

MANUAL PRÁCTICO DE PRODUCCIÓN COMERCIAL DE CHAMPIÑÓN



APUNTES, RECOPIACION DE DATOS Y EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS EN
EL CULTIVO COMERCIAL DE CHAMPIÑONES

ING. FRANCISCO FERNANDEZ MICHEL
GUADALAJARA, JALISCO . MÉXICO - FEBRERO / 2005

INDICE

Tema	Página
Indice	1
Introducción	3
Antecedentes	6
Actualidades	11
Producción Comercial	12
Localización de la Empresa	13
Tamaño de la Empresa	14
Sistema de Producción Comercial	14
Sistema Americano	15
Sistema Holandés	15
Sistema Francés	17
Análisis de los Sistemas de Producción	18
Procesos de Producción	19
Fermentación al Aire Libre, Fase I o Compostaje	20
Fermentación en Pila	21
Fermentación en Cordón	24
Materiales y su Porcentaje de Nitrógeno	32
Tipos de Composta	36
Fórmulas de Composteo	37
Calendario de Compostaje	41
Fermentación Controlada, Fase II (Primera Parte)	44
Características del Túnel de Pasteurización	46
Construcción del Túnel	50
Sistemas de Ventilación	56
Llenado del Túnel	57
Preparación del Local Previo a la Pasteurización	59
Fermentación Controlada, Fase II (Segunda Parte)	60
Sistemas de Monitoreo en Fase II	62
Guía de Manejo de Temperaturas en Fase II	63
Hoja de Registro del Túnel	65
Siembra	66
Incubación	68
Cobertura	69
Características de la Tierra de Cobertura	70
Causas de la Fructificación	71
Materiales Empleados	74

Fórmulas de Preparación de Tierra de Cobertura	75
Desinfección de la Tierra de Cobertura	76
Desinfección al Formol	77
Tratamiento de Locales de Preparación de Tierra de Cobertura	78
Aplicación de la Tierra de Cobertura	79
Riegos	81
Inducción	83
Producción	85
Cosecha	87
Manejo Post-Cosecha	88
Plagas y Enfermedades	90
Croquis de una Planta de Champiñones	91
Inventario de Herramientas, Materiales y Equipos para las Instalaciones y Labores de una Planta Productora de Champiñones	92
Conclusiones	96
Recomendaciones y Propuestas	98
Bibliografía	102

INTRODUCCION

El hombre por naturaleza necesita ser y sentirse útil, innovador, creador, generador. Esta necesidad lo hace buscar dentro de si mismo que hacer. Y en esta búsqueda es donde comienza a analizarse las probabilidades que se tienen para lograr "eso" que se pretende emprender y uno de los factores mas importantes para alcanzar esta meta es "La Información" y que mejor si ésta esta accesible, oportuna y entendible, digamos...digerible.

Pensando así, nace la idea de escribir este manual sobre la producción comercial de hongos, con el propósito de guiar de manera sencilla y práctica al interesado en este cultivo, evitándole talvez pérdidas de tiempo en la realización de ensayos de producción sin los conocimientos ni requerimientos básicos y fundamentales que el cultivo necesita. Las experiencias transmitidas en este manual están basadas básicamente en la técnica de producción de champiñones en bolsa plástica aunque en sí el manejo de los tratamientos y requerimientos del cultivo son prácticamente los mismos en cualquier sistema de producción de champiñones

Este manual se escribió con sentido común, que parece ser actualmente, el menos común de los sentidos. Deseamos que sea de gran utilidad, tanto para el estudiante que inicia el aprendizaje de este cultivo, como para el micro y mediano productor establecido, así mismo para el inversionista con alta visión empresarial que ve en la producción de alimentos y en especifico en el cultivo de champiñón, una opción de inversión. Las fotografías que contiene actualmente el manual, mejorará sin duda alguna la idea de la producción de champiñón

Existe actualmente en el mundo entero, una necesidad inmensa de producir lo que la humanidad requiere: alimentos, habitaciones, autos, computadoras, etcétera, en espacios cada vez mas reducidos, sin que esto afecte la cantidad ni la calidad del producto.

Un ejemplo evidente se puede observar en el área agrícola con los avances tecnológicos de producción en los sistemas de cultivo en invernadero, los cuales garantizan una producción de mejor calidad y con menores riesgos de siniestros meteorológicos. Entre estos cultivos, con características de producción en invernadero, se encuentra el cultivo de champiñón.

En nuestro continente este cultivo sigue siendo poco conocido su producción comercial a consecuencia de la falta de información, difusión y promoción, mientras que en países europeos este cultivo ha llegado a constituir empresas enormes, con avances tecnológicos verdaderamente impresionantes, siendo actualmente Holanda el país vanguardista tanto en la producción como en la transferencia de tecnología a muchos países. (Fernández 1994 -1)

Por este motivo los temas tocados en este manual abarcan todos los procesos de producción, algunas recomendaciones que puedan ayudar a disminuir los costos de inversión, anécdotas de experiencias obtenidas en algunas empresas de diferentes países a las que he asesorado y algunas propuestas de producción en cooperativas que en países como Holanda, Canadá, Estados Unidos y muchos otros han adoptado y que son actualmente fuertes en producción, comercialización y capacitación.

Actualmente la producción comercial de hongos en el planeta es cada vez mayor, este fenómeno se está presentando de algún modo debido a que las fuentes de información y difusión del cultivo están más al alcance del público por los avances en los medios de comunicación que son verdaderamente impresionantes, pudiéndose estar en contacto al instante con cualquier país del mundo si así se desea y obtener asesoría técnica en cualquier otro cultivo vía Internet.

En Latinoamérica la producción, investigación y el consumo también van en ascenso y se está trabajando activamente, con la asistencia y participación de inversionistas, técnicos y académicos de Latinoamérica en congresos internacionales, haciendo presencia y poniendo de manifiesto que es Latinoamérica sin duda alguna un mercado con un enorme potencial tanto como proveedor como comprador de hongos comestibles y/o insumos en esta agroindustria. En México particularmente observo a la fecha la construcción de algunas nuevas empresas productoras de champiñón y creo que posiblemente en los próximos cinco años la producción y consumo de hongos comestibles se incrementaran al 100%. Actualmente la producción esta cercana a las 40,000 toneladas anuales y el incremento esperado en los próximos años será producto de la difusión y promoción que actualmente se hacen por medio las universidades, organización de ciclos de conferencias, cursos de capacitación y difusión del consumo de champiñones, por los medios de comunicación masiva. El enorme potencial de mercado que Latinoamérica representa, hará que tanto el capital local y extranjero fijen la mirada en este cultivo y en este continente.

La información y datos que aquí se encuentran, son llamados y considerados aún para algunas personas o empresas como "secretos"; y que en lo particular, considero tan solo el haber tenido la fortuna gracias a Dios de haberme encontrado con gente buena que me enseñó y me compartió sus conocimientos sin menoscabo, no más.

ANTECEDENTES

Desde la antigüedad los hongos han intrigado al ser humano, ya sea por los tabúes y mitos que nos hemos encargado de adjudicarles, o por el hecho de haberlos comido y habernos cerciorado de las virtudes alimenticias, medicinales, y aromáticas que estos contienen. Sin embargo no deja de ser para algunas personas en la actualidad, un misterio su reproducción. Cabe recalcar la importancia inmensa que estos pequeños seres efímeros representan tanto para la naturaleza, como para el ser humano en su dieta alimenticia y se observa como, paulatinamente, el consumo de hongos deja de tener esa idea de ser un manjar solo para aquellos que puedan pagarse este lujo, puesto que solo basta con echar un vistazo a los bosques y satisfacerse del platillo de los cesares.

Hablar de hongos, es remontarse a miles de años. Existen vestigios de algunas láminas de basidiomicetos encontrados en depósitos de principio del terciario (Vedder, 1986)



Eurípides (485-406 a. de c.), Teofrasto (327-287 a. de c.), y Plinio (24- 79 ya de nuestra era), mencionan de setas en sus países (Steineck, 1987).



Alberto Magno (1196- 1280) no eran plantas sino exhalaciones de la tierra según Vedder (1986).



Muchas son las teorías dadas sobre el lugar de inicio del cultivo comercial de los hongos, pero la mas generalizada es la que tiene como origen las cercanías de París, Francia. En la Francia de Luis XIV, la gran sagacidad del jardinero de la corte, Olivier de Serres, y los grandes conocimientos del científico botánico Tournefort habían permitido realizar lo que puede considerarse como el primer cultivo protegido de la historia citados por Pacioni (1990).

El cultivo del champiñón dio inicio cuando unos jardineros observaron que crecían champiñones cuando sobre el jardín se vertían los residuos del champiñón y el agua utilizada al lavarlos, los cuales eran destinados para comer (Steineck 1987)

Crespo (1984) señala que durante muchos años los agricultores fueron recogiendo este tipo de hongo, que luego vendían en los mercados mayoristas y por iniciativa de algunos de ellos, por el año (1852) surgió la idea de recoger trozos de "blanco de hongo" o sea (el micelio del champiñón o aparato vegetativo), y sembrarlos en los hoyos donde posteriormente depositaban semilla de melón para su germinación; El resultado fue bueno, los hongos se desarrollaron acompañados del crecimiento del melón que con sus grandes hojas lo protegían del sol y las lluvias.



De acuerdo a Steineck (1987) Fue a finales del siglo XVIII cuando se comprobó que el cultivo realizado en galerías subterráneas, bodegas y minas proporcionaban resultados excepcionales.

Los resultados de las investigaciones de Constantin y Matruchot (1894), permitieron obtener la óptima calidad que daría a la fungicultura el carácter de industria agraria. En el intento de repetir la experiencia francesa, en situaciones ambientales muy distintas, el jardinero del Zar de Rusia; Oldaker, ideó un sistema de cultivo especial en invernaderos. Emigrado a Inglaterra inició en este país la fungicultura, el mismo sistema fue adoptado por los emigrantes Ingleses a Estados Unidos, donde fue perfeccionado a altos niveles mediante el llamado "Sistema Americano". (Pacioni, 1990).

En Alemania comenzó a practicarse con gran intensidad a finales del siglo XIX, siendo en Renania, donde se encuentra el 50 % de las instalaciones alemanas dedicadas al cultivo del champiñón (Steineck, 1987).

Actualmente la fungicultura se practica en más de setenta países y junto al clásico cultivo del champiñón, se han multiplicado las investigaciones para poder producir en los países Orientales otras especies de hongos gastronómicos muy apreciados. (Pacioni, 1990).





El cultivo comercial de hongos en México hace su aparición por los años treinta, y para 1947 se crea una asociación de la cual nace la empresa Hongos de México, lo que hoy se conoce como grupo Monte Blanco.(Martínez 1991)

Durante más de cuatro décadas el desarrollo del cultivo de hongos fue casi unilateral, pues aunque el número de empresas se acrecentaba, éstas eran en su mayoría propiedad del mismo grupo empresarial, este crecimiento unilateral, en parte fue debido a la estrategia que aun se mantiene de hermetismo para el público en general, lográndose también que este producto fuera en años anteriores en cierta forma de consumo elitista. Mientras esto sucedía en México, en E.U.A. se formaban bloques de producción entre empresas de la costa este y oeste y en Canadá se iniciaba la formación de la asociación de productores de hongos que hoy en día es una de las asociaciones más poderosa del mundo, y que entres sus actividades actualmente edita la revista "Mushroom World" exclusiva en la producción de diversos tipos de hongos. Al igual que E.U.A. edita la revista "Mushroom News"

El interés por el cultivo comercial de hongos comestibles hoy en día esta en casi todos los estados de México y lo mismo esta sucediendo en países de centro y Sudamérica porque han visto en este cultivo no solamente una opción de inversión sino también una excelente alternativa alimenticia. Según (Vedder, 1986), su valor alimenticio, como otras especies de hongos proveen de una admirable cantidad de vitaminas, tales como la Tiamina (B1), Riboflabina (B2), Piridoxina (B6), Ergosterina o Vitamina (D), así como la Biotina o vitamina (H), Cobalamina (B 12), Acido Ascorbico o Vitamina (C), Amida de Acido Nicotínico, Fólico, Pantotéico (todos en el complejo de vitamina B).

Por todas estas ventajas, el cultivo de champiñón y setas en general, también estimulan a la investigación con el fin de aprovechar sustancialmente sus riquezas nutricionales medicinales y culinarias.

ACTUALIDADES

Este incremento en el interés por el cultivo de hongos en el país y en Latinoamérica, ha sido en parte a la enorme difusión que se le ha dado en el estado de Jalisco, propiamente, de la ciudad de Guadalajara hacia todo el país, además de Latinoamérica, Europa, Africa, Asia y Australia, por medio de publicaciones de artículos en revistas mexicanas y extranjeras y la realización de conferencias internacionales, siendo la mas reciente en Puerto Vallarta, Jalisco,



México en el mes de Octubre del 2004 llamándose "Sexto Ciclo de Conferencia sobre Producción Comercial de Hongos Comestibles" y que por razones de mercadotecnia internacional se le llamó "6th . Mexican Mushroom Conference" obteniéndose muy buenos resultados de asistencia y participación en su Fungi-Expo. En la que se tuvo la fortuna de tener empresas y empresarios de: Argentina, Canadá, Chile, China, Colombia, El Salvador, España, Guatemala, Holanda, Honduras, Irlanda, Polonia, U.S.A. y Venezuela por primera vez y conocer empresas vinculadas con la gran industria de los hongos; Proveedores de materias primas, semilla, insumos maquinaria y equipo, herramientas etc.

También ha sido de gran ventaja la presencia de promotores latinos en congresos internacionales, Pennsylvania, Vancouver, Toronto, Las Vegas, Banff, Kennett Square, Armagh (Irlanda), Inglaterra, Bélgica, Holanda, Francis, etc. promoviendo a México y Latinoamérica como países productores y con un enorme potencial en éste campo, lográndose atraer capital extranjero y apoyo a los productores de estos países.



PRODUCCIÓN COMERCIAL

Debido a que el champiñón (*Agaricus, bisporus* (Lange) Imbach) carece de estructuras fisiológicas para producir su propio alimento por ser un organismo heterótrofo y que además se alimenta de materias vegetales muertas o degradadas (saprófito), es necesario prepararle condiciones y medios, para que pueda tomar lo que necesite sin ningún inconveniente. (Wiley, 1987)



Al referirse a la producción comercial se puede pensar en la instalación de una empresa productora de champiñones con un sistema de producción tal, que satisfaga las demandas del mercado tanto en calidad, cantidad y constancia, la clave del éxito. Existen otros factores importantes que considerar antes de iniciar la producción comercial de champiñones:

- Localización de la empresa
- Tamaño de la empresa
- Sistemas de producción

LOCALIZACION DE LA EMPRESA

Respecto a la localización de la empresa productora de champiñones es de gran importancia tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Que la materia prima se encuentre cercana, de esta forma se puede asegurar una constancia en el calendario de producción y disminuir los gastos de operación.



