



Este trabajo estudia la posibilidad de aumentar el potencial productivo de los sustratos específicos para cultivo de Pleurotus ostreatus mediante la adición de suplementos proteicos en la fase de inoculación del sustrato.

Efecto de la suplementación del sustrato sobre la cosecha de setas

F.J. GEA, A. MARTÍNEZ-CARRASCO Y M.J. NAVARRO

*Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñón (CIES) Cuenca.
fjgea.cies@dipucuenca.es*

Durante los últimos 30 años se ha desarrollado ampliamente el cultivo de Pleurotus, llegando a ser uno de los hongos comestibles más cultivados. El rápido incremento de la producción mundial de este hongo se puede explicar por sus sencillas características de cultivo y porque tiene una excelente capacidad saprofítica, con un potente sistema enzimático capaz de realizar una eficiente degradación de materiales lignocelulósicos y de convertir eficazmente ma-

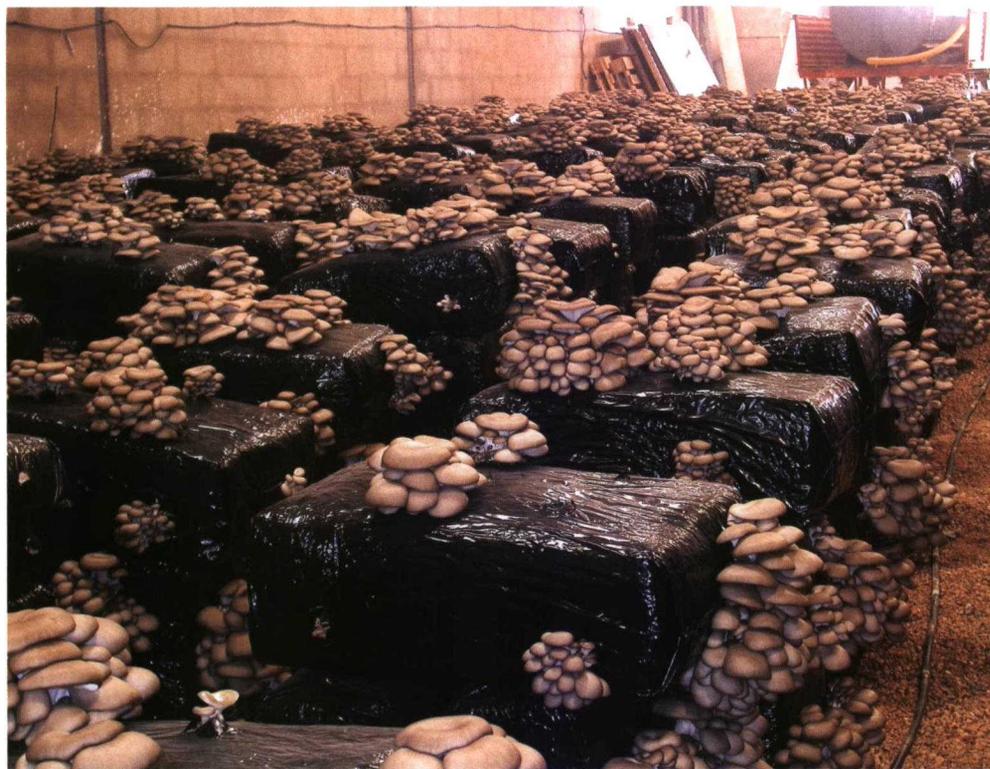
teria orgánica en cuerpos fructíferos (Zadrazil et al., 2004).

El principal país productor de Pleurotus es China, con una producción anual superior a las 800.000 toneladas al año. En Europa, Italia es el principal productor con 25.000 t/año (Zadrazil et al., 2004).

En España, la producción total durante la campaña 2006-2007 ha sido de 19.972 toneladas, de las cuales 6.600 t se cosecharon en La Rioja (33,05%) y 13.372 t en Cas-

Aspecto de una piña de Pleurotus ostreatus en un estadio inicial de su desarrollo.

tilla-La Mancha (66,95%) (Gea, en prensa). Con el fin de conseguir una cosecha de setas más elevada, se suelen añadir al sustrato diferentes suplementos ricos en proteínas, vitaminas, minerales y elementos traza, tales como harina de soja, alfalfa y otras fuentes de proteína (Zadrazil, 1980). Estos suplementos se liberan gradualmente, siendo absorbidos por el micelio del hongo, favoreciendo así su propio crecimiento y la formación de cuerpos fructíferos.



