

PRODUCCIÓN DE

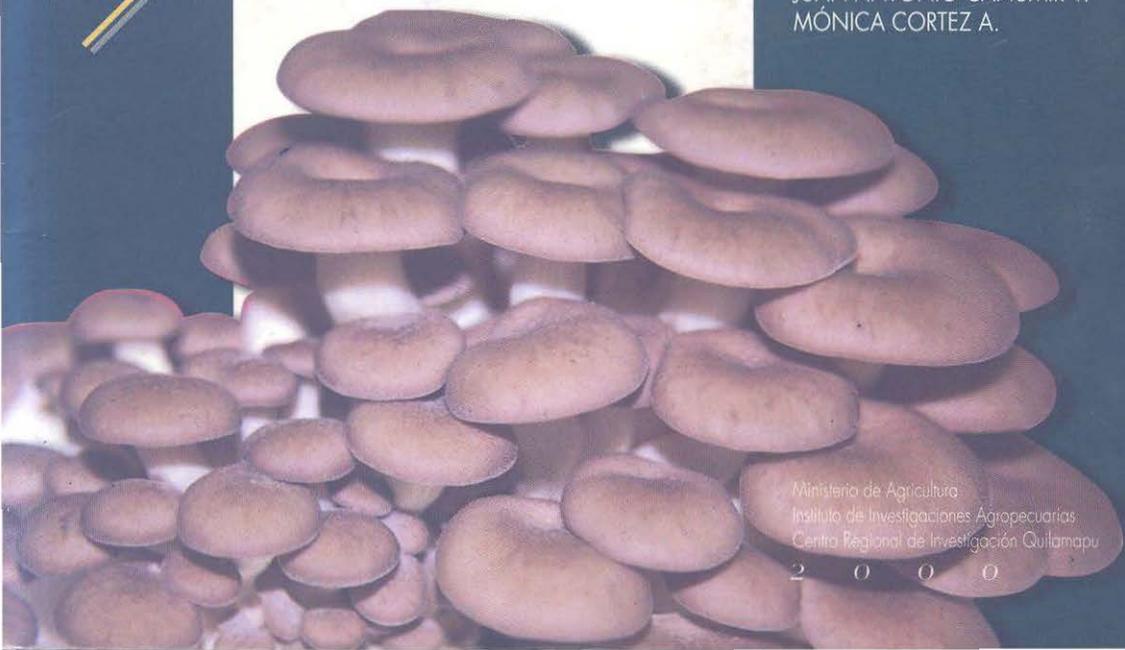
Hongos Ostras

Autores

ANDRÉS FRANCE I.
JUAN ANTONIO CAÑUMIR V.
MÓNICA CORTEZ A.

Ministerio de Agricultura
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Centro Regional de Investigación Quillamapu

2 0 0 0





GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA QUILAMAPU



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA QUILAMAPU

PRODUCCIÓN DE

Hongos Ostras



Andrés France I.

Centro Regional de Investigación Quilamapu

Juan Antonio Cañumir V.

Universidad de Concepción - Sede Chillán

Mónica Cortez A.

Centro Regional de Investigación Quilamapu

Autores:

Andrés France I.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
Fitopatólogo
Centro Regional de Investigación Quilamapu

Juan Antonio Cañumir V.
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.
Postcosecha
Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción

Mónica Cortez A.
Ayudante de Investigación
Centro Regional de Investigación Quilamapu

Director Regional:
Hernán Acuña Pommiez

Comité editor regional:
María Inés González A., Ingeniero Agrónomo, M.S.
Germán Klee G., Ingeniero Agrónomo.
Gustavo Morales Sch., Ingeniero Agrónomo.
Claudio Pérez C., Ingeniero Agrónomo., Ph.D.
Hugo Rodríguez A., Periodista

Edición:
Hugo Rodríguez A.

Boletín INIA N° 23

Este boletín fue editado por el centro Regional de Investigación Quilamapu, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y el autor.

Cita bibliográfica correcta:
France I., Andrés; Cañumir V., Juan Antonio; Cortez A., Mónica. 2000.
Producción de Hongos Ostras
Chillán, Chile.
Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
Boletín INIA N° 23. 32 p.

Diseño y Diagramación:
Ricardo González Toro

Impresión:
Impresora Trama

Cantidad de ejemplares: 1.000

Chillán, 2000.

Índice de Contenidos

I. Introducción	5
II. Antecedentes del cultivo y consumo de hongos comestibles	7
III. Producción de semillas	13
3.1. Búsqueda de <i>Pleurotus</i> nativos	13
3.2. Creación de una micoteca de <i>Pleurotus</i> nativos	14
3.3. Producción de semillas	16
IV. Producción de hongos ostras	21
4.1. Preparación del sustrato	21
4.2. Pasteurización	22
4.3. Siembra de hongos ostras	23
4.4. Incubación o colonización del hongo ostra	24
4.5. Inducción de sombreros de hongos ostras	25
4.6. Cosecha de hongos ostras	27
4.7. Envasado y embalaje de los hongos	29
4.8. Almacenaje de los hongos	29
V. Literatura citada	31

I. Introducción

El cultivo de hongos comestibles ha significado fuente de alimentos, desarrollo agrícola y formación de agroindustrias en muchos lugares del mundo. En países asiáticos, estas producciones son manejadas por pequeños agricultores mediante el reciclaje de sus residuos vegetales y aprovechando la alta demanda de mano de obra que requiere esta actividad.