- Que se encuentre en un lugar estratégico para la pronta obtención de servicios de mantenimiento de equipo e instalaciones en general, así como la pronta comercialización del producto
- Que el camino o carretera a las instalaciones sea accesible
- Que haya servicio de agua suficiente, luz y teléfono



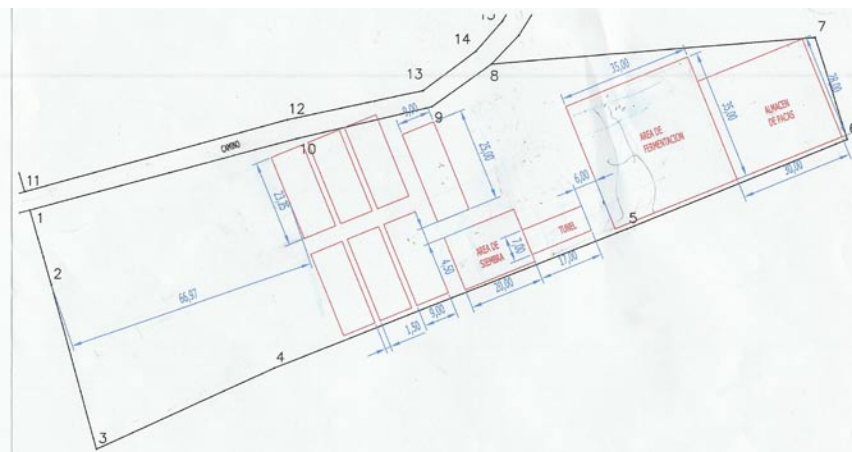
- Posible aprovechamiento de infraestructura, instalaciones o construcciones en desuso (bodegas, naves para crianza de aves, zahurdas, invernaderos abandonados, establos etcétera), adaptándose éstos para la producción de champiñón. Esta propuesta la cual llamo "APIADE " (Aprovechamiento de Instalaciones Agropecuarias en Desuso) que ya se ha puesto en marcha en algunos estados de la república mexicana.



No necesariamente una empresa productora de champiñones debe cumplir con estos factores, pero sí representarán una disminución significativa en el costo total de producción y en ocasiones pueden ser motivo del éxito o desaparición de la empresa

TAMAÑO DE LA EMPRESA

Cuando se piensa en una empresa, también se piensa en crecer tanto en tamaño y como consecuencia en producción, pero ¿hasta donde a una empresa le es conveniente crecer? Al incrementar el tamaño de la empresa, ésta requiere de mayor cantidad de personal, vehículos de transporte, almacenes para el producto y materia prima, localización de mercado más lejano, etcétera. Todos estos factores llevan a un incremento en gastos de operación y mayor complejidad en otro rubros (posiblemente: impuestos, seguros. Intereses bancarios, control de personal, control de calidad, etcétera). Esto no quiere decir que una empresa no deba de crecer, si todo lo que implica crecer, es redituable para la empresa...adelante. Sin embargo, podría verse la posibilidad de descentralizar las operaciones de producción, pensando en crear pequeñas empresas a través de todo el país o por regiones donde se pueda colocar el producto y el tamaño de las empresas podría corresponder a la demanda de la región (Fernández 1994)



SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMERCIAL

Existen tres sistemas de producción conocidos en el mundo:

- Sistema Americano
- Sistema Holandés
- Sistema Francés

Sistema Americano

Comúnmente este sistema es utilizado en Estados Unidos y es conocido también como "sistema de camas"; el cual se caracteriza por emplearse un tipo de bases de camas de madera invertidas donde es colocada la composta.



El peso promedio de cada cama es entre los 250 y 280 kilogramos, lo que hace necesario la utilización de montacargas para su traslado a las naves o cuartos de producción y casi durante todas las operaciones en los diferentes procesos

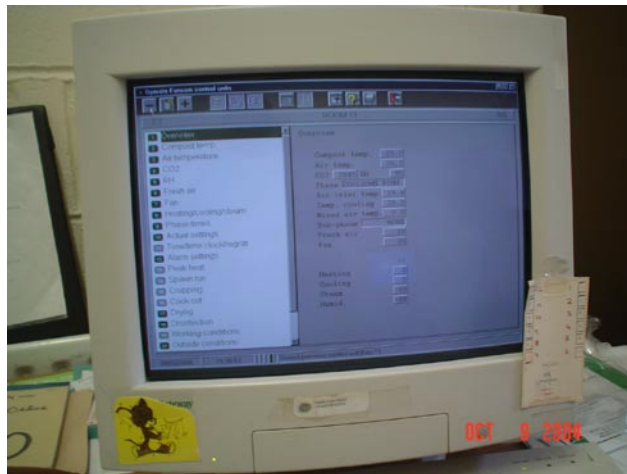


Sistema Holandés

Este sistema es actualmente el que tiene la mayor tecnología en materia de producción de champiñones, este sistema es conocido también como "sistema de bandejas"



En este sistema todas las operaciones y procesos de cultivo se realizan prácticamente dentro de los cuartos de producción y casi en su totalidad sus labores de cultivo son manejados con sistemas computarizados



Sistema Francés

Este sistema es conocido también como "sistema de bolsa plástica" y es actualmente el mas empleado por ser práctico y ajustable a diferentes niveles de inversión



PROCESOS DE PRODUCCION

Para poder proporcionarle las condiciones ambientales que el champiñón necesitara, existen varios procesos en los cuales la supervisión constante y una excelente disciplina de trabajo son el principio fundamental:

El cultivo de producción de champiñón se divide en las siguientes etapas o procesos:

- Fermentación al aire libre, Fase I o Compostaje
- Fermentación controlada, Fase II o Pasteurización
- Siembra e Incubación
- Cobertura
- Inducción
- Producción
- Cosecha

Manejo Post-Cosecha

FERMENTACION AL AIRE LIBRE , FASE I O COMPOSTAJE

Este proceso se refiere al tiempo requerido para que los materiales empleados en la composta, vayan cumpliendo con las cualidades que necesita el sustrato para un adecuado desarrollo del micelio de champiñón.

Se le conoce como fermentación al aire libre por llevarse a cabo comúnmente en áreas descubiertas y porque en esta fase no existe una regulación en los procesos: Físicos, químicos y microbiológicos que ahí se presentan. Su tiempo de duración puede variar entre 19 y 23 días dependiendo de diversos factores ambientales o calendarios de producción.



Los materiales que constituyen la composta pueden variar dependiendo de las zonas de producción de granos y cereales más cercanas. Para la elaboración de composta pueden utilizarse diferentes tipos de pajas: Arroz, cebada, sorgo, maíz, trigo, avena, etcétera, además de otros suplementos agrícolas que también pueden variar considerando costos y facilidad de adquisición, dichos suplementos pudieran ser cualquier tipo de harina: soya, garbanzo, algodón, pescado, girasol, cártamo, uva, etcétera.

Es común la utilización de urea y pollinaza para acelerar el proceso de fermentación y proveer al sustrato de nitrógeno o proteína. Otro suplemento agrícola utilizado como mejorador de estructura de la composta es la cascarilla de algodón, que aunque su contenido proteico es muy bajo, los espacios originados por su volumen permite una excelente oxigenación al sustrato, lográndose con mayor facilidad una fermentación aeróbica. Otro suplemento utilizado y que proporciona un mejoramiento en la estructura y el p.H. es el sulfato de calcio o yeso agrícola.

Es importante mencionar que toda la materia prima empleada para la elaboración de composta, pueden ajustarse y combinarse de tal manera que se obtenga un porcentaje entre 1.6%-1.8% de Nitrógeno sobre peso seco según Vedder 1984

Se le llama composta al compuesto de materias primas mezcladas, humectadas y fermentadas por acción de la oxigenación periodica y constante durante cierto tiempo, hasta alcanzar el estado óptimo de : textura, estructura, color, olor humedad, actividad microbiana, térmica, etc. Para lograr un compostaje adecuado de las materias primas durante esta etapa, se llevan a cabo dos maniobras :

- a) Fermentación en pila
- b) Fermentación en cordón.

Fermentación en pila:

Una fermentación adecuada se lleva a cabo, cuando a la paja se le adiciona un porcentaje de los suplementos y una pronta y bien distribuida humectación, en pocos días es necesario revolver la pila para que la fermentación sea lo más homogénea posible, notándose un cambio en el color del sustrato, las temperaturas alcanzadas en una fermentación en pila rebasan los 75°C al centro.



El compostaje debe realizarse en una área con superficie de concreto o encementada para evitar enfermedades provenientes del suelo, pérdidas de agua por escurrimientos y dificultades para maniobrar al momento de revolver la composta. Aunque parece obvia esta información, he visto pequeños productores que lo han realizado en superficies de tierra y las consecuencias han sido un desastre total.

Sobre este piso son desbaratadas las pacas de paja, posteriormente se riega y luego es apilada. Estas operaciones pueden realizarse manual o mecánicamente.





Una vez mojada y apilada la paja es recomendable dejarla en reposo dos días procurando regarse superficialmente para recuperar el agua perdida por evaporación y escurrimientos, este reposo hará que la humedad vaya debilitando la rigidez inicial de la paja y permita que el agua penetre lentamente en las fibras y éstas permitan cada vez más la absorción de los nutrientes adicionados posteriormente.

Al tercer día de compostaje, se le adiciona a la pila suplementos ricos en proteínas y Nitrógeno, estos suplementos pueden ser: pollinaza, (estiércol de pollo), urea, sulfato de amonio o nitrato de amonio que aceleraran la fermentación y enriquecerán a la composta. Para el máximo aprovechamiento de los suplementos, es mejor que la paja haya sido mojada previamente, de no hacerse así se corre el riesgo de lavarse los suplementos y perderse en los escurrimientos, obteniéndose una composta pobre en nutrientes.



Posteriormente a la suplementación se revuelve la paja cada tercer día para su oxigenación y se continúa regando hasta obtener entre 70% y 72 % de humedad. La fermentación en pila tiene una duración de 10 - 13 días aproximadamente y durante este tiempo se observan cambios importantes en la composta como:

- Altas temperaturas en el centro de la pila
- Fuerte presencia de amoníaco
- Mayor docilidad de la paja
- Oscurecimiento en el color de la composta
- Tamaño mas corto de las fibras



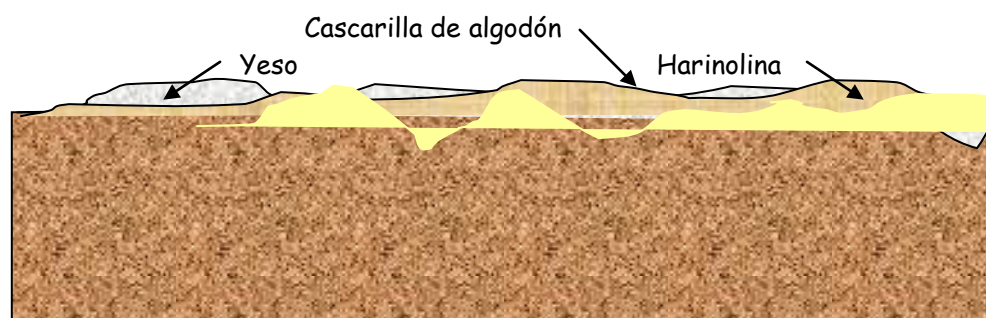
FERMENTACION EN CORDON

El motivo principal de esta acción es que al estar la composta en pila se calienta más la que se encuentra en el centro sin embargo las orillas quedan bastante frías, por lo que se "acordona", esto es: se hacen líneas de composta de 1.8 a 2.00 metros de ancho por 1.8 - 2.00 metros de alto y la longitud es dada por la cantidad de composta preparada, esta operación ayudara a obtener una

homogeneización en la preparación del sustrato o composta de tal manera entonces que las ventajas que se obtienen al acordonar la composta son las siguientes:



- Agiliza los movimientos en las labores de suplementación, ya que son fácilmente colocados en la superficie del cordón.
- Se homogeneiza la suplementación, % de humedad, y textura.
- Acelera la fermentación al disminuir la superficie de contacto con el medio ambiente.
- Se reducen y aprovechan los espacios de operación en el patio de composteo.

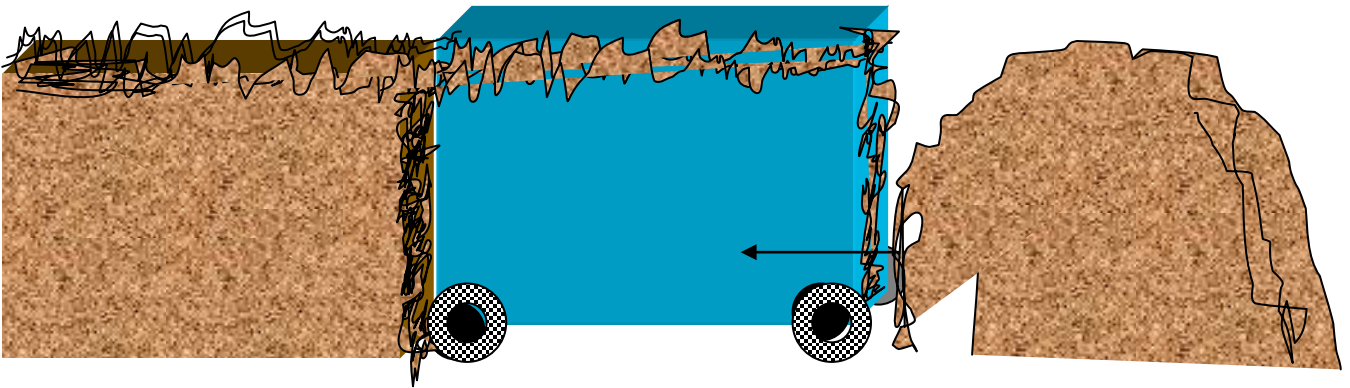




Para la formación del cordón se utiliza un molde preferentemente metálico con las dimensiones antes mencionados y para su fácil desplazamiento en el patio de composteo



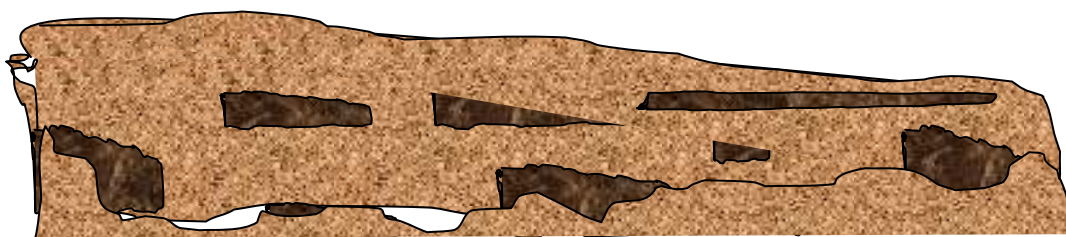
El formador de cordón puede fabricarse localmente o adquirir uno de fábrica



Existen dos formas de llevar a cabo esta labor

- Manualmente
- Mecánicamente

Si se realizan manualmente las labores de composteo, se tienen resultados pobres en la calidad de la composta, ya que no se humectan, revuelven y distribuyen bien los suplementos, y como consecuencia se tienen zonas mucho más fermentadas que otras, además se pierde temperatura en la pila o cordón por el exceso de tiempo para llevar a cabo las labores y difícilmente se obtiene un cordón con las mismas dimensiones al inicio y al final sin el uso del molde formador de cordones.