En este trabajo se ha estudiado la posibilidad de aumentar el potencial productivo de los sustratos específicos para cultivo de *Pleurotus ostreatus* mediante la adición de suplementos proteicos en la fase de inoculación del sustrato. Para ello, se ha valorado el rendimiento de sustratos de *P. ostreatus* suplementados frente a sustratos no suplementados. Se ha realizado el cálculo de una serie de parámetros, tales como: peso de la cosecha total, peso de la cosecha por floradas, peso unitario de los cuerpos fructíferos, eficiencia biológica del sustrato, precocidad en la producción, etc.

Materiales y métodos

El ciclo de cultivo se ha llevado a cabo en un invernadero tipo túnel ubicado en el Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del champiñón (CIES, Quintanar del Rey, Cuenca), el cual cubre una superficie total de 104 m² (nave de 6,5 x 16 m, con una altura al cenit de 2,5 m). Este invernadero está equipado con sistemas de humidificación, calefacción/re-

Tabla 1:
Características químicas y biológicas de los sustratos de *Pleurotus* utilizados.

| | Control | Suplemento A | Suplemento C |
|-----------------------------|----------|--------------|--------------|
| pH (1:5, p/v) | 7,95 | 7,56 | 7,37 |
| Humedad (%) | 75,4 | 74,7 | 74,1 |
| Nitrógeno total (% s.m.s.) | 0,68 | 1,02 | 1,28 |
| Cenizas (% s.m.s.) | 7,03 | 7,97 | 7,45 |
| Materia orgánica (% s.m.s.) | 92,97 | 92,03 | 92,55 |
| C/N | 79,3 | 52,3 | 41,9 |
| Nematodos | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Ácaros | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| <i>Trichoderma</i> spp. | Ausencia | Ausencia | Ausencia |

Local de cultivo de *Pleurotus ostreatus* en plena producción.

frigeración y recirculación/ventilación exterior, lo que permite el control automático de la temperatura, la humedad relativa y la concentración de dióxido de carbono (Exafan, S.A., Zaragoza).

Para llevar a cabo este ensayo se usaron 120 paquetes de sustrato para cultivo de setas (*P. ostreatus*). El método utilizado en la elaboración del sustrato fue el conocido como fermentación aerobia (Muez y Pardo, 2002), y el micelio correspondió a la variedad comercial Fun-

gise K-6 (Micelios Fungise S.A., Autol, La Rioja), aplicando una tasa de inoculación del 2% sobre el peso fresco del sustrato.

Se han utilizado dos suplementos, añadidos en la fase de inoculación del sustrato, en una proporción del 1% sobre el peso fresco del sustrato:

- Suplemento A, el cual contiene proteínas seleccionadas y tratadas, aminoácidos específicos y enzimas celulolíticas.

- Suplemento C, elaborado a

**Tabla 2:**

Eficiencia biológica (valor medio \pm desviación estándar) de los sustratos ensayados.

| Sustrato | n | Eficiencia biológica | |
|--------------|-----|----------------------|----|
| Suplemento A | 40 | 77,10 \pm 13,81 | c* |
| Control | 40 | 58,04 \pm 8,41 | a |
| Suplemento C | 40 | 70,58 \pm 9,10 | b |
| Total | 120 | 68,58 \pm 13,27 | |
| | | p = 0,0000 | |

*Letras distintas indican diferencias significativas entre los lotes ($p \leq 0,05$).

