

3225

635.8
A 277
2002

43

PROYECTO FONTEC
INFORME FINAL TECNICO

CODIGO: 200 - 2167

CULTIVO EN AMBIENTE CONTROLADO
DEL HONGO MORCHELA

(Morchella conica)

BIBLIOTECA CORFO

AGRO FUNGI S.A.

635.8
A 277
2002

30 de Septiembre de 2002

PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

BIBLIOTECA CORFO

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compete con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

INDICE

PAGINA

A.	RESUMEN EJECUTIVO	1
A.1	Antecedentes de la empresa	1
A.2	Síntesis del proyecto de innovación	2
A.3	Impacto técnico-económico	3
B.	EXPOSICION DEL PROBLEMA	4
B.1	Problema a resolver	4
B.2	Objetivos técnicos del proyecto	4
B.3	Tipo de innovación desarrollada	5
C.	METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO	6
C.1	Descripción de la investigación	6
C.2	Bibliografía	20
C.3	Plan de trabajo ejecutado	22
D.	RESULTADOS OBTENIDOS	23
D.1	Resultados	23
D.2	Conclusiones finales	30
E.	IMPACTOS DEL PROYECTO	31
E.1	Impactos técnico-económicos	31
E.2	Implementación de resultados	35
F.	ANEXOS	36

ANEXOS

	<u>Nº</u>
Resumen de Actividades Desarrolladas	1
Resumen de Gastos Reales	2
Formulario de Implementación de Resultados	3



A. RESUMEN EJECUTIVO

A.1 Antecedentes de la empresa

Durante los años previos a la creación de la sociedad y con la finalidad de diversificar sus respectivos negocios, los accionistas de la empresa estuvieron interesados en participar en actividades relacionadas con el cultivo y comercialización de hongos comestibles, dándose a comienzos del año 2000 las condiciones para llevar a cabo esta iniciativa.

Uno de ellos, empresario del sector calzado desde 1990, había tenido oportunidad de intervenir en los últimos años como inversionista en la recolección, deshidratación, exportación y comercialización en el país de hongos silvestres, con buenos resultados en cada uno de los negocios en que participó.

El segundo, de profesión Abogado, era socio de una empresa cuyo objeto es el diseño y construcción de hornos deshidratadores, comercialización y exportación de productos silvestres, especialmente hongos, y que presta asesorías a terceros en el manejo y deshidratado de productos agrícolas. La falta de recursos financieros de esta última sociedad lo indujo a asociarse con otros empresarios para llevar a cabo el proyecto objeto de esta iniciativa.

Finalmente, el tercer accionista fue una sociedad vinculada al sector de alimentos.

La sociedad Agro Fungi S.A. constituida en Marzo de 2000, fue creada para llevar a cabo el proyecto de investigación y una vez acabada ésta, pasar a la etapa productiva y comercial del cultivo del hongo morchela. No obstante lo anterior, durante el período de investigación la sociedad se dedicaría también a la realización de otras actividades propias de su giro.

El objeto de la sociedad es la producción, distribución, representación, comercialización, compra, venta, importación y exportación de todo tipo de bienes y en especial de productos agrícolas, silvestres, frutas y hortalizas sean éstos deshidratados o frescos.

El domicilio comercial de la sociedad es General Jofré 307, Santiago.

La administración y representación de la sociedad y el uso de la razón social corresponde a don Gonzalo Pérez Mandiola, quien tiene el cargo de Gerente General con amplios poderes.

Se cuenta además con profesionales que prestan su asesoría externa a las empresas mencionadas en todo lo que dice relación con aspectos legales, contables, tributarios, financieros y de desarrollo y materialización de nuevos negocios.

Investigador del proyecto fue don Carlos Cisterna Lagos, de profesión Licenciado en Biología y que se desempeña como catedrático e investigador de la Universidad de Talca, siendo responsable de los aspectos técnicos de la investigación y de los informes presentados a FONTEC.

A.2 Síntesis del proyecto de innovación

Chile históricamente ha sido uno de los mayores exportadores mundiales de hongos comestibles silvestres como *Suillus luteus* y *Lactarius deliciosus* y también exporta algunas otras especies como *Morchella spp* (Donoso, 1993).

Las expectativas de exportación de este último hongo silvestre son bastante interesantes ya que en los mercados internacionales esta especie es considerada una exquisitez y una de las mejor pagadas en los mercados externos, sólo superada por la Trufa (*Tuber spp.*).

El creciente interés por el consumo de este hongo ha llevado a considerar el desarrollo de planes de explotación del recurso silvestre y el establecimiento de la tecnología para su cultivo continuo en ambiente controlado.

Ower en 1982 reportó por primera vez la obtención de cuerpos fructíferos (Ascocarpos) en laboratorio y de paso demostró la importancia de los *Esclerocios* en el proceso productivo.

Los Esclerocios son “Organos de Resistencia” formados por micelio compactado, que algunos hongos producen como precursores de los cuerpos fructíferos.

Los resultados obtenidos por Ower sirvieron para desarrollar el cultivo comercial de la Morchela, innovaciones que han quedado registradas en tres patentes industriales (Ower y Col., 1986, 1988 y 1989).

No obstante, a juicio del investigador, el tipo de cultivo patentado por Ower era posible de ser mejorado y variado en muchos de sus aspectos y cada una de estas variaciones podía ser motivo de nuevas patentes comerciales, lo que permitiría el desarrollo del cultivo a empresas que inicien estas investigaciones.

Dado lo anterior, el proyecto tenía por principal objetivo lograr el establecimiento de cultivos comerciales de Morchelas silvestres como *Morchella conica* modificando la tecnología patentada por Ower, a escala de Planta Piloto con el fin de estudiar la fenología de la especie en cultivo así como las contaminaciones y plagas que ésta puede sufrir.

A.3 Impacto técnico-económico

Al implementar a escala productiva y comercial los resultados del proyecto de innovación, la empresa cultivaría de manera controlada y continua el hongo *Morchella conica*, especie que hasta la fecha sólo se recolecta en forma silvestre.

Al aplicar una tecnología de ambiente controlado y de forma continua, se alcanzaría una alta productividad y una buena calidad durante cualquier época del año.

Este producto tiene un mercado importante a nivel mundial, siendo muy apetecido en Alemania, Francia, Suiza, España, Estados Unidos y algunos países de Asia, pagando elevados precios que pueden alcanzar una cantidad cercana a US\$ 215 / Kg. en estado seco.

Su producción a nivel industrial podría superar los 2.475 Kgs. anuales en estado seco y realizar exportaciones por montos anuales de más de US\$ 420.000.

B. EXPOSICION DEL PROBLEMA

B.1 Problema a resolver

Como se señaló anteriormente, la finalidad de la investigación era mejorar y variar en muchos de sus aspectos el tipo de cultivo patentado por Ower, y cada una de estas variaciones podía ser motivo de nuevas patentes comerciales, lo que permitiría el desarrollo del cultivo a empresas que inicien estas investigaciones.

Para lograr ésto, los estudios debían ser abordados desde los siguientes niveles:

- a - Ensayo de nuevos sustratos para la obtención de esclerocios.-
- b - Mejorar el rendimiento en la producción de esclerocios.-
- c - Ensayo de nuevos sustratos definitivos de cultivo.-
- d - Mejorar los mecanismos de inducción de la fructificación.-
- e - Mejorar los sistemas de adición y deleción de nutrientes en el cultivo.-
- f - Mejorar la tecnología que ayuda al mantenimiento de las variables ambientales del cultivo.-
- g - Introducir los cultivos de *Morchelas* silvestres que se encuentran en Chile.-

B.2 Objetivos técnicos del proyecto

El objetivo general era estudiar el cultivo de la *Morchella conica* y *Morchella esculenta* a nivel de Planta Piloto adaptando tecnologías provenientes de otros cultivos de hongos comestibles.

Los objetivos específicos fueron:

- Determinar el efecto de la densidad de siembra de esclerocios sobre la Eficiencia Biológica del cultivo para ambas especies de *Morchella*.
- Determinar la temperatura óptima de Incubación para las dos especies de *Morchella*.
- Estudiar el efecto de la delección de nutrientes durante la inducción de la fructificación.
- Comparar la Eficiencia Biológica en ambas especies (*M. conica* y *M. esculenta*) cuando son cultivadas en condiciones estándares.
- Determinar una mezcla económica de sustratos de cultivo.
- Determinar las plagas y enfermedades en cada etapa del cultivo y su incidencia sobre la productividad final (Eficiencia Biológica).

B.3 Tipo de innovación

Por lo expuesto anteriormente, este proyecto tenía como objetivo el desarrollo en el país de un nuevo proceso, consistente en el cultivo en ambiente controlado del hongo morchela.

C. METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

C.1 Descripción de la investigación

El cultivo de hongos comestibles se caracteriza por tener una cantidad de etapas consecutivas, que en el caso de los hongos saprobios es bien conocida, al igual que las condiciones ambientales necesarias en cada una de ellas. Sin embargo, en el caso de las Morchellas, un hongo que presenta dualidad ecofisiológica (Simbionte y Saprobio), su cultivo se basa en etapas descritas en algunas patentes (Ower, 1986, 1988 y 1989) cuya secuencia y variables ambientales son escuetamente explicadas (Stamets, 2000).