Para formar el cordón a mano con 24 toneladas se ocupan 4 horas con 4 personas y para voltear, regar y suplementar el mismo cordón de composta se tarda aproximadamente entre 4 y 6 horas con cinco o seis personas y se tiene que revolver un día, y dos días se deja la composta en reposo; pero si se tiene que hacer una partida de composta por semana, entonces se tienen cuatro compostas en patio y en ocasiones se tiene que voltear para oxigenar o para suplementar dos de éstas en un mismo día lo que convierte el patio en un verdadero campo de concentración y como consecuencia renuncias continuas del personal y con ello lo que implica esto: buscar personal, retrasar labores, volver a capacitar a los nuevos etc. Con esto no quiero decir que no se pueda o no deba hacerse manualmente sino que se dé prioridad a la compra de maquinaria lo mas pronto posible por la salud financiera de la empresa.

Si se realiza la formación de cordón y las demás operaciones con maquinaria los resultados serán mucho mejor de tal forma que con un cargador frontal se forma el cordón en 60 y 120 minutos y con la maquina composteadora se revuelven las mismas 24 toneladas en otros 30 a 60 minutos, con sólo dos o tres personas pero, además se tiene una excelente calidad de composta que representa un 80% de éxito para una empresa productora de hongos



El propósito de voltear para oxigenar la composta es porque básicamente la fermentación es la liberación y transformación de las materias nutritivas presentes en y añadidas a la composta, de tal manera que el champiñón pueda asimilarlas y aprovecharlas para su óptimo desarrollo, lo que significa que se elaboró un sustrato selectivo.



Es importante tomar en cuenta algunos aspectos que mejoraran la calidad y cantidad de la composta:

- % de humedad de las materias primas: paja, cascarilla de algodón, pollinaza, etc.
- % Nitrógeno.
- Tiempo de almacenamiento.
- Distancia por transportar.
- Precio.

Al formar los cordones se busca como se mencionó anteriormente que tanto las actividades laborales como las actividades microbianas, sean más eficientes.

Los objetivos que se buscan con las vueltas al cordón son: Homogeneizar la fermentación, elevar las temperaturas del sustrato, facilitar la suplementación, el riego, chequeo de temperaturas y la posible aplicación de insecticidas.

Tanto las pilas como los cordones están estratificados en capas de temperatura, en estas zonas se activan diferentes microorganismos dependiendo su rango de temperatura.



Temperatura ambiente hasta los 45° C.



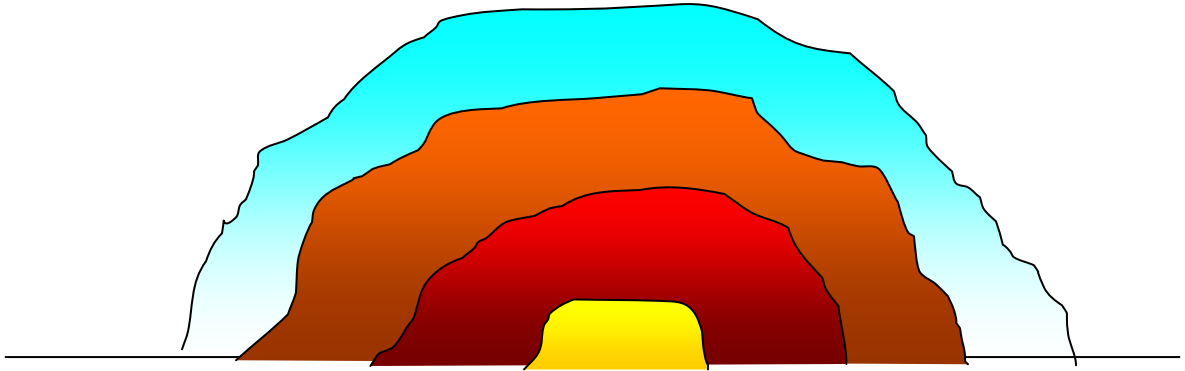
Temperaturas de 45 - 60°C.



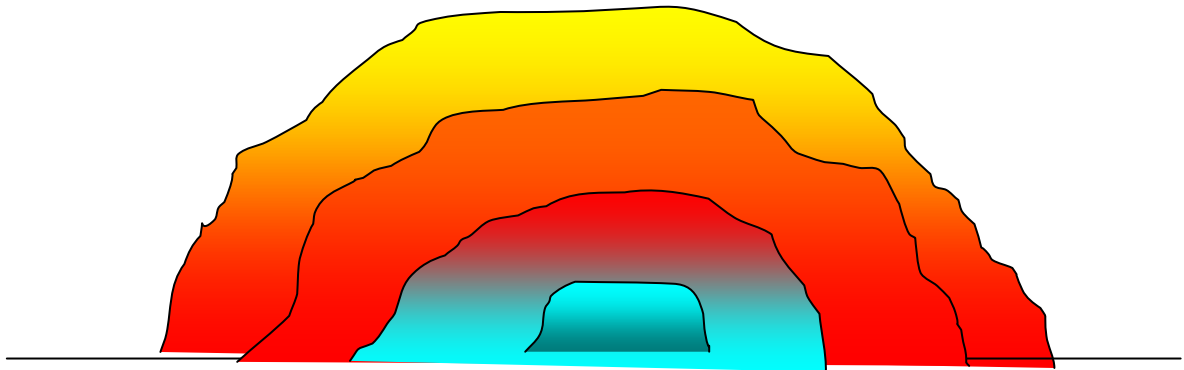
Temperaturas de 60 - 80°C.



Temperaturas de 45°C.



Posterior a la vuelta para revolver y oxigenar la pila o el cordón, la composta quedaría de la siguiente forma:

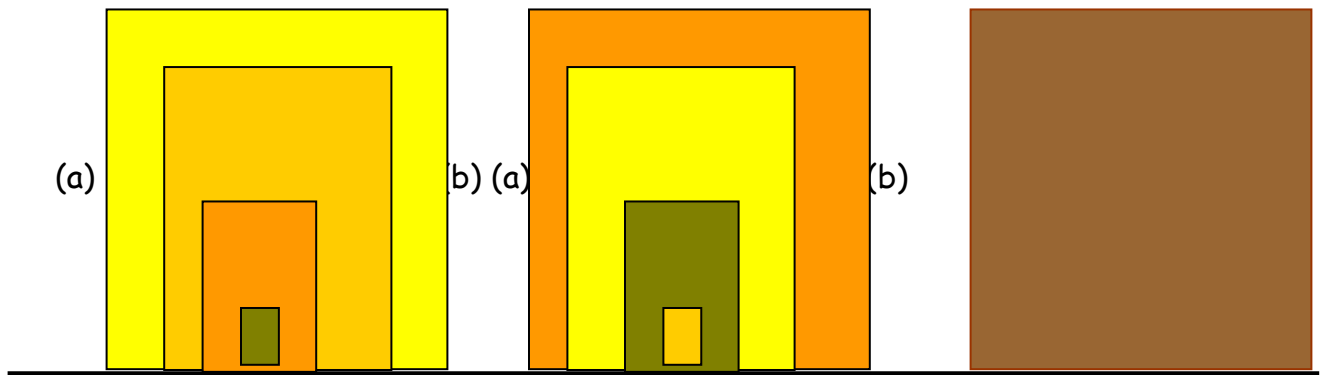


Para revolver el cordón se emplea una máquina llamada "composteadora" y existen diferentes modelos y tamaños, según la necesidad de producción.

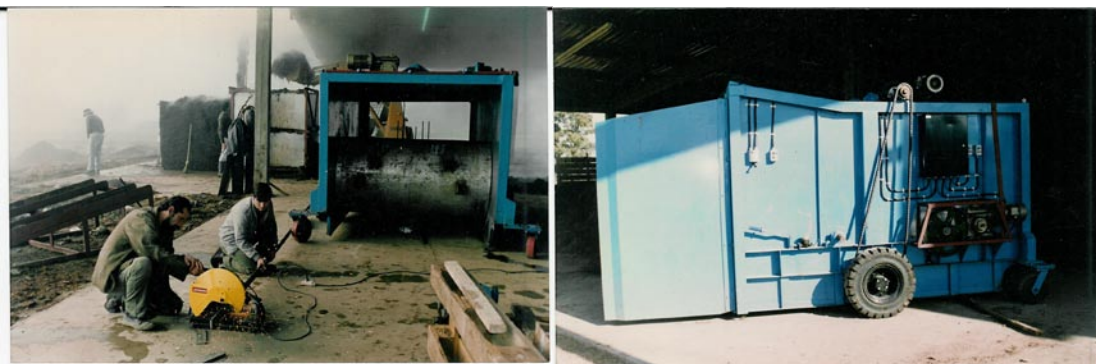


Esta composteadora hace las siguientes funciones:

1. Al momento de ir revolviendo el cordón para oxigenar o para distribuir los suplementos aplicados puede también ir regando la composta para recuperar el agua perdida de ser necesario.
2. La composta que se encuentra en el centro del cordón queda en la capa superior
3. El lado (a) del cordón queda en el lado (b) y viceversa
4. Finalmente forma una sola masa de composta con un color homogéneo en las que las diferencias son insignificantes

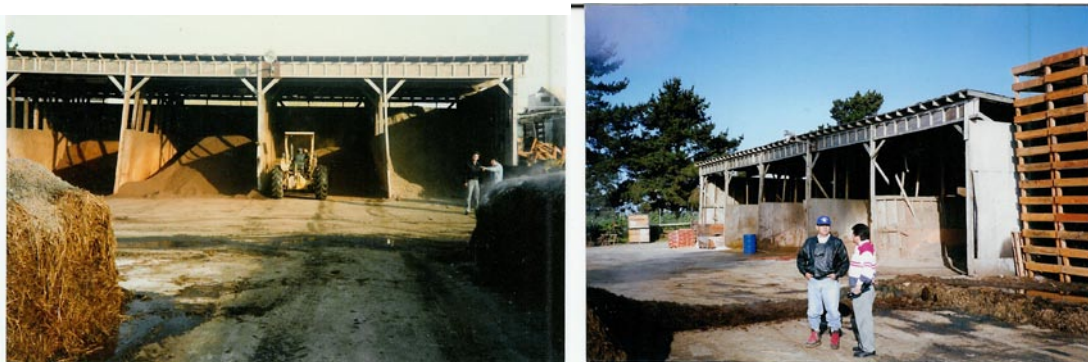


Esta maquinaria, también puede hacerse localmente aunque se debe considerar que esta maquina representa la columna vertebral de una empresa productora de hongos, y se tiene que valorar los riesgos pues están fabricadas con alta ingeniería



MATERIALES Y SU PORCENTAJE DE NITROGENO.

Actualmente las investigaciones realizadas en este cultivo, han dado como resultado que exista mayor información sobre técnicas y materiales que se adapten a los intereses y circunstancias de cualquier país, tanto en la formulación como en el proceso mismo de la preparación de la composta. Para poder llevar a cabo con éxito la preparación de las fórmulas de composteo es fundamental conocer los tipos de material, así como su contenido de Nitrógeno.



A continuación se mencionan algunos materiales y su contenido de Nitrógeno:

GRUPO I MATERIALES CON ALTO % DE NITROGENO	
Materia prima	Contenido de Nitrógeno
- Sulfato de Amónio	21 %
Nitrato de Amónio	26 %
Urea	46 %

Estos materiales debido a su alto contenido de Nitrógeno disminuyen la resistencia a la humectación de la capa cérea de cualquier tipo de paja.

GRUPO II MATERIALES DE ORIGEN ANIMAL	
Materia prima	Contenido de Nitrógeno
Sangre seca	13.5 %
Harina de pescado	10.5 %

Estos materiales contienen principalmente proteínas, pero son poco usados por su alto precio.

GRUPO III SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES Y DE LA AVICULTURA.	
Materia prima	Contenido de Nitrógeno
Germen de malta	4.0 %
Levadura de cerveza	3.5 %
Harinolina	6.5 %
Harina de cacahuete	6.5 %
Pollinaza	3 - 6 %

Estos materiales tienen una cantidad favorable de carbono lo que ayuda a la relación C/N.

GRUPO IV SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES	
Materia prima	Contenido de Nitrógeno
Cascarilla de uva	1.5 %
Pulpa de remolacha	1.5 %
Pulpa de papa	1.0 %
Melaza	0.5 %
Cascarilla de algodón	1.0 %

Estos materiales son excelentes para aumentar la temperatura, recomendándose para todo compostaje la cascarilla de algodón, que ayuda a dar estructura al sustrato.

GRUPO V MATERIALES DERIVADOS DE LA GANADERIA	
Materia prima	Contenido de Nitrógeno
Estiércol de vaca	0.5 %
Estiércol de cerdo	3 - .8 %

Estos materiales son raramente usados.

GRUPO VI MATERIALES DERIVADOS DE ALGUNAS LEGUMINOSAS	
Materia prima	Contenido de Nitrógeno
Alfalfa	2 - 2.5 %
Trébol	2.0 %

Estos materiales proveen buenas cantidades de carbohidratos.

GRUPO VII MATERIALES MEJORADORES DE P.H.	
Materia prima	Actividad
Yeso (Sulfato de Calcio)	Utilizado para aminorar la acidez.
Piedra caliza (Carbonato de Calcio)	utilizado para mejorar el p.H.

GRUPO VIII MATERIALES DERIVADOS DE LA GANADERIA Y LA AGRICULTURA	
Materia prima	Contenido de Nitrógeno
Estiércol de caballo	9 - 1.2 %
Todo tipo de paja	.5 - .7 %

(Comunicación personal con Andrade 1990)

Comúnmente las empresas proveedoras de suplementos tienen los datos del contenido de proteína de estos suplementos agrícolas, pero desconocen el contenido de Nitrógeno puro y para determinar el porcentaje de éste se hace la siguiente operación Ejem:

$$(\% \text{ proteína}) / (6.25) = \% \text{ de N}$$

Si la harinolina contiene 46% de proteína este porcentaje se divide entre 6.25 y tenemos que equivale a 7.36 % de N. lo mismo se aplica a cualquier otra fuente de proteína.