Algunas especies de hongos son apetecidas por su sabor y calidad, alcanzando un elevado precio en el comercio mundial. Tal es el caso de las especies del género *Pleurotus* spp., más conocidos como hongos ostras, las que se caracterizan por ser capaces de crecer y multiplicarse sobre residuos vegetales lignificados, tales como pajas y madera.

Cientos de toneladas de pajas de cereales y aserrín de madera son desperdiciados anualmente en Chile, creando, muchas veces, un problema ambiental al existir la tendencia de quemar esos residuos como una forma de eliminarlos. Esta situación es, sin embargo, factible de revertir mediante la incorporación de nuevos sistemas productivos agro-industriales, como el cultivo de hongos comestibles, lo que transforma un problema en una oportunidad de negocio.

En tal sentido, la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción y el INIA Quilamapu, con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), están desarrollando el proyecto "Identificación, domesticación y producción de hongos ostras (*Pleurotus* spp.)", en diferentes zonas del país entre la VI y VIII regiones. El estudio contempla, además, evaluar diferentes métodos de elaboración (deshidratado, conservas, pastas, congelado) y conservación en fresco de los hongos, de manera de aumentar el valor agregado del producto final. Con el objeto de transferir en forma práctica los métodos de cultivo del hongo ostra, se exponen los antecedentes generales y parte de los resultados de este proyecto se resumen en el presente Boletín.

II. Antecedentes del cultivo y consumo de hongos comestibles

El consumo de hongos comestibles es, probablemente, tan antiguo como la existencia del hombre en la Tierra. Apreciados por su excelente sabor y propiedades medicinales, su consumo fue considerado un plato de reyes y su comercialización objeto de materia legal durante el Imperio Romano (Vedder, 1991). En un comienzo, todo el consumo de hongos dependía de la aparición repentina y explosiva de estos organismos en forma silvestre, lo cual le daba cierto aire divino y maléfico (Foto1).

A pesar de la importancia de los volúmenes de hongos silvestres colectados actualmente en el mundo, este método de producción es muy irregular, estacional y dependiente de las condiciones climáticas. Además, se encuentra en franca disminución, debido a la destrucción progresiva de los bosques silvestres y a la creciente contaminación de los suelos (García, 1991).



Foto 1. Presencia de hongos silvestres en bosque nativo.

A pesar de que los primeros antecedentes de cultivos artificiales de hongos datan del año 600 D. C. con el hongo *Auricularia* (orejas de palo) en Asia (Oei, 1991), no es sino hasta el año 1650, en Francia, cuando se inician los primeros intentos de cultivo artificial del champiñón de París (*Agaricus* spp.), dando

origen a una industria que se mantuvo en secreto y restringida solamente a ese país (Farr, 1983; García, 1991). Los primeros intentos de cultivo del champiñón fueron realizados en los mismos substratos en los que crecían estos organismos, para lo cual se utilizaron pajas y estiércol de animal, almacenados en cuevas o lugares sombríos, y con resultados erráticos (Vedder, 1991). Sin embargo, el desarrollo de la micología y ecología de los hongos, junto con el creciente interés por el consumo y desarrollo de estos cultivos artificiales, permitió, paulatinamente, mejorar la industria de hongos comestibles.

Actualmente, se cultivan en forma artificial unas 30 especies de hongos. De acuerdo a la International Society for Mushroom Science, de Inglaterra, en el mundo se producen más de dos millones de toneladas de hongos cultivados cada año. Su número y producción van en aumento por variadas razones, entre ellas: se evita la estacionalidad del producto; la calidad de los hongos cultivados es, en general, mejor que los silvestres; el producto es más homogéneo y no hay peligro de intoxicación por desconocimiento o mezcla de hongos (Oei, 1991; Farr, 1983, García, 1991). Vale la pena recordar los casos de intoxicación y muerte por consumo de hongos venenosos en el país, siendo los más recientes en 1999, con la intoxicación y muerte de miembros de una familia por consumir *Amanitas* colectadas en una zona cercana a Linares.

Otro factor que debe tenerse en cuenta para evitar el consumo de hongos silvestres, obedece a que estos organismos son grandes absorbedores de compuestos inorgánicos y orgánicos, acumulando en sus tejidos las moléculas existentes en el substrato en que crecen. De este modo, pueden hacerse tóxicos los hongos comestibles que crecen en zonas con acumulación de pesticidas, que reciben lluvia ácida, que surgen cerca de basurales, zonas con alto tráfico automovilístico y áreas industriales (Paccionni, 1982).

Entre los hongos cultivados, las especies del género *Pleurotus* han sido seleccionadas por sus facilidades de cultivo, comparadas con el tradicional *Agaricus bisporus* (champiñón de París), y la gran disponibilidad de substratos para su crecimiento. *Pleurotus* pertenece al orden Agaricales, subdivisión Basidiomycetes, donde se encuentran importantes géneros de hongos superiores. Se caracteriza por presentar un gran carpóforo (sombrero) carnoso, con forma de abanico semicircular, excéntrico al estipe (pie), de diferentes colores: blanco, gris, azulado o café; laminillas blancas a amarillas, gruesas y descendentes por el estipe; el pie cuando está presente es grueso, curvado, corto y blanco (Foto 2) (Moore, 1990). Se han descrito 20 especies de *Pleurotus*, siendo la mayoría de ellas comestibles (Knof, 1989; Oei, 1991; Jordan, 1995). Sin embargo, desde el punto de vista de las especies domesticadas, las más cultivadas son *P. abalonus*, *P. cornucopiae*, *P. Eryngii*, *P. opuntiae*, *P. ostreatus* y *P. pulmonaris* (García, 1991; Oei, 1991).

