



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

«ESTANDARIZACIÓN DE UN PROGRAMA
DE CONTROL DE CALIDAD EN EMPRESA
PRODUCTORA DE CHAMPIÑONES
(agaricus bisporus)»

INFORME DE PRÁCTICAS PROFESIONALES
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

MARÍA DE LA PAZ VALDOVINOS FLORES

GUADALAJARA, JAL. DE 2000



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. MARIA DE LA PAZ VALDOVINOS FLORES
P R E S E N T E .**

Manifiestamos a Usted que con esta fecha a sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de INFORME DE PRACTICAS PROFESIONALES con el título "ESTANDARIZACION DE UN PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD EN EMPRESA PRODUCTORA DE CHAMPIÑONES (*agaricus bisporus*)", para obtener la Licenciatura en Biología

Al mismo tiempo le informamos que a sido aceptado como Director de dicho trabajo el ING. INDALECIO RIVERA PLASCENCIS y como asesor al ING. JUAN BOJORQUEZ MARTINEZ.

A T E N T A M E N T E

" PIENSA Y TRABAJA "

Las Agujas, Zapopan, Jal., 20 de julio del 2000


**DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

**DRA. ALMA ROSA VILLALOBOS ARÁMBULA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

c.c.p. ING. INDALECIO RIVERA PLASCENCIA.- Director del Trabajo.

c.c.p. ING. JUAN BOJORQUEZ MARTINEZ.- Asesor

c.c.p. Expediente del alumno

C. DRA. MONICA ELIZABETH RIOJAS LOPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S I D E N T E.

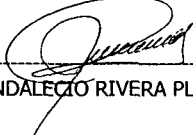
Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó la pasante: MARIA DE LA PAZ VALDOVINOS FLORES con el título: ESTANDARIZACION DE UN PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD EN EMPRESA PRODUCTORA DE CHAMPIÑONES (*Agaricus bisporus*) consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Las Agujas, Zapopan, Jal., a Julio 05 de 2000.

EL DIRECTOR DE TESIS



ING. INDALICIO RIVERA PLASCENCIA P.

EL ASESOR

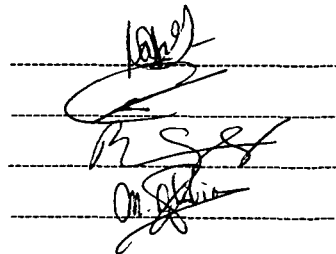


ING. JUAN BOJORQUEZ MARTINEZ

SINODALES

- 1.- ARMANDO ARIAS GARCIA
- 2.- SERGIO FAUSTO GUERRA
- 3.- RAMON RODRÍGUEZ MACIAS
- 4.- M. OLIVIA RODRÍGUEZ A.

FIRMAS



INDICE GENERAL

	PAGINAS
RESUMEN	1
CAPITULO 1 PREVENCIÓN DE ALTERACIONES EN EL PROCESO	3
1.1 PRIORIDADES	3
1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS DEL CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES	4
1.3 DETECCIÓN DE LOS PROBLEMAS	27
1.3.1 NECESIDAD DE DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN PLANTA	27
CAPITULO 2 TECNICAS DE ANALISIS Y SU IMPLEMENTACION	28
2.1 PLANEACION Y DESARROLLOS DE TECNICAS DE ANALISIS	28
2.2 TIPOS DE ANALISIS A EFECTUAR	28
CAPITULO 3 DESCRIPCION DEL PUESTO	29
3.1 REQUISITOS	29
3.2 DISCIPLINAS	30
3.3 AREAS DE OPORTUNIDAD	30
3.4 BENEFICIOS OBTENIDOS	30
CAPITULO 4 FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD	31
4.1 ORGANIGRAMA INTERNO	31
4.2 LABORES DE LOS MIEMBROS	31
CAPITULO 5 MATERIALES Y METODOS	32
DETERMINACIONES FÍSICO-QUIMICAS	34
5.1 DETERMINACION DE LOS IONES HIDRÓGENO	34
5.2 DETERMINACIONES DE HUMEDAD	36
5.3 DETERMINACION DE PROTEINAS Y COMPUESTOS NITROGENADOS	38

5.4	DETERMINACION DE CENIZAS	44
5.5	ACTIVIDADES REALIZADAS EN LOS LOCALES DE CULTIVO	46
5.5.1	TOMA DE MUESTRAS	46
5.5.2	ANALISIS DEL MATERIAL FUNGICO ENFERMO	47
5.6	ESTUDIO DEL AMBIENTE AEREO EN UN LOCAL DE CULTIVO DE CHAMPIÑÓN	47
5.6.1	ANALISIS DE MICROFLORA TOTAL EN TIERRA DE COBERTURA	48
CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		49
ANEXO 1	HONGOS COMPETIDORES	54
ANEXO 2	NEMATODOS	62
ANEXO 3	CLASE ARÁCNIDA	64
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		65
GLOSARIO		67

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	MORFOLOGIA DEL CUERPO FRUCTIFERO DE UN HONGO	6
FIGURA 2	ALMACEN DE LOS ADITIVOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE COMPOSTA	13
FIGURA 3	FERMENTACION AEROBIA EN PILA	14
FIGURA 4	FERMENTACION AEROBIA EN CORDONES	15
FIGURA 5	ADICION DE ADITIVOS Y CORRECTORES	15
FIGURA 6	VUELTAS DE LOS CORDONES CON MAQUINAS COMPOSTEADORAS	16
FIGURA 7	PASTEURIZACION DE LA COMPOSTA	17
FIGURA 8	DISTRIBUCION DEL BLANCO EN LA COMPOSTA	18
FIGURA 9	APLICACIÓN DE LA TIERRA DE COBERTURA SOBRE LA COMPOSTA	20
FIGURA 10	RIEGOS DE LA COMPOSTA DESPUES DE APLICADA LA COBERTURA	21
FIGURA 11	COSECHA DE LOS CHAMPIÑONES	23
FIGURA 12	REPARACIONES DE LAS SALAS DE CULTIVO	24
FIGURA 13	EMPAQUE DE CHAMPIÑONES PARA SU COMERCIALIZACION EN FRESCO	25
FIGURA 14	CONSERVACION EN FRESCO DE CHAMPIÑONES	26
FIGURA 15	TOMA DE MUESTRAS EN FASE I PARA LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS	32
FIGURA 16	MUESTREOS DE TIERRA DE COBERTURA	33
FIGURA 17	INSPECCIÓN DE LAS SALAS DE PRODUCCIÓN	46
FIGURA 18	BAJA PRODUCCION POR FALLAS EN EL PROCESO DE CULTIVO	50
FIGURA 19	ADECUADO ALMACENAMIENTO DE PAJA	51
FIGURA 20	INSPECCIÓN DE ADITIVOS	51

INDICE DE TABLAS

TABLA 1	COMPOSICION NUTRITIVA DE <i>A. bisporus</i> .	7
TABLA 2	PRODUCCIÓN MUNDIAL DE HONGOS CULTIVADOS DE 1986 A 1994.	9

RESUMEN

La presente opción y modalidad seleccionada para mi titulación, tiene por objeto informar algunas de las actividades que llevé a cabo como profesionista en la empresa "Champiñones los Altos", ubicada en Tierras Coloradas, municipio de Acatic, Jalisco. A los alumnos espero satisfacer sus inquietudes sobre algunos tópicos del ejercicio de su profesión dentro de las industrias; enterar a los profesores de la aplicación de los conocimientos de ellos recibidos en las aulas y a la Universidad darle a conocer la necesidad de continuar con la ampliación y diversificación de módulos de enseñanza, pues el futuro de nuestra nación está basado en la capacidad de sus habitantes.

Las empresas productoras del champiñón (*Agaricus bisporus*) instaladas en el territorio nacional están repartidas en consorcios. El grupo Monte Blanco al cual pertenece la empresa "Champiñones los Altos", cuenta con otras siete en diversas localidades en el país.

En "Champiñones los Altos" se llevan a cabo todos los procesos para la producción del champiñón: elaboración de la composta, pasteurización, siembra, incubación, cobertura, rascado, cosecha, limpieza; así como el empaque, conservación, embarque y venta del producto terminado.

Cabe destacar que muchos de los insumos y materiales que se necesitan para la producción de champiñones, como son la paja de trigo, tierra de cobertura, blanco de champiñón (*Agaricus bisporus*), entre otros, son abastecidos por otras empresas no pertenecientes al grupo.

Por lo estricto del proceso y lo riguroso de la limpieza con que éste se lleva a cabo, la empresa "Champiñones los Altos" está considerada como una empresa alimenticia y como tal cumple con todos los requisitos.

El mayor beneficio que aporta a la sociedad es generar aproximadamente 250 empleos directos y satisfacer la necesidad de proveer un producto alimenticio de elevada calidad nutricional, que en la actualidad no se alcanza a satisfacer la demanda nacional; para ello se cuenta con el equipo más moderno del mercado.

En ésta empresa, todo el personal que labora son connacionales, demostrando con ello la alta capacidad de la mano de obra y directiva mexicana.

Es conveniente aclarar que ésta es una empresa productora, es decir, se produce el champiñón a partir de sus materias primas. Está en constante crecimiento desde el momento en que se fundó y sólidamente establecida, razón por la cual la rotación del personal es mínima, trayendo como consecuencia una muy buena relación interpersonal y una basta experiencia en las labores que se realizan.

El nombre del puesto es: "supervisor de control de calidad" y forma parte del departamento de control de calidad de "Champiñones los Altos". El cual está formado por un Gerente General, dos Supervisores de Producción, un Supervisor de Control de Calidad y un auxiliar.

Como Supervisor de Control de Calidad, mis principales funciones fueron realizar y controlar las determinaciones físico-químicas de las materias primas a utilizar; humedad, nitrógeno proteico, nitrógeno amoniacal, cenizas, pH, entre otros. Así como dar seguimiento al desarrollo del cultivo en cada etapa del proceso de producción. Al igual que revisiones del champiñón en precosecha, postcosecha y embarque.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

PREVENCION DE ALTERACIONES EN EL PROCESO

1.1 PRIORIDADES

En cualquier empresa productora de champiñones es de vital importancia la continuidad en el proceso para la elaboración del producto, en ésta como en todas, la materia prima y los equipos en ella instalados, pueden generar eventos no deseados, repercutiendo con ello en la calidad del champiñón.

Por esto, constantemente se llevan a cabo reuniones de todo tipo y a todos los niveles, para la optimización de los recursos, buscando siempre la mayor eficiencia.

El laboratorio de análisis físico-químicos y el departamento de control de calidad del que formé parte, en una de nuestras reuniones conduimos en dar solución a los problemas que pudieran ocasionar un paro considerable en el cultivo o una disminución en la producción y calidad del producto; se llegó a la conclusión que es necesario detectar cualquier error que pueda ocasionar alteraciones en el proceso, así como realizar determinaciones físico-químicas de las materias primas a utilizar y dar seguimiento al cumplimiento de estándares de calidad requeridos en cada una de las etapas del proceso de producción.

En cualquier etapa del proceso de producción, el producto puede ser alterado por mal manejo, siendo resultado del desconocimiento del estado físico, químico y microbiológico de la materia en proceso.

Así se determinó como prioridad principal la implantación de técnicas de determinación y análisis de las materias primas, como también del material en cada etapa del proceso, con el fin de tener disponibilidad en todo momento del conocimiento del estado real de materias y productos de la empresa.

1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS DEL CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES

El nombre griego *mykés* y el latín *fungus* sirven actualmente para indicar a los organismos llamados hongos y la ciencia que los estudia se denomina micología.

¿Qué son los hongos?

Los hongos son organismos eucarióticos, heterótrofos y carentes de clorofila, que se reproducen a partir de la germinación de esporas tanto de forma sexual como asexual. Las estructuras somáticas son normalmente filamentosas, ramificadas, y están rodeadas de una pared celular que contiene quitina o celulosa o bien ambas sustancias (Pacioni, 1980).

Desde tiempo inmemorial, los hongos han despertado nuestro interés no sólo por su diversidad de formas y colores, o por su repentina y misteriosa forma de manifestarse en el campo, sino también por otras importantes razones, como son su amplia gama de propiedades desde los tóxicos a medicinales y por deliciosas razones culinarias (Gea y Tello, 1997).

Los hongos comestibles han sido apreciados y considerados como un platillo selecto desde la más remota antigüedad, más por su sabor que por sus cualidades nutritivas. Ya por entonces, filósofos griegos y notables romanos se mostraron particularmente aficionados a los hongos, y consumían además del hongo de los cesares (*Amanita caesarea*), las trufas (*Tuber spp.*) y champiñón (*Agaricus bisporus*) en su menú, considerándolos un auténtico manjar. Posteriormente, los platillos a base de hongos fueron muy populares entre la nobleza y el clero (Gea y Tello, 1997).

El cultivo de hongos representa una corriente de procesos biotecnológicos económicamente aprovechables, capaz de convertir los residuos de plantas (lignocelulósicos) procedentes de la agricultura, la industria agroalimentaria y la silvicultura en alimento humano rico en proteínas (Gea y Tello, 1997).

NECESIDAD Y CONVENIENCIA DE LOS CULTIVOS

La vegetación nativa produce muchos hongos en los países húmedos, pero los produce con irregularidad y en estaciones determinadas; en los países secos la producción es escasa. Todo esto determina la necesidad de acudir al cultivo para satisfacer las necesidades del mercado, creando así una industria bastante fructífera.

Pero aún mayor que la necesidad es la conveniencia de este proceso, puesto que los hongos cultivados son siempre de especie conocida y garantizados contra el riesgo de una intoxicación, evitando cuidados y zozobras.

Los procedimientos empleados en el cultivo de los hongos se fundamentan en el conocimiento de las condiciones de vida de las especies que a ello se prestan, variando tanto como varían estas.