TIPOS DE COMPOSTA

Existen dos tipos de composta:

A La composta tradicional en la que se utiliza paja que fue usada como cama en las caballerizas y que es conocida también como "composta de caballo"

B La segunda forma es conocida como "composta sintética", cuyo objetivo es asemejar las condiciones que el compostaje tradicional proporciona con diversa materia prima, principalmente paja de trigo y suplementos agrícolas o de origen animal.



En esta foto se muestra en la parte de arriba la paja entera directa del campo y en seguida, el primer monton es paja traída de las cuadras de los caballos. Se observa ligeramente composteada. Las muestras siguientes son los colores que va adquiriendo la paja composteada con una semana de diferencia.

La desventaja que tiene el compostaje tradicional o composta de caballo, es que no en todos los países se puede obtener este material. A diferencia del compostaje tradicional, el compostaje sintético se puede hacer en cualquier país del mundo al conseguir la materia prima que este al alcance



FORMULAS DE COMPOSTEO

Respecto a fórmulas para preparar composta, se proponen algunas las cuales se mencionan en el cuadro siguiente.

CUADRO 1

FORMULA PARA LA PREPARACION DE COMPOSTA TRADICIONAL

INGREDIENTES	P. HUMEDO (Ton.)	P. SECO (Ton.)	% N.	(Ton) N.
Estiércol de caballo	80.0	50.0	1.2 %	.60
Gallinaza	7.5	6.0	4.0 %	.24
Levadura de cerveza	2.5	2.5	4.0 %	.10
Yeso	1.25	1.25	0.0	0.0
Total		59.75		.94

Para obtener el porcentaje de Nitrógeno del sustrato preparado, se divide el total del peso de Nitrógeno = 0.94 entre el total del peso seco de los materiales = 59.75 dando un total de 1.57 % de Nitrógeno. Wuest, 1982

FORMULAS PARA LA PREPARACION DE COMPOSTA SINTETICA

Las fórmulas para la preparación de composta sintética son normalmente adaptadas en cada lugar donde se inicia la producción de champiñones, sería inoperante e incosteable querer realizar una formula de composteo que se utiliza en Estados Unidos o en Canadá para México, porque inclusive dentro del mismo país o entre Estado (Provincia) y Estado las materias primas cambian y se deberá aprovechar la materia prima que se tenga al alcance. Sin embargo existe un factor común que hace que la formula pueda obtenerse con el mismo grado de calidad y son los porcentajes de materia seca con relación al contenido de Nitrógeno teniendo cuidado de no rebasarse el 2% de N. sobre peso seco.

Para nuestro país, las materias primas podrían ser las siguientes y las formulaciones pudieran quedar de la siguiente forma, aclarando que la determinación del porcentaje de humedad y Nitrógeno al momento de adquirir las materias primas serán los factores de calidad y costeabilidad de la composta. En cualquiera que sean los casos de lograr conseguir diferentes materias primas, los factores para la determinación de la calidad de la composta serán siempre los mismos: Materia prima, Peso húmedo, % de Humedad, Peso seco, % de N., Peso de N.

CUADRO 2

COMPOSTA SINTETICA

Materiales	Peso Húmedo (Kg.)	% de Humedad	Peso seco (Kg.)	% de N.	Peso de N. (Kg.)
Paja de trigo	200,000	10	180,000	0.7	144
Urea	100	0	100	46	46
Pollinaza	20,000	20	16,000	3.5	72
Harinolina	8,000	15	6,800	6.5	44
Cascarilla de algodón	5,000	15	4,250	0.3	12.75
Yeso	3,500	12	3,080	0	0
TOTAL			210,230		318.75

La división del total del peso de Nitrógeno entre el total del peso seco, da como resultado un porcentaje de 1.5% de Nitrógeno, lo que indica que en este caso aun puede ser enriquecida con algunos otros suplementos agrícolas o con mayor cantidad de los mismos aplicados de tal forma que no rebase el 2% de Nitrógeno y preferible que sea entre 1.6% y 1.8%.

Es importante mencionar que al iniciar una formula de composteo, los cambios que se realicen en las actividades o modificaciones en las suplementación o tipo de paja, deberán ser paulatinos y por supuesto bien supervisados, de esta forma se encontrara más rápido la formula adecuada a las necesidades de la empresa, por ejemplo: si en la formula anterior los porcentajes de humedad fueran más bajos, las cantidades de Nitrógeno se elevarían, lo que

nos indica entonces que es muy importante analizar los suplementos para bajar costos y hasta escoger los proveedores que brinden mejor calidad de materia prima.

Existe otra forma muy práctica de preparar cualquier cantidad de composta como inicio y hacer los cambios pertinentes según los resultados y es la siguiente :

- 46.2% de paja
- 9.83% de pollinaza con un contenido de N. de 5%
- 5.58% de harinolina con un contenido de N de 7%
- 3.08% de yeso

Estas cantidades están consideradas con el porcentaje de humedad natural de las materias primas. Tomando en cuenta estos datos tendremos entonces que para preparar 38 toneladas se ocuparían:

- 16,632 kg de paja
- 3,538 kg de pollinaza
- 2,008 kg de harinolina
- 1,108 kg de yeso (sulfato de calcio) y,
- 72% de humedad

Las cantidades en los suplementos pueden variar si se considera el contenido proteico.

Nota importante: Las fórmulas de composteo no se pueden seguir al pie de la letra como receta de cocina, a menos que las materias primas fueran idénticas a las fórmulas anteriores. Los ejemplos expuestos son solo una guía de cómo puede hacerse una composta, pero en base a esto cada empresa debe encontrar su propia mezcla o formula, pues tanto los suplementos, medio ambiente, personal y hasta el nombre del suplemento cambian de un estado o provincia a otra y mucho más de un país a otro.

CALENDARIO DE COMPOSTAJE

Día.- 0 - 4 Recepción de estiércol fresco, separación de los diferentes lotes, mezclar todo lo posible y eventualmente dar un riego.

Día.- 4 - 8 Formación del montón plano y compacto, añadir de 500 - 1000 l de agua por tonelada de estiércol fresco. Añadir también 2.5 - 3.0 Kg. de Urea o 5 - 7 Kg. de Sulfato de Amonio por tonelada, según el porcentaje de humedad del estiércol. Después añadir al montón por ejemplo, 40 - 50 Kg. de harina de semilla de algodón, germen de malta, o 50 - 80 Kg. de estiércol de pollo por tonelada de estiércol.

Día.- 9 Formación de cordón.

Disgregar y regar el estiércol, formando cordones sueltos y aireados de 1.80 m de altura por 1.80 m de ancho, la medida de la longitud del cordón la dará la cantidad de composta preparada, mojar las partes secas y apretar las paredes verticales, Aplicar un insecticida a todo el exterior del cordón.

Día 12.- Primera vuelta.

Si es utilizado Sulfato de Amónio, se añadirán 15 - 20 Kg. de carbonato de calcio (tiza) por tonelada de estiércol. Disgregar y airear, rehaciendo el cordón suelto de 1.70 m por 1.70 m apretando únicamente los bordes. No añadir agua, salvo a las partes secas. Igualar el exterior y aplicar insecticida.

Día.- 14 - 16 Segunda vuelta.

Añadir 25 Kg. de yeso por tonelada de estiércol, disgregar, mezclar, y rehacer el cordón de 1.60 m por 1.60 m. Aplicar insecticida al exterior del cordón.

Día.- 18 Tercera vuelta.

Remover y hacer el cordón suelto y aireado. Aplicar insecticida

Día.- 20 La composta est lista para entrar en pasteurización. Si el llenado esta mecanizado se removerá y aireara automáticamente la compota una vez mas. Ajustar el nivel de humedad deseado (Vedder, 1986)

Para tener una idea más clara de las actividades que se realizan en la preparación de composta, el siguiente calendario podría ser llevado a cabo en cualquier planta de producción de hongos y observar los resultados.

Con esto quiere decirse que no hay un calendario especifico sino el que pueda dar mejores resultados, sin embargo en todos los casos se recomienda que no sean mas de tres los días entre una vuelta y otra para la oxigenación de la composta y evitar de esta forma una fermentación anaerobica y como consecuencia una acidificación de la misma

Día 1.- Descarga de pacas, deshacer pacas, regar, y apilar.

Día 2. - Adicionar urea, pollinaza, regar.

Día 3. - Regar.

Día 4. - Regar.

Día 5. - Regar.

Día 6. - Regar.

Día 7.- Regar.

Día 8. - Revolver pila y regar.

Día 9. - Sin actividad.

Día 10. - Revolver pila y regar.

Día 11. - Formación de cordón.

Día 12. - Adicionar suplementos.

Día 13. - Sin actividad.

Día 14. - Sin actividad.

- Día 15. - Revolver suplementos en cordón y regar.
- Día 16. - Sin actividad.
- Día 17. - Sin actividad.
- Día 18. - Revolver el cordón y regar.
- Día 19. - Sin actividad.
- Día 20. - Sin actividad.
- Día 21. - Revolver cordón y regar.
- Día 22. - Sin actividad.
- Día 23. - Entrada a pasteurización. (Fernández 1999)

Los calendarios de actividad para la preparación de composta suelen hacerse específicos para cada empresa a partir de los resultados obtenidos tanto en estructura, textura, humedad, volumen, densidad, humedad, temperatura alcanzada, etc. Y va afinándose el calendario cada día, hasta lograr los mejores resultados. Con esto quiero decir que no hay razón para que pueda existir proteccionismo en las fórmulas y calendarios de actividades ya que lo más seguro es que no vaya a obtenerse los mismos resultados pues otro factor que cuenta en gran medida es el factor humano: Experiencia, técnica, disciplina, supervisión, etc.

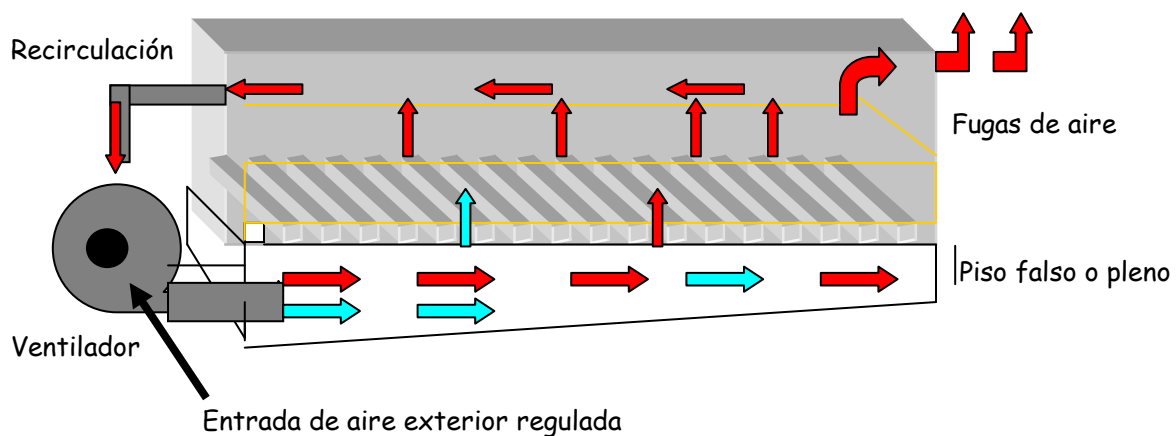
FERMENTACIÓN CONTROLADA (FASE II)

Se la denomina fermentación controlada, precisamente porque a partir de este momento, dicha fermentación se lleva a cabo en un local cerrado con instalaciones especiales para checar constantemente el proceso. Para ello se emplean instrumentos que facilitan el control de esta fase:

- .- Termómetros de larga distancia.
- - Sistema central computarizado de monitoreo
- .- Ventiladores.
- .- Detectores de amonio.
- .- Sistemas de inyección de vapor.

Luego de 19 -24 días de compostaje, se lleva a cabo la pasteurización, la cual se realiza dentro de un local cerrado conocido como "túnel de pasteurización", pero ¿qué es un túnel de pasteurización ?. Es un cuarto rectangular con paredes y techo aislados. Piso falso con rendijas por donde es inyectado el aire y vapor que se requiera para mantener controladas las temperaturas de la composta

Existen varios tipos de túnel, que pueden ser contruirdos con material local o contruirdos por alguna empresa de la industria de hongos.



Este se llena de composta y se ventila constantemente para que la temperatura se eleve, en caso de no hacerlo por si misma, se inyecta vapor de una caldera. Este proceso tiene como funciones: La de eliminar los microorganismos indeseables y de continuar con el desdoblamiento de la lignina, celulosa y nutrientes contenidos en la composta, de tal forma que se logre obtener un sustrato selectivo para el champiñón.



Aproximadamente son entre 6-8 días los que se necesitan para realizar esta fase, durante estos días las temperaturas dentro del túnel son controladas y monitoreadas para determinar los tratamientos. La pasteurización consiste básicamente en mantener entre 4 - 8 horas a 60°C la temperatura de la composta en el segundo o tercer día después del llenado del túnel.

El tiempo antes y después de la pasteurización es utilizado para la formación y reproducción de bacterias y organismos termófilos que enriquecerán la composta al termino de éste proceso.

El objetivo de esta fase entre otros es eliminar microorganismos indeseables como: Insectos, nemátodos, esporas de otros hongos, larvas, huevecillos de moscas, arañas, ácaros, etc.

CARACTERISTICAS DEL TUNEL DE PASTEURIZACION

Para diseñar un túnel de pasteurización se pueden tomar en cuenta varios factores: Estéticos, económicos, prácticos y funcionales, las características básicas que el túnel de pasteurización debe tener son:

- Las medidas del túnel estarán determinadas por el tamaño de los cuartos de cultivo y viceversa, quiero decir que en caso de ya encontrarse los cuartos de producción, el túnel se hará del tamaño y capacidad de los cuartos, de tal forma que lo largo y ancho del túnel dependerá también de la cantidad de composta que se pretenda preparar y ésta a su vez dependerá de la cantidad de champiñones que se vayan a producir.



Comúnmente el ancho es de 3 a 4 metros, por cuestiones de resistencia y rigidez en el piso

- Las paredes serán aisladas preferentemente, esto es, que en las paredes quede un espacio entre una cara y la otra, que puede rellenarse con un material térmico, para lograr el aislamiento



- El piso falso o pleno tendrá una pendiente del 2% para escurrimientos al momento que se limpie y un 25% de ventilación.
- Los ductos distribuidores de vapor, aire fresco y reciclaje deberán estar cubiertos de un material aislante para evitar pérdidas de calor



Normalmente se llena el túnel a una altura de 1.8 a 2.0 metros si se rebasa esta altura se corre el riesgo de provocar un efecto de anaerobiosis por la compactación de la composta y si es menor de 1.6 metros lo mas probable es que no genere por si misma el suficiente calor y haya necesidad de inyectar vapor.