BIBLIOTECA CORFO

Sumado a lo anterior, la escasa literatura técnica y científica sobre la producción de Morchellas en ambiente controlado hacen que la obtención de sus ascocarpos a escala comercial sea una empresa de extrema complejidad, donde la cantidad de variables ambientales, la fenología y el material biológico mal utilizados o mal entendidos pueden en su conjunto o en forma individual hacer fracasar la obtención de producto final.

En la primera y segunda patente de Ower (1986 y 1988) así como su primera publicación (Ower, 1982) describió la importancia de los esclerocios en el proceso productivo, ya que a partir de estos cuerpos de resistencia con gran cantidad de nutrientes almacenados, se desarrollan los ascocarpos (cuerpos fructíferos) cuando se les somete a una serie de cambios ambientales. Sin embargo, los primeros resultados demostraron que los ascocarpos obtenidos eran en su gran mayoría amorfos ya que no presentaban los apotecios característicos en su sombrero (Vogel, 1988). Más adelante se descubrió que estas anomalías en el desarrollo de los ascocarpos se producía por el tipo de siembra (que era muy dispersa) y en la forma como se manejaban algunas variables como la ventilación y la humedad.

En la última patente de Ower (1989) se describe el cultivo de las Morchellas sin la utilización de esclerocios como inoculante sino que micelio rico en nutrientes obtenido en cultivos líquidos bajo agitación. Sin embargo esta última técnica ha originado gran controversia entre los científicos ya que su efectividad, así como los principios biológicos sobre la cual se sustenta la técnica, son bastante

discutibles. Por lo que lo más seguro era comenzar los estudios utilizando las técnicas descritas en las primeras patentes para derivar en procesos más acabados y variar los procesos y las materias primas utilizando principios biológicos más acertados y de esta forma lograr un proceso de producción más efectivo y repetible.

Debido a los numerosos problemas que se originaron, en el principio del presente estudio, en la obtención de los esclerocios para el cultivo, es que fue necesario comenzar con estudiar la escleromorfogénesis (formación de esclerocios) para desarrollar un sistema de producción continua de inóculo, antes de abordar el objetivo principal del presente proyecto.

Evaluación de Procedimientos de Obtención Esclerocios en Masa

En el presente proyecto se utilizaron dos cepas de *Morchella*: *Morchella esculenta* proveniente de Bélgica (Mycelia Co.) almacenada en el cepario de Tecnobiótica Ltda. (Chile) como M1110 y *Morchella conica* proveniente de micelios aislados a partir de carpóforos silvestres recolectados en la zona de Chanco (VII Región) y que fueron almacenados como C2010 en el mismo cepario.

Ambos micelios fueron propagados en distintos medios y a diferentes pHs con el fin de obtener un medio adecuado para su primera propagación en Placas Petri (Tabla 1). Se prepararon 10 Placas con cada tipo de medio de cultivo y se incubaron a 22°C durante 16 días. Se midió el radio de invasión de la placa cada dos días a partir del sexto día.

Tabla 1

Medios de cultivo y sus pHs utilizados durante la primera propagación

Medio de Cultivo	Medianamente ácido		Medianamente Neutro	
<i>Agar Extracto de malta</i>	pH = 4,8	pH = 5,4	pH = 5,8	pH = 6,2
<i>Agar Papa Dextrosa</i>	PH = 4,8	pH = 5,4	pH = 5,8	pH = 6,2

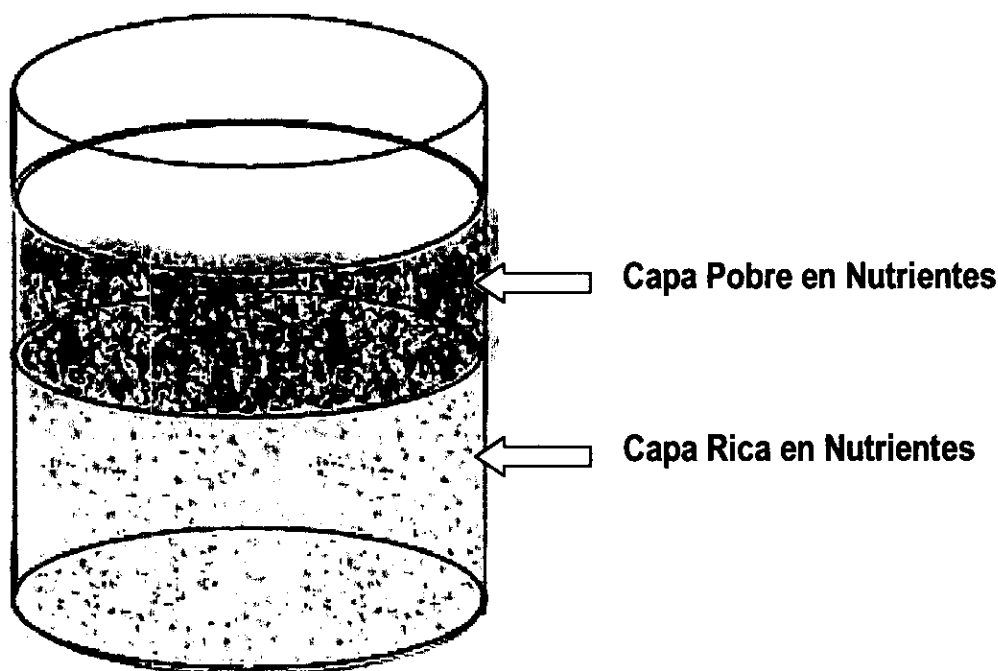
Agar Extrato Malta: Scharlau Chemie S.A.; *Agar Papa Dextrosa*: BBL

Todos los medios fueron Autoclavados a 15 Lb (120°C) durante 20 minutos.

Una vez determinados los medios adecuados para la primera propagación se realizaron los estudios para determinar los medios para la obtención de esclerocios en masa. Para esto se utilizó el método de los Frascos (Dibujo 1) descrito por Ower (1986) y Philippousis y Balis (1995).

Dibujo 1

Sistema para la Obtención de Esclerocios según Ower (1986).



Según el método descrito por Ower, los frascos cuentan con dos capas distintas: una capa pobre en nutrientes que consiste en una mezcla de Turba y Arena en proporción 1: 3 en relación a volumen, y una capa rica en nutrientes de composición variable ubicada en el fondo del frasco. Ambas capas son separadas por un papel aluminio perforado. En esta etapa se determinó el efecto del tipo de materia orgánica de la capa rica en nutrientes sobre la cantidad de esclerocios

producidos. Para esto se determinó la Eficiencia Biológica (E.F.= Peso Frescos de Esclerocios / Peso Total de la capa rica en nutrientes X 100) de cuatro tipos de mezclas de capas ricas en nutrientes (Tabla 2). Todos los experimentos se realizaron con 10 repeticiones por cada medio y por cada cepa utilizada.

Tabla 2
Composición de la Capa Rica en Nutrientes de los cuatro ensayos desarrollados.

TRATAMIENTO	I	II	III	IV
INGREDIENTES / frasco				
Granos de Trigo cocido	300grs	300grs	200grs	300gr
Solución de Micronutrientes (*)	1ml	-	-	-
Solución de Peptona 2 %	-	1ml	-	-
Carbonato de Calcio	-	-	-	3grs
Estiércol de Caballo (Húmedo)	-	-	100grs	-

(*) Solución de Micronutrientes =

MICRONUTRENTE	CANTIDAD
NH ₂ NO ₃	2 grs.
KH ₂ PO ₄	1 gr.
MgSO ₄ x 7 H ₂ O	0,5 grs
KCl	0,5 grs.
FeSO ₄ x 7 H ₂ O	0,01 gr.
ZnSO ₄ x 7 H ₂ O	0,01 gr.
CuSO ₄ x 5 H ₂ O	0,005 grs.

Evaluación de los Sustratos de Cultivo.

Para determinar el sustrato de cultivo más apropiado para la producción de ascocarpos de *Morchella* se realizó el siguiente procedimiento:

- 1- Se prepararon mezclas distintas con sustratos inertes de acuerdo a lo descrito por Ower (1986), Amir y Col. (1993). Los tratamientos son resumidos en la Tabla 3.
- 2- Las mezclas húmedas fueron colocadas en bandejas plásticas de 0,134 m² y 8 cms de profundidad. Luego fueron esterilizadas con vapor durante 30 minutos. Se dejó escurrir el exceso de agua y una vez frías fueron sembradas utilizando los esclerocios provenientes del estudio anterior.