CHAMPIÑÓN CULTIVADO (cha.: xampinyó; eusk.: francés perrebiko (*Agaricus bisporus*))

Etimología. Del latín, "dos esporas": basidio con dos esporas.

Descripción. En la figura 1 se presentan las principales características morfológicas de un cuerpo fructífero de los hongos en general. Partiendo de esta morfología se describe a continuación el cuerpo fructífero del champiñón: Sombrero de 5-10 cm, blanco, carnoso, primero globular o semiesférico y después convexo e incluso totalmente extendido, aplanado; los ejemplares jóvenes presentan la orla con una franja blanca, blanda, denticulada, fugaz. Láminas de color blanco rosado en los ejemplares jóvenes, rojizo pardusco en los maduros, apretadas, no adheridas al pie. Pie de 3-5 x 1-1,5 cm, blanco; en algunos ejemplares, en el tramo dispuesto inmediatamente por encima del anillo, es de color rosado; heterogéneo, al principio medular y después algo vacío; el anillo es blanco, grueso y blando, membranoso, que persiste mucho tiempo y deja luego jirones sobre el margen. Carne blanca en contacto con el aire; en los ejemplares inmaduros adquiere un color rosado, mientras que en los maduros es pardusco, gruesa y blanda; olor y sabor agradables. Esporas de color chocolate o pardo violáceo, lisas, elípticas, 6-9 x 4-6 micras.

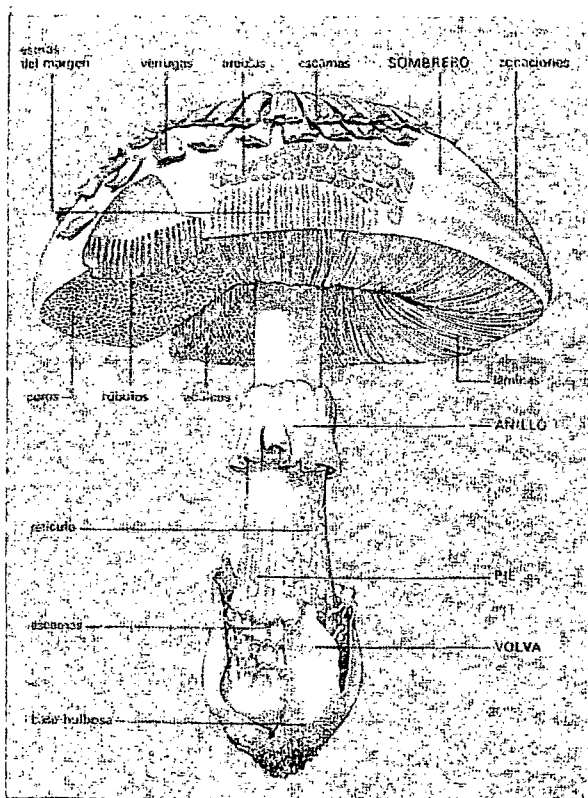
Comestibilidad. Excelente, aunque el sabor de los ejemplares cultivados es inferior al de las mejores especies silvestres.

Hábitat. En los prados, tierras ricas en humus, huertos, pastos, al borde de los caminos, en lugares abiertos, sobre estiércol de caballo.

Época de fructificación. Formas espontáneas después de las primeras lluvias de temporal, presentándose las condiciones ideales para la fructificación.

Nota. La variedad más extendida es la blanca por su cultivo comercial, adecuada para la conservación y la carmesí, que se presta mejor al consumo directo (Pacioni, 1980).

Figura 1. Morfología de un cuerpo fructífero de hongo.



COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL CHAMPIÑÓN

El champiñón cultivado es una buena fuente de vitaminas, entre las que destacan: tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina, biotina y ácido pantoténico (incluidos en el grupo vitamínico B), ergosterina (provitamina D2), y ácido ascórbico (vitamina C). También es rico en cierto número de minerales, entre los que se pueden citar: calcio, fósforo, hierro, sodio, potasio y manganeso. (Tabla 1)(Gea y Tello, 1997).

El champiñón, como organismo heterótrofo saprofito, no es capaz de sintetizar su propio alimento, por lo que necesita de un medio en el que estén presentes los elementos nutritivos necesarios. A este substrato, que se produce para que sirva de alimento, única y exclusivamente para el champiñón, se le denomina composta (Gea y Tello, 1997).

Tabla 1. Composición nutritiva de *Agaricus bisporus* según CRISAN Y SANDS (1978).

Humedad inicial (%)	78.3 – 90.5
Proteínas (N x 4.38)	23.9 – 34.8
Grasas	1.7 – 8.0
Carbohidratos totales	51.3 – 62.5
Carbohidratos libres de N	44.0 – 53.5
Fibras	8.0 – 10.4
Cenizas	7.7 – 12.0
Valor energético (kcal/100 g de materia seca)	328 - 368

(Los datos se expresan en porcentaje de peso seco, excepto para el contenido en agua)

ORIGEN DEL CULTIVO DE CHAMPIÑÓN

El cultivo de champiñón nació en Francia. En 1650, cultivadores de melones de la región de París iniciaron con el cultivo de champiñón y de Francia, se extendió cada vez más en el mundo. En 1865, el cultivo de champiñón se transmitió a América, pasando por Inglaterra. A partir de ésta fecha, el cultivo es una verdadera industria (Vedder, 1991).

Una contribución primordial para el desarrollo del cultivo de champiñón, fue el aislamiento de micelios a través de la germinación de esporas de champiñón cultivado, realizando así un "cultivo puro" de blanco de champiñón. Esto supuso una gran mejora, ya que permitía obtener blanco, a partir de tejido y esporas de champiñón, exenta de patógenos (Gea y Tello, 1997).

Otro paso importante, fue el descubrimiento realizado por Lambert (1929) mediante el cual, el blanco también podía prepararse a partir de cultivos esporicos. Sinden (1932) patentó el blanco crecido sobre grano, y dedicó su atención a la producción de nuevas variedades. El americano Robert Miller (1971) desarrolló un método para la hibridación de *A. bisporus*, basado en el aislamiento de esporas. Este hecho fue el inicio del moderno trabajo de mejora de variedades (Gea y Tello, 1997).

Lambert (1941) introdujo sistemáticamente la fermentación dirigida y controlada de la composta, en su proceso de elaboración, de forma que los cultivadores podían iniciar el cultivo con un sustrato prácticamente libre de patógenos y contaminantes productores de enfermedades. Posteriormente se desarrolló el compostaje corto, que es ahora utilizado en todo el mundo. Con este método resulta posible elaborar composta de elevada calidad y de forma reproducible (Gea y Tello, 1997).

La disponibilidad de blanco de siembra de calidad contrastada, procedente de cepas puras de champiñones, y de un método reproducible para la elaboración de buena composta, son las bases en las que se apoya el cultivo moderno del hongo, permitiendo su desarrollo en todo el mundo (Gea y Tello, 1997).

La producción comercial de hongos ha sido incrementada en todo el mundo en más de 14 veces, en los 29 años pasados, de 350,000 toneladas en 1965, a 4'910,000 toneladas en 1994. Durante la producción del año de 1979, *Agaricus bisporus* aconteció sobre el 70% del suministro mundial. Como se muestra en la Tabla 2. (Royse, 1997).

Tabla 2. Producción mundial de hongos cultivados de 1986 a 1994.

Especies	Peso fresco (Por 1,000 t)		(%)
	1986	1994	Incremento
<i>Agaricus bisporus</i>	1,215 (55.8%)	1,846 (37.6%)	51.9
<i>Lentinula edodes</i>	320 (14.7%)	826 (16.8%)	158.1
<i>Pleurotus spp.</i>	169 (7.8%)	797 (16.3%)	371.6
<i>Auricularia spp.</i>	119 (5.5%)	420 (8.5%)	301.0
<i>Volvariella volvacea</i>	178 (8.2%)	299 (6.1%)	68.0
<i>Flammulina velutipes</i>	100 (4.6%)	230 (4.7%)	130.0
<i>Tremella fuciformis</i>	40 (1.8%)	156 (3.2%)	290.0
<i>Hypsizygus marmoreus</i>	-- --	55 (1.1%)	-----
<i>Pholiota nameko</i>	25 (1.1%)	27 (0.6%)	8.0
<i>Grifola frondosa</i>	-- --	14 (0.3%)	-----
Otras	10 (0.5%)	239 (4.8%)	2,290.0
Total	2,176 (100.0%)	4,909 (100.0%)	125.6

Change (1996).

El cultivo empírico de champiñón en México inició en 1933. José Leben Zdravie, un inmigrante italiano, realizó los primeros ensayos en el cultivo de *A. bisporus* en Texcoco, cerca de la ciudad de México, utilizando un sistema de cultivo y blanco de siembra comercial distribuida por una compañía de hongos en Pennsylvania, E.U.A. Este fue el primer sitio de América en donde ha sido cultivado *A. bisporus*, solamente precedido por E.U.A. (1880) y Canadá (1912) (Martínez y Carrera, 1997).

PROCEDIMIENTOS ESPECIFICOS

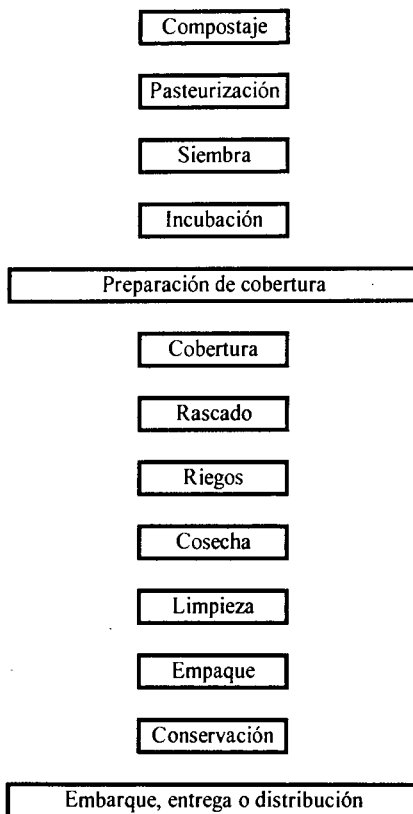
SISTEMAS DE CULTIVO

En el cultivo de champiñón se conocen dos sistemas principales: el monozona y el plurizona, con toda clase de variantes. El sistema monozona implica que la pasteurización, incubación y cosecha tienen lugar en una misma sala. Por lo que cada casa debe estar aislada y equipada de forma que pueda alcanzar la temperatura más alta (55-60 °C en la pasteurización, y 70 °C en la desinfección con vapor). En este sistema, el cultivo se practica generalmente en estantes fijos. En el sistema plurizona, la pasteurización y cosecha se realizan en salas diferentes. Para rentabilizar el empleo de medios mecánicos, es preciso que la explotación donde se practique este sistema sea suficientemente grande.

El sistema ideal de cultivo, debe permitir la mecanización rentable de la mayoría o de todas las operaciones culturales, incluida la cosecha (Vedder, 1991).

SITUACION ACTUAL DE LA PRODUCCION DE CHAMPIÑÓN

La empresa "Champiñones los Altos" hace uso de procedimientos documentados para cada una de sus etapas de producción que directamente afectan la calidad y se asegura que el proceso se lleve a cabo bajo condiciones controladas y reproducibles.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DEL CULTIVO DE *A. bisporus*

ELABORACION DE COMPOSTA: COMPOSTAJE

El compostaje es un proceso de fermentación microbiana, mediante el cual diversos subproductos vegetales lignocelulósicos considerados como materiales de base, junto con otros aditivos nitrogenados o materiales de enriquecimiento, son transformados en un medio de cultivo selectivo para el crecimiento y desarrollo del champiñón.

MATERIALES EMPLEADOS EN LA ELABORACION DE COMPOSTA

- Materiales de base o volumen:
 - Pajas de cereales (trigo, centeno, cebada, maíz, sorgo, arroz, entre otros).

- Aditivos:
 - a) Fertilizantes:
 - Urea, nitrato de amonio, sulfato de amonio, amoniaco anhidro, entre otros.

 - b) Materiales residuales orgánicos:
 - Pollinaza
 - Harinolina, girasolina, cascarilla de algodón, entre otros.

 - c) Otros (neutralizantes y correctores):
 - Sulfato de calcio dihidratado (yeso agrícola).

Figura 2. Almacén de los aditivos utilizados en la elaboración de composta.



PROCEDIMIENTOS GENERALES EN LA ELABORACION DE COMPOSTA.

La elaboración del sustrato nutritivo, por medio del compostaje, es un proceso que implica dos fases interdependientes y relacionadas entre si.

FASE I O FASE DE FERMENTACIÓN LIBRE.

La fase I inicia con la mezcla y humidificación de las materias primas en grandes montones planos, colocados en trojes al aire libre (Figura 3). Los montones así formados son cambiados varias veces de troje para uniformar la mezcla y homogeneizar la fermentación y riego de la masa, invirtiéndose un total de 10 a 13 días en este proceso. Se producen varios volteos con objeto de oxigenar suficientemente para la fermentación aerobia. Mediante las aplicaciones de agua se consigue estimular la

actividad microbiana, con la adición de los activadores se asegura una suficiente cantidad de nitrógeno para mantener dicha actividad.

Una vez que los montones han finalizado la primera etapa de fermentación (la cual se puede observar en la Figura 3), se trasladan a un área de fermentación cubierta, donde se forman los cordones de substrato (Figura 4), con una sección cuadrangular de 1.90 x 1.90 m aproximadamente, y variando su longitud en función de la capacidad de la cámara de pasteurización. En esta segunda etapa de la fase 1, se dan tres volteos, con ayuda de máquinas composteadoras (Figura 5), a intervalos de tres días, añadiéndose los aditivos y correctores necesarios (Figura 6). En total, se invierten alrededor de nueve días en esta segunda etapa.