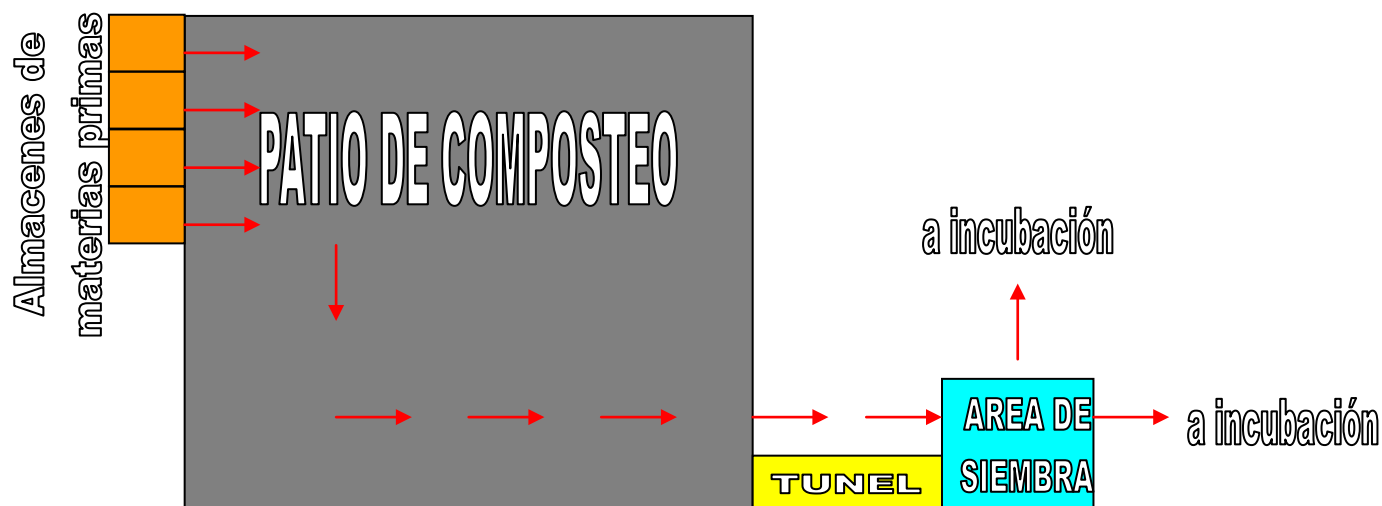
La altura desde el piso al techo puede ser de 3.5 a 4.0 metros, esta altura asegurara que las labores de llenado del túnel no se vean limitadas si se llena con banda sinfín, tractor o manualmente. Es conveniente que el pleno o distancia entre el piso real y el piso falso sea mayor de 90 centímetros con una pendiente del 2% a lo largo del túnel, por este espacio es por donde se conectan los ductos de inyección de aire y vapor



Es importante proyectar desde el inicio de la construcción de la planta , los lugares o espacios que en el futuro estarán ocupados para no romper con la armonía y el diagrama de flujo laboral.

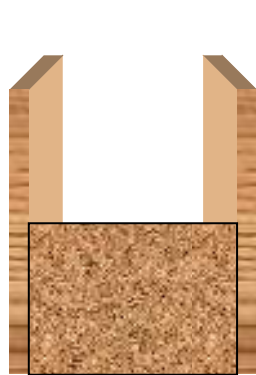
Por razones de higiene y un perfecto flujo operativo, el túnel debe tener dos puertas: una por donde se entra a llenar con la composta y que comúnmente se encuentra en el exterior cercana al patio de composteo y la otra puerta estará al otro extremo y es por donde se saca la composta al área de siembra la cual, está considerada como área limpia, este diagrama de flujo evitará perdidas de tiempo en las labores de llenado de túnel y siembra así como frenara la aparición de posibles enfermedades por contaminaciones debidas al contacto de la composta pasteurizada con el área sucia o de composteo



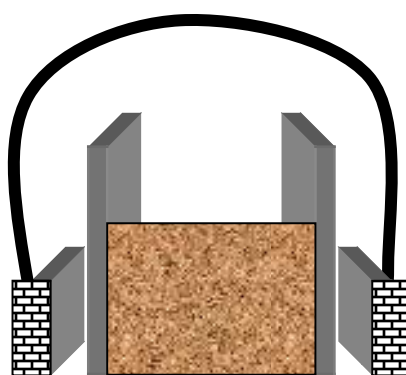


CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL

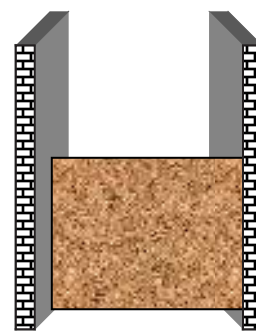
Los materiales con los que puede construir un túnel de pasteurización son diversos, desde paneles "W" ,(tipo Holandés) cubiertas de plástico, tipo invernadero o Irlandés, o hasta el más común que puede estar hecho con blocks o tabique de barro cocido, adobe etc. el que se construye con materiales de la región al que llamo (tipo local).



Tipo Holandés



Tipo Irlandés



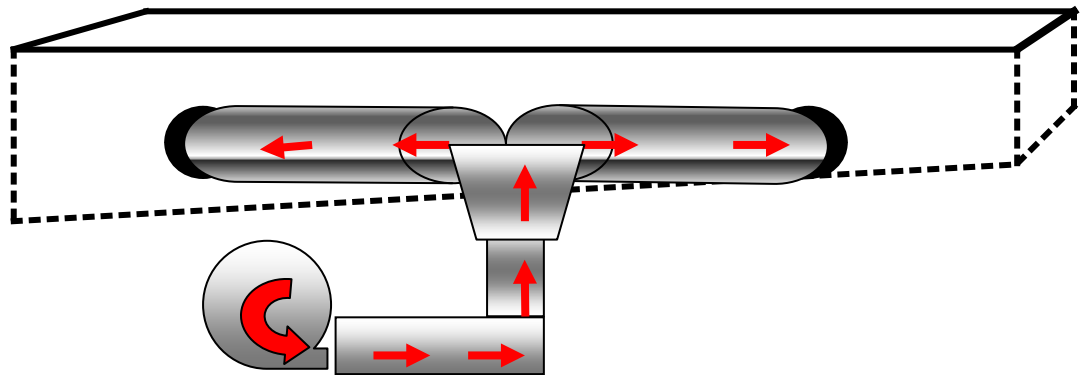
Tipo local



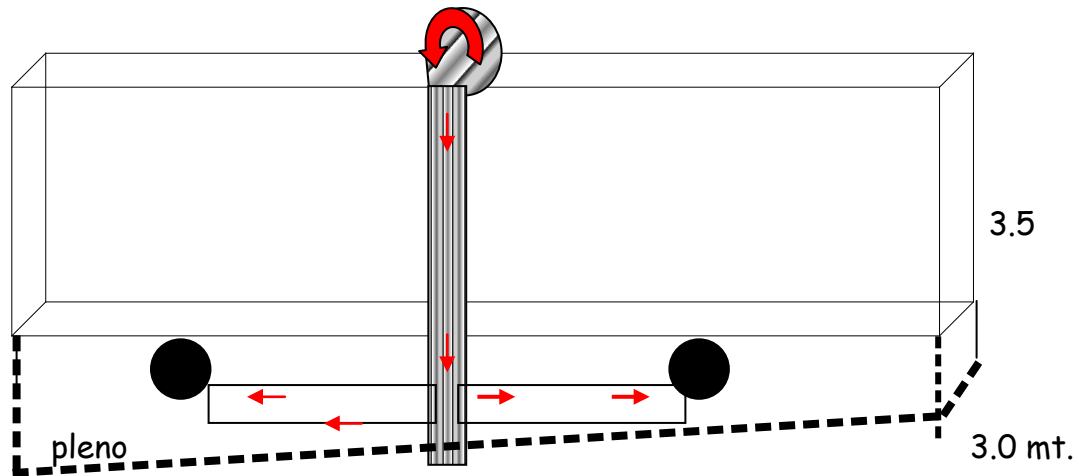
Para construir los dos primeros tipos de túnel, existen empresas que venden el material y los instalan en cualquier parte del mundo, son prácticos, duraderos, cómodos, estéticos y funcionales, deben de pedirse con algunos meses de anticipación y considerar el tiempo de traslado, puede o no incluirse la ducteria, ventilador o instalación. En realidad el tiempo que se lleve hacer el pedido y la entrega del material, equipo o servicio, no son ningún inconveniente para quienes hacen un cronograma de actividades acorde a la realidad, el único posible inconveniente podría ser que se salgan del presupuesto de inversión.

Para iniciar la construcción de un túnel (tipo local) se puede excavar una fosa del tamaño que vaya a ser éste de 3.0 mt. x la longitud calculada con un mínimo de 90 centímetros en la parte mas baja y la pendiente de 2% hasta el final de la fosa. Hay quienes dejan un mínimo de 1.5 mt. en la parte mas baja con el fin de que quepa una persona para lavar el piso del túnel.

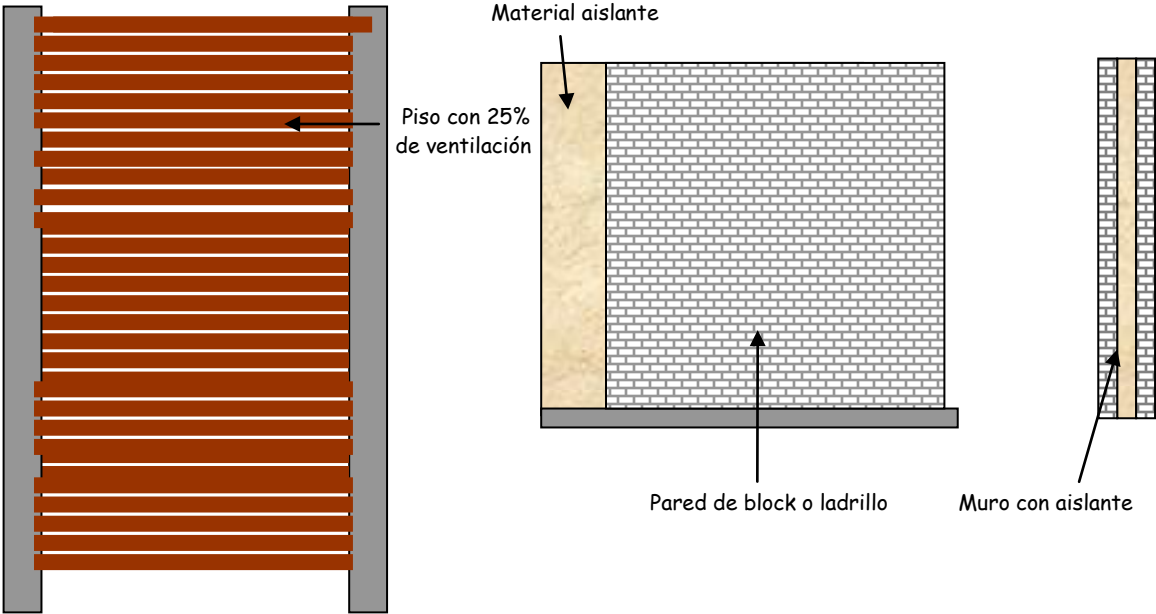
En el pleno pueden hacerse dos orificios laterales colocados proporcionalmente a lo largo del túnel, con el fin de insertar los ductos por donde se inyectara el aire



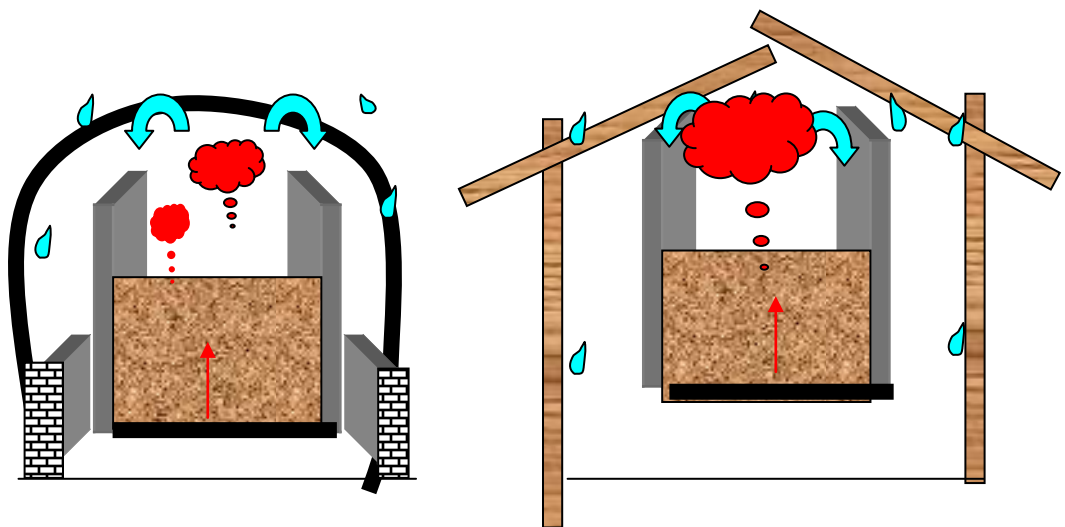
Por razones de espacio insuficiente hay quienes prefieren colocar el ventilador en el techo del túnel



Terminada la excavación se coloca el cimientado de concreto o piedra donde posteriormente se recargarán las vigas de concreto o madera que pueden ser de 4" x 8" x 3.0 mt y se colocan una junto a la otra con un espacio de 1" correspondiente al 25% de la superficie total del piso. Posteriormente se levantan dos paredes por cada lado con un espacio entre una y otra de 5 centímetros, en el cual se coloca el material aislante: Unicel, lana de vidrio, poliuretano etc.