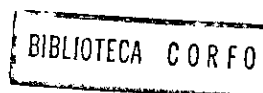


Tabla 3

Mezclas utilizadas para estudiar la producción de ascocarpos de *Morchella*

MEZCLA	INGREDIENTE	PROPORCIÓN
1	Turba	50%
	Arena lavada	48%
	Carbonato de Calcio	2%
2	Aserrín de Roble	25%
	Turba	35%
	Arena lavada	38%
	Carbonato de Calcio	2%
3	Tierra de Hojas	30%
	Turba	30%
	Arena lavada	38%
	Carbonato de Calcio	2%

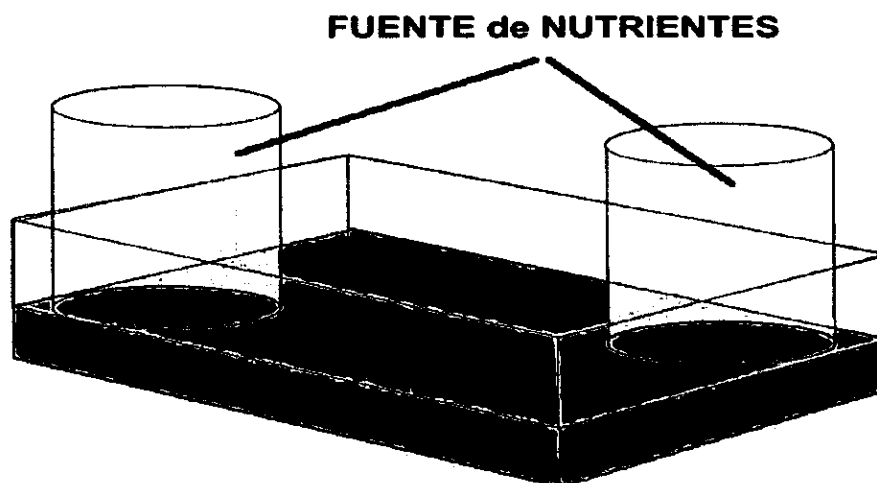
- 3- Antes de ser incubadas se colocaron dos frascos invertidos (Dibujo 2) con sustratos ricos en nutrientes (Trigo cocido con 1 ml de solución de Peptona). Luego las bandejas se ubicaron en la Cámara de Incubación y se mantuvieron a 24°C y 80% H.R.
- 4- Todos los agentes contaminantes observados en el Periodo I (Incubación) fueron analizados por el investigador en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Talca.

Determinación del efecto de la Densidad de siembra de Esclerocios.

La mezcla 1 realizada en la sección anterior fue sembrada con dos densidades diferentes: en la densidad 1 se sembraron 180 grs de esclerocios por $0,134 \text{ m}^2$ y en la densidad 2 se sembraron 250 grs de esclerocios por $0,134 \text{ m}^2$. Por cada densidad se sembraron 10 bandejas las que se incubaron juntas con las del estudio anterior.

Dibujo 2

Sistema de bandeja para la obtención de ascocarpos de *Morchella*.



Determinación de la temperatura óptima de Incubación para las dos especies de *Morchella*.

Debido a la demora en el inicio de las siembras sólo fue posible estudiar la temperatura óptima para el Periodo I (Incubación) utilizando una temperatura (24°C). A esta temperatura se midió el estado de avance del micelio, el que se refleja por la aparición de nuevos esclerocios en la bandeja y por la invasión progresiva de la fuente de nutrientes colocada sobre ellas.

Efecto de la delección de nutrientes sobre la productividad.

Para determinar el efecto de la delección de Nutrientes sobre la productividad (expresada en la Eficiencia Biológica), se procedió a realizar dos tiempos distintos de retiro de los frascos invertidos con los nutrientes: el primero (la mitad de las bandejas) se realizó a los 4 días post-traslado de las bandejas de incubación a producción y el segundo tiempo (la otra mitad de las bandejas) se realizó a los 4 días después del primer retiro.

Hasta esta etapa de la investigación los problemas presentados son los que se describen a continuación:

Todos los ensayos fueron realizados en bandejas plásticas tipo “canastillo” de 0,134 m² y 8 cms. de profundidad. Sin embargo, este tipo de bandejas no resultaron ser las más apropiadas ya que durante el traslado se producía un resquebrajamiento del sustrato debido a la flexibilidad de la base de la bandeja. Este resquebrajamiento desconecta el micelio que se encuentra en el sustrato con las fuentes de nutrientes, por lo que se disminuye la formación de esclerocios secundarios sobre el sustrato de cultivo, a partir de los cuales se producen los ascocarpos.

Durante la fase de incubación, el micelio que nace de los esclerocios sembrados (esclerocios primarios) invade el sustrato e invade los nutrientes dispuestos en los frascos invertidos sobre las bandejas (ver informe anterior). El micelio degrada, transforma y transporta estos nutrientes desde la fuente (los frascos invertidos) hasta nuevos esclerios (esclerocios secundarios) que se forman sobre y bajo el sustrato de cultivo. En prácticamente todos los ensayos realizados estos esclerocios secundarios se formaron en las paredes de los frasco a la altura de la capa pobre en nutrientes (ver Foto 1), por lo que fueron retirados junto con los frascos en la etapa de “delección de nutrientes”. Esto produce un gran decremento en el número de esclerocios secundarios al final de incubación y por lo tanto una gran disminución en la cantidad de nutrientes totales indispensables para la etapa de fructificación (Ower, 1982).

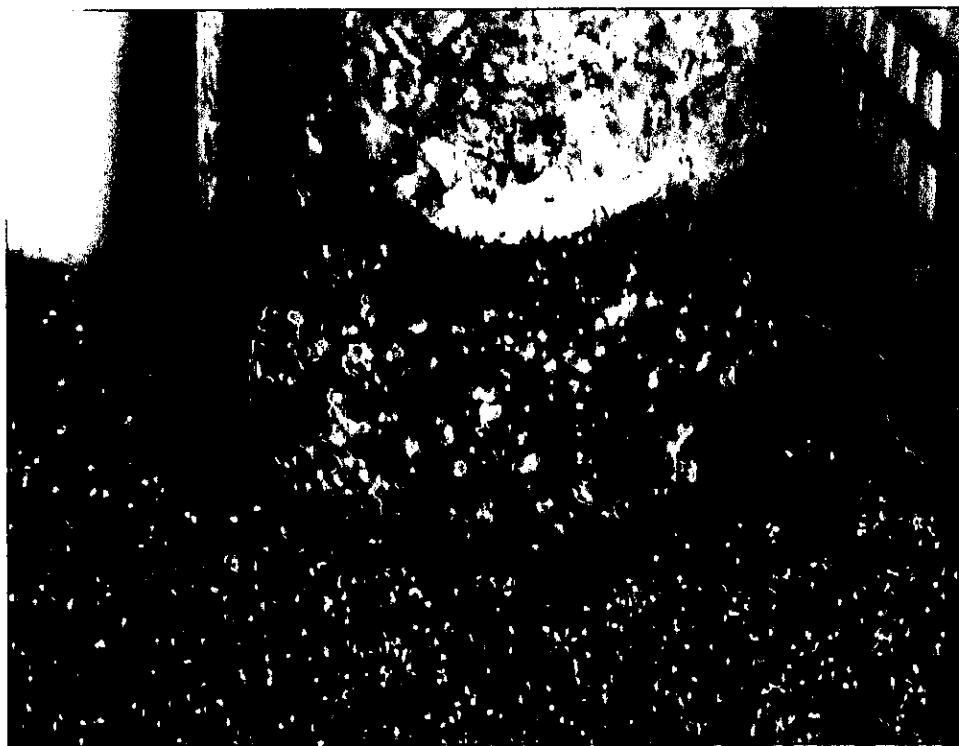


FOTO 1

Detalle de los esclerocios secundarios acumulados en los frascos con nutrientes durante las últimas fases de incubación.

Durante los últimos días de incubación y durante los primeros días de inducción se observó la aparición de una gran cantidad de micelio blanco sobre la superficie y que a los pocos días se torna de color pardo claro, de una manera muy semejante al micelio de *Morchella* propagado en Agar Papa Dextrosa (PDA) (ver Foto2). Después de realizada la inducción con agua este micelio desaparece y a los pocos días se forman en la superficie agrupaciones de estructuras globulares de aproximadamente 2 a 4 mm. de diámetro y de color pardo oscuro (ver Foto 3). Al microscopio estas estructuras asemejan a cuerpos fructíferos abortados pero sin la aparición de ascas. Estas agrupaciones han sido determinadas como estructuras asexuales sin que hasta el momento se encuentre alguna relación con la fase anomórfica (asexual) de *Morchella*. La aparición de este micelio en etapas tempranas de la incubación hace muy difícil poder discriminarlo de las contaminaciones descritas anteriormente.

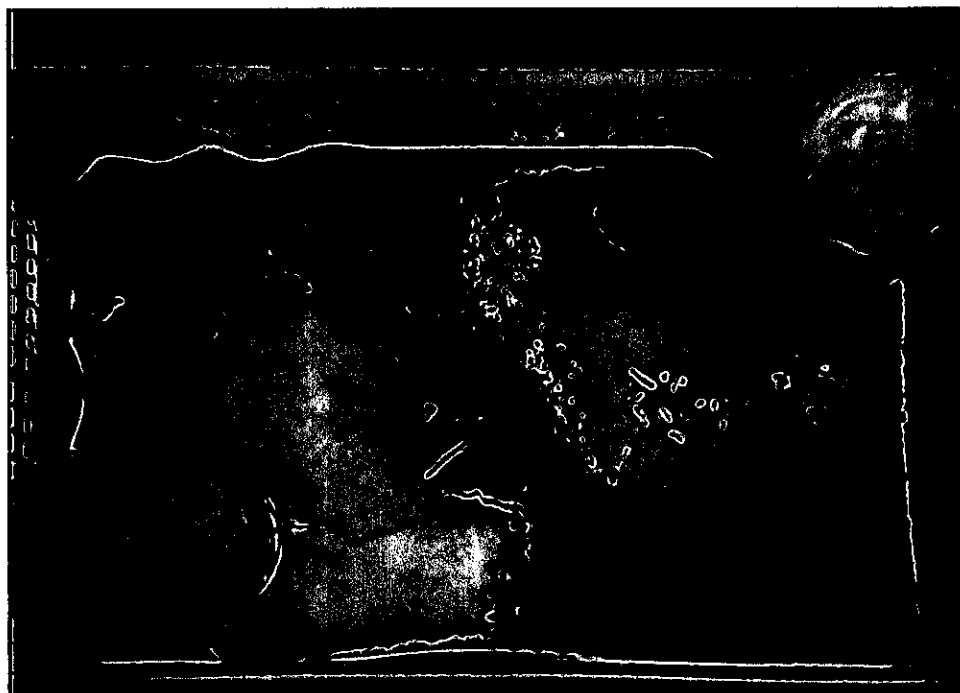


FOTO 2

Micelio Blanco creciendo sobre el sustrato de cultivo



FOTO 3

Estructuras formadas a partir de micelio blanco después de la inducción con agua (Barra de 1 cm.)