La fase I se considera completa cuando las materias primas se transforman en flexibles, y son capaces de retener agua, el olor a amoníaco es penetrante, y el color marrón oscuro indica que las reacciones de caramelización y/o pardeamiento han tenido lugar.

Figura 3. Fermentación aerobia en pila.

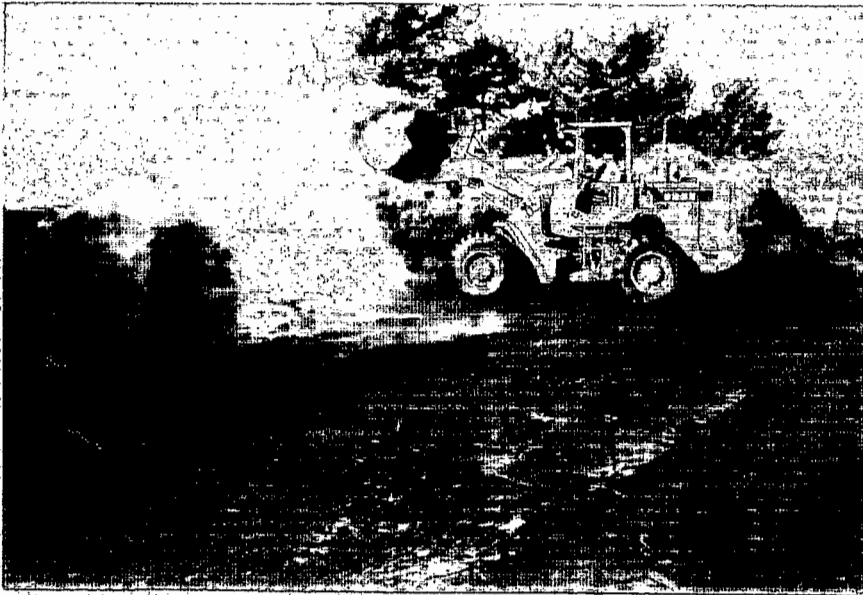


Figura 4. Fermentación aerobia en cordones.



Figura 6. Adición de aditivos y correctores.

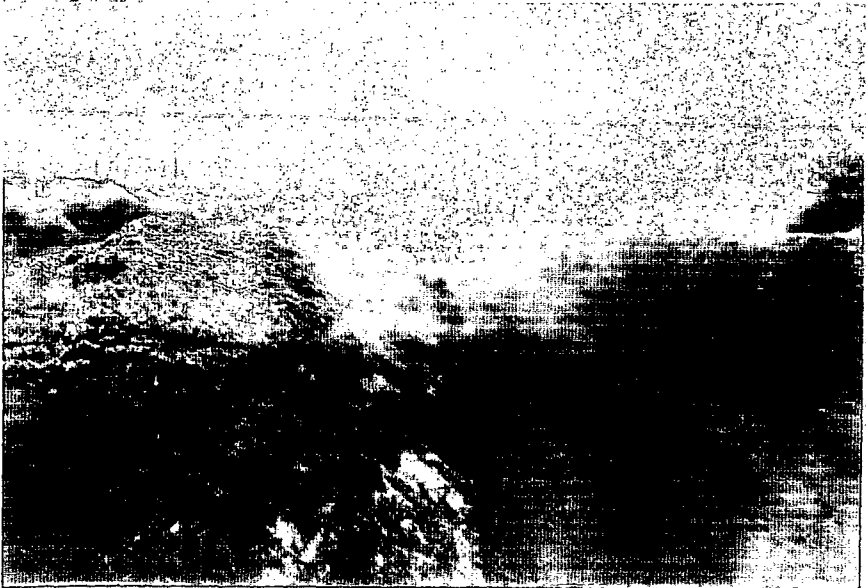
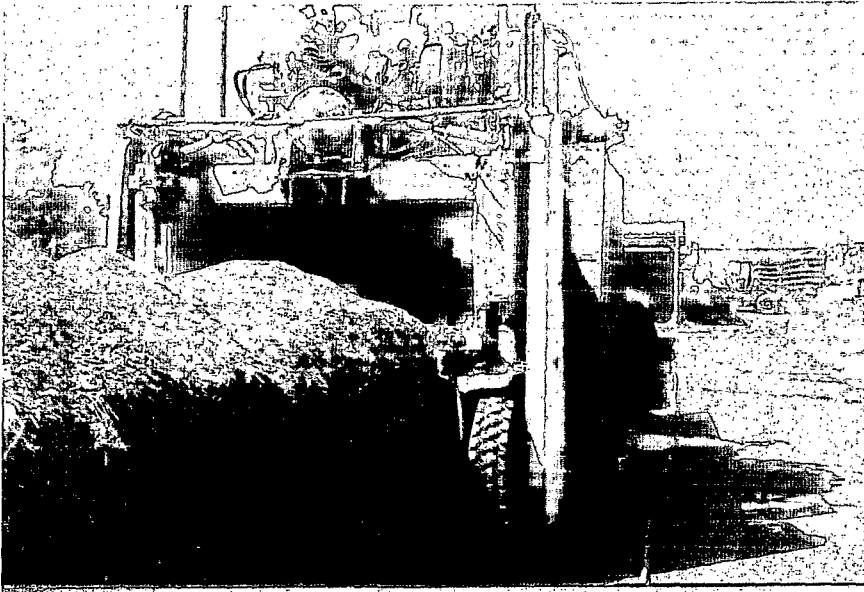


Figura 5. Vueltas de los cordones con máquinas composteadoras.



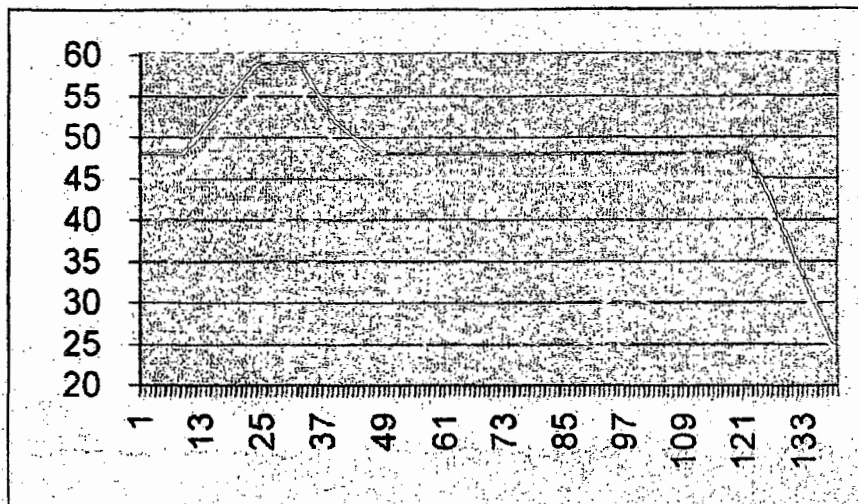
FASE II O FASE DE FERMENTACIÓN DIRIGIDA O CONTROLADA

La composta procedente de la fase I se introduce en las cámaras de pasteurización, acondicionadas técnicamente para este fin, y provistas de un ventilador con las correspondientes conducciones para recircular el aire del interior, e introducir aire nuevo a voluntad. La composta se coloca en la cámara sobre un entramado de tablonos (o vigas de hormigón), situado a unos 60 cm del suelo, dejando una separación entre ellos, a modo de rejilla, para que pase el aire que impulsa el ventilador y atraviese la masa de composta, oxigenando y uniformizando la temperatura en toda ella, como se observa en la Figura 7.

La fase II, tiene fundamentalmente dos propósitos: pasteurización y acondicionamiento final de la composta para convertirla en selectiva para el champiñón (ausencia de amoníaco y de carbohidratos fácilmente disponibles).

La pasteurización se realiza normalmente a continuación del llenado de la cámara, y tiene como finalidad eliminar todos los organismos parásitos y competidores del champiñón; nematodos, ácaros, moscas, hongos, etc. (Anexos 1, 2 y 3) que puedan existir en la composta.

Figura 7. Pasteurización de la composta.



Eje Y temperatura en ° C. Eje X tiempo expresado en horas. Rojo composta, Amarillo aire.

SIEMBRA

El blanco de champiñón es conservado en una cámara frigorífica a temperatura constante de 3 °C. Se sacan los paquetes de blanco de la cámara fría un día antes de la siembra, desmenuzándolos y situándolos en la sala donde tendrá lugar la siembra.

Todos los materiales y útiles empleados en la siembra deben estar limpios, lo mismo que manos y ropas.

En la empresa "Champiñones los altos" se practica el cultivo en bloques. Terminada la fermentación y pasteurización de un lote de composta, se utiliza un tractor con pala frontal para llevar la composta a la tolva de la sembradora. La composta es mezclada y homogeneizada junto con el blanco por medio de un cilindro de púas y al mismo tiempo la máquina sembradora va formando los bloques.

El blanco se mezcla cuidadosamente con la composta, de manera que todos los puntos del blanco estén distribuidos lo mejor posible por toda la composta (Figura 8). La tasa de blanco para la siembra, es del 2 al 3% del peso seco con respecto al sustrato.

Una vez que se han realizado las operaciones de siembra y envasado, los bloques se trasladan a los locales donde tiene lugar el desarrollo de las fructificaciones de champiñón propiamente dicho.

Figura 8. Distribución del blanco en la composta.



CUIDADOS DURANTE LA INCUBACION

En la fase de incubación, el micelio establecido en los granos del blanco de siembra se extiende tridimensionalmente por toda la masa de composta. Para que la colonización sea lo más rápida posible, es necesario mantener las condiciones ambientales dentro de valores óptimos. Así, la temperatura del local debe ser de 20-22 °C, y la del interior de la composta de 25 °C (temperatura óptima para el crecimiento del micelio de *A. bisporus*). La humedad relativa del aire debe mantenerse próxima al 95%, y así debe permanecer hasta la etapa de fructificación. Durante esta fase de crecimiento vegetativo, una concentración alta de CO₂ (superior al 0.1%), ejerce una influencia positiva en el crecimiento del micelio. Por tanto, la ventilación deberá mantenerse al mínimo durante esta etapa, para obtener una concentración de CO₂ tan alta como sea posible.

Varios días más tarde, el micelio es denso, fino y sedoso y la composta adquiere un color dorado.

Al cabo de 2-3 semanas, el micelio del hongo ha colonizado totalmente el sustrato, tomando los bloques un color blanquecino, tanto en el interior como en la superficie, lo que indica que se puede proceder a iniciar la siguiente fase.

SUPLEMENTACION DE LA COMPOSTA INCUBADA

Es posible aumentar los rendimientos añadiendo ciertas sustancias a la composta incubada. Se trata principalmente de sustancias carbonadas que contienen también ciertos aceites o grasas, como la harinolina, granos de sorgo molidos, harina de cacahuate, torta de soja, entre otras. Generalmente, 1 Kg. de torta de soja sin extraer por m² inmediatamente antes de la cobertura, parece dar los mejores resultados, especialmente en las variedades que fructifican con más lentitud. Este enriquecimiento no solo aumenta los rendimientos, sobre todo de las primeras oleadas, sino también la calidad. Las sustancias aportadas deben estar pasteurizadas previamente, y el reparto de las mismas debe ser uniforme.

TIERRA DE COBERTURA Y COBERTURA O TAPADO

La tierra de cobertura es el material que se utiliza como recubrimiento superior de la composta, en el que se desarrollarán los cuerpos fructíferos (Figura 9). La tierra de cobertura debe absorber, retener y luego suministrar progresivamente la cantidad de agua necesaria para el desarrollo de las fructificaciones. Así como mantener una estructura que permita el intercambio gaseoso. No es necesario que la tierra de cobertura contenga elementos nutritivos (Vedder, 1991).

La tierra de cobertura debe tener un pH de 7.0 a 7.5 por lo que se añade caliza (carbonato cálcico) a la mezcla de cobertura para aumentar el pH y además favorecer la estructura de la mezcla. Debe ser pasteurizada antes de aplicarla. Por esta razón, se desinfecta con vapor o formol.

Figura 9. Aplicación de la tierra de cobertura sobre la composta.



1. Desinfección con formol.

La solución comercial se presenta con un 40% de formol. Se utilizan 2 litros de solución comercial por m^3 de tierra de cobertura añadiendo tanta agua como sea preciso para que la mezcla tome suficiente humedad. Después de haber mezclado bien la solución de formol con la tierra, hay que cubrirla con una lámina de plástico. Pasados uno o dos días, se voltea cuidadosamente el montón para eliminar los vapores de formol (Vedder, 1991) (No es recomendable por los daños que ocasiona a la salud).

2. Desinfección con vapor.

La tierra se trata con vapor durante 5 o 6 horas, a una temperatura de 60 a 65 °C. Esta puede practicarse en cámara de pasteurización diseñada para este fin. Se colocan sensores para controlar las temperaturas con un termómetro de lectura a distancia, desde el exterior (Siendo la opción más utilizada).

La capa de cobertura tiene un espesor de 3.5-4.0 cm, lo que supone de 3.5 a 4.0 m³ de tierra de cobertura para 100 m² de superficie de cultivo. Los materiales y útiles empleados en la cobertura deben estar limpios y desinfectados con una solución de formol al 2%, posteriormente se enjuagan con agua limpia.