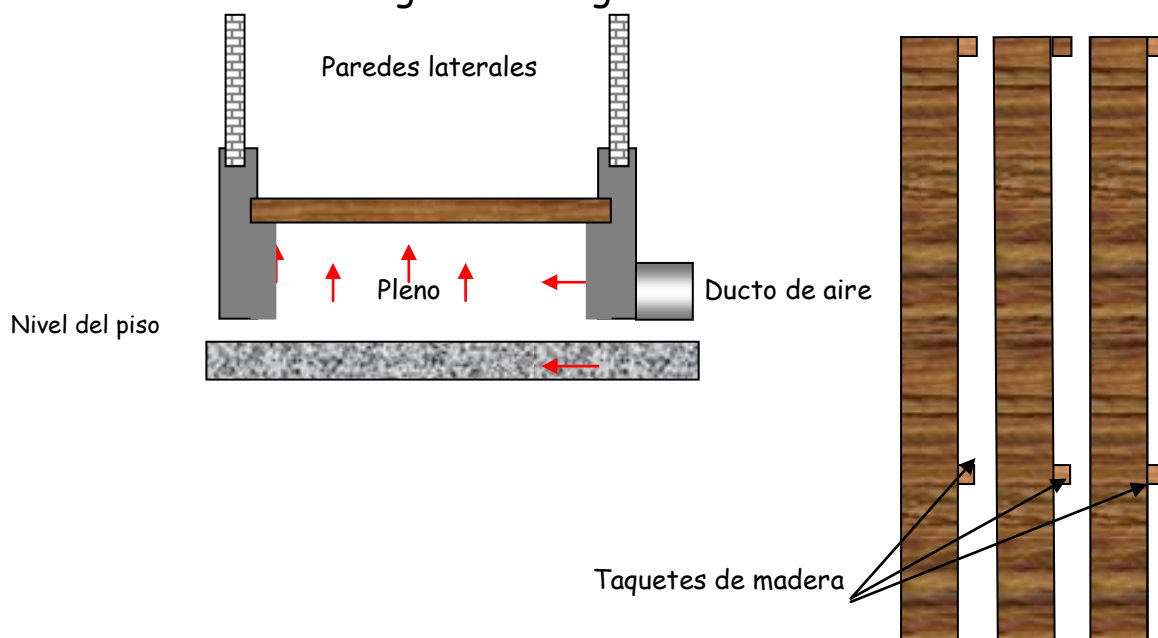
El techo puede ser de bloc o ladrillo sostenido por vigas y un recubrimiento exterior de cemento o sellador para la lluvia. El techo por el interior puede ser plano en el caso de que la composta este en contacto directo con las paredes que lo sostienen, en el caso de ser tipo invernadero o con material de panel W, éste puede ser a dos aguas. La razón principal es que el vapor condensado no caiga sobre la composta



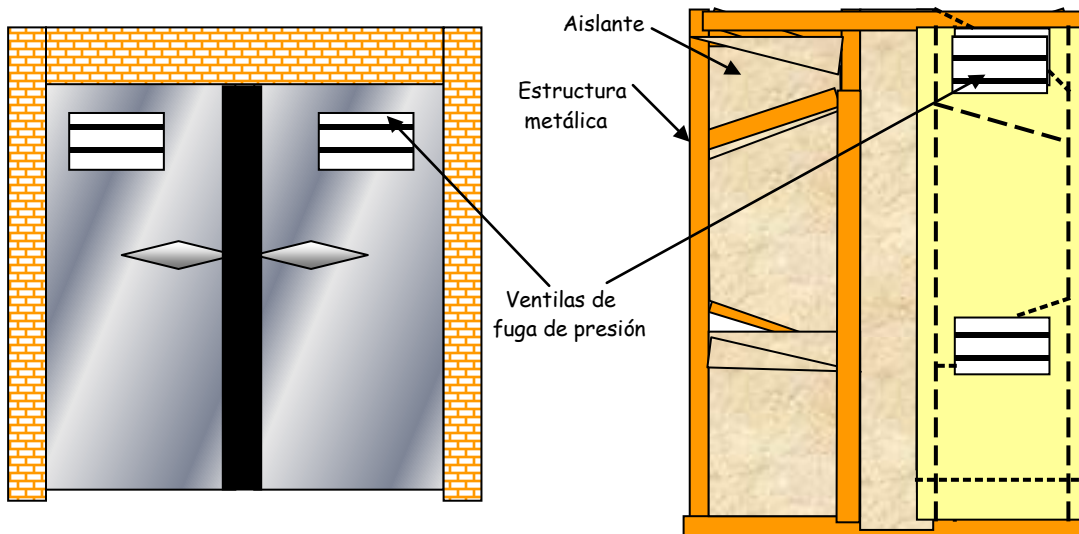
En terrenos en los cuales los suelos son bastantes duros y el costo de la excavación es alto o no se puede excavar, puede hacerse otro tipo de pleno y consiste en levantar los muros y contemplar a 90 centímetros de altura del piso, hacer un pretil en el que se recarguen las vigas o polines de madera si es el caso, para esto es conveniente que los polines sean de 4" x 4" por 3 metros para que se puedan quitar y poner al momento de llenar el túnel en el caso de no usarse bandas sinfín para este trabajo. Una forma práctica de separar los polines al 25% entre uno y otro. Es clavando un taquete de $\frac{1}{2}$ pulgada en las orillas de estos



Pretil donde son recargadas las vigas de madera



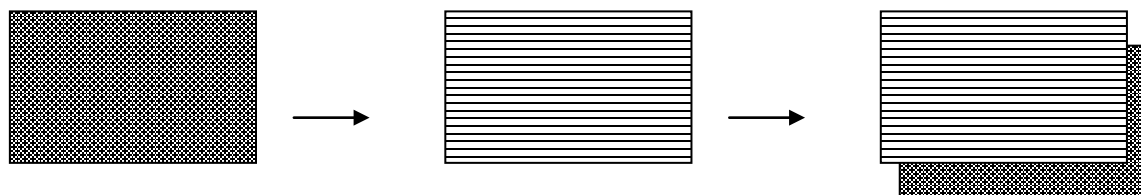
Respecto a las puertas esta son de dos hojas y preferible que sean de lo ancho del túnel para facilitar maniobras, también son aislantes y estas se pueden hacer soldando dos laminas metálicas con soportes intermedios y en este hueco entre lámina y lamina se coloca el aislamiento. También pueden adquirirse hechas en empresas que manejan sistemas de refrigeración.



Es conveniente que la lámina metálica que va por la parte interior de la puerta sea de acero inoxidable, pues es la que esta en contacto con la humedad, cambios de temperaturas y residuos de amonio.

En las puertas de la parte exterior, del lado del patio de composteo, se colocan dos ventanas que sirven como fuga de presión del aire y vapor inyectados, éstas ventilas pueden ser de 18" x 18" y es preferible que sean del tipo de pestañas de tal forma que solo se abran cuando hay presión positiva.

Para evitar que por las ventilas del túnel entren insectos se coloca por dentro de estas una malla antivirius o antiafidos, este tipo de malla tiene los orificios demasiado pequeños y es mas eficiente que una malla mosquitera



SISTEMA DE VENTILACION

Para calcular la capacidad del ventilador para cualquier túnel se considera la densidad de la composta, la cual oscila entre 280 - 450 kg / mt³, usando maquinaria y 180 - 230 kg / mt³ si es manual, por ejemplo: Si se tiene un túnel de 10.00 metros de largo por 3.00 metros de ancho y se lleno a 1.80 mt.de alto y un promedio de 350 kg/mt³, entonces son: $10.00 \times 3.00 \times 1.80 = 54 \text{ mt}^3$, entonces $54 \text{ mt}^3 \times 350 \text{ kg} = 18,900 \text{ kg}$ de composta .

La relación adecuada de aire que ha dado buenos resultados para este tipo de actividad es de: **200 mt³ / hora /ton.** con una presión de 110 mm cúbicos de columna de agua con un ventilador centrifugo, por lo tanto se tiene que utilizar un ventilador que inyecte : 3,780 mt.3 de aire / hora, esto resultado de : $200 \text{ mt}^3 \times 18.9 \text{ ton. de composta.}$

Es muy importante considerar la presión de columna de agua pues en pruebas realizadas con ventiladores con 80 y 90 mm de presión se tuvo problemas por falta de penetración del aire en la composta y no se realizó el proceso de pasteurización adecuado en algunas zonas del túnel.

LLENADO DE TUNEL

Esta maniobra consiste en meter la composta al túnel y el tiempo y la calidad para llevarse a cabo esta maniobra dependerá de varios factores:

- a) Uso de maquinaria
- b) Tipo de maquinaria
- c) Coordinación entre los operarios

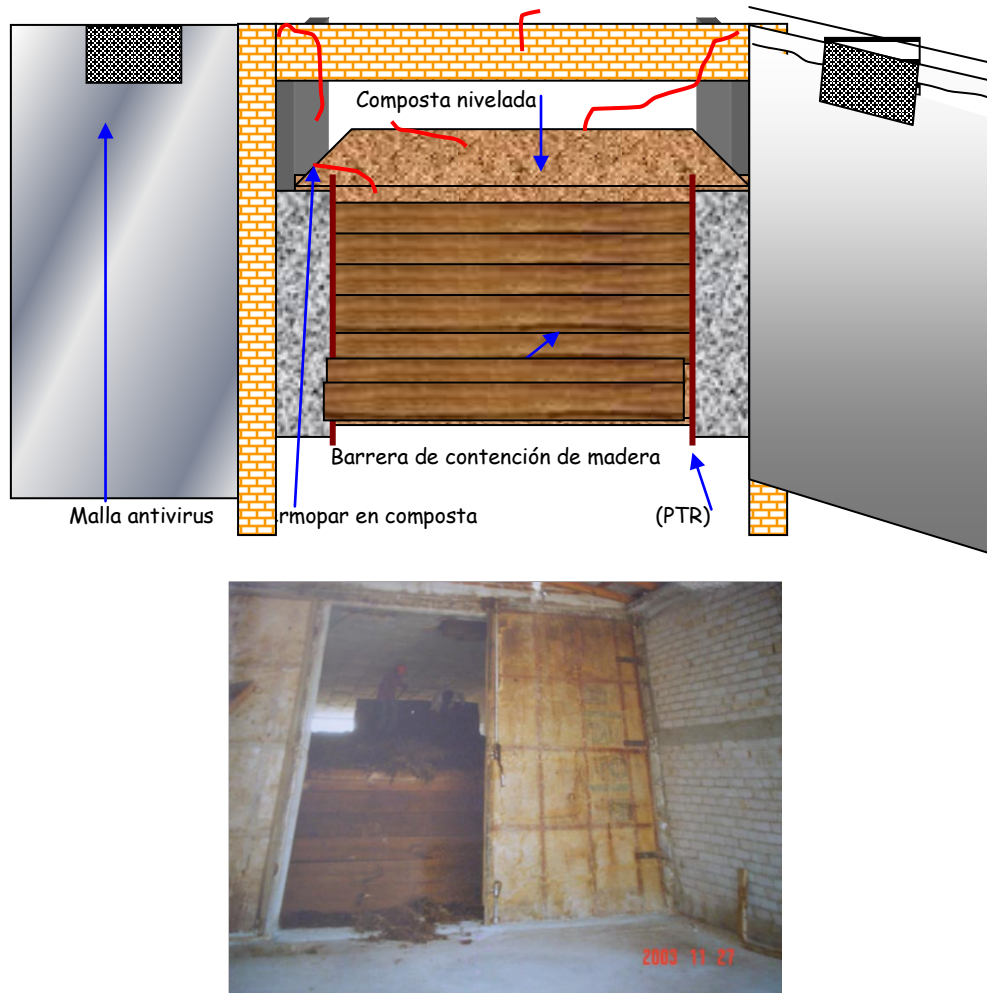
El llenado de túnel puede hacerse manual o mecánicamente, cualquiera que sea la forma, es conveniente que el personal tenga el equipo y las herramientas de trabajo apropiadas en esta y todas las actividades a realizar. La mejor forma de llenar el túnel en todos los sentidos es utilizando bandas sinfín, esto traerá ahorro de tiempo, mejorará la aireación de la composta por lo tanto mejor calidad de ésta y menor desgaste físico de los operarios,



Al iniciar el llenado de túnel es necesario colocar una barrera que soporte y retenga la composta, para esto puede hacerse una barrera con madera colocando tabla sobre tabla hasta la altura requerida 2.00 mt. - 2.10 mt. Las tablas son colocadas dentro de un tipo de riel metálico (PTR) incrustado o remachado en la pared.



Esta medida evita que las puertas metálicas estén en contacto directo con la composta y que se corroan u oxiden además de evitar también que las puertas se venzan y no cierren bien posteriormente por la carga directa sobre éstas. Es de suma importancia también que al momento de llenar el túnel la composta sea nivelada de tal forma que no queden montoncillos en la superficie pues la presión del aire inyectado es menor en estas zonas y pueden servir de refugio a algunas plagas o enfermedades.



PREPARACIÓN DEL LOCAL PREVIO A LA PASTEURIZACIÓN.

Como se menciona antes existen varios sistemas de cultivar champiñones: Sistema de cultivo en camas, sistema de cultivo en bolsas de plástico, sistema de cultivo en charolas entre otros. Independientemente del sistema de cultivo utilizado, el local donde se llevara a cabo la pasteurización deberá de existir ciertas normas comunes de higiene y prevención de plagas y enfermedades.

Dichas normas recomendadas son:

- .Lavar el piso, paredes y techo del túnel un día anterior al llenado de éste
- .Revisar los sistemas de ventilación: Ductos, ventilador, motores del ventilador.
- .Revisar posibles fugas de aire y vapor para sellarlas.
- .Cambiar filtros nuevos periódicamente en las entradas de aire o desinfectar los existentes cada vez que se llene el túnel
- .Desinfectar periódicamente con formol o insecticida el local, principalmente en los recovecos de éste.
- .Revisar el buen estado de los termómetros, tubos de inyección de vapor, válvulas y caldera(s).

FERMENTACION CONTROLADA O FASE II

A esta fase del proceso de producción se le llama "fermentación controlada" pues efectivamente se tiene bajo control y es dirigida mediante los tratamientos aplicados desde el exterior del túnel. El tiempo que se lleva este proceso normalmente es de seis días y en el séptimo se realiza la siembra.

Los sucesos acontecidos dentro del túnel no se pueden ver pero sí se deben de entender, para esto intentare explicar en forma sencilla, superficial y con sentido común que es lo que sucede ya que para entender realmente los efectos sería necesario un tratado de microbiología y para esto existen especialistas en la materia.

Hablamos anteriormente que existen microorganismos que se activan dependiendo del grado de temperatura que se tiene en las diferentes capas de la composta y que se van relevando conforme la temperatura aumenta o disminuye, claro está que a mayor temperatura, mayor la rapidez de descomposición de la materia orgánica. Pues bien, a diferencia de la primer fase en ésta si se puede proporcionar el tiempo y las condiciones favorables para que se desdoble y transforme la materia orgánica en forma ordenada.

Repasemos rápidamente los pasos realizados antes de que la composta entre al túnel: Se desbarato la paja, se mojó, se le aplicaron nutrientes y se revolvió periódicamente para oxigenar y acelerar la fermentación: El color de la paja fue cambiando y tomando un puñado de paja con las manos, ofrece mucho menor resistencia para romperse que al inicio del proceso, persiste el olor a amoníaco, etc.