A los 15 días post-inducción con agua se observó la aparición de primordios sobre la superficie (ver Foto 4). Sin embargo, por razones aún muy difíciles de precisar, estos abortaron a los pocos días de desarrollo. La determinación exacta del momento de aparición de estos primordios es un punto clave en el cultivo ya que a partir de ahí las condiciones ambientales deben ser modificadas para permitir un desarrollo rápido de los ascocarpos, sin embargo, la observación de estos primordios sobre el sustrato se dificulta enormemente por su tamaño y mimetismo con el sustrato.

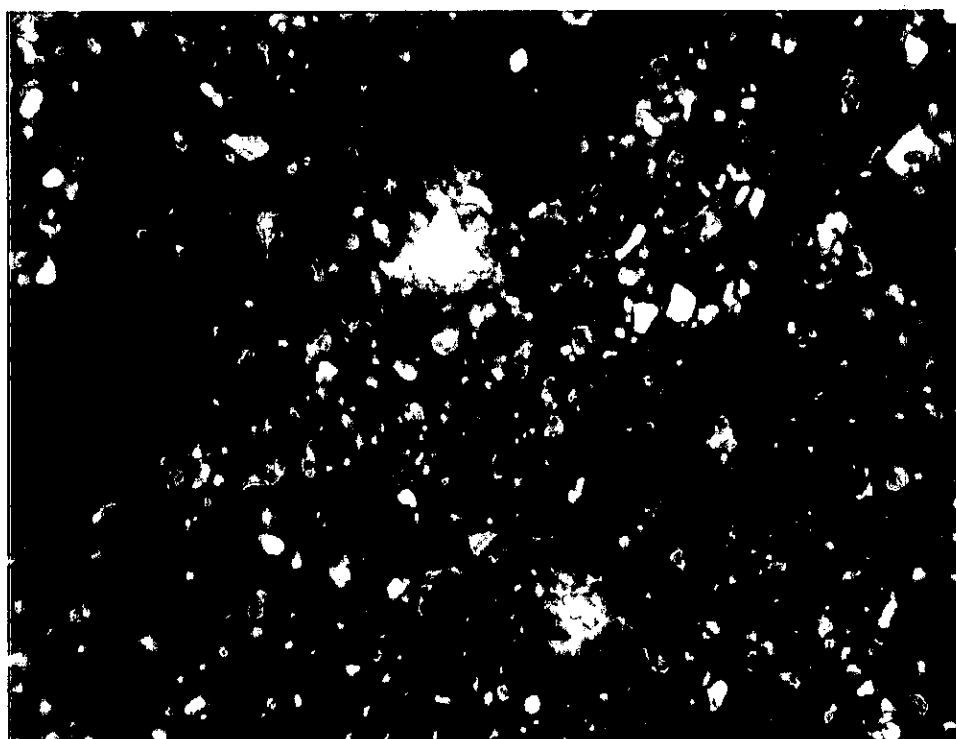


FOTO 4
Primordios sobre el sustrato (Barra 1 cm.)

Debido a los problemas señalados, se procedió a reevaluar las estrategias de producción de esclerocios secundarios en los sustratos definitivos de cultivo, las técnicas de inducción de fructificación y evaluar las condiciones ambientales necesarias para lograr la producción de ascocarpos maduros o comerciales. Para este fin se procedió a considerar el método propuesto en la página web thefarm.org/mushroom/morel.html y por el Sr. Enrick Gracia

(Barcelona, comunicación personal), ambos métodos muy parecidos y coincidentes en los problemas que generan los métodos de Ower.

Evaluación de mezclas de sustratos definitivos de Cultivo.

De acuerdo a los métodos planteados se evaluaron las siguientes mezclas de sustratos definitivos de cultivo

INGREDIENTE	MEZCLA 1	MEZCLA 2	MEZCLA 3
Turba	30	40	45
Tierra de hojas	50	50	-
Tierra corriente	-	-	53
Arena de río lavada	19	8	-
Carbonato de calcio	1	2	2

Los sustratos se dispusieron en bandejas de 0,134 m² y 8 cms de profundidad. Luego fueron esterilizadas con vapor durante 30 minutos. Se dejó escurrir el exceso de agua durante 2 horas y una vez frías fueron sembradas utilizando los esclerocios primarios. Todos los experimentos se realizaron por sextuplicado.

Después de una semana de incubación a plena oscuridad a 24 °C se procedió a colocar sobre cada bandeja una bolsa de polipropileno con pequeñas perforaciones que contenía 3 Kg de sustrato rico en nutrientes que en todos los casos presentaba la siguiente composición:

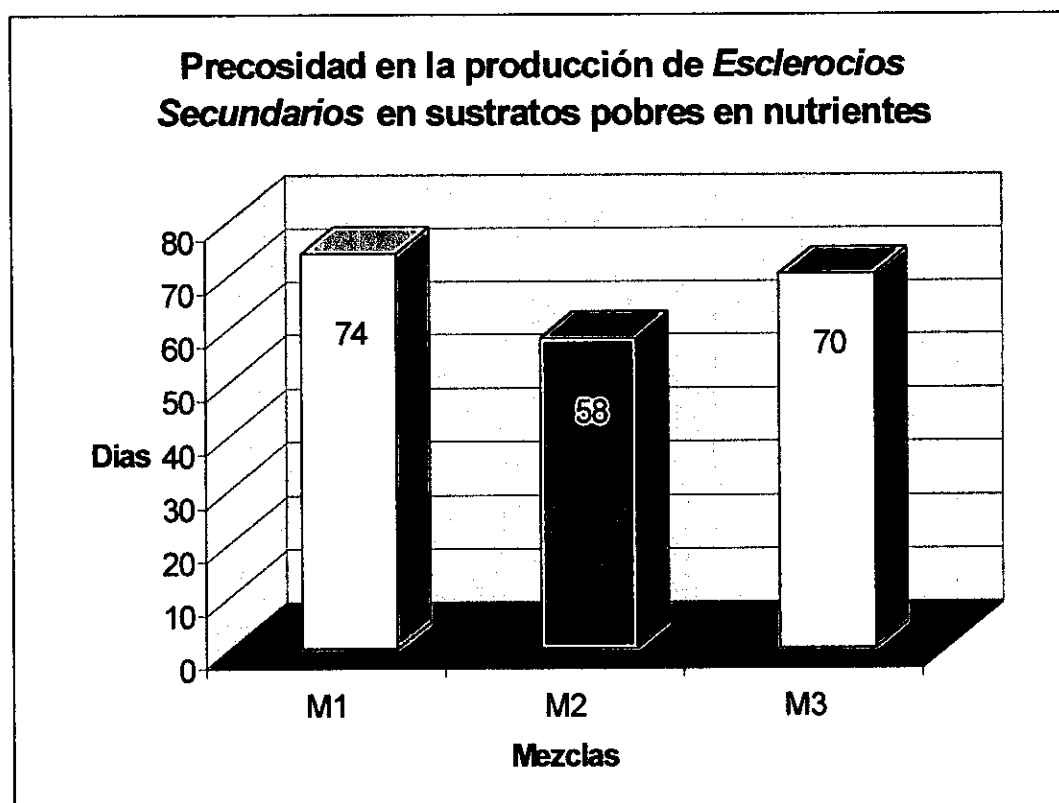
Mezcla Rica en Nutrientes	Cantidad
INGREDIENTES / frasco	
Granos de Trigo cocido	2880grs
Solución de Micronutrientes (*)	20ml
Solución de Peptona 2 %	40 ml
Carbonato de Calcio	14 grs

(*) Solución de Micronutrientes =

MICRONUTRENTE	CANTIDAD
NH_2NO_3	2 grs.
KH_2PO_4	1 gr.
$\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$	0,5 grs
KCl	0,5 grs.
$\text{FeSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$	0,01 gr.
$\text{ZnSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$	0,01 gr.
$\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$	0,005 grs.

Esta mezcla fue previamente esterilizada durante 2 horas a 121°C en autoclave y enfriada a temperatura ambiente. Las bandejas con los sustratos pobres y sobre ellos las bolsas con sustratos ricos en nutrientes fueron incubadas a 25°C a plena oscuridad durante 8 semanas para evaluar la precocidad en la formación de esclerocios secundarios.