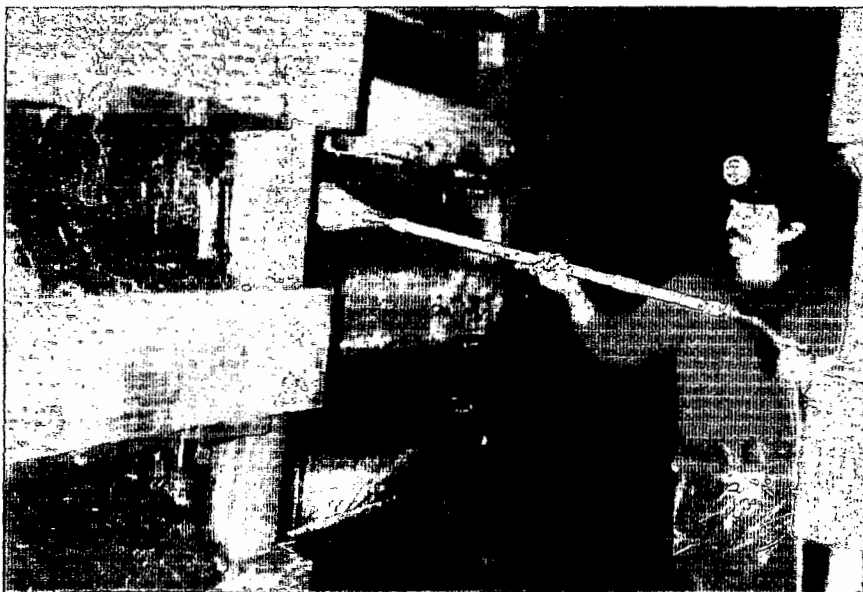
Para obtener un espesor homogéneo y constante en la cobertura, es preciso que la composta se haya compactado e igualado bien, lo que se verifica desde la siembra.

Después de realizada la cobertura, se tiene el cuidado que la sala de cultivo quede perfectamente limpia.

FASE DE PREFRUCTIFICACION

Durante esta fase continúa la colonización de la composta y de la capa de cobertura por parte del micelio de *A. bisporus*, manteniendo los factores climáticos con valores idénticos a los expresados en la etapa de incubación. Después de aplicada la capa de cobertura, es necesario saturarla con agua (figura 10). A la vez se realizan los tratamientos fitosanitarios correspondientes con la finalidad de controlar las posibles plagas y enfermedades (Anexos 1, 2 y 3).

Figura 10. Riegos de la composta después de aplicada la cobertura.



INDUCCION DE LA FRUCTIFICACION

Al cabo de 7-9 días después de la cobertura, aparece el micelio en la superficie de la tierra, momento que se aprovecha para la inducción de la fructificación deteniendo el crecimiento vegetativo del micelio. Este cambio se logra variando las condiciones climáticas, de forma que la temperatura ambiente se baja a 16-18 °C y se incrementa la ventilación, evitando que los niveles máximos de CO₂ superen el 0,08% en volumen, al tiempo que se mantiene la humedad relativa próxima al 85-90% (Gea y Tello, 1997).

CUIDADOS DEL CULTIVO

El desarrollo del champiñón comienza por una aglomeración de filamentos de micelio que van a formar una pequeña bola (que se llama "primordio" o grano). Cuando las circunstancias son favorables, esta bolita del tamaño de un guisante puede desarrollarse en 3 ó 4 días hasta formar un champiñón listo para la cosecha.

Es necesario mantener una cantidad suficiente de agua en la composta y en la tierra de cobertura, una ventilación adecuada con aire de grado higrométrico y temperatura ambiente apropiadas al cultivo.

COSECHA

La cosecha de la mayor parte de los champiñones destinados a la venta en fresco, comienza cuando el sombrero ha alcanzado su dimensión máxima, permaneciendo aún cerrado y denso (Figura 11). La cual consiste en coger con cuidado el champiñón por el sombrero, girándolo ligeramente. Un poco de micelio y restos de tierra de cobertura quedan adheridos al pie, lo que se corta con un cuchillo bien afilado. Esta operación se efectúa encima de un cubo u otro recipiente, para que los restos cortados caigan en él.

Se cosechan de 3 a 5 champiñones en un solo movimiento, se clasifican y colocan en cajas al mismo tiempo que se cosechan. Los recipientes con las diferentes categorías de champiñón son colocados sobre un soporte enganchado en el borde del estante o sobre un carro.

Figura 11. Cosecha de los champiñones.



LIMPIEZA DEL AREA DE CULTIVO

Tan pronto como la oleada se haya terminado de cosechar, se limpia el cultivo. Con la punta de un cuchillo pequeño, se extraen las bases de los pies, y los pies de los champiñones que se hayan cortado y después se retiran los restos de micelio. Se quitan también los champiñones enfermos o muertos, los granos podridos y los restos de la oleada.

La limpieza influye favorablemente sobre la estructura de la tierra de cobertura y sobre los intercambios gaseosos de la composta. Es infinitamente mejor retirar todas las impurezas después de cada oleada, manteniendo el cultivo en buen estado higiénico. Esforzándose en mantener la superficie de la tierra de cobertura en buen estado sanitario, puede incluso llegarse a regular, hasta cierto punto, el desarrollo de las oleadas.

Durante la cosecha, igual que en los demás períodos del cultivo, se registran todos los datos y observaciones. Es importante anotar, además de la producción de champiñones cosechados, la cantidad

de agua incorporada y en qué momento, la ventilación, la limpieza del cultivo, así como la aparición de enfermedades, entre otros aspectos.

VACIADO Y DESINFECCIÓN DEL LOCAL DE CULTIVO

Al terminar la cosecha, se procede a vaciar la sala de cultivo. Es recomendable realizar un tratamiento con formol de todo el contenido del local, con el fin de desinfectar la composta agotada y los restos de cosecha, evitando así contaminar los cultivos próximos. Esta desinfección también se realiza inyectando vapor en el interior del local, con lo que se consigue un resultado más satisfactorio.

Se desmontan los anaqueles en los que se colocaron los bloques, después del vaciado. Se realiza una limpieza y desinfección a fondo del local, utilizando formol al 2%. Esta solución se proyecta en techo, paredes y suelo, efectuando posteriormente las pequeñas reparaciones que sean precisas (Figura 12). Se refieren éstas últimas a la sustitución de anaqueles dañados, tapado de grietas o reparación en el revestimiento estanco al vapor de la sala de cultivo, control de puertas, aberturas de aireación y alumbrado.

Figura 12. Reparaciones de las salas de cultivo.



CONSERVACION EN FRESCO

Cuando la temperatura del champiñón y del ambiente es muy elevada, la calidad se deteriora rápidamente; los champiñones se ablandan, se oscurecen y abren. La desecación y las lesiones ligeras de los sombreros provocan cambios en el color. El oscurecimiento es producido por procesos enzimáticos (polifenol-oxidasas). Los champiñones de primera oleada son especialmente sensibles al oscurecimiento causado por presiones y golpes.

Para impedir el deterioro de la calidad es recomendable:

1. Evitar dañarlos en lo posible al tocarlos inútilmente durante la cosecha y el pesado, al disminuir la manipulación inapropiada.
2. No exponerlos durante mucho tiempo a corriente de aire seco.
3. Inmediatamente después de la cosecha, mantenerlos a una temperatura de 2-3 °C (Figuras 13 y 14).

Figura 13. Empaque de champiñones para su comercialización en fresco.

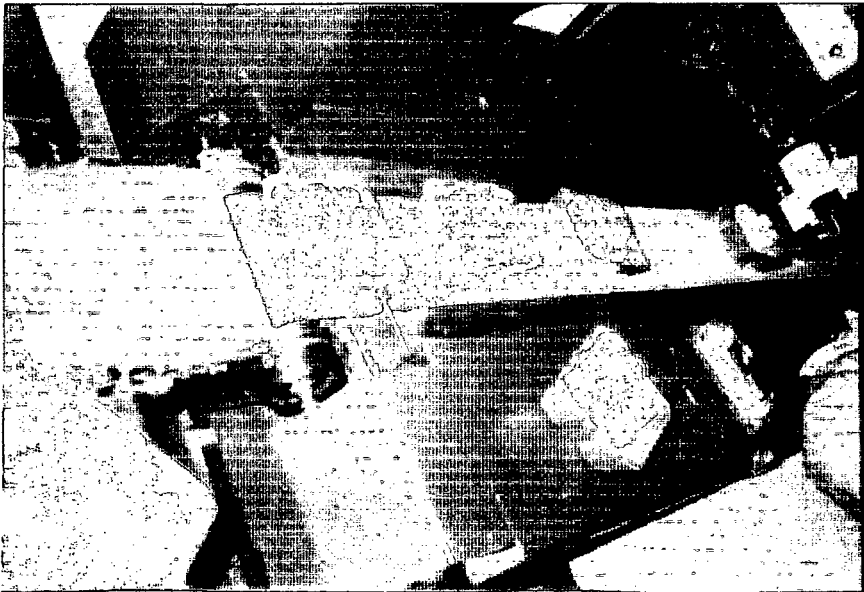
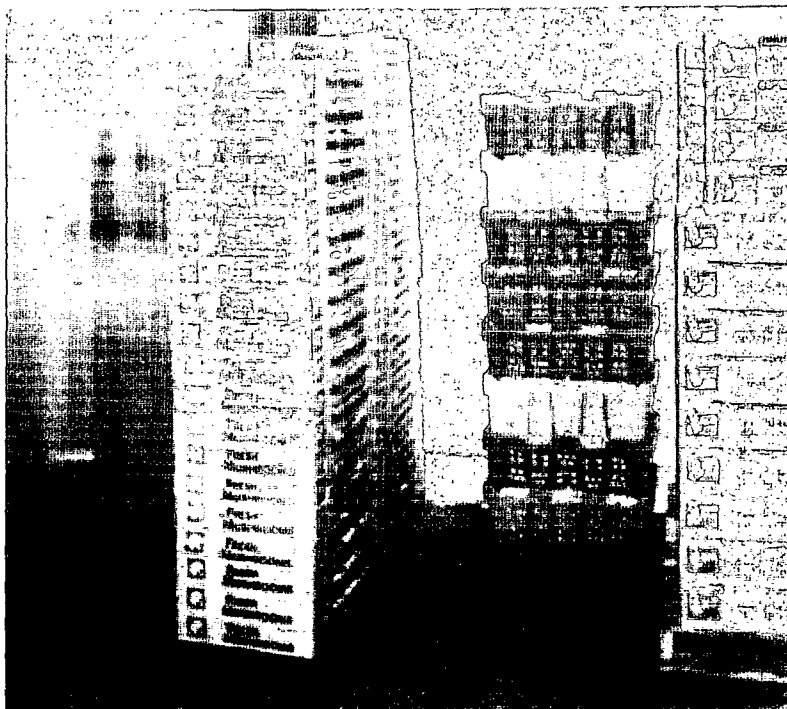


Figura 14. Conservación en fresco de champiñones.



Estas medidas permiten prolongar la conservación del champiñón en fresco con el objeto de que:

1. Se mantenga la mejor calidad cuando lleguen al consumidor.
2. Se realice la distribución en puntos de venta más lejanos.
3. Se suministra a la industria de la conservación una materia prima de mejor calidad.

Para aprovechar al máximo las ventajas de la refrigeración, será necesario conservarlos en frío hasta que lleguen al consumidor. Esto implica conservación en cámara fría en la explotación, transporte en camión frigorífico, en otras palabras una cadena de frío.

Respecto al enfriamiento del producto, es importante detener la evolución de los champiñones cosechados, tan rápido como sea posible. Dicho de otro modo, es necesario transportar los champiñones desde la sala de cultivo hasta la cámara frigorífica tan rápido como se pueda hacer.

Una vez frío el producto, es relativamente fácil conservarlo, ya que a baja temperatura el calor producido por la respiración es mínimo. El equipo frigorífico del camión debe eliminar únicamente el calor producido por la respiración y el transmitido por las paredes.

En caso de transportes importantes, cuando los camiones se cargan y descargan una sola vez y la distancia a recorrer es relativamente corta puede prescindirse del equipo frigorífico. En un camión o contenedor bien aislados, que no contenga más que el producto refrigerado, la temperatura se eleva lentamente.

1.3 DETECCION DE LOS PROBLEMAS

La intención de la explicación del proceso de cultivo de champiñón, es demostrar la importancia en la continuidad del mismo y el por qué de la prevención de daños en el material durante el proceso.

1.3.1 NECESIDAD DE DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN PLANTA

El principal problema que se atacó, fue la obtención puntual de resultados físico-químicos de las materias primas y del material en cada etapa del proceso.

Aunque se cuenta con el servicio de un laboratorio externo que apoya en la realización de las determinaciones analíticas, el inconveniente es el costo elevado. Asimismo, la empresa está en constante crecimiento, por lo que la demanda de análisis ha crecido enormemente y surge la necesidad de instalar un laboratorio de análisis físico-químicos.

Se determinó la importancia del análisis del material en cada etapa del proceso, para de esta forma programar mejor la producción y la organización del personal, asimismo estandarizar y retroalimentar cada uno de los procedimientos involucrados en el proceso de producción, así como elevar los rendimientos y la calidad del producto.

Otro problema detectado implicaba al personal subordinado, no solo en las labores del cultivo sino del trabajo que desempeñaban en general.

Esto se puede resumir en la falta de participación conjunta de todo el personal para el logro de metas preestablecidas y todo lo que ello trae como consecuencia.

CAPITULO 2

TECNICAS DE ANÁLISIS Y SU IMPLEMENTACION

2.1 PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Una vez definidos los problemas principales que han sido detallados en el capítulo anterior, se tomaron en cuenta las necesidades que implicarían para la solución de los mismos tanto técnicas como en capacitación del personal.

La primera fue la implementación de técnicas que se utilizarían para el análisis de las muestras, así como la capacitación al personal operativo del equipo instalado en el laboratorio, y la segunda las tácticas a usar para la concientización e integración de los trabajadores en los fines perseguidos por la empresa. Para esto se enteró a la dirección del trabajo y el gasto necesario que implicaba el obtener información para retroalimentar el proceso, recibiendo como respuesta todas las facilidades y apoyo para los mismos.

