada la paja, ésta pasa del molino al sistema de tornillos sin fin de la máquina de hidratación, y durante este recorrido tiene lugar la humectación. De esta forma se consigue humectar la paja de cereales entre un 70-75%. Una vez que la mezcla está preparada y humectada se forman montones. A partir de aquí, hay empresas que aplican un volteo, al día siguiente otro volteo (dos



si es verano), lo mismo el tercer día y al cuarto día trasladan el montón a la cámara de pasteurización. En otros casos, el sistema es similar, aunque el primer día aplican tres volteos y en el segundo día adicionan urea, mantienen un día más con volteo y al quinto día lo llevan a la cámara de pasteurización. A partir de este momento se emplea el método de fermentación aerobia, el cual supone la realización de dos etapas consecutivas: una pasteurización convencional y una fermentación termófila de acondicionamiento (Muez y Pardo, 2002). La intensidad de las temperaturas aplicadas en el sustrato y el tiempo de tratamiento en cada una de las etapas están bien lejos de la unanimidad. Así, encontramos pasteurizaciones de 8 horas a 63°C, o de 36 horas a 65°C, o bien de 12-36 horas a 70°C. El acondicionamiento también es variable, ya que se emplean 24-36 horas a 48-50°C, o 12-48 horas a 45°C. Posteriormente se enfría la masa de sustrato hasta 25°C y se abre la cámara de pasteurización, trasladando el sustrato a una tolva donde será inoculado.

La cantidad de micelio que se añade oscila entre el 1,5 y 2% del peso fresco del sustrato. A partir de este momento, se procede al ensacado de los paquetes de sustrato, que tienen unas dimensiones de 50-60 x 40-45 x 18-20 cm y un peso que varía entre 16 y 18 kg. Los paquetes se suministran envueltos en plástico microperforado (polietileno) de color negro y presentan entre 7 y 12 orificios de alrededor de 25 mm de diámetro. En la

↑
Vista de la planta de
elaboración de sustratos
CHAMPINTER.

PARÁMETROS	SUSTRATO I	SUSTRATO II
Humedad (%)	77,0 (75,9-79,1)	72,8 (68,7-77,4)
N total (% s.m.s.)	0,36 (0,26-0,59)	0,61 (0,42-0,80)
Cenizas (% s.m.s.)	6,0 (5,1-7,6)	9,3 (6,6-13,2)
Materia orgánica (% s.m.s.)	94,0 (92,4-94,9)	90,7 (86,8-93,4)
Relación C/N	151 (93-206)	86 (68-120)
pH (1:5, p/v)	7,9 (7,6-8,4)	8,4 (8,0-8,6)



Tabla 1.-Características analíticas de dos sustratos para *Pleurotus* elaborados en dos centrales diferentes.

tabla 1 se muestran las características analíticas de dos sustratos para *Pleurotus* elaborados en dos centrales diferentes.

En España existen un total de ocho plantas que fabrican sustrato para cultivo de *Pleurotus*, cuatro en La Rioja y cuatro en Castilla-La Mancha. Según datos referidos a la campaña 2007/08, en esta última región se elaboraron 3.740.000 paquetes y en La Rioja 3.140.000, lo que supone un total de 6.880.000 paquetes. Hay que tener en cuenta que del total de paquetes producidos en La Rioja, aproximadamente 1,5 millones se cultivan en Castilla-La Mancha.

Suplementación del sustrato de cultivo

A veces, durante la fase de inoculación, también se adicionan suplementos proteicos que enriquecen el sustrato en nitrógeno con el fin de aumentar su potencial productivo. En este sentido, no cabe duda de que un plus de nitrógeno orgánico pueda ser conveniente para una mejor cosecha, pero también hay que tener en cuenta que se puede facilitar el calentamiento excesivo del sustrato durante la incubación, lo que puede favorecer a los organismos competidores. Estos suplementos suelen estar elaborados a base de harina de soja desnaturalizada, harina de gluten de maíz, proteína de patata y harina de plumas; también se les añaden otros aditivos como carbohidratos simples, aminoácidos específicos, minerales y enzimas celulolíticas.