Pues todas estas características fueron resultado de la actividad de los microorganismos. Al entrar la composta al túnel hay una demora de tiempo normal entre la paja que se metió al principio y la que entro al final, por lo que existe también una diferencia de temperaturas entre la composta y para nivelarlas lo primero que

hay que hacer es recircular el aire dentro del túnel hasta obtener las temperaturas homogéneas en todos los puntos monitoreados. Si la actividad de la composta en patio fue alta, lo más posible es que también en el túnel se comporte de esta forma, por lo que se esperan temperaturas de 55° - 60°C o más después de llenado el túnel. El problema de una composta con bajas temperaturas al momento de llenar el túnel es muchas veces debido a la pobre calidad de los suplementos y no haya logrado temperaturas altas entre los 65°C y 75°C en patio por lo que normalmente entra con temperaturas de 45°C- 48°C y es necesario inyectar vapor para aumentar la temperatura.

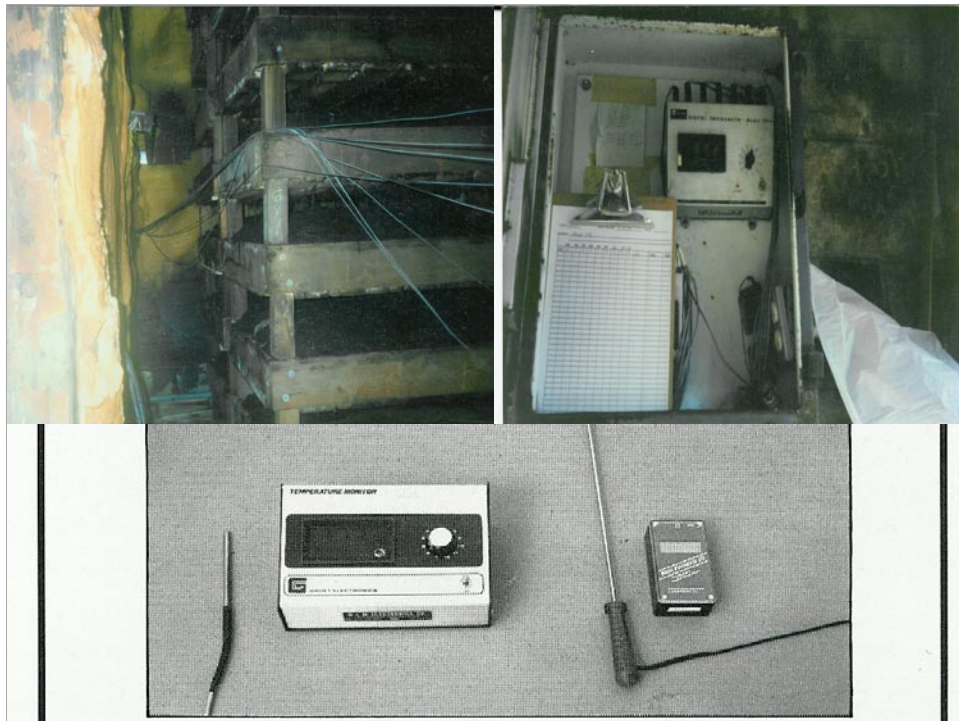
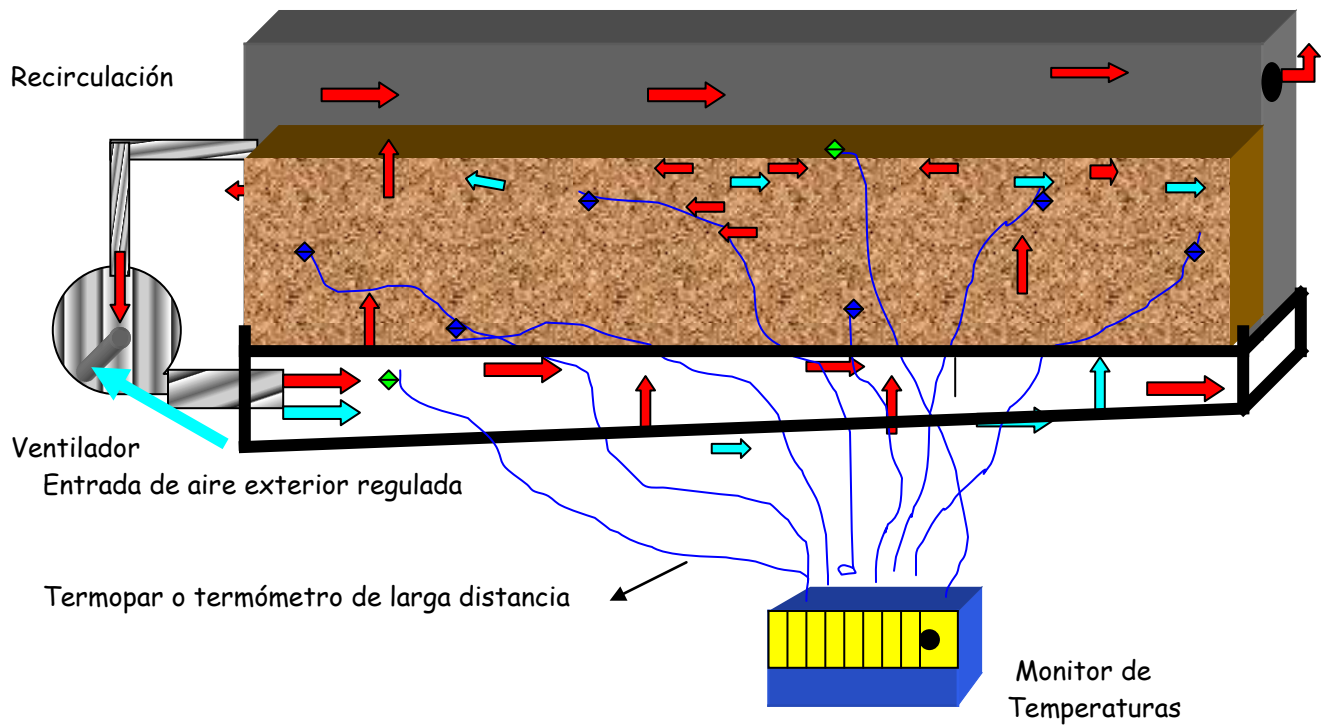
Algunas razones por las cuales la composta no llega a obtener temperaturas altas durante el composteo y/o en el túnel

- Bajo contenido de Nitrógeno de los suplementos
- Error de calculo en la formulación de composteo
- Temperaturas extremas del medio ambiente
- Prolongación del tiempo en operaciones de volteo y llenado
- Desconocimiento del manejo del sistema de ventilación (comúnmente sucede en el inicio de labores de una planta o al cambio repentino de personal)
- Falta de supervisión

SISTEMA DE MONITOREO EN FASE II

Una vez que la composta entra al túnel de pasteurización, se colocan los; termómetros que han de servir para monitorear, tratar y controlar este proceso. Los termómetros se colocan en lugares estratégicos y se numeran de tal manera que las lecturas sean representativas y determinen las zonas y los efectos de los tratamientos dados a la composta en esta fase, con la mayor efectividad.

Es conveniente que los termopáres sean calibrados periódicamente para que las temperaturas sean fidedignas.



GUIA DE MANEJO DE TEMPERATURAS EN LA FASE II

El manejo de temperaturas en la fase II podría ser de la siguiente forma:

Día 1	Llenado de túnel, Recircular, Mantenerse entre 48°C- 50°C
Día 2	Mantener entre 50°C - 55°C
Día 3	Elevar gradualmente hasta 60°C mantenerse por 6-8 horas y bajar a 55°C (durante estas horas se lleva a cabo la pasteurización)
Día 4	Continuar entre 55°C - 53°C
Día 5	Mantener entre 55°C - 53°C
Día 6	Disminuir entre 53°C - 48°C y después bajar gradualmente la temperatura por la noche para al día siguiente lograr 22°C - 24°C
Día 7	Siembra

Durante esta fase se pueden distinguir tres momentos importantes que harán que los microorganismos de la composta transformen lentamente el sustrato en un medio selectivo para el desarrollo óptimo del champiñón y son:

- Colonización
- Selección de microorganismos o pasteurización
- Reproducción de microorganismos o Re-colonización

Para lograr completar estos momentos y poder obtener excelentes resultados es necesario contar con maquinaria y equipo que faciliten efectivamente las operaciones además de una extraordinaria supervisión de las actividades. Desde el inicio del composteo en la fase I, cada error por descuido desidia, imprudencia, o desconocimiento se traduce en dinero perdido

Todas las acciones realizadas en este proceso son escritas en hojas de reporte, registrando las lecturas de los termómetros constantemente con el propósito de observar el efecto de los tratamientos proporcionados y los tratamientos a efectuar

Estas hojas de reporte facilitan las tomas de decisiones de los tratamientos aplicados al túnel para realizar la pasteurización y el mantenimiento de las temperaturas durante los 6 días de duración de ésta fase.

PARTIDA No. 87 6 FECHA ENTRADA 28/05/93
 % HUMEDAD 72% CALIDAD Buena
 % NITROGENO 1.75 FORMULA _____

FECHA	DIA	HORA	SUP.	INF.	1	2	3	4	5	6	X	VPR	REC.	ACCIONES
23/07/93	5	02:00	49	48	48	49	49	49	49	49	49	7	100	5HP Pasa Vapor
		03:00	49	49	49	49	49	49	49	49	49	7	100	5HP " "
		04:00	49	48	48	49	49	49	49	49	49	7	100	5HP " "
		05:00	49	48	49	49	49	49	49	49	49	7	100	5HP " "
		06:00	49	47	48	49	49	49	49	49	49	7	100	5HP
		07:00	48	45	46	48	47	47	47	47	47	0	100	5HP
		08:00	47	45	46	47	47	47	47	47	47	0	100	5HP
		09:00	46	44	45	47	46	46	46	46	46	0	100	5HP
		10:00	46	44	45	46	46	46	46	46	46	0	100	5HP
		11:00	45	43	44	45	45	45	45	45	45	0	100	5HP
		12:00	45	43	44	45	45	45	45	45	45	0	100	5HP
		13:00	44	43	43	44	44	44	44	44	44	0	100	5HP
		14:00	43	42	42	43	43	43	43	43	43	0	100	5HP
		15:00	43	42	42	43	43	43	43	43	43	0	100	5HP
		16:00	42	42	42	43	43	43	43	43	43	0	100	5HP
		17:00	42	41	41	42	42	42	42	42	42	0	100	5HP
		18:00	42	41	41	42	42	42	42	42	42	0	100	5HP
		19:00	42	41	41	42	42	42	42	42	42	0	100	5HP
		20:00	41	40	40	41	41	41	41	41	41	0	100	5HP
		21:00	41	40	40	41	41	41	41	41	41	0	100	5HP
		22:00	40	39	39	40	40	40	40	40	40	0	100	5HP
		23:00	39	38	38	39	39	39	39	39	39	0	100	5HP
		24:00	35	23	30	30	30	30	30	30	30	0	100	5HP
23/07/93	6	01:00	31	22	23	23	23	23	23	23	23	0	100	5HP
		02:00	29	21	21	25	25	25	25	25	25	0	100	5HP
		03:00	26	25	20	22	23	23	23	23	23	0	100	5HP
		04:00	25	27	22	21	23	23	23	23	23	0	100	5HP
		05:00	24	26	23	21	23	23	23	23	23	0	100	5HP
		06:00	24	25	23	23	23	23	23	23	23	0	100	5HP
		07:00	24	22	22	23	23	23	23	23	23	0	100	5HP
		08:00	23	23	21	23	23	23	23	23	23	0	100	5HP

COMENTARIOS:

T. Sup. = Termómetro superior, **T. Inf.** = Termómetro inferior, **T.1** = Numero de termómetro, **X.** = Temperatura promedio de la suma de los termómetros del 1 al 6, **VPR** = Inyección de vapor, **A.F.** = % de Aire Fresco (se considera aire fresco al inyectado del exterior) **REC.** = % de Recirculación del aire interior del túnel **Obs.** = Observaciones

SIEMBRA

La siembra se realiza al terminar la fase II, procurando que la temperatura de la composta se encuentre entre 20°C-24°C al momento de sembrar. La dosificación de la semilla puede realizarse manual o mecánicamente, calculando que se dosifique entre 100-150gramos por cada 25 kilos de composta. La semilla debe encontrarse en temperaturas de 4°C para que no sufra alteración alguna, por lo que es conveniente que esta sea retirada de la cámara frigorífica uno o dos días antes de la siembra, esto dependerá de la estación del año.



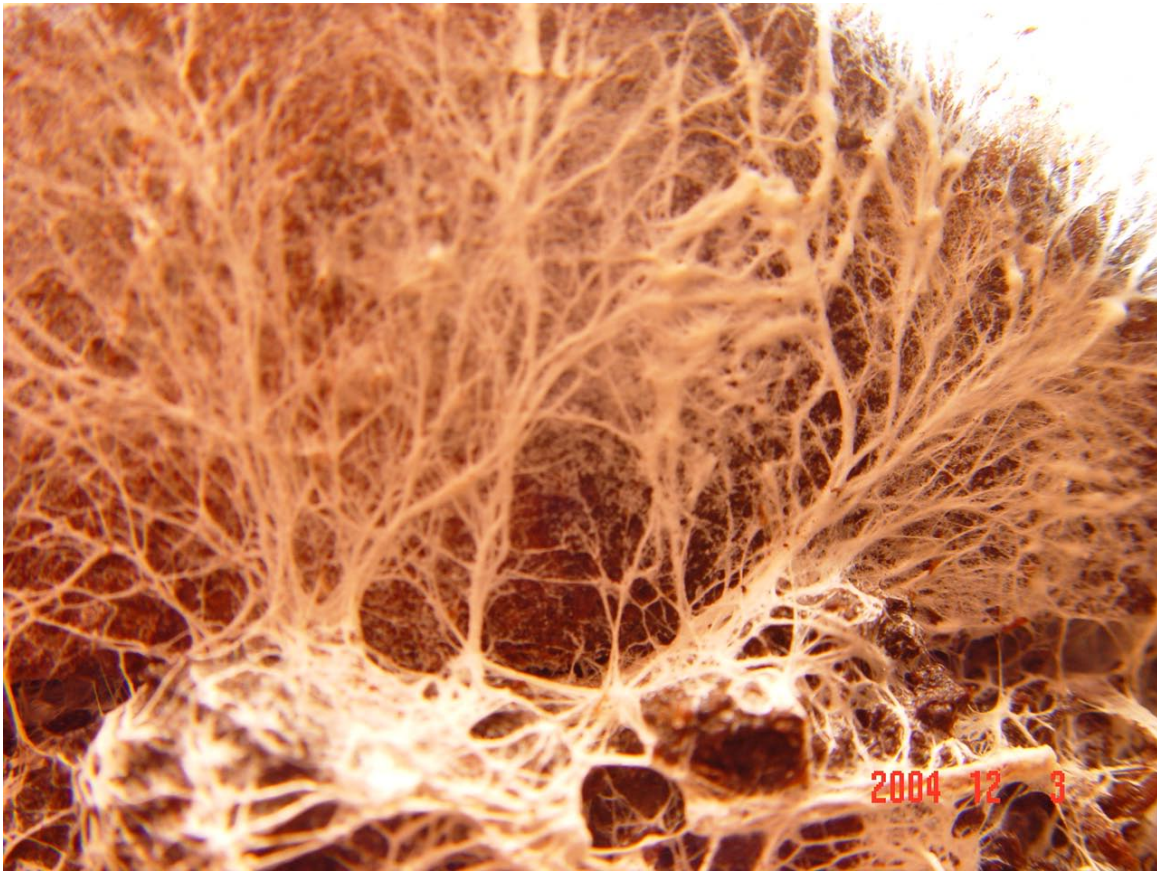
Normalmente las casas comerciales que se dedican a la producción y venta de la semilla, revisan la calidad de ésta garantizando hasta un 98% o más la calidad del producto, sin embargo es conveniente revisar previo a la siembra la semilla, pues puede haber sucedido algún percance al momento de transportarse o de almacenarse.