2.2 TIPOS DE ANÁLISIS A EFECTUAR

Definir las determinaciones a efectuar. Dándonos cuenta que todo se prestaba para trazar un plan que pudiera llevarse a cabo simultáneamente en todas las etapas del proceso del cultivo.

Dentro de las determinaciones más importantes que se establecieron, están las siguientes: humedad, nitrógeno proteico, nitrógeno amoniacal, cenizas y pH en composta. Algunos de estos análisis se realizaban en la fase de incubación sin cobertura y con cobertura.

Conviene mencionar que circunstancialmente al inicio de nuestro proyecto, en la planta se estaba implementando un programa por computadora, para administrar bajo una extensa base de datos todo lo relacionado con la estandarización del proceso de producción.

CAPITULO 3

DESCRIPCION DEL PUESTO

El nombre del puesto es: "supervisor de control de calidad" y forma parte del **Departamento de control de calidad** de "Champiñones los Altos".

3.1 REQUISITOS

Dentro de los principales requisitos del Departamento de Control de Calidad tenemos:

- Pasante o preferentemente titulado en ingeniería química, químico-farmacobiólogo, químico, biólogo o similar.
- Dispuesto a trabajar tiempo completo, incluyendo la mayor parte de los fines de semana y días festivos.
- Dominar el idioma inglés por lo menos en un 80%.
- Tener conocimiento y destreza en el manejo de laboratorio, incluyendo las determinaciones físico-químicas requeridas.
- Tener conocimiento y destreza en la implantación de normas y controles de calidad nacionales e internacionales.
- Trabajar conjuntamente con personal subordinado.
- Estar acostumbrado a trabajar bajo presión en el cumplimiento de objetivos.
- Tener experiencia en ambiente similar de dos años como mínimo.

Los requisitos anteriores son con respecto a los conocimientos y experiencias necesarias, pues a pesar de esto, se toma en consideración que el perfil personal sea compatible con la política de la empresa; para esto último se cuenta con un departamento apropiado, que por medio de exámenes y entrevistas se determinan.

Como parte de justificación de los requisitos propuestos, ya había comentado en la introducción que en ésta planta se cuenta con el equipo más moderno del mercado, siendo éste de distintas procedencias.

También es necesario mencionar que en ésta empresa se cuenta con capacitación constante en todas las etapas del proceso de producción.

3.2 DISCIPLINAS

Para desempeñar las labores que se me confiaron en la empresa "Champiñones los Altos", apliqué los conocimientos de micología, química analítica, biología celular, microbiología, zoología y genética. Materias básicas que tuve la oportunidad de comprender durante la formación que recibí como estudiante de la Licenciatura en Biología en la Universidad de Guadalajara.

3.3 AREAS DE OPORTUNIDAD

El principal problema al que me enfrenté en la empresa "Champiñones los Altos", fue la falta de conocimiento de programas de control de calidad y de estándares de seguridad e higiene industrial, así como de técnicas de supervisión y capacitación de personal.

Para darle solución a éste problema, me vi en la necesidad de revisar información, para instruirme como Asesor interno de control de calidad, y por medio de los conocimientos recibidos pude desarrollar mis labores con base en los requerimientos de la empresa.

3.4 BENEFICIOS OBTENIDOS

Los beneficios obtenidos para la empresa, fueron mi apoyo técnico y profesional para dar seguimiento al departamento de control de calidad, apoyando el proceso de producción a través de la realización de análisis físico-químicos y de la interpretación de los resultados obtenidos para retroalimentar el proceso de producción.

CAPITULO 4

FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

La función primordial del departamento de control de calidad, es realizar las correspondientes determinaciones y análisis físico-químicos de muestreos de las materias primas adquiridas y del material en cada etapa del proceso de producción.

4.1 ORGANIGRAMA INTERNO

El departamento esta conformado por un Gerente General, dos Supervisores de Producción, un Supervisor de Control de Calidad y un Auxiliar.

4.2 LABORES DE LOS MIEMBROS

Los Supervisores de producción, son quienes se encargan de la administración de éste conforme a las normas y políticas de la empresa. Organizan, dirigen y mantienen el cumplimiento de los programas de calidad y estándares en los procesos de las áreas a su cargo. Son los promotores de los cursos de capacitación al personal subordinado.

El supervisor del departamento de control de calidad, es el responsable del control de muestreos, determinaciones y reporte de resultados del material de adquisiciones, en proceso y finales. Así como del cumplimiento de las normas y controles de calidad, seguridad, higiene y sanidad en cada etapa del proceso de producción.

El auxiliar es, quien apoya en parte las labores que realiza el supervisor del departamento de control de calidad, realizando los análisis físico-químicos de las materia primas, producto en proceso y producto terminado.

CAPITULO 5

MATERIALES Y METODOS

El proceso de cultivo se inicia con la preparación de la composta y fermentación de la misma. Durante ésta etapa mis principales funciones fueron realizar y controlar las determinaciones físico-químicas de las materias primas a utilizar, así como el dar seguimiento al desarrollo del material en fermentación (Figura 15), apoyándome para esto en inspecciones, muestreos y determinaciones físico-químicas diarias de todas y cada una de las partidas. La duración de ésta etapa es de 17 a 21 días dependiendo de la calidad de las materias primas así como de las condiciones ambientales.

Figura 15. Toma de muestras en fase I para los análisis físico-químicos.



En el momento en que la composta ha finalizado la etapa de fermentación y cumple con las condiciones físicas, químicas y microbiológicas, entregaba a los Supervisores de producción, los resultados de las determinaciones realizadas, así como la validación del seguimiento en el proceso de cultivo.

Al iniciar la etapa de pasteurización, mi labor fue verificar que el túnel cumpliera con las condiciones de higiene y sanidad requeridas, antes de poder ser utilizado. Procediendo posteriormente a pasteurizar el material fermentado, durante siete días, generalmente por autofermentación.

Antes de dar luz verde para la siguiente etapa, realizaba muestreos y determinaciones físicas, químicas y microbiológicas de la composta pasteurizada y del blanco a utilizar, así como también verificaba el estado sanitario de la sala de siembra, de incubación, maquinaria y equipo en ellas instalado. Entregaba los resultados al supervisor de producción y la autorización de iniciar la siembra en caso de que los resultados de las determinaciones y las condiciones de las salas fueran óptimas. Finalizada la siembra, cuidaba que la sala de siembra, de incubación, la maquinaria y equipo utilizado, quedaran limpios y desinfectados.

Durante la incubación se realizaron monitoreos de enfermedades en la composta y sala de incubación, utilizando cajas de Petri con medio de cultivo, para la detección de hongos contaminantes como: *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, y *Coprinus* (ver anexo 1). Al mismo tiempo apoyados con lupa y linterna se revisaba la superficie de la composta y tierra de cobertura en busca de posibles infestaciones de ácaros, nematodos y moscos (anexo 2 y 3). Cuidando con esto el buen desarrollo del micelio (Figura 16).

Figura 16. Muestreos de tierra de cobertura.



DETERMINACIONES FÍSICO-QUÍMICAS

METODOS

5.1 DETERMINACION DE LOS IONES HIDROGENO

Aparatos

Los aparatos y materiales que se utilizaron son: un aparato medidor de pH con electrodo de vidrio; matraces de 50 ml; varillas cortas para agitar; una espátula y un frasco con agua destilada.

Reactivos

Los reactivos que se utilizaron son: una disolución reguladora de pH 4.0 y disoluciones reguladoras con otros valores de pH como lo son de 7.0 y 10.0 correspondientes al pH que se espera para nuestras muestras, y disolución saturada de KCl para el puente (aproximadamente 40 g por 100 ml).

La muestra

La muestra se prepara, evitando las moliendas severas y se realiza inmediatamente la determinación o bien se pasa enseguida a un frasco que se cierra herméticamente con el fin de impedir el contacto con trazas de amoníaco y otros gases de laboratorio que puedan modificar el pH de la misma.

DETERMINACIONES FÍSICO-QUÍMICAS

MÉTODOS

5.1 DETERMINACION DE LOS IONES HIDROGENO

Aparatos

Los aparatos y materiales que se utilizaron son: un aparato medidor de pH con electrodo de vidrio; matraces de 50 ml; varillas cortas para agitar; una espátula y un frasco con agua destilada.

Reactivos

Los reactivos que se utilizaron son: una disolución reguladora de pH 4.0 y disoluciones reguladoras con otros valores de pH como lo son de 7.0 y 10.0 correspondientes al pH que se espera para nuestras muestras, y disolución saturada de KCl para el puente (aproximadamente 40 g por 100 ml).

La muestra

La muestra se prepara, evitando las moliendas severas y se realiza inmediatamente la determinación o bien se pasa enseguida a un frasco que se cierra herméticamente con el fin de impedir el contacto con trazas de amoníaco y otros gases de laboratorio que puedan modificar el pH de la misma.

Precauciones en el uso del electrodo de vidrio

1. No se dejará el electrodo introducido en la disolución o suspensión cuyo pH se determine más tiempo del necesario.
2. Inmediatamente después de la medida el electrodo de vidrio debe lavarse con una corriente abundante de agua destilada procedente de un frasco lavador.
3. Para guardarlo después de su uso y limpieza el electrodo se introducirá en agua destilada, protegiendo el sistema de la evaporación. Se evitará que el electrodo quede seco.
4. Los fallos del medidor de pH con electrodo de vidrio, se pueden descubrir cuando después de su calibrado, da una respuesta demasiado lenta frente a grandes variaciones de pH. Se introduce el electrodo de vidrio en una disolución reguladora alcalina y después en la disolución reguladora ácida original. Si las lecturas de pH son unas décimas superiores al valor correspondiente al patrón al cabo de un breve tiempo del orden de 60 segundos después de logrado el equilibrio, ello indica que el electrodo tiene la membrana de vidrio envejecida o "atacada".

5.2 DETERMINACION DE HUMEDAD

Método de la estufa de aire

El método es aplicable a todos los productos alimenticios, excepto los que puedan contener compuestos volátiles distintos del agua o los que son susceptibles a la descomposición a 100 °C.

El principio es que la muestra se deseca hasta peso constante en una estufa de aire.

Aparatos

Estufa. Temperatura 100-102 °C.

Cápsula de níquel de acero inoxidable o porcelana. Siempre que sea posible deben utilizarse cápsulas con tapas que ajusten perfectamente.

Desecador conteniendo pentóxido de fósforo seco, cloruro cálcico seco o sílica gel granular seca.

Procedimiento

1. Desecar la cápsula vacía y la tapa en la estufa durante 15 minutos y transferirla al desecador para que se enfríen (alrededor de 10 minutos para las cápsulas metálicas y 20 minutos para las de porcelana). Pesar la cápsula vacía con la tapa hasta peso constante.
2. Mezclar perfectamente la muestra preparada y transferir 5 g a la cápsula. Colocar la tapa y pesar la cápsula con su contenido tan rápidamente como sea posible hasta peso constante.
3. Quitar la tapa y colocar cápsula y tapa en la estufa evitando el contacto de la cápsula con las paredes. Desecar durante 6 horas. En el caso de productos que no se descomponen durante largos períodos de desecación, es permisible la desecación durante la noche, es decir, durante unas 16 horas.
4. Retirar la cápsula de la estufa, colocar la tapa, enfriar en un desecador y volver a pesar una vez enfriada.

5. Desechar durante una hora adicional para comprobar que se ha alcanzado el peso constante.

Cálculo

Si:	Peso (g) de la muestra	= P1
	Pérdida de peso (g)	= P2
	Peso (g) muestra desecada	= P3
Entonces:	Humedad (%)	= $(P2/P1) \times 100$
	Sólidos totales (%)	= $(P3/P1) \times 100$

(Osborne y Voogt, 1986)

5.3 DETERMINACION DE PROTEINAS Y COMPUESTOS NITROGENADOS

Nitrógeno total y proteína (método Macro-Kjeldahl)

El método es aplicable a todos los productos alimenticios.

El principio es que el producto se digiere con ácido sulfúrico concentrado utilizando sulfato de cobre como catalizador para convertir el nitrógeno orgánico en iones amonio. Se añade álcali y el nitrógeno liberado se destila hacia un exceso de solución de ácido bórico. El destilado se titula con ácido clorhídrico para determinar el amoniaco absorbido por el ácido bórico.

Reactivos

Ácido sulfúrico concentrado de peso específico 1.84 exento de nitrógeno.

Ácido clorhídrico 0.1 N estandarizado.

Solución de ácido bórico. Disolver 40 g de ácido bórico (BO_3H_3) en agua y aforar a 1000 ml.

Solución de hidróxido sódico exenta de carbonato conteniendo aproximadamente 33 g de hidróxido sódico por 100 g de solución. Preparar disolviendo 500 g de hidróxido sódico en 1000 ml de agua.

Sulfato de cobre pentahidrato.

Sulfato potásico anhidro.

Solución indicadora mixta. Disolver 2 g de rojo de metilo y 1 g de azul de metileno en 1000 de etanol (96% v/v). El cambio de color de esta solución indicadora se produce a pH de 5.4. Almacenar la solución indicadora en botella de color topacio en lugar oscuro y fresco.

Reguladores de la ebullición. Para la digestión: perlas de vidrio, carburo de silicio o fragmentos de porcelana dura. Para la destilación: carburo de silicio o fragmentos de piedra pómez recientemente quemada.

Papel a prueba de grasa. Hojas de aproximadamente 9 x 6 cm.

Aparatos

Matraces de Kjeldahl de aproximadamente 800 ml de capacidad provistos, si se desea, de un bulbo de vidrio con forma de pera que se adapta sueltamente al cuello del matraz.

Aparato de destilación con vapor o directa.