En esta imagen se pueden apreciar las diferentes etapas de crecimiento de los primordios de *P. ostreatus* surgiendo por uno de los orificios de fructificación.

el paquete. Posteriormente, durante la fase de fructificación, se colocaron sobre el lado más largo y ancho. A lo largo de todo el ciclo se registraron las condiciones medioambientales del local de cultivo mediante los sistemas de control automático de temperatura, humedad relativa y concentración de dióxido de carbono. Se efectuó un seguimiento de la temperatura del sustrato de cultivo en tres paquetes de cada lote mediante la instalación de registradores de datos. Por último, se tomó nota de cualquier anomalía observada durante el ciclo de cultivo, bien debida a problemas de incubación del sustrato, o bien a la posible aparición de plagas y enfermedades.

La recolección de las setas se realizó de forma individual para cada uno de los 120 paquetes, una vez que se encontraban en el estado comercial óptimo, anotando diariamente el peso total y el número de piñas cosechadas por paquete, considerando una piña como el conjunto de setas que fructifican simultáneamente por un mismo orificio del paquete. También se registró el peso y número total de cuerpos fructíferos, una vez cortados.

base de harina de soja desnaturalizada y otras fuentes de proteína orgánica.

La distribución de los paquetes de sustrato en el interior del invernadero se realizó según un diseño de bloques al azar, considerando únicamente el factor suplementación, con tres niveles en función del tipo de suplemento y 40 repeticiones por nivel. Por tanto, los 120 paquetes se distribuyeron en tres lotes de 40 paquetes cada uno:

- Suplemento A
- Control: sustrato de setas sin suplementos.
- Suplemento C

Los paquetes de sustrato se suministraron recubiertos por plástico microperforado (polietileno), de forma paralelepípedica, con siete orificios de 25 mm de diámetro cada uno. Estos paquetes se pesaron individualmente antes de su entrada en la explotación.

Para la caracterización de los sustratos se realizaron las siguientes determinaciones: humedad (MAPA, 1994), pH (Ansorena,

1994), nitrógeno total (MAPA, 1994; Tecator, 1987), materia orgánica y cenizas (Ansorena, 1994; MAPA, 1994), relación C/N (MSC, 1985), prospección de nematodos (Nombella y Bello, 1983), ácaros (Navarro et al., 2004) y *Trichoderma* spp. (Tello et al., 1991; Gea et al., 2003). Sus principales características químicas y biológicas se presentan en la tabla 1.

Durante la fase de incubación del sustrato, los paquetes se colocaron sobre el lado más estrecho y largo del paralelepípedo que forma

■ A la vista de las temperaturas registradas, la suplementación favorece una rápida incubación del sustrato, lo que tiene un efecto beneficioso para la protección del micelio de *P. ostreatus*, ya que dificulta la instalación de otros organismos patógenos en el sustrato de cultivo

Resultados y discusión

Seguimiento del ciclo de cultivo

El ciclo de cultivo tuvo una duración de 80 días, en el que las condiciones medioambientales: temperatura ambiente (aire), temperatura del sustrato (compost) y humedad relativa (HR) quedaron registradas, a lo largo de todo el

**Tabla 3:**

Rendimiento medio (valor medio \pm desviación estándar), antes y después del corte (kg/paquete).

| Sustrato | n | F1 | | Total | |
|--------------|-----|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | Antes del corte | Después del corte | Antes del corte | Después del corte |
| Suplemento A | 40 | 2,26 \pm 0,63 b* | 1,70 \pm 0,42 b | 3,43 \pm 0,62 b | 2,63 \pm 0,42 b |
| Control | 40 | 1,86 \pm 0,54 a | 1,43 \pm 0,43 a | 2,70 \pm 0,49 a | 2,11 \pm 0,40 a |
| Suplemento C | 40 | 2,17 \pm 0,46 b | 1,65 \pm 0,36 b | 3,44 \pm 0,43 b | 2,66 \pm 0,33 b |
| Total | 120 | 2,10 \pm 0,57 | 1,59 \pm 0,42 | 3,19 \pm 0,63 | 2,47 \pm 0,46 |
| | | p = 0,0049 | p = 0,0080 | p = 0,0000 | p = 0,0000 |

*Letras distintas indican diferencias significativas entre los lotes ($p \leq 0,05$).