Producción de *Pleurotus* en locales de cultivo

Una vez que ya se ha elaborado e inoculado el sustrato, se inician las tareas



propias del área de trabajo correspondiente a los locales de cultivo. En este caso hay que tener en cuenta la influencia que ejercen dos factores de producción, como son: la capacitación del cultivador y el nivel técnico de las instalaciones.

Los locales de cultivo deben de estar perfectamente desinfectados antes de recibir los paquetes de sustrato. Habitualmente después de retirar los restos del ciclo de cultivo anterior, se lava bien con agua limpia y posteriormente se aplica algún producto desinfectante, como lejía o amonios cuaternarios.

Incubación del sustrato

Tras recibir los paquetes de sustrato se inicia la incubación, etapa que consis-



←
Nave de cultivo de setas
Pleurotus en fase de
cosecha.

te en la colonización del sustrato por el micelio. Habitualmente se suele pensar que es una etapa poco crítica, pero es de vital importancia para que el cultivo tenga éxito. Hay que crear unas condiciones propicias para que el micelio de *Pleurotus* invada todo el sustrato antes de que los posibles contaminantes le disputen el terreno.

En función de la calidad del sustrato, del nivel técnico de las instalaciones y de la época del año, la incubación tiene una duración aproximada de 15 días. En esta fase es necesario mantener una humedad relativa elevada, superior al 80%, pero el factor que hay que controlar realmente es la temperatura del sustrato. Hay que resaltar que temperaturas situadas

entre 25-30°C en el sustrato proporcionan una tasa de crecimiento miceliano adecuada, mientras que si estas temperaturas son superiores a los 32°C, tanto en la zona intermedia como en el centro del paquete, entonces se consideran peligrosas. Normalmente, la temperatura del ambiente suele oscilar entre 18 y 23°C para ayudar a controlar la temperatura del sustrato.

Inducción de la fructificación

Una vez terminada la incubación se procede a inducir la fructificación, bajando la temperatura del ambiente hasta 10-18°C, al tiempo que la temperatura del sustrato desciende a alrededor de los 20°C, aunque esta maniobra suele estar en función de la variedad comercial



utilizada. También es necesario bajar la concentración de CO₂ hasta situarla entre 800-1.000 ppm aproximadamente y mantener elevada la humedad relativa, alrededor del 90-95%. La maniobra que se realiza en esta etapa consiste en ventilar el local de cultivo para descender el CO₂ e introducir aire fresco del exterior con el fin de refrigerar la temperatura ambiente del local de cultivo. Normalmente, hacia los 25 días después de iniciar el ciclo de cultivo se ven aparecer los primordios. En esta etapa de inducción también es necesario poner en marcha la iluminación.

Fructificación y cosecha

Durante esta etapa se pretende que los cuerpos fructíferos alcancen el tamaño comercial deseado sin que el borde del píleo se rompa. Para ello, hay que seguir controlando los mismos parámetros medioambientales que en la etapa anterior.

La temperatura del ambiente suele oscilar entre 12-16°C, y la humedad relativa se intenta mantener por encima del 85-90%, bien mediante la aplicación de riegos al suelo o bien mediante la instalación de microdifusores.

A lo largo de esta etapa hay que evitar mojar los cuerpos fructíferos, con el fin de no favorecer la aparición de mancha bacteriana. En cuanto al nivel de dióxido de carbono, hay que mantenerlo por debajo de 800-1.000 ppm, para ello hay que renovar el aire del interior del local de cultivo, introduciendo aire fresco del exterior.

Por último, la luz es otro parámetro a tener en cuenta, ya que las setas tienen fototropismo positivo; es decir, ante la ausencia de luz no se desarrollan bien, no se colorean adecuadamente, alargan el estipe (pié) en exceso, y en ocasiones llegan a tener sabor amargo. Para evitar que esto suceda, es necesario suministrar al menos 150-200 lux durante un mínimo de 8 horas al día. La luz más apropiada es de onda corta, situada hacia el azul del espectro.