Dispositivo de calentamiento que permita calentar los matraces de Kjeldahl en posición inclinada de forma que la fuente de calor sólo toque la parte de la pared del matraz situada debajo del nivel del líquido. Para el calentamiento con gas es adecuada una placa de asbesto provista de un agujero circular, de modo que sólo la parte inferior del matraz quede libremente expuesta a la llama.

Procedimiento

a) Digestión:

1. Colocar en el matraz de kjeldahl unos cuantos reguladores de la ebullición y añadir 15 g de sulfato potásico y 0.5 g de sulfato de cobre.
2. Pesar 2 g de la muestra preparada (ó 1.5 g de una muestra rica en grasa) sobre una hoja de papel, a prueba de grasa.
3. Transferir el papel y la muestra problema, al matraz de Kjeldahl.
4. Añadir 25 ml de ácido sulfúrico y mezclar el líquido mediante rotación suave. Si se desea, en el cuello del matraz puede insertarse un bulbo de vidrio con forma de pera, con la parte afilada dirigida hacia abajo.
5. Colocar el matraz sobre el dispositivo de calentamiento, formando un ángulo de unos 40° respecto a la vertical.

6. Calentar el matraz suavemente hasta que cese la formación de espuma y el contenido se haya licuado completamente.
7. Digerir por ebullición vigorosa rotando ocasionalmente el matraz hasta que el líquido quede totalmente claro transparente y de un color ligeramente azul-verdoso (véase Nota 1).
8. Mantener el líquido hirviendo durante 1.5 horas adicionales. El tiempo de digestión total no debe ser inferior a 2 horas. Procurar que por la parte exterior del matraz no escurra hacia abajo líquido condensado.
9. Enfriar a unos 40 °C y añadir con cuidado 50 ml de agua, mezclar y dejar enfriar. Proceder de acuerdo con la instrucción b.1 o la c.1.

b) Destilación con vapor:

1. Añadir 50 ml de solución de ácido bórico a un erlenmeyer de 500 ml añadir 4 gotas de la solución indicadora, mezclar y colocar el matraz bajo el condensador del aparato de destilación de forma que la terminal de salida quede inmerso en el líquido.
2. Transferir el contenido del matraz de kjeldahl al matraz de destilación y lavar el matraz de Kjeldahl con unos 50 ml de agua.
3. Verter cuidadosamente, de forma que descienda por el cuello inclinado del matraz de destilación, 100 ml de solución de hidróxido sódico contenidos en una probeta, procurando evitar que se mezclen las dos capas en el matraz. Acoplar inmediatamente el matraz a la cabeza antisalpicaduras del aparato de destilación.
4. Pasar vapor a través del líquido alcalino, al principio lentamente para reducir la formación de espuma, hasta que entre en ebullición, y mantener el líquido hirviendo durante 20 minutos. Recoger por lo menos 150 ml de destilado (Nota 2).
5. Bajar el erlenmeyer justamente antes de terminar la destilación de modo que la terminal de salida quede por encima del nivel del líquido.

6. Lavar con un poco de agua (interna o externamente) la terminal de salida que se encuentra por encima del nivel del líquido, comprobar que ha terminado la destilación, aplicando papel de tornasol rojo al destilado del condensador.
7. Interrumpir el calentamiento (Nota 3).

c) Destilación directa:

1. Como la instrucción b.1.
2. Diluir el contenido del matraz de kjeldahl cuidadosamente con 300 ml de agua y agitar por rotación. Si se desea transferirlo a un matraz de 1 litro. Añadir nuevos reguladores de la ebullición.
3. Transcurridos 15 minutos añadir 100 ml de solución de hidróxido sódico con una probeta vertiéndolos cuidadosamente para que escurran por el cuello inclinado del matraz sin que se mezclen las dos capas. Acoplar inmediatamente el matraz a la cabeza antisalpicaduras del aparato de destilación.
4. Destilar como mínimo 150 ml y como máximo 250 ml de destilado. Si la mezcla hierve irregularmente a borbotones después de haber recogido 150 ml de destilado interrumpir la destilación (Nota 2).
5. Bajar el erlenmeyer justamente antes de terminar la destilación de modo que la terminal de salida quede por encima del nivel del líquido.
6. Lavar con un poco de agua (interna y externamente) la terminal de salida que se encuentra por encima del nivel del líquido. Comprobar que ha terminado la destilación del amoniaco, aplicando papel rojo tornasol al destilado del condensador.
7. Interrumpir el calentamiento (Nota 3).

d) Titulación:

1. Titular el contenido del volumen ver con solución de ácido clorhídrico.
2. Anotar el volumen de ácido clorhídrico gastando hasta los 0.02 ml más próximos.

e) Prueba en blanco:

1. Hacer una prueba en blanco por duplicado siguiendo el procedimiento pero sin adición de la muestra (Nota 4).

Cálculo

Si: Peso (g) de la muestra problema = P

Volumen (ml) de solución de ácido clorhídrico requerido para la prueba en blanco = V1

Volumen (ml) de solución de ácido del problema para la muestra clorhídrico requerido = V2

Normalidad del ácido clorhídrico = N

$$\text{Entonces: Nitrogeno total(\%)} = \frac{(V2-V1) \times N}{P} \times 1.4$$

$$\text{Proteína(\%)} = \frac{(V2-V1) \times N}{P} \times 1.4 \times 6.25$$

Ecuación en la que 6.25 es el factor general (Nota 5).

Notas:

1. Evitar el sobrecalentamiento durante la digestión, para que no se produzca excesiva pérdida de ácido sulfúrico y la recuperación de nitrógeno sea baja.
2. Asegurarse de que el destilado se enfría eficazmente y de que la solución de ácido bórico no se calienta.
3. Si se comprueba que la destilación es incompleta, realizar una nueva determinación siguiendo las instrucciones cuidadosamente.
4. Las pruebas en blanco deben realizarse cuando se utilizan nuevos lotes de reactivos o soluciones recientemente preparadas y ocasionalmente cuando los reactivos y soluciones se han usado durante cierto tiempo.
5. El valor de proteína bruta se calcula a partir del nitrógeno total utilizando el factor apropiado: general 6.25, productos cárnicos 6.25, productos lácteos 6.38, productos cereales 5.70 (Osborne y Voogt, 1986).

5.4 DETERMINACION DE CENIZAS

El método es aplicable a todos los tipos de productos alimenticios con la excepción de los alimentos ricos en grasas >50%.

El principio es, que la materia orgánica se quema a la temperatura más baja posible y la materia inorgánica remanente se enfría y pesa. El calentamiento se realiza en etapas, primero para eliminar el agua, a continuación para carbonizar el producto totalmente y, finalmente, para incinerar en horno de mufla a 550 °C.

Aparatos

Horno de mufla controlado termostáticamente a 550 °C.

Placa de calentamiento eléctrica, provista de control termostático.

Crisoles de cuarzo de 8 cm. de diámetro y 2.5 cm. de profundidad (Nota 1).

Desecadores con sílica gel, como desecante.

Procedimiento

1. Colocar en el horno de mufla durante 15 minutos dos crisoles por cada muestra a determinar.
2. Sacar los crisoles, enfriarlos en desecador durante una hora, y una vez fríos, pesar cada crisol hasta peso constante.
3. Pesar con 5 g de muestra en cada crisol.
4. Si la muestra es líquida pre-desecarla sobre baño de vapor para evitar salpicaduras durante la fase de carbonización.

5. Colocar los crisoles sobre una placa caliente en vitrina de gases e ir incrementando lentamente la temperatura (Nota 2) hasta que cese el desprendimiento de humo y las muestras aparezcan totalmente carbonizadas.
6. Colocar los crisoles en el interior del horno de mufla, lo más cerca posible del centro, e incinerar durante cinco horas a 550 °C.
7. Sacar los crisoles de la mufla y colocarlos en un desecador durante al menos 1 hora y dejarlos enfriar. (Las cenizas deben tener aspecto limpio y color blanco). Si se observan trazas de carbón, enfriar el crisol, añadir unos ml de agua y agitar con varilla de vidrio para dispersar la ceniza. Secar sobre baño de vapor y seguidamente retomar al horno de mufla durante cinco horas.
8. Una vez enfriado a temperatura ambiente volver a pesar cada crisol con sus cenizas hasta peso constante.
9. Calcular por diferencia el peso de las cenizas.

Cálculo

Si: Peso (g) de la muestra = P1
 Peso (g) de las cenizas = P2

Entonces: Contenido de cenizas (%) = $(P2/P1) \times 100$

Notas

1. Si las cenizas van a utilizarse para análisis de elementos traza o para la determinación de P, limpiar los crisoles por ebullición con ácido clorhídrico 6 N y lavar con agua.
2. Debe evitarse el calentamiento demasiado rápido, puesto que algunas sales funden y absorben carbono que luego es difícil de quemar. El uso de una temperatura excesivamente alta, también puede determinar pérdidas de sales volátiles como doruro de sodio y de hierro. (Osborne y Voogt, 1986).

5.5 ACTIVIDADES REALIZADAS EN LOS LOCALES DE CULTIVO

Se relataron los métodos y técnicas de análisis utilizados en la empresa "Campeones Los Altos". Se examinaron aproximadamente 500 ciclos de cultivo (partidas). Los muestreos se llevaron a cabo desde Abril de 1993 a Agosto de 1997.

5.5.1 Toma de muestras

Durante los períodos de cosecha de cada ciclo de cultivo, se realizaron visitas semanales en las que se intentó coincidir con el día de mayor producción de cada oleada. Se inspeccionó el local, recolectando todos los carpóforos en mal estado, para procesarlos posteriormente en el laboratorio (Figura 17).

De cada ciclo de cultivo muestreado se anotó: fecha y momento del muestreo (oleada), número total de bloques enfermos, el número de bloques analizados y los síntomas netos de ataques que presentaron. Se registró el peso de la cosecha diaria como el total de cada oleada.

Figura 17. Inspección de las salas de producción.



5.5.2 Análisis del material fúngico enfermo

Los carpóforos recolectados, se agruparon por síntomas mediante agrupación visual directa. De cada grupo de carpóforos con idénticos síntomas se analizaron, como mínimo, entre el 10 y 20 %. Estos, se lavaron con agua destilada, hasta eliminar cualquier vestigio de tierra; se dejaron secar, y se procedió al cultivo de las partes atacadas, en el medio de cultivo papa dextrosa con agar (PDA). Las siembras se incubaron en estufa a 25 °C, se realizaron lecturas de las placas de Petri (identificación de los hongos crecidos) a los 3-4 y otra a los 7 días posteriores a la siembra.

5.6 Estudio del ambiente aéreo en un local de cultivo de champiñón

Para la detección de contaminación ambiental, se realizaron exposiciones de placas de Petri con medio PDA, en el interior de las salas de cultivo. Las placas se colocaron a la entrada, centro y fondo del local, sobre las cuatro alturas en que se depositan los bloques de composta, y a ambos lados de la sala de cultivo. Se muestreó en 24 emplazamientos distintos, cuando se presentó mayor incidencia de enfermedades en el cultivo.

En el momento del primer muestreo, los bloques con cuatro días en el interior de la sala, se registró un elevado grado higrométrico, y la ventilación era forzada. En el momento del segundo muestreo, los bloques con cuatro días después de la cobertura. El tercer muestreo, los bloques con cuatro días después del rascado.

El tiempo de exposición fue de una hora. Transcurrido éste, las placas se incubaron en estufa a 25 °C. A continuación, se realizaron dos lecturas, la primera a los 3-4 días, y otra a los siete días siguientes.

5.6.1 Análisis de la microflora total en tierra de cobertura

Se estudiaron cuatro muestras de tierra de cobertura mediante la técnica de suspensiones-diluciones (Rapilly, 1968).

Las muestras de tierra de cobertura (TC1 y TC2) se obtuvieron del montón que se forma con la tierra de cobertura. Ambas corresponden al mismo montón, únicamente les diferencia el tratamiento desinfectante realizado. Las muestras de tierra de cobertura (TC3 y TC4) son similares a las anteriores, pero se obtuvieron del interior de la sala de cultivo, la primera una vez que se ha realizado la cobertura, y la segunda una vez que se ha llevado a cabo el rascado.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Intento reflejar en este **reporte de actividades profesionales**, los conocimientos y la experiencia adquiridos en la empresa "Champiñones los Altos", durante esta etapa de mi profesión.

Gracias a los estrechos contactos mantenidos entre las organizaciones de información, de investigación y de producción de champiñón, fue posible aplicar rápidamente mis conocimientos.

Esta labor me ha permitido completar con experiencia práctica la formación teórica adquirida en la Universidad de Guadalajara.

FALLAS Y SUS CONSECUENCIAS

La paja no llevaba el manejo adecuado de almacenamiento, la cual sufría deterioro y alteraciones en los parámetros de calidad. Las materias primas constantemente no cumplían con los parámetros recomendados por la literatura, lo cual ocasionaba alteraciones en el proceso de compostaje.

Por falta de tratamiento de los purines, estos sufrían daños irreversibles. Un inadecuado control en el llenado y procesado dentro de la sala de pasteurización, daba lugar a compostas con exceso de CO₂.

El incumplimiento de normas de calidad, de seguridad e higiene, así como también de parámetros recomendados por la literatura para la composta y cobertura en cada etapa del proceso de producción.

Por falta de un sistema de válvulas de salida de producto terminado en casos de excesos de producción, se procedía a desechar el mismo, dando lugar a alteraciones en la etapa de cosecha, de ingresos de efectivo, entre otros casos.

Estas fallas ocasionaban pérdidas de 7 a 10 partidas anuales (estamos hablando de más de 100 t. anuales de champiñón), lo cual se reflejaba en baja producción y deficiente calidad del producto final (Figura 18).

Figura 18. Baja producción por fallas en el proceso de cultivo.