Los resultados de esta etapa se presentan en el siguiente gráfico:



Si bien en la mezcla 1 se obtuvo *Esclerocios Secundarios* en forma más rápida, éstos eran de menor tamaño comparados con los de la mezcla 1. Además se observó que los esclerocios de la mezcla 3 tendían a contaminarse más rápido y se observaba la aparición de micelio blanco sobre su superficie.

Evaluación de técnicas de inducción de fructificación.

Todos los tratamientos fueron divididos en dos bloques que correspondían a dos formas distintas de inducción, como se describe a continuación:

Tratamiento 1 (de acuerdo a thefarm.org/mushroom/morel.html): Se procedió a retirar las bolsas con sustratos ricos en nutrientes y las bandejas fueron saturadas en agua estéril durante una hora y luego mantenidas en condiciones de alta ventilación a fotoperiodo de 14 horas luz y 10 horas oscuridad a 18 °C.

Tratamiento 2 (de acuerdo al Sr. Enrick Gracia): Igual que el anterior, pero entre el retiro de las bolsas y la saturación con agua las bandejas se mantuvieron a 4°C en cámara fría durante dos semanas.

Después de 14 semanas de espera no se observó la aparición de ascocarpos en ninguno de los tratamientos, sólo la aparición de primordios muy separados sobre el sustrato y de grupos de microascocarpos sobre todo en el tratamiento que correspondía a la mezcla 1 en ambos tratamientos de inducción (Foto 5). Ambas situaciones ya habían sido observada con anterioridad.

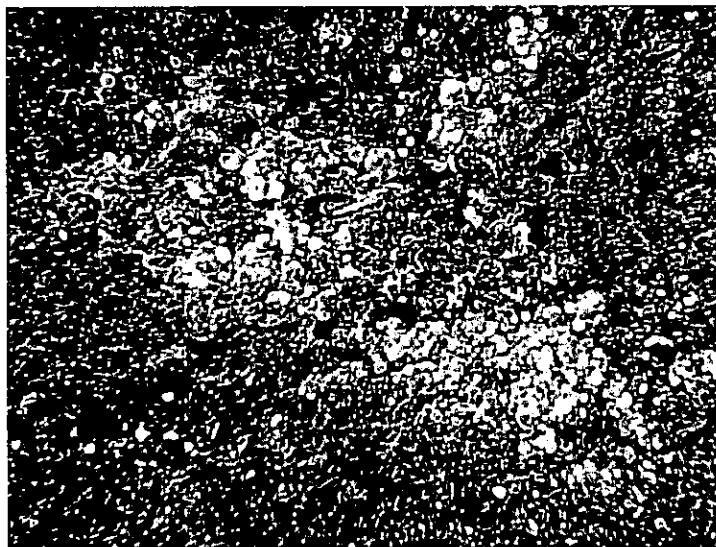


Foto 5
Grupos de microascocarpos formados sobre la superficie de los
sustratos de cultivo

BIBLIOGRAFIA

- AMIR, R., D. LEVANON, Y. HADAR & I. CHET (1993)
"Morphology and Physiology of *Morchella esculenta* during
sclerotial formation"
Mycol.Res. 97(6), p: 683-689.
- KAUL, N.T. (1977)a
"Physiological studies on *Morchella* spp. I. Carbon utilization"
Bull.Bot.Soc. engal 31, p: 35-42.
- KAUL, N.T. (1977)b
"Physiological studies on *Morchella* spp. I. Nitrogen utilization"
Mush.J. 58, p: 2-6.
- OWER, R. (1982)
"Notes on the development of the morel ascocarp"
Mycologia 74, p: 142-144.
- OWER, R., G. MILLS & J. MALACHOWSKI (1986)
"Cultivation of *Morchella*"
U.S. Patent N° 4,594,809.
- OWER, R., G. MILLS & J. MALACHOWSKI (1988)
"Cultivation of *Morchella*"
U.S. Patent N° 4,757,640.
- OWER, R., G. MILLS & J. MALACHOWSKI (1989)
"Cultivation of *Morchella*"
U.S. Patent N° 4,866,878.
- PHILIPPOUSSIS, A. & C. BALIS (1995)
"Studies on the morphogenesis of sclerotia and subterranean
mycelial network of ascocarps in *Morchella* species"
Sc. And Cultivation of Edible Fungi. Elliot (Ed.) p: 847-855.
- ROYSE, D.J. (1997) "Specialty Mushrooms and Their
Cultivation" Horticultural Reviews 19 p : 59 - 97.

- STAMETS, P. (2000)
“Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms”.
Ten Speed Press, California.
- VOGEL, S. (1988)
“Taming the Wild Morel”
Discover, May 1988, p: 58-60.
- VOLK. T.J. & T.J. LEONARD (1990)
“Cytology of the life.cycle of *Morchella*”
Myco.Res. 94, p: 399-406.

Plan de Trabajo Ejecutado

Etapa / Trimestre	1	2	3	4	5	6	7	8
Organización inicial	=							
Selección equipos	==							
Adquis. materiales	===							
Montaje de planta	===							
Capacitación personal	===							
Adquisición insumos	==							
1ra. Etapa investig.	==							
2da. Etapa investig.								
Informes parciales			=		=			
Análisis de datos								
Conclus. e Inf. Final								

D. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

D.1 RESULTADOS

Evaluación de Procedimientos de Obtención Esclerocios en Masa

Según Ower (1982) y Volk & Leonard (1990) los micelios de *Morchella* crecen mejor a pHs cercanos al neutro incluso en medios medianamente alcalinos, sin embargo, en el presente estudio se determinó que el crecimiento más rápido se obtiene, en ambas cepas y en los dos medios, alrededor del valor pH=5,8 (Tabla 4 y 5) como se menciona en el trabajo de Kaul (1977). Estos datos son absolutamente contradictorios con la información más reciente donde incluso se sugiere colocar un 1% de Carbonato de Calcio en los medios de cultivo para lograr pHs alcalinos (Ower, 1982; Volk y Leonard, 1990).

De los medios estudiados en Agar Papa Dextrosa (PDA) el micelio alcanza el mejor crecimiento. Se observó que en ambas cepas y en ambos medios el micelio crece en agregaciones compactas y sin micelio aéreo cuando el pH es bajo, sin embargo, a pH 5,8 se observa un crecimiento parejo con micelio disperso y abundante micelio aéreo. En el caso de *Morchella esculenta* se observó la aparición de pequeños esclerocios sobre la superficie del agar a pHs 5,8 y 6,2 en ambos medios de cultivo.

Tabla 4

Resultados sobre el crecimiento del micelio de *Morchella esculenta* (M1110) en diferentes medios y a diferentes pHs.

Medidas tomadas en milímetros (promedio de 10 Placas Petri).

<u>Medio de Cultivo</u>	<u>pHs</u>	<u>Med1</u>	<u>Med2</u>	<u>Med3</u>	<u>Med4</u>	<u>Med5</u>	<u>Med6</u>
Agar Extracto de malta	4,8	-	-	2,6	6,2	7,4	9,8
	5,2	-	-	2,4	4,4	7,8	10,2
	5,8	4,5	6,6	12,1	20,4	34,3	52,8
	6,2	4,1	7,2	11,5	20,3	29,2	48,7
Agar Papa Dextrosa	4,8	-	-	-	4,2	8,3	10,9
	5,2	-	2,8	6,8	9,1	11,4	16,8
	5,8	3,6	8,2	14,6	23,3	35,4	53,4
	6,2	4,1	8,3	13,2	21,7	30,6	50,2

Tabla 5

Resultados sobre el crecimiento del micelio de *Morchella conica* (C2010) en diferentes medios y a diferentes pHs.

Medidas tomadas en milímetros (promedio de 10 Placas Petri).

Medio de Cultivo	pHs	Med1	Med2	Med3	Med4	Med5	Med6
Agar Extracto de malta	4,8	-	-	-	4,2	6,2	8,8
	5,2	-	2,8	4,4	8,7	9,5	11,7
	5,8	4,1	6,4	11,9	18,8	28,4	40,2
	6,2	4,4	6,6	10,8	21,2	29,1	39,8
Agar Papa Dextrosa	4,8	-	-	-	4,3	8,2	12,4
	5,2	-	2,3	6,2	8,8	10,1	16,5
	5,8	4,5	10,2	17,5	28,3	40,8	54,6
	6,2	2,2	6,5	12,3	19,9	27,3	39,4

Según los datos obtenidos en esta parte del estudio, la primera propagación de ambas cepas se realizará en Agar Papa Dextrosa a pH=5,8 el cual se ajustará con HCl 0,5M ya que el medio proporcionado por BBL tiene un pH=6,0.

En cuanto a la obtención de esclerocios se observó que las mayores eficiencias se obtienen cuando se utiliza como fuente de nutrientes trigo cocido y estiércol de caballo (Tabla 6 y 7 y Gráfico 1) lo que concuerda con las patentes de Ower (1986, 1988, 1989) donde el autor utiliza principalmente estiércol de oveja. En todos los casos los esclerocios se obtuvieron en la Capa pobre en nutrientes (capa superior) y adheridos al frasco o al separador de aluminio formando masas de agregados de esclerocios de color pardo oscuro.