La primera florada se recoge entre los 25-35 días después de iniciar el ciclo de

cultivo, y la segunda florada, a los 15-20 días después de la primera. Por tanto, la duración del ciclo de cultivo se sitúa entre los 40 y 55 días, en función de las temperaturas de cultivo y del número de floradas que se recolectan. La producción media anual por paquete de sustrato oscila entre 2,2 y 2,5 kg, lo que representa un 12-15% de rendimiento sobre peso fresco del sustrato.

Comercialización

Una vez recolectado el producto, se corta parte del pie, lo que produce una merma de alrededor del 20% en peso. El destino comercial preferente es el mercado en fresco y la comercialización se realiza bien individualmente, a través de almacenes privados, o bien a través de cooperativas, en las que los cultivadores son socios.

Las formas habituales de presentación comercial para su venta en el mercado dependen de su destino y de la vida útil que se pretenda alcanzar. Un tipo de presentación es en cajas planas o planchetas con una capa delgada de setas, de aproximadamente 2,5-3 kg de peso y con destino al pequeño mercado.

La vida útil de estas setas suele ser corta, ya que frecuentemente están expuestas a la deshidratación, debido a que se ven sometidas a unas condiciones ambiente de temperatura y humedad relativa desfavorables. Esta vida útil puede alargarse algo con la refrigeración (0-5°C), aunque la deshidratación puede ser el factor limitante.

Otra forma de presentación es el envasado en pequeñas unidades o tarritas con 200 ó 400 gramos de peso, recubiertas con un film plástico semipermeable retráctil y con destino a las grandes superficies. Este tipo de envasado tiene dos efectos importantes en relación con la calidad, como son la protección frente a la deshidratación, y la posibilidad de crear atmósferas modificadas (Simón, 2010). También se utiliza otro formato en el que aparece una mezcla de productos listos para cocinar: setas, espárragos, champiñones, etc.



Plagas y enfermedades. Productos fitosanitarios

En España, las explotaciones de *Pleurotus* y champiñón se encuentran entremezcladas, ubicadas muy próximas unas de otras, por lo que en ocasiones también comparten las mismas plagas y enfermedades. De todas ellas, cabe destacar por su importancia económica la presencia de esciáridos, hongos de los géneros *Penicillium* y *Trichoderma*, y bacterias como *Pseudomonas tolaasii*, causante de la mancha bacteriana (Gea 2002, 2009; Soler-Rivas *et al.*, 2004).

El uso de productos fitosanitarios durante el ciclo de cultivo está limitado por la elevada susceptibilidad de *Pleurotus* a los plaguicidas y por el riesgo de acumulación de residuos en los cuerpos fructíferos (Muez, 1994). Por tanto, no está recomendado el uso de tales productos mientras que haya basidiomas en el local

de cultivo. Por otro lado, hay que tener en cuenta, que la Unión Europea está inmersa en un proceso de revisión de las materias activas utilizadas con el fin de armonizar el uso de productos fitosanitarios en todos los países europeos. El resultado de este proceso ha sido la eliminación de un gran número de sustancias activas, lo que ha supuesto la desaparición de algunos de los productos fitosanitarios tradicionalmente usados en el cultivo de hongos comestibles, como por ejemplo el benomilo.

En la actualidad, las materias activas autorizadas en España para su utilización en cultivo de champiñón, y por extensión en setas, son las siguientes: como insecticidas están azadiractin 3,2%, ciromazina 75%, deltametrin 1,5%, deltametrin 2,5%, diflubenzuron 25%; y como fungicidas figuran iprodiona 50%, procloraz 45%, procloraz 46%.

↑
Fructificaciones de setas
sobre bolsa de sustrato.



Recogida y reciclado del sustrato post-cultivo

Desde el año 1995 la cooperativa Recomsa, situada en Quintanar del Rey (Cuenca), viene gestionando la mayoría de los sustratos post-cultivo del sector de hongos comestibles cultivados de Castilla-La Mancha. El sistema de gestión consiste en retirar el sustrato post-cultivo de las explotaciones, separando el plástico y el sustrato para su mejor valorización, lo que supone un sistema adecuado para reciclar materia orgánica y elementos nutrientes de los materiales procedentes de estos subproductos. Esta cooperativa reúne casi el 90% del sustrato post-cultivo de champiñón y setas, lo que supone un total de 160.000 y 25.000 toneladas respectivamente, y lo somete a un proceso de compostaje controlado para fabricar enmiendas orgánicas con adecuado contenido en nitrógeno y una relación C/N equilibrada. Estas instalaciones han permitido desarrollar una serie de productos alternativos (enmiendas orgánicas y materiales base para la fabricación de sustratos de cultivo) que proporcionan un valor añadido al residuo del cultivo de hongos, al tiempo que han ofrecido una solución rentable y sostenible.