Tabla 4:

Número de piñas y setas por paquete (valor medio \pm desviación estándar) en los diferentes sustratos ensayados.

| Sustrato | N | Nº piñas/paquete | | Nº setas/paquete | |
|--------------|-----|------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | | F1 | Total | F1 | Total |
| Suplemento A | 40 | 5,17 \pm 1,30 | 10,67 \pm 2,71 b* | 135,92 \pm 42,59 c | 220,75 \pm 62,11 b |
| Control | 40 | 4,70 \pm 1,34 | 8,50 \pm 2,26 a | 88,02 \pm 29,56 a | 148,87 \pm 30,88 a |
| Suplemento C | 40 | 4,65 \pm 2,03 | 10,97 \pm 3,17 b | 108,95 \pm 31,86 b | 199,85 \pm 43,76 b |
| Total | 120 | 4,84 \pm 1,60 | 10,05 \pm 2,93 | 110,97 \pm 40,01 | 189,82 \pm 55,89 |
| | | p = 0,02626 | p = 0,0001 | p = 0,0000 | p = 0,0000 |

*Letras distintas indican diferencias significativas entre los lotes ($p \leq 0,05$).

proceso, por el sistema de climatización del interior del local de cultivo, tal y como se puede ver en la Figura 1, que especifica las condiciones medioambientales (temperatura y humedad relativa) en el interior del invernadero durante todo el proceso.

La etapa de germinación tuvo una duración aproximada de 2 semanas. En este periodo, la humedad relativa en el interior del local de cultivo osciló entre el 80 y el 95%, mientras que la temperatura del sustrato aumentó paulatina-

mente hasta los 29 °C aproximadamente. La temperatura ambiente osciló entre 18 y 23 °C para ayudar a controlar la temperatura del compost.

Tras estas dos semanas de germinación se procedió a inducir la fructificación, modificando las condiciones medioambientales del invernadero, con el consiguiente descenso de temperaturas (ambiente, de 23 a 16 °C; sustrato, de 29 a 20 °C), regulación del nivel de CO₂ (límite máximo en 1.000 ppm), y de la humedad relativa.

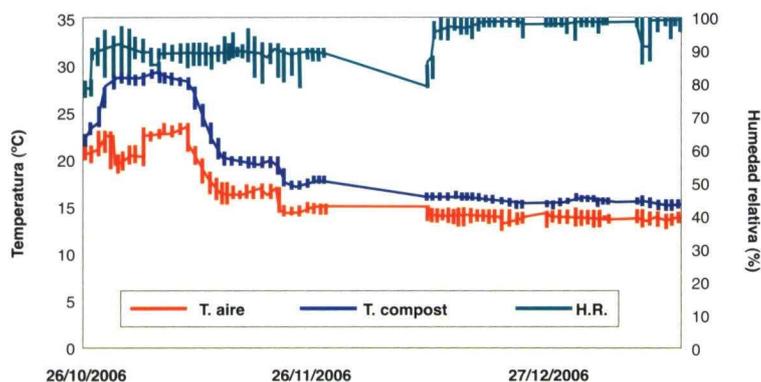
Los niveles de dióxido de carbono recogidos durante todo el proceso quedan reflejados en la figura 2, que muestra los niveles de dióxido de carbono registrados en el interior del invernadero durante todo el ciclo de cultivo.

En esta etapa de inducción también se puso en marcha la iluminación.

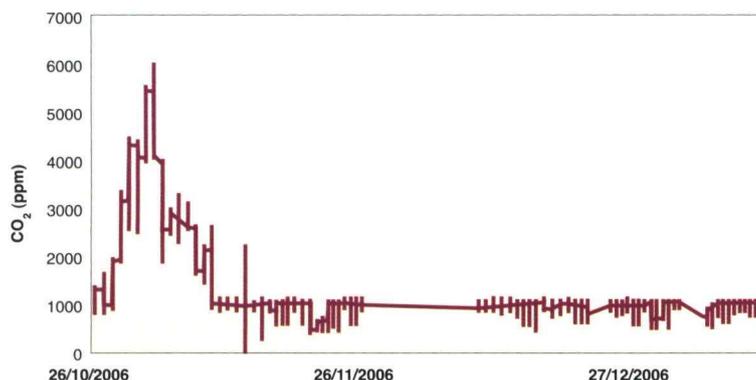
El seguimiento individualizado de la temperatura del sustrato en tres paquetes de cada uno de los lotes mostró ligeras diferencias entre los mismos, con un incre-

Figura 1:

Condiciones medioambientales (temperatura y humedad relativa) en el interior del invernadero durante todo el proceso.