En el caso de los esclerocios obtenidos sólo con trigo cocido mas solución de micronutrientes éstos fueron mucho más pequeños pero más numerosos, sin embargo, se dificultó enormemente poderlos separar de la capa pobre en nutrientes lo que descarta por ahora utilizar estas mezclas para su obtención en masa. Prácticamente en todos los experimentos los esclerocios se comenzaron a observar alrededor del día 20 después de la inoculación, aunque en el caso de la mezcla II se observa que ya en el día 12 más de la mitad de los frascos presentaban esclerocios en formación.

Tabla 6
Eficiencia Biológica de Esclerocios de *Morchella esculenta* (M1110)
con tres fuentes de nutrientes diferentes.

Medidas en gramos.

TRATAMIENTO	I	II	III	IV
Frasco				
1	56,4	48,6	60,8	-
2	48,9	39,7	56,7	25,8
3	60,3	51,0	61,4	-
4	54,7	46,9	54,3	-
5	49,1	-	58,9	-
6	52,2	50,8	57,1	16,7
7	46,2	50,2	60,6	-
8	58,6	44,5	52,8	10,3
9	50,4	-	58,3	-
10	53,0	52,3	61,2	27,8
Promedio	53,0	48,0	58,2	20,2
Eficiencia Biológica	17,7%	16,0%	19,4%	6,7%

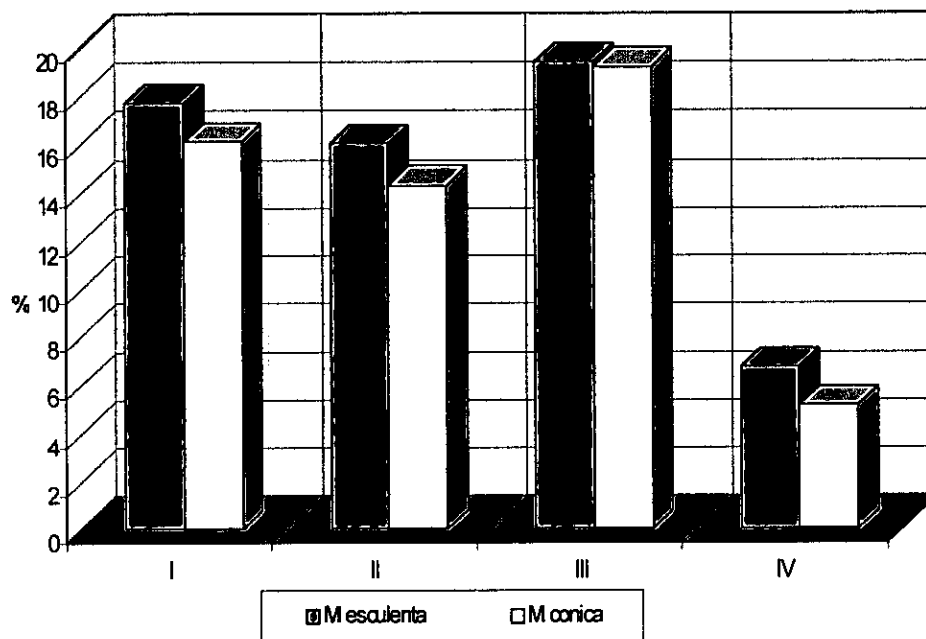
BIBLIOTECA CORFO

Tabla 7
Eficiencia Biológica de Esclerocios de *Morchella conica* (C2010)
con tres fuentes de nutrientes diferentes.

Medidas en gramos.

TRATAMIENTO	I	II	III	IV
Frasco				
1	50,6	45,8	58,7	-
2	48,9	47,0	55,6	-
3	43,7	-	60,9	-
4	46,1	33,6	56,8	12,6
5	51,6	41,2	59,2	-
6	48,5	44,9	61,4	17,9
7	44,0	47,4	49,7	-
8	50,8	45,6	58,8	-
9	-	40,8	56,9	-
10	51,4	39,7	58,0	-
Promedio	48,4	42,9	57,6	15,3
Eficiencia Biológica	16,1%	14,3%	19,2%	5,1%

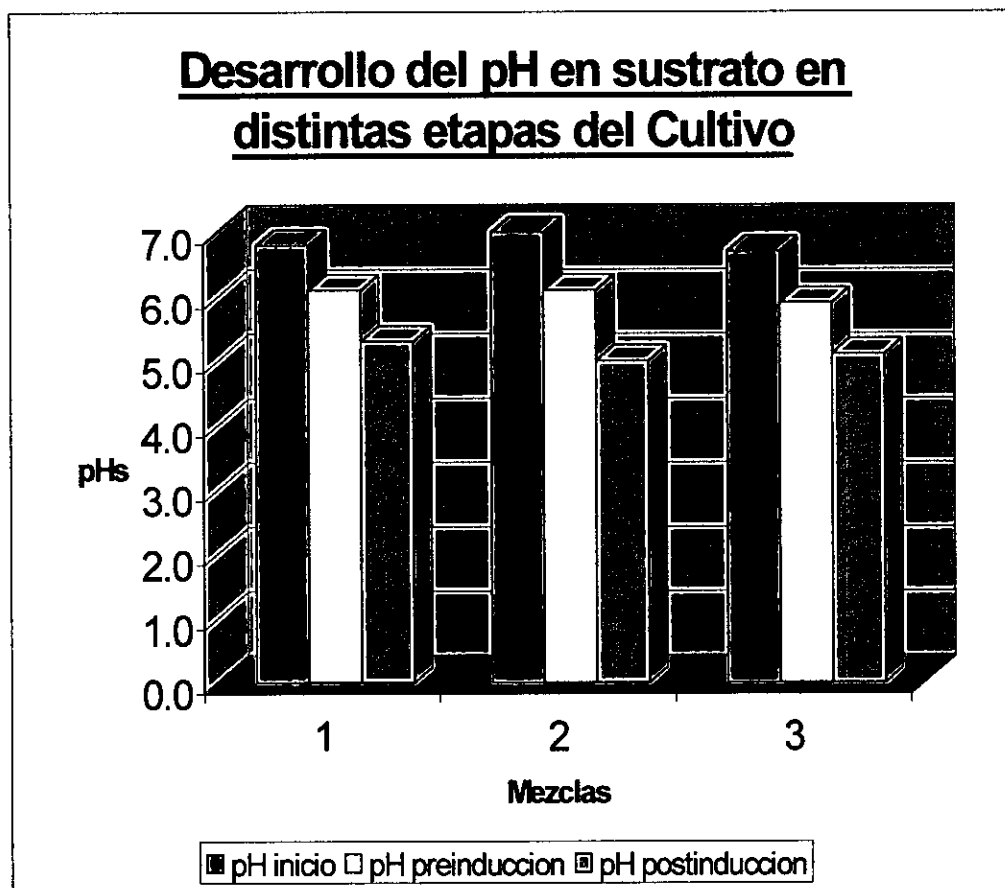
Gráfico 1 - Eficiencia Biológica de Esclerocios de las dos cepas en diferentes fuentes de Nutrientes



Evaluación de los Sustratos de Cultivo.

Ninguno de los sustratos estudiados, bajo los procedimientos propuestos en esta investigación, produjo fructificaciones. Estos resultados se pueden deber principalmente por la baja cantidad de Esclerocios Secundarios formados sobre el sustrato de cultivo debido a que estos se originaron principalmente en los frascos invertidos que fueron utilizados como fuentes delectables de nutrientes (ver Foto 1) y además por lo problemas de excesiva flexibilidad de las bandejas, que no fueron capaces de impedir el corte de continuidad entre el micelio desarrollado sobre el sustrato y la fracción absorbativa que se encontraba en los frascos con nutrientes. Si esta continuidad se pierde, los nutrientes absorbidos desde las fuentes no pueden ser movilizados a los lugares donde se desarrollan los Esclerocios Secundarios.

Gráfico 2



Otro factor que pudo haber influido en la nula productividad es el pH del sustrato al final del proceso. Según los datos obtenidos en la primera etapa de investigación, el pH óptimo para el crecimiento del micelio de *Morchella* es cercano a 5,8, valor que es mucho más alcalino que al medido en los sustratos después de la inducción por agua, valores que fueron en promedio cercanos a 5,0 (ver gráfico anterior). Durante la primera etapa de investigación también se observó que sobre las placas Petri se desarrollaban abundantes esclerocios (ver Foto 6), por lo que se puede concluir que en la etapa de Cultivo definitivo, el sustrato debe conservar valores de pH cercano a 5,8 para la formación eficiente de estas estructuras.