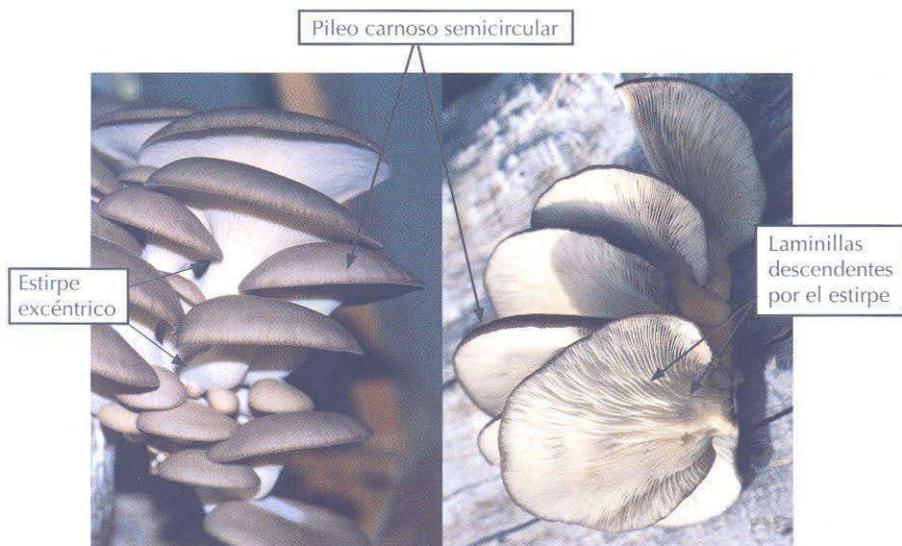


Foto 2. Características morfológicas del cuerpo frutal de *Pleurotus*.

Entre las numerosas ventajas del cultivo del *Pleurotus*, se puede señalar que:

- Sus principales substratos de crecimiento son residuos vegetales ricos en ligninas, tales como maderas, cáscaras y pajas de cereales, lo cual permite utilizar un residuo muy barato y fácil de conseguir.
- Es un gran colonizador capaz de desplazar otros organismos, lo cual requiere menos energía para eliminar probables contaminantes.
- Su crecimiento es rápido, produciendo un rendimiento promedio de 20% del peso del substrato que lo contiene.
- La consistencia del carpóforo o sombrero del hongo es superior a la mayoría de los otros hongos comestibles, por lo que su vida de postcosecha es más prolongada.
- Por ser un producto menos cultivado que el champiñón, su precio es superior en el mercado nacional e internacional.
- El consumo de este hongo tiene propiedades medicinales, destacándose como anticancerígeno y reductor de colesterol en la sangre (Bobek y Galbavy, 1999; Jong-Kim, *et al.*, 1999).

Otra ventaja de la producción de hongos ostra está directamente ligado al término del proceso de producción de carpóforos. En este estado, el substrato remanente está compuesto por un material vegetal al cual se le ha degradado gran parte de la celulosa y lignina, quedando completamente invadido por el micelio del hongo. Desde el punto de vista productivo, este substrato podría tener dos destinos: derivar en alimento para animales o convertirse en abono orgánico. En el primer caso, la paja, al perder gran parte de los carbohidratos insolubles, se transforma en un material fácilmente digerible para animales rumiantes, reforzado por la gran cantidad de nutrientes que aportaría el micelio del hongo. Oei (1991) menciona para *P. ostreatus* la siguiente cantidad de nutrientes medidos en porcentaje de peso seco: 25% proteína cruda; 58% carbohidratos totales; 11,5% de fibra; 1,6% de grasa; 9,3% de cenizas y un aporte energético de 265 kcal/100 g de materia seca. Esta cantidad de nutrientes en el micelio del hongo, más una paja pobre en celulosa y lignina, sugieren un subproducto de alto potencial en nutrición animal que debiera ser valorado.

Otra ventaja del subproducto, es la menor proporción carbono/nitrógeno (C/N) que presenta la paja o aserrín luego del crecimiento y producción de *Pleurotus*, resultando un substrato de fácil descomposición en el suelo, y con alternativas de uso como mulch o compost. Su incorporación al suelo tiene efecto en la sanidad de los cultivos, ya que *Pleurotus* posee propiedades nematológicas, al atrapar y matar nemátodos mediante toxinas secretadas por el micelio (Hibbett y Thorn, 1994), aumentando, aún más, el valor del residuo.

Situación del Hongo Ostra en el País

En Chile se han descrito dos especies de *Pleurotus*: *P. ostreatus* y *P. sutherlandii*, localizándose la primera en la zona central y, la segunda, en la zona austral del país (Lazo, 1982 y 1983). A pesar de su existencia, este hongo no es recolectado y el público en general desconoce su potencial como hongo comestible. Además, tampoco se han realizado prospecciones e identificaciones más intensivas sobre este hongo, con el objeto de seleccionar material adaptado a nuestras condiciones. En cambio, sí se están realizando introducciones de especies y variedades extranjeras, con el consiguiente pago de patentes, despreciando una fuente de diversidad biológica propia y adaptada al país. En todo caso, observaciones realizadas en la zona central, y en especial en la Provincia de Ñuble, han permitido constatar la existencia de numerosos ejemplares de *Pleurotus*, creciendo en troncos o tocones de álamo, sauce y castaños. Ejemplares de más de tres kilos y 40 cm de diámetro se han colectado en las comunas de El Carmen, Chillán, Coihueco y Pemuco, de la provincia de Ñuble, los cuales han dado origen a cultivos experimentales del hongo en INIA-Quilamapu (Foto 3).