**Figura 2:**

Niveles de dióxido de carbono registrados en el interior del invernadero durante el ciclo de cultivo.



mento de temperatura más elevado y más precoz en los paquetes correspondientes a los lotes suplementados. La figura 3 muestra los datos correspondientes al lote con suplemento A, en el que se observa como la temperatura del sustrato alcanza los 30 °C a los pocos días (entre 4 y 7) de iniciada la incubación.

Por otra parte, los valores correspondientes al lote Control (figura 4) muestran como la subida de temperatura en el interior de estos paquetes fue más lenta (entre 8 y 11 días), y los niveles alcanzados fueron, en general, inferiores.

Por último, los valores registrados en el lote con suplemento C (figura 5) muestran un incremento también rápido de la temperatura,

al igual que el otro lote suplementado, pero con niveles más elevados, que llegan a superar, en un caso, los 35 °C. En líneas generales, se recomienda que la temperatura del centro del paquete de sustrato, lo que supone alrededor del 45% de la masa del sustrato, no supere los 33 °C, ya que la tempe-

Se recomienda que la temperatura del centro del paquete de sustrato, no supere los 33 °C, ya que la temperatura óptima de crecimiento del micelio de *P. ostreatus* se sitúa alrededor de 30 °C

Primordios de *P. ostreatus* surgiendo por uno de los orificios de fructificación.



Aspecto de una piña joven de setas.



ratura óptima de crecimiento del micelio de *P. ostreatus* se sitúa alrededor de 30 °C (Zadrazil, 1976; Kurtzman y Zadrazil, 1989). Por tanto, a la vista de las temperaturas registradas, la suplementación favorece una rápida incubación del sustrato, lo que tiene un efecto beneficioso para la protección del micelio de *P. ostreatus*, ya que dificulta la instalación de otros organismos patógenos en el sustrato de cultivo.

Las diferencias de temperatura entre los lotes prácticamente desaparecieron a partir de la etapa de inducción de la fructificación. En ese momento, aproximadamente el 70% de los orificios presentaban cuerpos fructíferos. Esta etapa de inducción duró aproximadamente doce días, tras los cuales se volvió a bajar la temperatura am-

AIB

ANTI - INFRINGEMENT BUREAU FOR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS ON PLANT MATERIAL (AIB)

Professional seed companies invest continuously in research and development to create new varieties which are essential for improving the quality of all agricultural products. The development of a new vegetable variety takes 6 to 8 years and sometimes 10 to 12 years. The use of these original varieties is essential to secure quality and traceability of the product obtained from those seeds. Over the past years the vegetable seed sector has seen an increase in the illegal reproduction and distribution of its genetics, resulting in an uncontrollable number of unauthorized end products on the market. A resulting sales decrease leads to less development and innovation in the sector, and the consumer faces uncertainty about the quality of vegetables as plant varieties can no longer be clearly identified. A number of international vegetable seed companies have decided to set up an Association, to prevent and discourage infringements of plant variety rights.

The Anti-Infringement Bureau will pursue the interests of the vegetable seed sector by raising awareness among different stakeholders about the importance of Intellectual Property rights. It will perform general market surveys on infringements and illegal reproductions as well as support investigations in specific cases. As a competence centre for vegetable variety rights, it will provide information and advice to national governments and organizations to discourage and prevent Intellectual Property infringement. It will be established in Brussels and will support vegetable seed companies at least in all European markets.

For this bureau we are looking for a

MANAGING DIRECTOR

The Managing Director (MD) is responsible for establishing and managing the bureau. In close contact with the Supervisory Board, the MD formulates a business plan including projects in relation to key problem areas. During the start up phase, the MD will focus on building a joint knowledge base and creating awareness and commitment in the sector.