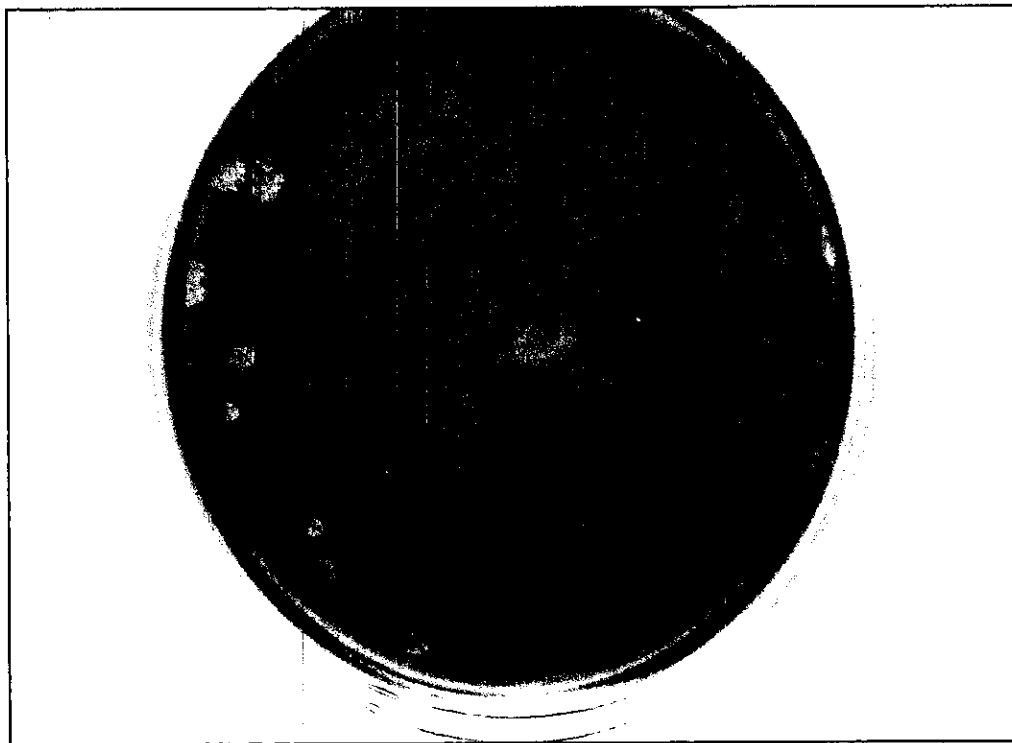


FOTO 6

Esclerocios de *Morchella esculenta* desarrollados sobre PDA a pH= 5,8
(ver flechas)

Por todo lo anterior, se propone evaluar nuevamente la Eficiencia Biológica de las tres mezclas de sustratos estudiadas utilizando amortiguadores de pH no sean lavados durante la inducción con agua. Además se propone la utilización de bandejas más pequeñas. Concomitante con lo anterior y después de varias consultas con productores extranjeros se propone variar la metodología utilizando procedimientos que son más congruentes con el ciclo vital real que posee la *Morchella* en la Naturaleza.

Determinación del efecto de la Densidad de siembra de Esclerocios.

También en esta parte del informe se presentan datos parciales hasta el Periodo I quedando pendiente la comparación entre la Eficiencia Biológica de ascocarpos y la Densidad de Siembra.

Se observó que las bandejas sembradas con una mayor densidad (250 grs de esclerocios por 0,134 m²) comenzaban a formar

antes nuevos esclerocios. Prácticamente ninguna bandeja con Sustrato 1 y 2 sembradas a esta densidad se han contaminado hasta el momento de la redacción de este informe.

Efecto de la delección de nutrientes sobre la productividad.

Debido a la ausencia de fructificación en todos los ensayos fue imposible determinar el efecto de la delección de nutrientes sobre la Eficiencia Biológica Total (Productividad), por lo que este ITEM queda pendiente hasta realizar los experimentos con los procedimientos y modificaciones antes propuestas.

Debido a la escasa y practicamente nula fructificación observada en este período de tiempo, es que hemos fehacientemente concluido que las patentes adolecen de información vital para lograr producciones comerciales, y que esta información debe ser adquirida a través de asistencias técnicas realizadas por los actuales poseedores de dichas patentes (Terry Farms, Co.).

Siguiendo una línea más lógica de cultivo, donde se consideren algunos aspectos y variables naturales implicados en la fructificación, como variaciones de temperatura durante incubación y cantidad y calidad de nutrientes (Kaul, 1977; Philippousis y Balis, 1995; Smith, 2000), es que se ha planteado una segunda estrategia, considerando además información directa de dos grupos independientes ubicados en U.S.A. y España que han realizado modificaciones no publicadas al cultivo de la Morchella (parte de esta información se encuentra publicada en Internet en thefarm.org/mushroom/morel.html).

La tercera etapa de investigación contempla realizar las modificaciones antes propuestas y realizar los ajustes de variables ambientales necesarios para lograr que el micelio pase a la etapa reproductiva y no continúe en la fase vegetativa como hasta ahora se ha obtenido.

D.2 CONCLUSIONES FINALES

A pesar de realizar los cambios pertinentes en el protocolo de trabajo para llegar a obtener ascocarpos de *Morchella* de acuerdo a lo planteado por thefarm.org/mushroom/morel.html y por el Sr. Enrick Gracia (España), no fue posible obtener resultados en ninguno de los ensayos. Además en este estudio se utilizaron dos cepas distintas de *Morchella esculenta*, por lo que se descarta algún problema en el material biológico, como monocariogamia por ejemplo. Esto nos ha llevado a concluir que existen algunas variables ambientales críticas en el proceso de fructificación, especialmente después de la delección de los nutrientes, que no han sido mantenidas o logradas ya sea por problemas en los equipos de control de ambiente en la sala de Cultivo o por que son para nosotros totalmente desconocidas y refugiadas por algunos grupos de investigación y de esta manera asegurar nuevas patentes y, por que no plantearlo, asegurar el monopolio en la asistencia técnica. Los antecedentes que apoyan este planteamiento son la casi nula información bibliográfica que existe sobre técnicas de cultivo de este tipo de hongos en ambiente controlado y lo reacios que son algunos grupos de investigación en entregar mayores antecedentes técnicos que pudieran resolver estos problemas. Aparte de la información entregada por Stamets (2000) y Royse (1997) sobre el cultivo comercial de *Morchellas* en ambiente controlado no existe información relevante para realizar un cultivo exitoso e incluso en estos textos la información es muy escasa y poco clara.

En este proyecto se resolvieron los problemas iniciales referentes a la obtención de esclerocios en masa para ser utilizados como inoculantes, la forma de deleccionar nutrientes y los procedimientos para lograr un alto número de esclerocios secundarios en el sustrato definitivo de cultivo, quedando pendiente la problemática principal de este estudio que es lograr la producción comercial de ascocarpos de *Morchella esculenta* inicialmente y luego *Morchella conica*.

E. IMPACTOS DEL PROYECTO

E.1 Impactos técnico-económicos

Si bien la investigación de producción del hongo *Morchella* en ambiente controlado fue parcialmente exitosa, la empresa tiene la confianza que en el mediano plazo podrá dar solución a los problemas presentados. Para ello proseguirá tomando contacto con investigadores del país y extranjeros, expertos en estas especies.

En un momento del desarrollo del proyecto, la empresa decidió la implementación del cultivo de otros hongos exóticos para tener la certeza de lo adecuado de las instalaciones de la planta e incluso del personal técnico y de apoyo. Fue así que se procedió a ensayar los cultivos de Shiitake (*Lentinula edodes*) y Reishi (*Ganoderma lucidum*) en parte de la infraestructura del plantel que estaba siendo subutilizada.

El cultivo del Shiitake (*Lentinula edodes*) se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos en el proyecto FONTEC 98-1390 y a varias tesis de alumnos de agronomía de la Universidad de Talca realizadas entre 1998 y 2001. Según los procedimientos evaluados en estas investigaciones se realizó la siguiente secuencia de procesos:

- 1- Preparación de la mezcla (Sustrato de Cultivo) compuesta por 35 % de aserrín de Eucalyptus, 45 % de viruta de Eucalyptus 18 % de Afrechillo de trigo y 2% de Carbonato de Calcio.
- 2- La mezcla se llevó a humedad cercana a 70 % y se colocó en bolsas de polipropileno para ser luego esterilizadas en autoclave durante 70 minutos (Foto 7).
- 3- Las bolsas estériles y frías fueron inoculadas con 4 % de inóculo propagado sobre grano, al interior de una cámara de inoculación especialmente diseñada para este fin (Foto 8).



Foto 7 – Esterilización de bolsas con sustrato



Foto 8 – Inoculación de bolsas (Siembra)

- 4- Luego las bolsas fueron incubadas a plena oscuridad a 26°C durante 6 a 8 semanas.
- 5- Al término de incubación, las bolsas fueron retiradas de los bloques ya compactados de sustrato con el micelio y se procedió a realizar la inducción de la fructificación (Foto 9) en la sala de Cultivo aumentando la ventilación, bajando la temperatura a 16 – 18°C y manteniendo un fotoperiodo de 14 hrs Luz: 10 hrs. Oscuridad.
- 6- Al cabo de 2 a 3 semanas aparecen los primeros carpóforos los que son cosechados cuando éstos distienden completamente el sombrero o comienzan a deshidratarse (Foto 10).