Foto 3. Ejemplar silvestre de 4 kilos, colectado en Ñuble.

Actualmente, Chile produce hongo ostra, aunque en muy bajas cantidades (18 ton anuales) comparada con las 7.400 ton del champiñón (Alcaino, 1996). Sin embargo, el aumento en las condiciones de consumo ha sido lento para ambos por falta de promoción y desconocimiento de su elaboración culinaria. En todo caso, el desarrollo de este tipo de hongo se torna muy recomendable, en especial para pequeños agricultores, ya que su cultivo requiere de baja inversión y es más fácil de cultivar que otros hongos. Este aspecto permite educar a los potenciales productores en el cultivo de hongos comestibles, de manera de incorporar, con el tiempo, otras especies más delicadas y valiosas.

III. Producción de semillas

3.1. Búsqueda de *Pleurotus* nativos

Quien se inicie en esta actividad y desee cultivar su propia variedad, debe partir por aislar una buena cepa nativa. Sombreros de *Pleurotus* pueden ser encontrados en tocones de diferentes especies de árboles. En la zona centro sur se ha podido encontrar, con relativa facilidad, en álamos, sauces, sauce argentino, moreras y acacios (Foto 4). La mejor época de recolección es durante el otoño y hasta el inicio de primavera, especialmente después de 2 a 3 días de una lluvia. Los carpóforos deben colectarse tiernos, ya que muy maduros se encuentran contaminados con bacterias lo que dificulta su posterior cultivo en laboratorio.



Foto 4. *Pleurotus ostreatus* en tronco de álamo muerto.

Es conveniente clasificar los hongos colectados por su ubicación, huésped, color, tamaño y cualquier otra característica de interés. Hay que tener presente que un árbol o tocón puede producir por varias temporadas, lo que permite colectar nuevamente en temporadas sucesivas en caso de pérdida de la colecta inicial.

3.2. Creación de una micoteca de *Pleurotus* nativos

La mejor manera de mantener una colección de *Pleurotus* nativos es mediante el cultivo del micelio. Los sombreros o capóforos del hongo consisten en un conjunto de hifas (células del hongo) que crecen en forma compacta y forman un pseudotejido con la forma típica de la parte comestible del hongo. Cuando se cultiva un trozo de ese carpóforo en un medio artificial, el hongo asume un crecimiento vegetativo, es decir sus hifas crecen sobre este medio. Al conjunto de hifas se le denomina micelio. El medio artificial se realiza en placas de vidrio, conocidas como placas de Petri, que contienen en su interior un medio nutritivo estéril que permite el desarrollo del hongo, sin competencia de otros microorganismos (Foto 5). Existen numerosos medios artificiales para el cultivo de hongos, siendo los más frecuentes para el caso de *Pleurotus*, los medios de agar papa dextrosa (APD) y agar malta (AM).

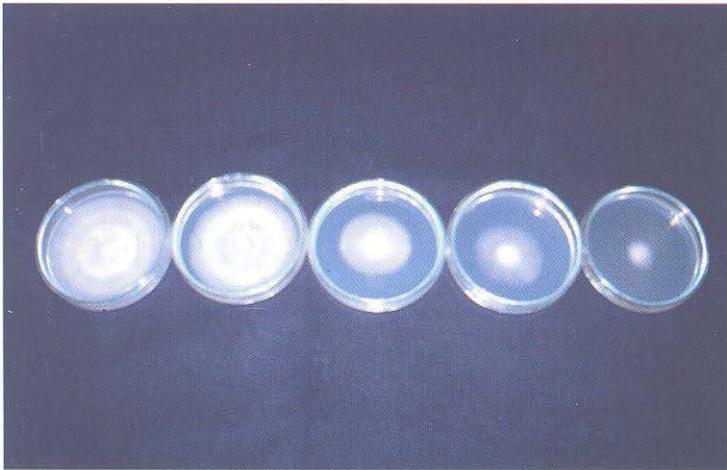


Foto 5. Desarrollo de una colonia de *Pleurotus* sp. en placas Petri.

Una vez cultivado el hongo en el medio artificial, los micelios deben ser guardados en forma permanente, constituyendo las cepas madres, las que posteriormente darán origen a los cultivos de semillas. Con el objeto de ocupar menos espacio y medios, los micelios pueden ser

cultivados en tubos de ensayo con el mismo medio de las placas de Petri, y una vez que el hongo se ha desarrollado en su interior, se pueden almacenar en frío (0°C). Otra alternativa más eficiente, pero más cara, es la criopreservación. Se trata de un proceso mediante el cual se puede mantener, en forma indefinida, organismos vivos a bajas temperaturas (-196°C), sumergidos en estanques con nitrógeno líquido (Foto 6). El método permite asegurar las características originales del hongo colectado, sin necesidad de traspasos continuos, evitando de esa manera que el hongo se acostumbre a crecer sobre medio artificial y pierda las cualidades de colonizar substratos ricos en lignina y celulosa.



Foto 6. Contenedor de nitrógeno líquido.

3.3. Producción de Semillas

Se denomina semilla a la forma en que el micelio es inoculado en un sistema productivo. En el caso que el substrato lo constituyan pajas, u otros residuos de similares características, se utiliza como semilla granos de cereales colonizados por el hongo (Foto 7). En caso que el substrato lo constituyan troncos, la semilla la forman tarugos colonizados por el hongo (Foto 8). Para la producción masiva de semilla se sigue una secuencia como la que se presenta en el Esquema 1.



Foto 7. Producción de semilla de *Pleurotus* en granos de cereales.