He/she will set up the organization by proposing the mechanism of sharing information, decision making, and the coordination of activities. He/she has to develop the expertise amongst the members regarding prevention of infringement of intellectual property rights. The MD will work closely together with members of the Association and is expected to organize cooperation with other organizations with similar objectives and activities and with ESA (European

Seed Association). Besides this, he/she needs to build and maintain an irreproachable reputation in the world of plant material, certification authorities, governmental entities (ministries), seed associations, lawyers and seed dealers.

Profile

The ideal candidate is a business manager (MSc), preferably knowing the seed industry and having experience in handling of infringements. We are looking for an enterprising person who has feeling for legal affairs. By nature our candidate is a networker and communicator who likes to cooperate and build close relationships in the business. He/she has a hands on, pro-active personality with strong persuasive skills. An essential part of the job consists of traveling abroad. He/she speaks English fluently. Having a good command of more languages (French, Spanish or Italian) is an advantage. The MD is willing to work in Brussels.

Information and applications

For more information about this vacancy please contact Anton van Doornmalen, chairman of the AIB Supervisory Board, telephone number +31 174 532 382. You may send your CV and covering letter to Anti-Infringement Bureau, f.a.o. Emillie ten Bokkel Huinink, preferably by e-mail via aib@europeweb.org or to P.O.Box 40, 2678 ZG, De Lier, The Netherlands.

Any commercial activities concerning this advertisement will not be appreciated.

Tabla 5:

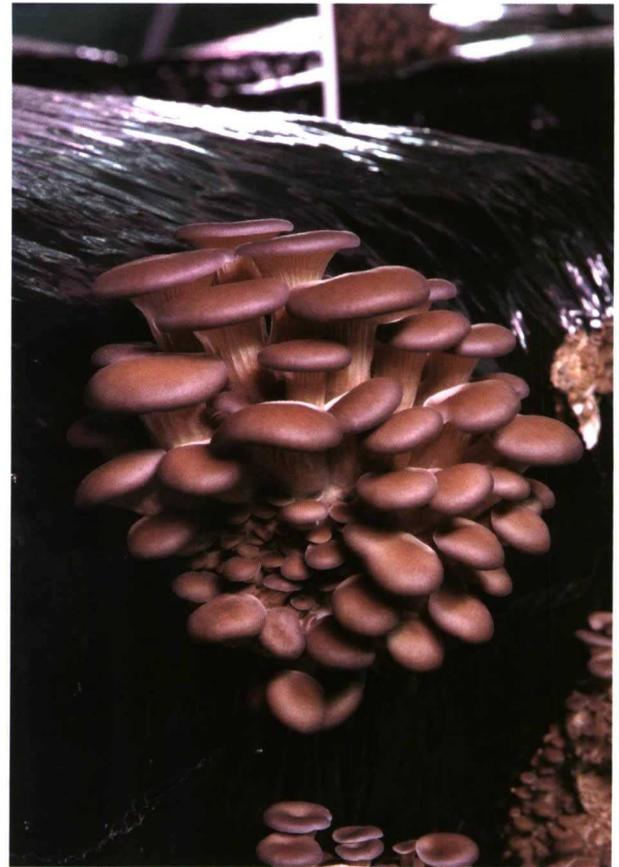
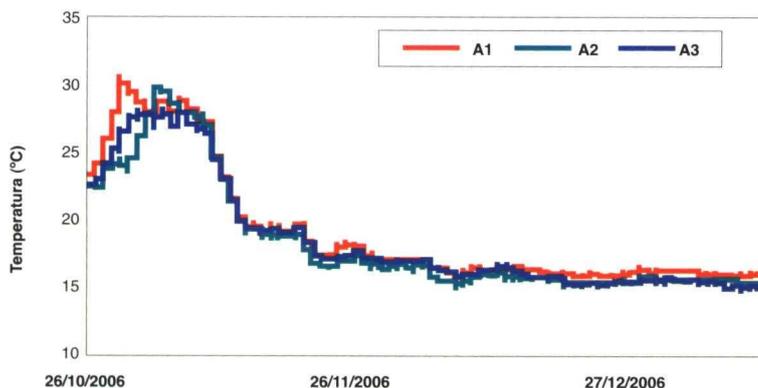
Peso unitario (valor medio \pm desviación estándar) para cada uno de los sustratos ensayados (g/carpóforo).