ACIERTOS Y SUS CONSECUENCIAS

La paja se protegió de cambios climáticos severos como son básicamente; la lluvia, el sereno, el sol, entre otros, previniendo de esta forma, cualquier daño. Se tuvo el cuidado que todas las materias primas abastecidas cumplieran con ciertos parámetros de calidad ya establecidos (Figuras 19 y 20).

Se adquirió un equipo especial para controlar mejor el llenado de los túneles. Se realizaron revisiones minuciosas de los túneles de pasteurización, y se dio especial atención al manejo del proceso.

Se empezó a utilizar maquinaria adecuada para mejorar el compostaje, y el cumplimiento de un calendario de trabajo de acuerdo a los requisitos del cultivo. Dando mayor atención al cumplimiento de estándares de calidad en la composta.

Figura 19. Adecuado almacenamiento de paja



Figura 20. Inspección de aditivos



Se adquirieron equipos adicionales de refrigeración, para beneficiar las etapas de incubación, cobertura y crecimiento del champiñón.

Se realizaron contratos con empresas procesadoras de alimentos perecederos, lo cual nos garantizó y aseguró la ubicación del producto terminado. Así como también, se abrió mercado en otros estados de la República Mexicana y en el extranjero.

RECOMENDACIONES

A los empresarios que están iniciando negocios de cultivo de champiñón, se recomienda que se capaciten íntegramente en lo que corresponde a mejores modelos de instalaciones, diseños y espacios de cada área que comprenden éste tipo de empresas, así como una revisión detallada de cada etapa del proceso de cultivo, además una constante capacitación y actualización de los grupos de trabajo.

A la Universidad de Guadalajara, se sugiere una actualización a los programas de estudio, acorde a las necesidades actuales de las empresas, y a los sistemas de desempeño laboral, anexando algunas materias que pudieran comprender los siguientes temas: Programas y Normas de Control de Calidad, Seguridad e Higiene, Administración de Recursos, Capacitación e integración de equipos de trabajo.

A los alumnos del último nivel de estudios de licenciatura, les invito a que se titulen lo más pronto posible, puesto que las ventajas son muchas, entre las que puedo mencionar: mayor respeto y reconocimiento de la profesión, ubicación en mejores áreas de empleo, mejor sueldo y satisfacción personal, así como una visión objetiva y detallada del desarrollo y realización de cualquier proyecto de investigación.

NOTA:

Acogeré con gusto todas las observaciones y sugerencias de los sinodales. Espero que éste trabajo sea útil a los profesores y alumnos, y que contribuya eficazmente al mejor desarrollo del programa de estudios de la Universidad de Guadalajara.

ANEXO 1

OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO SANITARIO DEL CULTIVO DEL CHAMPIÑÓN

El cultivo del champiñón está sometido a alteraciones que pueden ser debidas tanto a factores bióticos como abióticos, o a una combinación de ambos. Entre las causas bióticas se encuentran insectos, ácaros, nematodos, hongos, bacterias y virus. Entre los abióticos se hallan: la temperatura, la humedad relativa, la concentración de dióxido de carbono en el aire, un nivel excesivo de humedad en la composta y en la tierra de cobertura, y la presencia de productos químicos tóxicos en la atmósfera del local, en la composta o en la capa de cobertura.

HONGOS COMPETIDORES QUE APARECEN PRINCIPALMENTE EN LA COMPOSTA

Coprinus cinereus. Son varias las especies del género *Coprinus* que aparecen citadas en el cultivo de champiñón. Suelen aparecer al final de la fase II, durante la colonización de la composta, después de la cobertura, o previamente al inicio del período de cosecha. Su manifestación es indicadora de la presencia en la composta de componentes que contienen nitrógeno insuficientemente convertidos (amoníaco libre). El pH óptimo para su desarrollo es próximo a 8, por lo que son indicadores de alcalinidad y consecuentemente de un defectuoso compostaje (Harvey *et al.*, 1982).

Vegetativamente, los *Coprinus* producen un abundante crecimiento de un fino micelio de color blanco, dentro y sobre la composta, antes y después de la siembra. La disipación de compuestos amoniacales en la composta, y la consiguiente reducción del pH de ésta, trae como resultado una desaparición gradual de *Coprinus*. A partir de este momento, se inicia la colonización del substrato por el micelio del champiñón (Fletcher *et al.*, 1986).

Doratomyces stemonitis. Su presencia revela un desequilibrio nutricional en la composta, debido a un exceso de carbohidratos disponibles (celulosa), como resultado de un compostaje insuficiente o de una suplementación de nitrógeno igualmente insuficiente durante la fase I. También se manifiesta en substratos extremadamente húmedos.

D. stemonitis es un competidor para *A. bisporus*, y puede ocasionar problemas alérgicos a algunas personas que trabajan en los locales de cultivo. Es detectado sobre la composta, durante todas las fases del cultivo, aunque su aparición suele ser más evidente en etapas previas a la cobertura (Gea y Tello, 1997).

Myceliophthoara lute. Hongos amarillos, es conocido como "confeti" su aparición suele ser el resultado de temperaturas demasiado bajas durante el proceso de pasteurización. Este hongo se encuentra tanto en la paja de trigo como en el estiércol de caballo utilizados, y en todas las fases del compostaje. Están asociados con compostas ricas, grasientas, húmedas y pesadas, y no pueden ser controladas durante el cultivo, por lo que los locales deben ser vaciados tan pronto como sea posible para su desinfección.

Se desarrollan manchas pardo-amarillentas, que inicialmente no sobrepasan el milímetro de diámetro, generalmente con el margen blanco algodonoso. Las cuales pueden crecer y llegar a formar una capa de micelio, como un estroma, de color pardo-amarillento, en el límite entre la composta y la tierra de cobertura. El resultado es que el micelio fino del champiñón desaparece casi totalmente de la tierra de cobertura, muchos primordios jóvenes mueren prematuramente o se desecan, como consecuencia de la interrupción del suministro de alimento, y por consiguiente, la producción disminuye considerablemente (Gea y Tello, 1997).

Chaetomium globosum "hongo verde oliva". Es un competidor precoz que puede inhibir el desarrollo del micelio de *A. bisporus*, la causa principal de aparición de este hongo es el amoniaco contenido en la composta después de la pasteurización. Por tanto, este hongo es un indicador de la pobre calidad de la composta.

Los primeros signos de aparición del hongo consisten en un fino micelio blanco-grisáceo en la composta. Al cabo de algunos días, se pueden observar sobre los trozos del substrato, pequeños peritecios de color verde oliva claro, del tamaño de una cabeza de alfiler, y con un aspecto rugoso y espinoso. La cosecha puede ser fuertemente reducida, dependiendo de la intensidad y extensión del ataque.

Este hongo es el más celulolítico de todos los encontrados sobre la composta. Tiene la capacidad de degradar lignina y puede competir por los mismos nutrientes que el micelio del champiñón. Se

encuentra *Ch. globosum* a lo largo de todo el ciclo de cultivo (colonización de la composta, prefructificación y cosecha), y en muestras tomadas durante la fase II del compostaje (Gea y Tello, 1997).

Oedocephalum sp.

Su presencia en la composta indica que tanto el amoníaco como las aminas no han sido completamente eliminados durante la fase II, por lo que están sirviendo de fuente de alimento nitrogenado para este hongo.

Este hongo, forma manchas irregulares de color gris plateado sobre la superficie de la composta, durante el enfriamiento previo a la siembra. Posteriormente, cambia hacia colores oscuros, debido a la madurez de esporas. Después de la cobertura, *Oedocephalum* crece lentamente, pudiendo aparecer en la superficie de la tierra de cobertura, en momentos previos a la formación de primordios. Su presencia no parece ocasionar daños relevantes en la producción de champiñón, por lo que su interés reside, fundamentalmente, en ser un hongo indicador de la calidad de la composta (Harvey *et al.*, 1982; Ferri, 1985).

HONGOS COMPETIDORES QUE APARECEN TANTO EN LA COMPOSTA COMO EN LA TIERRA DE COBERTURA

(*Diehliomyces microsporus*) Falsa trufa la enfermedad fue registrada por primera vez en Ohio (Estados Unidos), en 1929. El primer síntoma que puede delatar la presencia de Falsa trufa es la aparición de un micelio blanco amarillento en la parte inferior de la masa de composta, en este caso, en la zona profunda de los sacos. Este micelio tiene aspecto más grueso que el micelio de champiñón, que es de color blanco grisáceo, aunque inicialmente resulta difícil la distinción entre ambos. En el transcurso de una semana, el micelio agregado de *D. microsporus* puede dar lugar a la formación de cuerpos fructíferos, que tienen el aspecto de nueces peladas de color blanco grisáceo. Esta apariencia es la responsable del otro nombre con el que se conoce a esta patología: Sesos de ternera.

Las esporas de *D. microsporus* se forman en el interior de los cuerpos fructíferos, y maduran a las 3-6 semanas siguientes a la formación de los mismos. Una vez que las esporas son liberadas, los cuerpos fructíferos se desintegran en una masa parda de aspecto pulverulento.

Las ascosporas suelen germinar cuando el micelio de *Agaricus bisporus* comienza a desarrollarse. Para germinar, las esporas necesitan una temperatura entre 15-35 °C. Después de la germinación, el micelio se desarrolla muy bien a temperatura más baja, aunque por debajo de 15-16 °C el crecimiento se detiene (Vedder, 1991).

El crecimiento del micelio de champiñón es fuertemente inhibido en composta con presencia de Falsa trufa, quedando la composta empapada y anormalmente negra, y provocando un fuerte descenso (hasta el 75%) en la producción. Los champiñones que se forman en el límite del área afectada adquieren un color amarillento, y mueren antes de alcanzar un tamaño cosechable (Fletcher *et al.*, 1986).

La principal fuente de contaminación es el suelo, y la causa usual de aparición de la Falsa trufa es la contaminación de la composta con tierra que lleva esporas de *D. microsporus*. Estos suelos se pueden encontrar en áreas de compostaje no pavimentadas, o en las bolas de paja que han sido contaminadas durante la recolección, transporte o almacenamiento (Harvey *et al.*, 1982).

No se conocen productos específicos de lucha contra esta enfermedad, por lo que entre las medidas que se recomiendan para evitar y combatir la Falsa trufa, aparte de la utilización de áreas de compostaje con suelo hormigonado y desinfección de la tierra de cobertura, cuidamos de: evitar temperaturas elevadas en la composta durante la incubación, y retirar los cuerpos fructíferos jóvenes de *D. microsporus* antes de que las esporas maduren; es decir, antes de que los ascocarpos se oscurezcan.

(*Trichoderma*) Hongos Verdes

Varias especies de *Trichoderma* (*T. viride*, *T. koningii*, *T. harzianum*, entre otras) son patógenas del champiñón cultivado. Se manifiestan en compostas que no son suficientemente selectivas (Van De Geijn, 1982).

Se observan especies del género *Trichoderma* a lo largo de todo el ciclo de cultivo, desde la incubación a la cosecha, y sobre todos los substratos que intervienen en el cultivo de champiñón: compostas, semilla, tierra de cobertura y carpóforos.

Trichoderma viride, puede aparecer como un moho verde oscuro sobre la tierra de cobertura en cualquier momento de la fase de producción. Los champiñones de áreas ocupadas por *T. viride* mueren,

ya que este moho verde secreta una toxina en el interior de la tierra de cobertura que mata el tejido vivo del champiñón (Fletcher *et al.*, 1986).

Trichoderma koningii, se manifiesta usualmente durante los últimos estadios del período de cosecha, entre la tercera oleada y el final del cultivo. Crece a partir de tejido de champiñón muerto, y se extiende rápidamente sobre y dentro de champiñones vivos, provocando podredumbres húmedas. Si está presente en la tierra de cobertura o en la composta al inicio del ciclo de cultivo, *T. koningii* causa manchas superficiales de color pardo-púrpura sobre los champiñones de la primera oleada (Fletcher *et al.*, 1989).

Una elevada humedad relativa, acompañada por un bajo pH en la tierra de cobertura, tiende a promover el desarrollo de *Trichoderma* (Van De Geijn, 1982; Fletcher *et al.*, 1986).

Las contaminaciones debidas a *Trichoderma* pueden ser controladas efectivamente con fungicidas. Sin embargo, es necesario tener cuidado con no dispersar las esporas que producen, y que pueden resultar muy peligrosas cuando el cultivo se encuentra en fase de incubación (Van De Geijn, 1982).

Dentro de la denominación Hongos verdes, también se incluyen especies de *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Gliocladium*, *Penicillium* y *Spicaria* (Van De Geijn, 1982).

(*Scopulariopsis fimicola*) **Yeso blanco**

Varios hongos han sido asociados con el Yeso blanco, siendo *S. fimicola* el más familiar. *S. fimicola* crece muy bien a pH elevado (>7,8). Debido a sus requerimientos nutricionales, este hongo ha sido asociado con compostas alcalinas que contienen aminos residuales no convertidas en proteína durante la fase II. Estas condiciones pueden existir cuando la composta ha sido demasiado mojada durante la fase I del compostaje, y por el contrario, se le ha añadido poco yeso (CaSO₄). También está relacionada la aparición de Yesos, con bajas temperaturas y corta duración de la pasteurización.

El Yeso blanco aparece al final de la fase II como pequeñas manchas irregulares de filamentos aéreos blancos, creciendo sobre la superficie de la composta. A los pocos días, las hifas aéreas se agregan, tomando la apariencia de yeso (de ahí el nombre) En algunos casos, crece desde el área infectada de la composta hasta la superficie de la tierra de cobertura, en lugares colonizados por el Yeso no se desarrolla el micelio del champiñón. Ante la presencia de Yeso, se recomienda realizar ligeros riegos

sobre la superficie de la composta o tierra de cobertura con agua y vinagre (o superfosfato), con el propósito de acidificar cuanto antes el medio.