Foto 8. Producción de semilla de *Pleurotus* en tarugos de madera.

Esquema 1. Producción de semillas de hongos ostra.



La selección de granos busca elegir aquellos que se encuentren limpios, de buena calidad, sin residuos de productos químicos o contaminados con hongos o insectos. Aunque parezca obvio, se debe recordar que no se pueden utilizar granos desinfectados tratados con fungicidas u otros pesticidas, ya que afectarán el desarrollo de *Pleurotus*. De preferencia se utiliza avena o centeno, ya que los granos no tienen el problema de abrirse durante la esterilización. También es conveniente elegir granos que provengan de siembras libres de aplicaciones de fungicidas, ya que eventuales residuos internos pueden inhibir el desarrollo del hongo.

Respecto a los tarugos, éstos deben ser de la misma especie que se va a inocular posteriormente. Un tamaño óptimo de tarugo es aquel de una pulgada de largo por 10 mm de diámetro, aunque pueden tener otras dimensiones.

La etapa del lavado persigue eliminar polvo e impurezas por flotación. Esto requiere abundante agua que se hace circular sobre los granos. Los tarugos no requieren de lavado. Tanto semillas como tarugos se envasan en frascos que permitan ser esterilizados. Un tipo óptimo son los frascos de vidrio de un litro de capacidad que se utilizan para conservas. La tapa es reemplazada por un fieltro grueso y papel, de manera que permita el intercambio gaseoso junto con mantener una barrera para los contaminantes externos (ver Foto 7).

La esterilización de granos o tarugos se realiza en autoclaves a una temperatura de 121°C durante una hora. Hay que tener presente que, las ollas a presión caseras no están diseñadas para alcanzar tales temperaturas (dependiendo del grosor de las paredes, las ollas corrientes pueden lograr hasta 115°C). Esterilizaciones a menores temperaturas corren el riesgo de que los granos mantengan una población de microorganismos, especialmente endosporas bacterianas que, aunque en bajas poblaciones, pueden colonizar rápidamente los granos o competir posteriormente con el hongo, provocando un total fracaso del cultivo.

El material esterilizado debe usarse de inmediato, una vez que se enfríe. No es conveniente almacenar material estéril, ya que es muy fácil su re-contaminación. Sólo debe ser esterilizada la cantidad que va a ser sembrada. Para la siembra se requiere de una cámara estéril, de preferencia una campana de flujo laminar, la cual desplaza aire estéril hacia el operador, evitando la entrada de aire contaminado al material a sembrar. Aunque menos recomendable, la campana de flujo puede ser reemplazada por un gabinete estéril, tipo campana de vidrio, dentro del cual se puede trabajar ayudado de mecheros y una base humedecida de solución de cloro o alcohol. El éxito para ambos casos depende de la asepsia con que trabaje el operador.

Para la siembra de los frascos se utiliza una colonia del hongo en activo crecimiento, el cual proviene de una placa Petri completamente colonizada que se estuvo incubando a 24°C y obscuridad total por aproximadamente 15 días (Foto 9).



Foto 9. Colonias de hongos en placas Petri dentro de cámara de incubación.

La colonia se deposita dentro de los frascos con granos o tarugos y se incuba en cámaras a temperatura constante de 24°C y oscuridad (Foto 10), por aproximadamente 15 días o hasta que el sustrato se haya colonizado completamente (Fotos 7 y 8). En el caso de los tarugos, la colonización completa puede tardar unos 30 días.



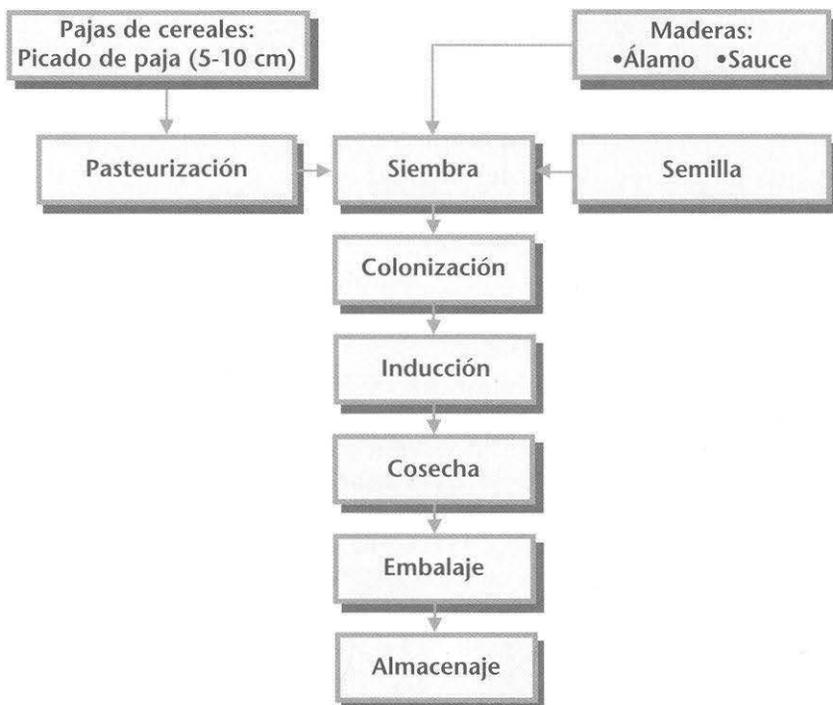
Figura 10. Cámara de producción de semilla de *Pleurotus* sp.