| Sustrato | n | F1 | Total |
|--------------|-----|---------------------|--------------------|
| Suplemento A | 40 | 13,11 \pm 3,46 a* | 12,41 \pm 2,32 a |
| Control | 40 | 17,00 \pm 5,52 b | 14,51 \pm 3,08 b |
| Suplemento C | 40 | 15,98 \pm 4,53 b | 13,75 \pm 2,60 b |
| Total | 120 | 15,36 \pm 4,84 | 13,56 \pm 2,80 |
| | | p = 0,0004 | p = 0,0025 |

*Letras distintas indican diferencias significativas entre los lotes ($p \leq 0,05$).

Figura 3:

Temperaturas registradas en el interior de tres paquetes de sustrato (A1, A2 y A3) correspondientes al lote con suplemento A.



Aspecto de una piña de *Pleurotus ostreatus* en pleno desarrollo.

biente hasta los 14-15 °C, y se mantuvo así durante la cosecha, hasta el final del ensayo.

Producción y cosecha

La etapa de producción tuvo dos fases claramente definidas en el tiempo: una primera florada, con una duración aproximada de diez días, a partir de la cual se fueron formando primordios de manera constante e ininterrumpida durante más de un mes, hasta que se dio por concluido el ensayo; por tanto, no se apreció una segunda florada claramente definida. Ésta es la razón por la que, a la hora de mostrar los resultados de los diferentes parámetros, se hace una diferenciación entre los valores obtenidos durante la primera florada (F1) y los obtenidos durante todo el ciclo (total).

El cálculo de la eficiencia biológica (Tabla 2), definida como el peso (en kg) de los carpóforos

recolectados por cada 100 kg de materia seca de compost, establece diferencias significativas entre los lotes, con un valor medio muy inferior para el lote control. También se observan diferencias entre los dos lotes suplementados, con un valor significativamente más elevado para el sustrato con suplemento A. Por tanto, la suplementación tiene un efecto positivo, ya que supone un aumento considera-

ble de la eficiencia biológica de los sustratos. La tabla 3 muestra el resultado de someter los datos de producción, antes y después del corte de las setas, al análisis estadístico. Se observa como la producción correspondiente al lote Control es significativamente inferior a la de los lotes suplementados, tanto en la cosecha de la primera florada como al considerar la producción total del ciclo. El incremento de producción detectado en los dos sustratos suplementados fue similar, superando el 27% de la producción total obtenida en el lote Control (27,30% con el suplemento A y 27,69% con el suplemento C).

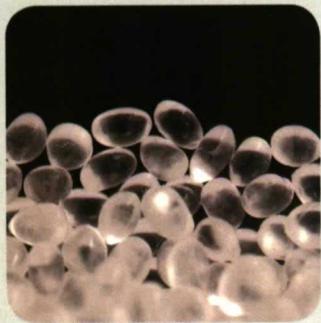
Los valores medios calculados tras el corte muestran una merma o destrío que supera, en los tres casos, el 20% de la producción bruta obtenida; en concreto, un 21,83% para el Control, un 22,73% para el sustrato con suplemento C, y un 23,40% para el sustrato con suplemento A.

Las diferencias de temperatura entre los lotes prácticamente desaparecieron a partir de la etapa de inducción de la fructificación. En ese momento, aproximadamente el 70% de los orificios presentaban cuerpos fructíferos

La experiencia nos hace crecer



www.patilux.it



**Sopla plásticos agrícolas
para agricultura
en cualquier
lugar del mundo**



COMBILUX PATILUX PATILITE PATI-TRI-SOL PATI-DI-LITE IDROEVA INFRALUX PATI-INSIDE COMBILUX PATI



Advanced Technology for Thermoplastic Films
www.patit.it



Las setas correspondientes al lote Control tienen un mayor peso unitario, seguidas por las producidas por el lote con suplemento C

En definitiva, se observa un incremento de producción en los sustratos suplementados, tanto durante la cosecha de la primera florada (F1), como en la producción total del ciclo.