HONGOS COMPETIDORES QUE APARECEN PRINCIPALMENTE DENTRO Y SOBRE LA TIERRA DE COBERTURA

Arthrobotrys sp.

Algunas especies del género *Arthrobotrys* son parásitas de nematodos y colémbolos; por tanto, y en el caso concreto del cultivo de champiñón, pueden actuar como indicadores de una fuerte presencia de nematodos (Haard, 1968; Vedder, 1991).

Estos hongos forman colonias pardas en la superficie de la tierra de cobertura, en cualquier fase del cultivo, aunque tienden a ser más frecuentes al final de la cosecha. Fundamentalmente se citan las especies *A. oligospora* y *A. superba* como las más comunes en cultivos de champiñón (Haard, 1968).

Gran parte del interés mostrado en el estudio de estos hongos nematófagos residía en su posible utilización como medio de lucha biológica para combatir los nematodos del cultivo del champiñón y no en los daños que ocasionan, que son prácticamente nulos.

HONGOS PARASITOS QUE SE DESARROLLAN SOBRE LOS CARPOFOROS

Fusarium spp.

Siempre se han manifestado acompañando a otros hongos patógenos del champiñón. *F. martii*, *F. agaricum* y *F. oxysporum* son productores de una desecación en la que los carpóforos jóvenes toman color café brillante y se secan. Al principio, salen champiñones casi normales pero duros, con el pie seco, hueco, brillante por fuera y pardo por dentro. Los champiñones quedan pequeños, de color pardusco, y se marchitan sin pudrirse. Esta enfermedad se conoce como desecación o marchitamiento.

(*Mycogone perniciosa*) Mole húmeda o Bolas

La infección en una etapa muy temprana del desarrollo del champiñón da lugar al síntoma más característico de la Mole húmeda, como es la formación de masas deformes de tejido del carpóforo. Inicialmente, son blancas y esponjosas, con posterioridad, a medida que crecen, adquieren coloración parda. Más tarde, segregan gotas de líquido de color ámbar que contienen bacterias y esporas; y terminan por pudrirse, desprendiendo un olor desagradable característico de la enfermedad. Estas masas pueden llegar a alcanzar los 10 cm de diámetro.

Si el ataque tiene lugar cuando los champiñones están ya desarrollados, se puede ver afectada sólo la base del pie y un sector de las láminas del sombrero, las cuales aparecen deformadas y cubiertas por micelio blanco. Cuanto más tarde se produzca la infección en el curso del crecimiento del champiñón, menor es el daño.

La principal fuente de inóculo es la tierra de cobertura. La diseminación del patógeno se produce por las salpicaduras de agua, moscas, y por los operarios (herramientas, manos, ropa, etc.). Por lo tanto, es necesario prestar una especial atención a la higiene (sobre todo de los materiales de cobertura), y eliminar las fuentes primarias de inóculo.

De los principales patógenos del champiñón, *M. perniciosa* es el más termotolerante (Fletcher y Ganney, 1969).

Mucorales.

Los Mucorales (*Mucor*, *Mortierella*, *Rhizopus*, entre otros) se encuentran frecuentemente sobre composta durante la incubación, originando una proliferación de micelio muy espeso. Una de las causas de su aparición es la ausencia de selectividad de la composta, la presencia de azúcares solubles o de azúcares nutritivos fácilmente asimilables, o un exceso de suplementación.

Pueden competir con el micelio del champiñón durante la germinación, haciendo que la temperatura de la composta reaccione violentamente, pudiendo aumentar en un solo día 10 ó 12 °C.

(*Cladobotryum dendroides*) **Telaraña**

Al principio, son filamentos cortos sobre la tierra de cobertura; pero, pasados uno o dos días, el micelio de *C. dendroides* llega a formar masas algodonosas que recubren rápidamente los carpóforos. Inicialmente el micelio del patógeno aparece de color blanco, posteriormente vira hacia tonalidades amarillentas, y finalmente se vuelve de color rosa o rojo carmín.

C. dendroides es un hongo que habita en el suelo y puede suponerse que las esporas del patógeno se encuentran en la champiñonera dentro de la tierra de cobertura. Su dispersión se produce principalmente por salpicaduras de agua, por corriente de aire y por los recolectores.

Cuando aparece una pequeña placa de Telaraña durante el cultivo hay que destruirla inmediatamente para evitar su propagación, cubriéndola con sal, o regándola con una solución de formol, o con fungicidas del grupo de los benzimidazoles (Fletcher *et al.*, 1986).

El resto de los hongos, además de no ocasionar graves problemas, registran un considerable descenso, gracias fundamentalmente a un mejor dominio de la técnica de elaboración de composta, y al lento, pero constante, acondicionamiento del cultivo.

ANEXO II

NEMATODOS

Los nematodos llamados gusanos redondos, incluyen algunos de los animales pluricelulares más abundantes y de más amplia distribución en la naturaleza. Los nematodos de vida libre se encuentran en el mar, el agua dulce y el suelo. La enorme mayoría de los nematodos de vida libre son animales bentónicos que viven en los espacios intersticiales de los sedimentos acuáticos y el suelo.

Además de las especies de vida libre, hay muchos nematodos parásitos. Las formas parasitarias muestran todos los grados de parasitismo y atacan a todos los grupos de plantas y animales.

El tamaño y forma de los nematodos son adaptaciones importantes para vivir en los espacios intersticiales. Tienen un cuerpo largo y delgado, cuyos dos extremos se afilan gradualmente hasta sus terminaciones. Los nematodos de vida libre tienen menos de 2.5 mm de longitud y con frecuencia son microscópicos. Algunos nematodos del suelo llegan a medir hasta 7 mm; ciertas especies marinas alcanzan longitudes de 5 cm.

Cabe señalar como dos características distintivas la forma cilíndrica relativamente perfecta de su cuerpo y la notable disposición radial o birradial de las estructuras alrededor de la boca.

En los nematodos el crecimiento va acompañado por cuatro mudas de la cutícula. Una vez que se llega al estado adulto ya no hay mudas y la cutícula sigue creciendo.

Casi todos los nematodos se mueven mediante contracciones musculares ondulatorias de las fibras longitudinales de la pared corporal.

El medio ambiente acuoso es necesario para el movimiento, de modo que las películas de agua son muy importantes en la locomoción de las especies terrestres.

Muchos nematodos de vida libre son carnívoros y se alimentan de pequeños metazoarios, incluyendo otros nematodos; algunas especies son fitófagas. Buen número de especies marinas y de agua dulce comen diatomeas, algas y hongos. Las algas y los hongos son también fuentes importantes de alimento para muchas especies terrestres.

Un número elevado de nematodos terrestres fitófagos perforan las células de las raíces de las plantas y aspiran su contenido. Estos nematodos que podrían llamarse parásitos pueden causar graves daños a las plantas comerciales. Existen también muchas especies marinas, de agua dulce y terrestre que se alimentan de materia orgánica en depósito. Estas ingieren partículas del sustrato, de las que digieren las bacterias y la materia orgánica. Otros nematodos viven en materia orgánica muerta, como estiércol, o en cuerpos en descomposición de plantas y animales. Ahora bien, muchas especies que residen en material orgánico muerto se alimentan solamente de los hongos y bacterias asociados. Los nematodos son el grupo más numeroso y cosmopolita de los organismos que se alimentan de hongos y bacterias, son de gran importancia en las cadenas alimenticias que se basan en los desintegradores.

El amoníaco es el principal desecho nitrogenado de los nematodos. Algunas especies, como el parásito *Ascaris*, pueden aumentar la producción de urea en 7 a 52% bajo condiciones experimentales de estrés osmótico.

El mantenimiento de una presión hidráulica dentro del pseudoceloma es importante para el funcionamiento de los nematodos. El agua atraviesa con facilidad la cutícula y la pared del cuerpo, las que probablemente son las vías principales de intercambio de agua y de regulación de iones.

Aunque los nematodos existen en cantidades enormes en la capa superior del suelo, la población disminuye con rapidez conforme aumenta la profundidad. Por otra parte, las poblaciones son más grandes en la vecindad de las raíces de las plantas.

Muchas especies terrestres son capaces de soportar la desecación. Inactividad asociada con cierta pérdida de agua y una actividad metabólica muy baja.

Los diversos órganos del cuerpo contienen un número relativamente constante de células, mismas que están prácticamente completas en el momento de la eclosión. La mayor parte del crecimiento en tamaño de los nematodos es resultado del incremento del tamaño celular.

Los individuos jóvenes, llamados a veces larvas, poseen al edosionar casi todas las estructuras del adulto, menos algunas partes del sistema reproductor.

El gran número de especies parasitarias de nematodos ataca a todos los grupos de plantas y animales, observándose todos los grados y tipos de parasitismo.

Clase Arácnida

Orden Acarina

Es el orden más importante entre los arácnidos desde el punto de vista de la economía humana. Mucha especies son parásitas del hombre, de sus animales domésticos y de sus cosechas.

Se han descrito hasta la fecha 25,000 especies (frente a aproximadamente 32,000 especies descritas de arañas).

Los Acarina no son un grupo enteramente parásito, muchas especies viven libremente y otras sólo son parásitas durante un breve periodo de su vida.

Casi todas las especies de ácaros adultos miden en promedio 1 mm. La miniaturización ha sido uno de los principales factores del éxito de los ácaros, pues éstos han explotado muchos hábitats que no son accesibles para otros arácnidos.

Dos grupos de ácaros merecen especial atención. Los *Oribatei*, forman un conjunto de ácaros de vida libre que abundan especialmente en el humus y el musgo. Los *Hydracarina* (ácaros acuáticos) se encuentra tanto en aguas dulces como saladas. No nadan, sino se arrastran en el medio en que viven, sobre algas, briozoarios, hidroides y esponjas. Sin embargo, la mayor parte de ácaros acuáticos viven en agua dulces.

Los ácaros exhiben gran diversidad y especialización en cuanto a dietas y hábitos alimenticios. Los carnívoros que viven en la tierra y el humus se alimentan de nematodos y de pequeños artrópodos, incluidos huevos, larvas de insectos y de otros ácaros.

Muchas especies herbívoras como las *tetranychidae* (arañas rojas) y los *tetrápodos* se alimentan de células vegetales. Constituyen grandes plagas agrícolas de árboles frutales, el trébol, la alfalfa, el algodón y otros cultivos.

Muchos ácaros son comedores de carroña. Los ácaros oribátidos que viven en el suelo, se alimentan con hongos y materia orgánica vegetal y animal en descomposición.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Barnes R.D., 1988. Zoología de los invertebrados. Cuarta edición. Interamericana.

Ferri, F., 1985. I funghi, micologia, isolamento, coltivazione. Edagricole. Bologna. 398 pp.

Fletcher, J.T. y G.W. Ganney, 1969. Experiments on the biology and control of *Mycogone perniciosa* Magn. **Mushroom Science**, **VII**: 221-237.

Fletcher, J.T., P.F. White, y R.H. Gaze, 1986. Mushrooms. Pest and disease control. Intercept. Newcastle upon Tyne. 156 pp.

Fletcher, J.T., P.F. White y R.H. Gaze, 1989. Mushrooms. Pest and disease control. Intercept. Second edition. Newcastle upon Tyne. 174 pp.

Gea F.J. y J. Tello, 1997. Micosis del cultivo del champiñón. Ed. Mundi-Prensa.

Haard, K., 1968. Taxonomic studies on the genus *Arthrobotrys corda*. **Mycologia**, **60**: 1140-1159.

Harvey, C.L., P.J. Wuest y L.C. Schisler, 1982. Diseases, weed molds, indicator molds, and abnormalities of the commercial mushroom. In: Penn State handbook for commercial mushroom growers. Wuest, P.J. y Bengtson, G.D. (Eds.). The Pennsylvania State University. 19-33 pp.

Martínez Carrera D., Sandoval M., Bonilla M., 1997. Germoplasm Preservation and Genetic Improvement of wild *Agaricus* species in Mexico. **Micología Neotropical Aplicada**, **10**: 21-31.

Osborne D.R. y P. Voogt, 1986. Análisis de los nutrientes de los alimentos. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza (España).

Pacioni G., 1980. Guía de hongos. Ed. Grijalbo.

Rapilly, F., 1968: Les techniques de mycologie en pathologie végétal. **Ann. Epiphyties**, **19**. 102 pp.

Royse D.J., 1997. Consumption, production and cultivation. Memorias. VI Congreso Nacional de Micología. Tapachula, Chiapas, México.

Sinden, J. W., Mushroom spawn and method of making same. U. S. Patent No. 1,869,517.

Van De Geijn, J., 1982. Fungal Diseases. Practice. **Mushroom Journal**, **113**. 157-161.

Vedder P.D.J., 1991. Cultivo moderno del champiñón. Ed. Mundi-Prensa. Tercera reimpresión.

GLOSARIO

BLANCO DE CHAMPIÑÓN

Material biológico de varias formulaciones, constituido por hifas crecidas sobre varias matrices orgánicas como son granos de cereales, que funcionan a modo de soporte nutritivo, a la vez que permite una difusión fraccionada del hongo en la composta.

COMPOSTA

Se le llama al sustrato que se produce para que sirva de alimento, única y exclusivamente para el champiñón.

MICELIO

Filamento formado por el agrupamiento de hifas.

HIFA

Es en esencia un tubo formado por una pared celular rígida en el que fluye protoplasma; es la unidad celular asexual de los hongos.

TIERRA DE COBERTURA

Es el material que se utiliza como recubrimiento superior de la composta, en el que se desarrollan los cuerpos fructíferos. Su principal función es absorber agua y cederla al hongo en la etapa de fructificación.

SIEMBRA

Distribución de blanco de Champiñón sobre composta recientemente pasteurizada.

PARTIDA

Materia prima procesada desde fase I hasta la finalización de cosecha.