El sustrato empleado en el cultivo de setas utiliza casi exclusivamente paja de cereal en su elaboración, por lo que el subproducto post-cultivo resultante es muy homogéneo. Este subproducto permanece aglomerado y tiene una formulación concreta algo variable, aunque más fiable que la del champiñón. Se trata de un material con una humedad extremadamente elevada y muy baja densidad, lo que repercute decisivamente en su alto espacio poroso total. También presenta un elevado contenido en carbono orgánico oxidable y un contenido medio de nitrógeno, por lo que la relación C/N es elevada. El contenido en elementos nutrientes es muy bajo, incluso en calcio (Moya y Checa, 2004).

Bibliografía

BOE (2005) Real Decreto 1313/2005, de 4 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento técnico de control y certificación de material de multiplicación de hongos cultivados. Boletín Oficial de Estado núm. 278,

21 de noviembre de 2005, pp. 37987-37991.

- GEA, F. J. (2002) Plagas y enfermedades del género *Pleurotus* spp. En: SÁNCHEZ J. E., ROYSE D. J. (eds) *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Limusa, México. 205-224 pp.
- GEA, F. J. (2009) First report of *Trichoderma pleurotum* on oyster mushroom crops in Spain. *Journal of Plant Pathology* 91:504.
- MOYA, M. J.; CHECA, J. G. (2004) Reciclado y utilización de los sustratos del cultivo de champiñón y de setas. En: Patronato de Desarrollo Provincial, Diputación Provincial de Cuenca (ed) *Avances en la tecnología de la producción comercial del champiñón y otros hongos cultivados 2 (Actas de las III Jornadas Técnicas del Champiñón y Otros Hongos Comestibles en Castilla-La Mancha)*. 311-325 pp.
- MUEZ, M. A. (1994) Bases para el cultivo de *Pleurotus*. En: *I Jornadas Técnicas del Champiñón y otros Hongos Comestibles en Castilla-La Mancha*. Patronato de Promoción Económica, Diputación Provincial de Cuenca, España. 129-141 pp.
- MUEZ, M. A.; PARDO, J. (2002) La preparación del sustrato. En: SÁNCHEZ J. E., ROYSE D. J. (eds) *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Limusa, México. 157-186 pp.
- PARDO, J.; PERONA, M. A.; PARDO, A. (2008) Materiales y técnicas para la elaboración de sustratos de cultivo de *Pleurotus* spp. En: Patronato de Desarrollo Provincial, Diputación Provincial de Cuenca (ed) *Avances en la tecnología de la producción comercial del champiñón y otros hongos cultivados, 3 (Actas de las IV Jornadas Técnicas del Champiñón y Otros Hongos Comestibles en Castilla-La Mancha)*. 11-31 pp.
- SIMÓN, A. (2010) *Calidad y mantenimiento poscosecha del champiñón blanco*. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Gobierno de La Rioja. Logroño, España. 58 pp.
- SOLER-RIVAS, C.; JUNCA BLANCH, G.; WICHERS, H. J. (2004) La mancha bacteriana en champiñón y setas. En: Patronato de Desarrollo Provincial, Diputación Provincial de Cuenca (ed) *Avances en la tecnología de la producción comercial del champiñón y otros hongos cultivados 2 (Actas de las III Jornadas Técnicas del Champiñón y Otros Hongos Comestibles en Castilla-La Mancha)*. 171-187 pp.

Más información

CIES. <http://pagina.jccm.es/agricul/paginas/desarrollorural/investigacion/cies.htm>

<http://www.dipucuenca.es/pdp/secdes/rural/cies.htm> ■