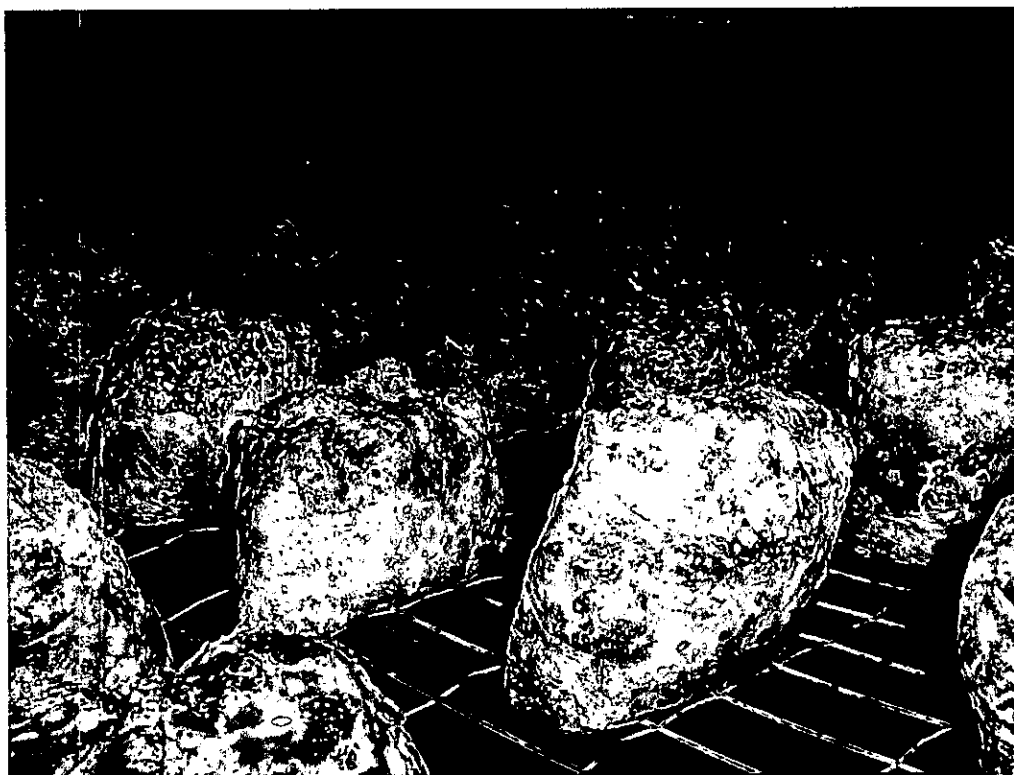
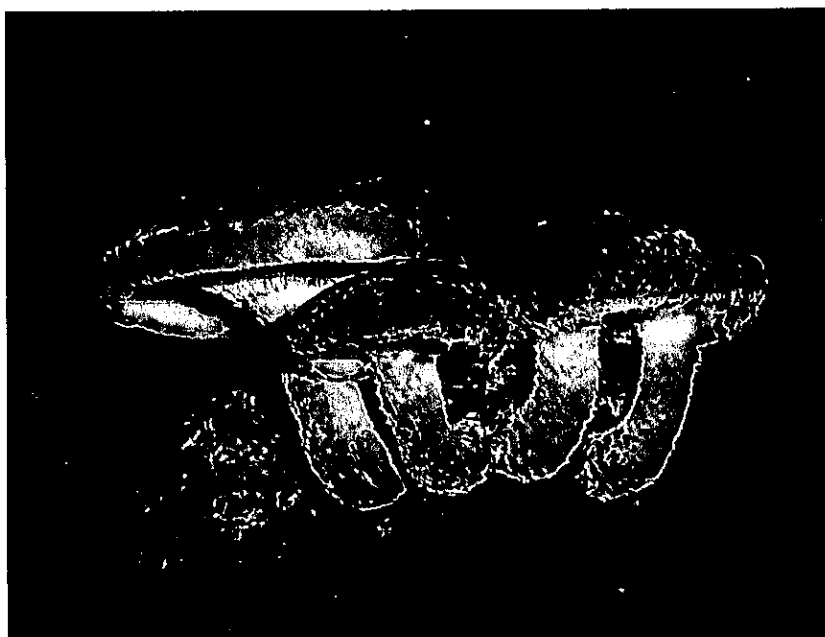


Foto 9- Inducción de la fructificación en Shiitake



BIBLIOTECA CORFO

Foto 10 – Carpóforos maduros de Shiitake en momento de cosecha



Foto 11- Carpóforos de Reishi en momento de cosecha

Estos ensayos se realizaron entre Octubre del 2001 y Julio del 2002, logrando rendimientos cercanos al 80 % (Eficiencia Biológica = Peso fresco de carpóforos / Peso seco de sustrato X 100).

En cuanto al Reishi (*Ganoderma lucidum*), se utilizó una cepa aislada a partir de un carpóforo encontrado en el sector de Quinamavida (Linares, VII Región) por el Sr. Carlos Cisterna. El cultivo se realizó con el mismo sustrato utilizado para el Shiitake y se procedió de una manera similar tanto en la esterilización, inoculación, incubación, inducción de fructificación y cultivo. Los primeros carpóforos comenzaron a aparecer después de 4 semanas de realizada la inducción (Foto 11) y se obtuvo un rendimiento cercano al 40 %.

E.2 Implementación de resultados

Dado los resultados positivos logrados en los dos cultivos ensayados: Shiitake (*Lentinula edodes*) y Reishi (*Ganoderma lucidum*), se puede concluir que la infraestructura instalada en Agro Fungi Ltda., es suficiente para la implementación de nuevos cultivos a escala comercial.

En cuanto al hongo morchela, se proseguirá con las investigaciones en la medida de las capacidades financieras de la empresa.

E. ANEXOS

En Anexo N° 1 se presenta el Resumen de Actividades Desarrolladas, siguiendo la pauta entregada por FONTEC.

En Anexo N° 2 se acompaña el Resumen de Gastos Reales de la investigación.

Finalmente, el Anexo N° 3 contiene el Formulario de Implementación de los Resultados.

RESUMEN ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Identifique Hitos Verificables Programados	INFORME FINAL (corresponde al período de Septiembre 2000 hasta Septiembre 2002)											
De Infraestructura	Selección de equipos, adquisición de materiales y montaje de planta piloto											

De Investigación	Obtención de esclerocios en masa para ser utilizados como inoculantes Forma de deleccionar nutrientes Procedimientos para lograr un alto número de esclerocios secundarios en sustrato de cultivo Producción comercial de <i>Morchella esculenta</i> Producción comercial de <i>Morchella conica</i>											
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Logro de Hitos Verificables	Infraestructura	100%
	Investigación	70%

DETALLE ACTIVIDADES		ACTIVIDADES PROGRAMADAS								ACTIVIDADES REALIZADAS							
		Trim 1 sep-00	Trim 2	Trim 3	Trim 4	Trim 5	Trim 6	Trim 7	Trim 8 sep-02	Trim 1 sep-00	Trim 2	Trim 3	Trim 4	Trim 5	Trim 6	Trim 7	Trim 8 sep-02

Organización inicial	X								X							
Selección materiales y equipos	XX								XX							
Adquis. materiales y equipos	XX								XXX	XXX						
Montaje de planta	XXXX								XXX	XXXX						
Adquisición de insumos	X	X	X	X	X	X			XXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	
1ra. etapa de investigación	XX	XXXXX	XXXXX	X					XX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	
2da. etapa de investigación				XXXX	XXXXX	XXXX						XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	
Informes parciales			X		X						X		X			
Análisis de datos				XX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXX				XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX
Conclusiones e Informe final								XX								XXXXX

CUADRO RESUMEN GASTOS REALES

1.- ANTECEDENTES GENERALES

CODIGO PROYECTO	200-2167
TITULO DEL PROYECTO	CULTIVO EM AMBIENTE CONTROLADO DEL HONGO MORCHELA (<i>Morchella conica</i>)
EMPRESA	AGRO FUNGI S.A.
INFORME DE AVANCE Nº	FINAL
TOTAL INFORMES AVANCE	2 AVANCE Y 1 FINAL

2.- CUADRO RESUMEN DE GASTOS

PARTIDAS DE COSTO	GASTOS PROGRAMADOS MILES \$	GASTOS REALES MILES \$
PERSONAL DE INVESTIGACION	18.720	19.500
PERSONAL DE APOYO	15.294	21.856
SERVICIOS, MATERIALES Y OTROS	14.367	18.639
USO DE BIENES DE CAPITAL	0	0
ADQUISICION BIENES DE CAPITAL	6.333	13.329
TOTAL	54.714	73.325

IMPLEMENTACION DE LOS RESULTADOS
DEL PROYECTO

CODIGO PROYECTO	200-2167
TITULO DEL PROYECTO	CULTIVO EM AMBIENTE CONTROLADO DEL HONGO MORCHELA (<i>Morchella conica</i>)
EMPRESA	AGRO FUNGI S.A.

IMPLEMENTACION DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

En este proyecto se resolvieron los problemas iniciales referentes a la obtención de esclerocios en masa para ser utilizados como inoculantes, la forma de deleccionar nutrientes y los procedimientos para lograr un alto número de esclerocios secundarios en el sustrato definitivo de cultivo, quedando pendiente la problemática principal de este estudio que era lograr la producción comercial de ascocarpos de *Morchella esculenta* inicialmente y luego *Morchella conica*.

Los buenos resultados obtenidos en los cultivos de *Lentinula edodes* y *Ganoderma lucidum*, no contemplados en la investigación original y realizados con aportes de la empresa, permiten aseverar lo adecuado de las instalaciones de la planta y la idoneidad del personal técnico y de apoyo.

Si bien el éxito de esta investigación fue parcial, la empresa confía que en el mediano plazo podrá dar solución a los problemas presentados y llegar a producir en forma comercial *Morchella conica*, objeto del proyecto.

BIBLIOTECA CORFO