Al final de la incubación, los granos o tarugos se disgregan y envasan en bolsas de papel. Si no son ocupados de inmediato, se pueden guardar en refrigeración (5°C). Dentro del proyecto se han evaluado semillas almacenadas por seis meses en las condiciones anteriores, las cuales son capaces de colonizar activamente. Sin embargo, se debe preferir semillas recién cosechadas ya que poseen mayor juvenilidad y activo crecimiento.

IV. Producción de hongos ostras

Para la producción de hongos ostras, se debe considerar el flujo de las diferentes etapas que aparecen en el Esquema 2.

Esquema 2. Producción de hongos ostra.



4.1. Preparación del sustrato

Se pueden utilizar como sustrato todos aquellos vegetales, parte de ellos o subproductos ricos en ligninas, como pajas de cereales, maderas, aserrín, subproducto de agroindustria (hojas, desechos de maíz, etc.). Respecto al uso de maderas o aserrín, se debe utilizar maderas blandas como álamo y sauce. Especies como pinos o eucaliptos pueden ser colonizadas, pero la notoria presencia de resinas puede dar como resultado la obtención de un producto con gustos fuertes y desagradables. En el caso de utilizar troncos, éstos deben estar con la corteza y tener de 3 a 6 meses de corte.

- **Humedad:** Para el buen desarrollo del hongo, se debe proporcionar un sustrato húmedo, cercano al 75 % en el caso de pajas. Cuando se ocupan troncos recién cortados, se debe esperar que las trozas dejen de botar resinas u otras secreciones propias del corte.
- **Dimensiones de las trozas:** El diámetro de los troncos no es una limitante. En general se utilizan troncos mayores a 5-7 cm, ya que con diámetros menores se obtienen rendimientos bajos. Con respecto al largo, un buen criterio es cortar las trozas a dimensiones que sean fáciles de manipular, por ejemplo 1 m de largo.
- **Picado de pajas:** Las pajas se pican en trozos de 5 a 10 cm de longitud, con el objeto de aumentar la superficie de contacto y facilitar la colonización. Pajas de longitud menor pueden provocar una compactación del sustrato produciendo condiciones de escasa aireación.

4.2. Pasteurización

Este proceso sólo se realiza cuando se utilizan pajas. Las formas de pasteurizar pueden ser muy variadas, siendo las más comunes el uso de agua caliente (90° C) o vapor (Figura 1). El tiempo depende del estado del sustrato. Si éste no es de buena calidad, se debe aumentar el tiempo de exposición. Pajas relativamente limpias y recogidas inmediatamente después de la cosecha de los granos, pueden ser pasteurizadas en 30 a 45 minutos a 90°C. En la práctica, las pajas se sumergen en agua y cuando el agua hierve se contabilizan los 30 minutos. Hay que evitar el uso de pajas contaminadas (con coloraciones oscuras), ya que la experiencia del proyecto indica que por más tiempo de pasteurizado que se le dedique, igual terminan contaminándose.

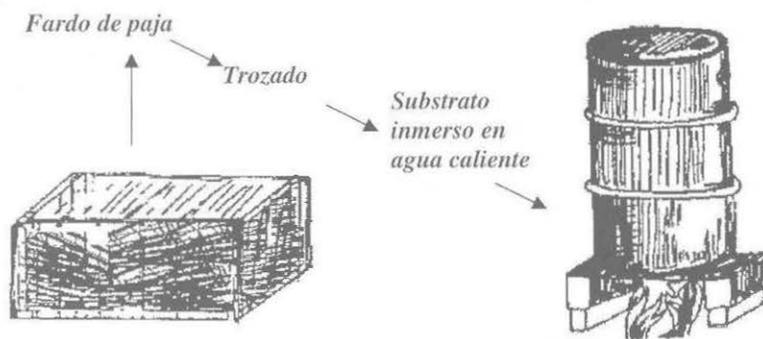


Figura 1. Esquema del pasteurizado con agua caliente.

4.3. Siembra de hongos ostras

Siembra en pajas u otro material pasteurizado.

La siembra consiste en inocular el sustrato con la semilla, tan pronto se ha pasteurizado. Una correcta siembra se caracteriza por una buena distribución de la semilla, mediante la agregación de capas ordenadas de semilla y sustrato dentro del contenedor que puede ser una bolsa plástica. El tamaño de la bolsa puede ser variable y adaptada a las condiciones del lugar. Sin embargo, las mangas de polietileno transparentes que permitan diámetros de 50 cm son las óptimas. El largo dependerá de si se utilizan estanterías o si se realiza el cultivo en columnas, con lo cual se optimiza el uso del espacio. Un detalle importante al momento de la siembra es cuidar que la temperatura del sustrato haya bajado a 30°C para evitar daño a la semilla. En la práctica, se debe sentir ligeramente tibio al tacto.

Siembra en trozas de madera.

Para sustratos constituidos por troncos se utilizan tarugos como semilla, los cuales deben ser de la misma especie de la troza a inocular. Los troncos se perforan con taladro y brocas del mismo diámetro del tarugo a sembrar, de manera que éstos entren apretados dentro de la perforación (Foto 11). Posteriormente, los agujeros son sellados con cera o papel engomado para evitar la deshidratación de la superficie (Foto 12).



Foto 11. Inoculación de tarugos en troncos de álamo.



Foto 12. Los tarugos se introducen a mano o con martillo y luego se sellan.

Dosis de semilla.

Para el caso de semillas en granos, la dosis comercial varía entre el 1 al 2% del peso húmedo del sustrato. Cuando se usan troncos, se utilizan tarugos distanciados en 10 - 15 cm entre ellos y en forma alternada, distribuidos en dos o más hileras, de manera de cubrir equidistantemente la superficie del tronco (Cuadro 1). En consecuencia, la cantidad de tarugos depende del diámetro y largo del tronco a inocular.