En relación al número de piñas desarrolladas por paquete (Tabla 4), la primera florada presenta valores medios similares para los tres sustratos del ensayo, aunque se obtiene un valor ligeramente superior en el que tiene suplemento A. Sin embargo, a lo largo del mes siguiente a esta primera oleada, se observa un ligero descenso en el número de piñas formadas en el lote Control con respecto a las piñas formadas en los lotes suplementados. Este descenso es el responsable de las diferencias significativas obtenidas al considerar los datos totales del ensayo.

El número de setas por paquete, una vez separadas de las piñas en las que se han formado, queda también reflejado en la tabla



Durante los últimos 30 años se ha desarrollado ampliamente el cultivo de Pleurotus, llegando a ser uno de los hongos comestibles más cultivados.

4. Se observa como el valor medio obtenido para el Control es claramente inferior durante la cosecha de F1, diferencia que se mantiene en la cosecha final. Por otra parte, también se observan diferencias significativas entre los valores medios obtenidos en F1 con los lotes suplementados, aunque en este caso, ese hecho se diluye en la cosecha total.

Calculando el peso unitario por seta, es decir: dividiendo el peso neto por paquete (tras el destrío) entre el número medio de setas cosechadas en el mismo, se obtienen los datos mostrados en la Tabla 5.

Puede verse como, durante F1, el sustrato con suplemento A, que presenta mayor producción y mayor número de setas, muestra un peso unitario medio significativamente inferior con respecto a los otros dos lotes ensayados. Estas diferencias se mantienen en la cosecha total, aunque los valores medios obtenidos se aproximan.

En definitiva, las setas correspondientes al lote Control tienen un mayor peso unitario, seguidas por las producidas por el lote con suplemento C.

Figura 4:

Temperaturas registradas en el interior de tres paquetes de sustrato (B1, B2 y B3) correspondientes al lote Control.

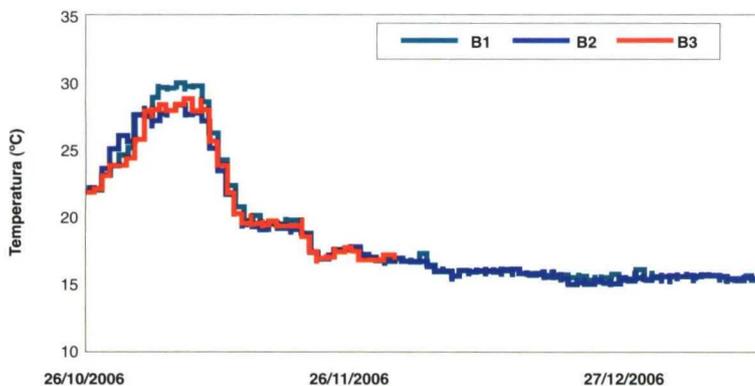
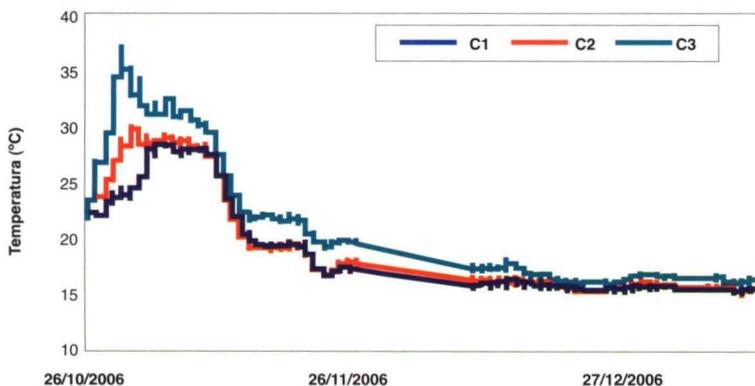


Figura 5:

Temperaturas registradas en el interior de tres paquetes de sustrato (C1, C2 y C3) correspondientes al lote con suplemento C.



Para saber más...

Encontrará este artículo con toda su bibliografía en la página web:

- www.horticom.com?72224