Cuadro 1: Número de hileras y perforaciones por trozas de 1 m de largo.

Diámetro tronco / cm	6	8	10	12	15	18	21
Nº de hileras / troza	2	3	4	5	6	7	8
Nº perforaciones/troza	13	20	26	32	38	44	50

Cuidados de post siembra del cultivo.

Cuando se realiza la pasteurización por medio de agua caliente, el sustrato debe eliminar el exceso de agua libre que generalmente queda en el fondo de la bolsa de siembra. De lo contrario, se corre el riesgo de provocar condiciones de anaerobiosis e inducir una fermentación láctica que inhibe el desarrollo de *Pleurotus*. Para evitarlo, las bolsas son pinchadas en su base después de 1 ó 2 días de sembradas, permitiendo la salida del agua acumulada. La fermentación láctica es fácil de detectar por el olor ácido o a levaduras que se produce.

4.4. Incubación o Colonización del hongo ostra

El objetivo de esta etapa es proporcionar las condiciones al hongo para que invada el sustrato lo más rápido posible. Esta etapa dura normalmente unas 3 semanas, dependiendo de la temperatura de incubación. Las condiciones son las siguientes:

- **Humedad:** En caso que en la siembra se utilice bolsas plásticas, la humedad ambiental no es tan importante, ya que el envase plástico mantiene una humedad adecuada para el desarrollo del micelio.
- **Temperatura:** El desarrollo óptimo se logra con una temperatura en el sustrato de 24°C. Temperaturas menores provocan un retardo en el crecimiento y colonización del hongo, mientras que temperaturas mayores pueden matar el micelio (cocimiento).

- **Luminosidad.** En esta etapa el hongo no necesita luz. Esto quiere decir que se debe acondicionar una sala en total oscuridad, lo cual evita la entrada de insectos y paralelamente permite un ahorro de energía.
- **Aireación.** Esta puede ser mínima, ya que el hongo soporta altas concentraciones de CO_2 , hasta 20.000 ppm (el aire que respiramos contiene normalmente 330 ppm). Entonces, resulta suficiente realizar repetidas perforaciones en la bolsa con una aguja gruesa, la que previamente debe haber sido flameada para evitar contaminaciones.
- **Cuidados.** En caso de utilizar bolsas, éstas deben ser perforadas al 2º ó 3º día después de haber sembrado, para permitir cierta aireación. También es deseable rotar o mover las bolsas durante la primera semana de incubación para facilitar el drenaje del agua interna. Las bolsas deben ser inspeccionadas diariamente con el fin de comprobar un desarrollo del micelio libre de contaminación (Foto 13).



Foto 13. Bolsas colonizadas con *Pleurotus*.

4.5. Inducción de sombreros de hongos ostras

Es en esta etapa donde se inducen los sombreros, también conocidos como carpóforos o basidiocarpos. Para ello se entregan estímulos al hongo (cambios bruscos de luz, temperatura y aireación) que desencadenan un proceso irreversible de inducción de botones que, posteriormente se transformarán en sombreros. Los cuidados en esta etapa son los siguientes:

- **Humedad.** La humedad relativa es muy importante en esta etapa, ya que los sombreros están expuestos al medio y son muy fáciles de deshidratar. La humedad de la sala debe estar entre 85 a 95 %, lo cual se puede lograr manteniendo el piso mojado y/o el uso de nebulizadores. Es importante no utilizar agua clorada al rociar los substratos.
- **Temperatura.** La temperatura es uno de los estímulos que necesita *Pleurotus* para producir los basidiocarpos. En esta fase, el hongo se estimula bajando la temperatura a un rango de 15 a 18°C. El uso de agua fría para humedecer el ambiente puede bajar la temperatura hasta los valores señalados.
- **Aireación.** La sala de producción debe disponer de una buena aireación, para que el contenido de CO₂ esté siempre por debajo de las 1.000 ppm. En el caso de producción en bolsas, es obligatorio que éstas sean removidas o bien que se les realice grandes perforaciones, lo cual permite airear el substrato y favorecer la inducción. Si la producción se realiza en salas herméticas, se debe renovar el volumen de aire sin utilizar, al menos 4 veces cada hora. Los substratos o salas con mala aireación producirán sombreros más pequeños y con un pie más largo y grueso (Foto 14).



Foto 14. Carpóforo con un pie grueso y más largo de lo normal producto de mala aireación de la sala de producción.

- **Luminosidad.** Este factor tiene directa incidencia en la coloración de los sombreros y tamaño del pie. A mayor luminosidad, la intensidad del color del carpóforo aumenta y la relación sombrero/pie disminuye. Sin embargo, el exceso de luz (mayor a 2.000 lux/hora) causa una disminución de botones hasta desaparecer del todo. El óptimo de la luminosidad se encuentra en 400 lux en ciclos de 12 horas/día, aunque hay que tener presente que existen variaciones en las distintas variedades de *Pleurotus*. De manera sencilla se puede obtener la luz adecuada dejando ventanas, debidamente aisladas, en la sala de producción y cuidando que a través de ellas no entren los rayos solares en forma directa.

4.6. Cosecha de hongos ostras

Un sistema productivo bien manejado puede llegar a producciones que corresponden a un 20% del peso del substrato húmedo. Los criterios de cosecha van a depender del destino de la producción. En todo caso, un buen tamaño para fresco son los sombreros con un diámetro de 7 a 10 cm. Sin embargo, se debe considerar que sombreros más pequeños son apropiados para coctelería y los más grandes para procesamiento (Foto 15). En cualquier caso, el sombrero debe ser cosechado antes que se extienda por completo su borde, de lo contrario, el hongo puede estar muy maduro, disminuyendo su calidad y liberando grandes cantidades de esporas que afecta a los cosecheros (Foto 16).



Foto 15. Carpóforos en distintos estados de crecimiento.



Foto 16. Carpóforos sobremaduros, con el borde extendido y partiduras.

Forma de cosechar

Los sombreros se pueden presentar en los substratos, en forma individual o en ramilletes (Fotos 15 y 16), por lo que la cosecha se puede realizar cortando individualmente cada sombrero, una vez alcanzado el diámetro deseado, o cortar todo el ramillete una vez que el máximo de los sombreros alcance el tamaño deseado. El corte debe ser lo más limpio posible, utilizando cuchillos afilados. Esto evita la contaminación y favorece la siguiente emergencia de carpóforos.

Higiene: Se debe tener cuidado en desinfectar los utensilios de cosecha para evitar propagar cualquier contaminante. Especial énfasis se debe tener en:

- (a) Limpieza de manos y guantes.
- (b) Limpieza y desinfección de mesones, bandejas y baldes.
- (c) Almacenamiento limpio del material de embalaje.

Una cosecha limpia evitará contaminar los substratos y obtener una nueva producción de sombreros sanos.

4.7. Envasado y Embalajes de los hongos

El embalaje de los sombreros debe ser con las laminillas hacia arriba (Foto 17). De esa manera se evita que caigan esporas y manchen los sombreros que se encuentran más abajo en el recipiente de embalaje.



Foto 17. Bandejas conteniendo 200g de hongos cada una.

Diferentes tipos de embalajes pueden ser utilizados, pero lo más recomendable para los hongos frescos es el uso de:

- a) Bandejas de poliestireno, perforada y no perforada.
- b) Film plásticos de PVC y con permeabilidad selectiva:
 - Espesor: 13 μ
 - Permeabilidad al vapor de agua 150 g/m²/24 h
 - Permeabilidad al O₂ de 13.000 cm³/m²/24h
 - Permeabilidad al CO₂ de 8.000 cm³/m²/24h

4.8. Almacenaje de los hongos

Una vez embalados, los hongos deben ser almacenados en un lugar limpio, refrigerado y con las siguientes condiciones:

- (a) Alta humedad (85%)
- (b) Temperatura entre 0-5°C

- (c) Ventilado
- (d) Contenido de CO₂ entre 0-15%
- (e) Tiempo de almacenado 1 a 2 semanas

Las etapas anteriores corresponden a la secuencia normal de producción, la cual puede ser variada dependiendo de las facilidades que posea el productor y su capacidad de mejorar la faena. Al final de la cosecha y cuando el substrato se encuentra agotado y no produce más carpóforos, éstos se descartan, evitando acumularlos cerca de la faena productiva, ya que pueden ser fuente de contaminaciones por insectos y otros hongos, los que eventualmente pueden ingresar a las salas de producción. El uso óptimo de estos desechos debiera considerar el consumo animal o material para compost, aprovechando que el substrato agotado es pobre en lignina, hemicelulosa y celulosa, y rico en hidratos de carbono solubles y proteínas (Akhmedova, *et al.*, 1994).

V. Literatura citada

- Akhmedova, Z. R.; O. P. Beletskaya; G. N. Dalimova; M. M. Khalikova; M. N. Azimkhodzhaeva; K. D. Davranov and A. Sharipova. 1994.** Selection and cultivation of cellulose- and lignin-degrading fungi. *Microbiology* 63(5): 523-527.
- Alcaino, M. (ed.) 1996.** Introducción de nuevas especies de hongos comestibles. Estudio de mercado FIA, Ministerio de Agricultura. 201 p.
- Bobek, P. and S. Galbavy. 1999.** Hypocholesterolemic and antiatherogenic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rabbits. *Nahrung* 43(5):339-342.
- Farr, D. F. 1983.** Mushroom industry: diversification with additional species in the United States. *Mycologia* 75:351-360.
- García, M. 1991.** Cultivo de setas y trufas. 2a. ed. Mundi-Prensa, Madrid. 174 p.
- Hibbett, D. and R. Thorn. 1994.** Nematode trapping in *Pleurotus tuberregium*. *Mycologia* 86:696-699.
- Jong-Kim, S.; C. Woo-Park; J. Ok-Kim; J. Man-Kim and Y. Lae-Ha. 1999.** Reduction of mouse body fats by water extract of *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Food Science and Nutrition* 4(2): 130-133.
- Jordan, M. 1995.** The encyclopedia of fungi of Britain and Europe. David & Charles, Devon. 384 p.
- Knof, A. 1989.** Field guide to North American mushroom. The Audubon Society, New York. 926 p.
- Lazo, W. 1982.** Introducción al estudio de los hongos superiores. *Boletín Micológico* 1:19-30.
- Lazo, W. 1983.** Introducción al estudio de los hongos superiores II. *Boletín Micológico* 1:77-119.
- Moore, E. 1990.** Fundamentals of the fungi. 3rd ed. Prentice Hall, New Jersey. 561 p.
- Oei, P. 1991.** Manual on mushroom cultivation. Tool, Wageningen. 249 p.
- Paccionni, G. 1982.** Guía de hongos. Grijalbo, Barcelona. 523 p.
- Vedder, P. J. 1991.** Cultivo moderno del champiñón. Mundi-Prensa, Madrid, España. 369 p.