Existen diferentes formas de llevar a cabo la siembra, esto dependerá del sistema de producción seleccionado, pudiendo ser manual, con dosificador o siembra en masa. Es muy conveniente que la siembra se realice en un solo día y en el menor tiempo posible, para que no haya diferencias significativas en las temperaturas dentro de cada casa de cultivo.



INCUBACION



Una vez realizada la siembra, se transporta el sustrato a las casas de cultivo donde permanecerá de 12 a 16 días manteniendo la temperatura del sustrato entre 22°C y 26°C, para la óptima invasión del micelio al sustrato o composta, en esta fase pueden emplearse diferentes mecanismos para controlar la temperatura que tiendan a elevarse o a disminuir. Si la temperatura del sustrato se eleva rebasando los 27°C en pocos días, es un probable indicio que existió alguna deficiencia en alguna zona o totalmente en el túnel de pasteurización. Para disminuir la temperatura de las bolsas con sustrato, se puede regar el piso y paredes así como directamente sobre la bolsa de ser necesario y mantener ventilando constantemente el cuarto de cultivo con aire del exterior y aire acondicionado de ser preciso.

Durante los primeros cuatro días de incubación se observa un ligero desarrollo del micelio iniciando la invasión al sustrato en forma de pequeñas ramificaciones, y dependiendo de la calidad del sustrato y del control de temperaturas en el cuarto de cultivo, éste puede quedar completamente invadido entre 10 a 15 días



Si no se mantienen estas condiciones de temperaturas y presencia de CO_2 la invasión se puede retrasar y en ocasiones puede ser hasta una semana.



En caso que las temperaturas se hayan elevado, puede originar la presencia de enfermedades y disminución de la producción, de ahí lo necesario de equipos de control y monitoreo.

COBERTURA

Comúnmente se le conoce como cobertura a una combinación de *peat moss*, que es musgo por lo general proveniente de Canadá en el caso de México y carbonato de calcio en cantidades tales que proporcionen un p.H. cercano al neutro.



Esta combinación de carbonato de calcio y el peat moss es la tierra de cobertura que tiene como función la de mantener un microambiente donde las condiciones de humedad, temperatura y CO₂ son aun más específicas.



La mezcla puede ser hecha manual o mecánicamente, por medio de revolvedoras de mayor capacidad si es necesario.



Las propiedades de la tierra de cobertura son básicamente las de absorber y retener suficiente agua que será aprovechada por los champiñones. El manejo de temperaturas al igual que en la incubación, se mantienen en promedio de 24°C solo que en esta etapa ya no puede utilizarse aire del exterior para bajar las temperaturas pues de ser así puede estimularse a la formación de primordios.

Para este tratamiento es indispensable el uso de aire acondicionado recirculándose dentro del cuarto para mantener la temperatura requerida.



La duración de esta etapa es de 15 días promedio y es común que en los últimos cuatro días la temperatura ambiente del cuarto y del sustrato tienda a elevarse, esta tendencia favorece al siguiente paso a seguir, porque al dejar elevar la temperatura, al momento de hacer la inducción, bajando la temperatura mediante ventilación nocturna, la diferencia de temperatura es mayor y el efecto de formación de primordios o (futuros champiñones) es mucho mejor. ahorrándose algunas veces gastos por uso de aire acondicionado, sin embargo es de suma importancia que la temperatura del sustrato no rebase los 28°C. pues puede elevarse aún más repentinamente y puede causar daños al micelio y disminuir la producción (un signo de esto es cuando los champiñones solo brotan en las orillas)



Para lograr que los días de cobertura puedan ser menos y que la invasión del micelio a la tierra de cobertura se acelere, es indispensable que el CO₂ sea conservado dentro del cuarto, esto es revisar que no existan fugas por el techo y paredes



Los hongos normalmente no se desarrollan sobre la composta sin capa de cobertura debido a una humedad insuficiente y a una concentración alta de sales solubles (Toovey, 1987).

La función de la cobertura ha sido plenamente definida como el material para inducir una mayor producción de esporocarpos (Flegg y Wiley, 1987).

La cobertura tiene como finalidad prioritaria estimular la producción de esporocarpos. La fructificación del micelio de champiñón necesita de un microclima húmedo para la formación de los primordios y su desarrollo. Esta situación la crea el estrato de recubrimiento. Aparte de la indicada, el recubrimiento cumple otras funciones

- .Protege al compuesto colonizado, de la desecación.
- . Proporciona una reserva de agua para el desarrollo de los esporocarpos
- .Favorece el crecimiento de una microflora especial que estimula el proceso de fructificación (Pacioni, 1990)



CARACTERÍSTICAS DE LA TIERRA DE COBERTURA

Debido a las funciones que la tierra de cobertura deben de tener los materiales idóneos para el recubrimiento han de tener unas características especiales;

- Retención del agua.
- Estructura porosa y suelta, aunque estén mojados
- .Permitir el desarrollo de microflora estimulante
- Escaso, prácticamente insignificativo poder nutritivo
- p.H. de 7.0 - 7.5
- Higiene garantizada.(Pacioni 1990)

CAUSA LA S DE FRUCTIFICACION

Las causa de la fructificación han sido objeto de muchos estudios que buscaban también determinar hasta qué, punto es necesario utilizar tierra de cobertura. Estas investigaciones han dado como causas de fructificación las siguientes:

- La diferencia de concentración en carbónico entre la composta y el aire ambiente.
- La actividad del micelio provoca un aumento de concentración de carbónico en la composta y en la tierra de cobertura, además de otros gases en pequeñas cantidades.
- El crecimiento vegetativo del micelio se desarrolla bien incluso para concentraciones de carbónico del 2%
- La formación de granos tiene lugar en un 0.1 a 0.2% de CO_2 en volumen, dependiendo de la especie. Las variedades de *Agaricus bitorquis* forman grano a concentraciones más elevadas.
- Cuando la ventilación de la sala cultivada es la adecuada, el contenido de CO_2 por encima del sustrato es aproximadamente igual al del aire fresco, es decir, de un 0.6% o algo más alcanza el 0.1- 0.2% en determinada zona de la tierra de cobertura. En esa zona se detiene el crecimiento vegetativo del micelio.
- Reuniendo determinadas condiciones suplementarias, la fructificación puede producirse.



Investigaciones desarrolladas en varios países han demostrado que la tierra de cobertura debe contener ciertas bacterias responsables de la fructificación *Pseudomonas putida*, entre otras).

El desarrollo de estas bacterias parece activarse por ciertos productos secretados por el micelio en crecimiento. Parece tener importancia la presencia de hierro, en suficiente cantidad, en la tierra de cobertura. Es probable que estas bacterias oxiden ciertos metabolitos del champiñón lo que provoca el transporte de elementos nutritivos desde el micelio mas viejo hasta las células jóvenes que están en la tierra de cobertura. Este fenómeno debe estimular la fructificación.

De otros estudios se deduce que existe una relación entre la nutrición y la fructificación. El crecimiento vegetativo se ve favorecido por una relación C/N elevada, mientras que la fructificación necesita una relación más baja.

La experiencia práctica nos indica que existe otra serie de factores que tienen influencia en la fructificación, como el clima exterior, el contenido de humedad de la tierra de cobertura y la evaporación de la misma. Además, hay diferencias entre variedades de cepas, en cuanto a la fructificación y su rapidez, en idénticas condiciones de cultivo. Los factores mencionados, y quizás otros desconocidos, asociados con determinadas modificaciones del clima, realizadas en el momento oportuno van a ocasionar la formación de granos (primordios o pines). Lo que precede, nos muestra claramente que es difícil obtener una fructificación satisfactoria en los inicios del cultivo, por desconocimiento de los tratamientos a aplicarse, momentos adecuados, personal atento al cultivo, etc. A todos estos factores se les denomina en una empresa como " La curva de Aprendizaje "

La incorporación de un 5% de composta incubada, o blanco sobre la composta, picados a la tierra de cobertura parece estimular igualmente la fructificación. El mismo resultado puede obtenerse de manera más regular utilizando blanco puro. También puede estimularse la fructificación igualando la capa de tierra 5 o 7 días después de la cobertura, de forma que se mezcle totalmente el micelio y quede cortado. Durante el desarrollo de recuperación se forman muchas anastomosis y también muchos productos de secreción, aumentando la concentración de estos. (Vedder 1986).

Otra forma de acelerar la invasión del micelio en la cobertura y estimular la pronta presencia de primordios, es la de hacer algunas labores de cultivo como revolver la composta con la tierra de cobertura haciendo un "rascado" extrayendo composta invadida de micelio a la superficie de la tierra directamente con la mano o con algunas herramientas.



MATERIALES EMPLEADOS

Durante largo tiempo se han utilizado mezclas de tierra, que presentaban graves problemas de contaminación microbiana y no correspondían a una fórmula determinada. El empleo de la turba ha resuelto este problema. La turba está compuesta por restos vegetales en vías de fosilización, con un p.H. suficientemente ácido (3.5 - 4.5), capaz de excluir una elevada presencia microbiana. Esta característica tampoco es admisible para el champiñón, cuyo recubrimiento con la turba precisa que a esta se le adicione un agente básico que la neutralice, llevando el p.H. a los valores ya indicados. La sustancia de elección es el carbonato de calcio (CaCO_3), que se presenta bajo distintas formas, de las que las más empleadas son la caliza o piedra calcárea y la cal. Para el recubrimiento, el tipo de turba más indicado es el que tiene estructura fibrosa, ya que mantiene la estructura de forma más adecuada (Pacioni, 1990).

Peat moss o (turba); Este material es encontrado en pantanos y contiene más de 50% de materia orgánica, en forma de plantas podridas. Esta es clasificada sobre la base del material proveniente del cual está derivado. Los materiales pueden ser provenientes de carrizo, sphagnum, y corteza de árbol. La turba formada por sphagnum moss es considerado un producto superior para la cobertura, primeramente por su alta capacidad de retención de agua (Schisler y Wuest, 1982)

FORMULAS DE PREPARACION DE TIERRA DE COBERTURA

Algunos autores recomiendan algunas fórmulas para preparar la tierra de cobertura por ejemplo: 75 % de residuos de rocas calcáreas molidas calcáreo grosero, yeso, 25 % tierra virgen de jardín (Rigau, 1981)

3 partes de turba, 1 parte de arena y cal, o
50 % turba negra, 30 % turba blanca, 20 % barro de río. (Steineck, 1987).

Turba (4 partes), cal (1 parte), piedra calcárea (0,5 partes), agua (2 - 2.5 partes), o
Turba (2 partes), cal (1 parte), agua (1.0 - 1.5 partes) (Pacioni, 1990)

65 % de turba negra grasa, 25 % de turba rubia,
5 % de arena fina de río, 5 % de caliza molida.
(Vedder, 1986).

En la experiencia práctica se logro buenos resultados en mantener un p.H adecuado y buena retención de agua con el empleo de 24 pacas de peat moss de 3.8 pies cúbicos y 800 kilos de carbonato de calcio en presentación comercial clasificación fina, sin embargo cabe hacer mención que el p.H puede variar debido a la presentación comercial del calcio, para lo cual pueden hacerse pruebas con diferentes presentaciones según la clasificación del lugar donde se adquiriera este material.

A partir de estos datos puede prepararse la cantidad de tierra que se requiera y en caso de tener excedentes, puede conservarse cubriéndose con plástico en un lugar limpio para una operación de cobertura posterior.

DESINFECCION DE LA TIERRA DE COBERTURA

En las tierras de cobertura que se utilizan se encuentran presentes por desgracia animales parásitos y microorganismos patógenos fúngicos. Por ser el micelio del champiñón muy sensible a las infecciones cuando se le coloca encima la tierra de cobertura, es recomendable la desinfección de esta última. En dicha operación hay que destruir los parásitos animales y vegetales, pero conservando de la mejor manera posible la vida de los microorganismos de la tierra. (Steineck, 1987).

DESINFECCION AL FORMOL

El formol es uno de los productos más antiguos y adecuados que utilizan la mayoría de los champiñonistas de los países bajos para desinfectar la tierra de cobertura. La solución comercial se presenta con un 40 % de formol. Este producto elimina los nemátodos, las bacterias y los hongos con sus esporas. Uno de los inconvenientes, es que actúa a temperatura relativamente altas, por encima de 15 °C. Por debajo de esta temperatura se evapora muy lentamente, y entonces su efecto es insuficiente (Vedder, 1986)

Al segundo día de haberse efectuado la cobertura, se pulveriza la superficie con 0.5 litros de formalina al 40 % por metro cúbico de tierra de cobertura. (unos 25 Mt. 2 de superficie). La formalina se disuelve en una cantidad tal de agua que permita efectuar el reparto uniforme sobre toda la superficie. Acto seguido se mantendrá la nave cerrada durante 12 Hrs. Luego se ventilara intensamente hasta que todo el gas sea expulsado del recinto. Hay que contar con un retraso en la recolección de champiñones de 1-2 días. La manipulación de la formalina en locales cerrados solo se llevara a cabo con mascarar antigases (Vedder, 1986).

DESINFECCION CON VAPOR

Como la tierra no debe quedar demasiado estéril, se trata con vapor solo durante 5 o 6 horas a una temperatura de 60°C - 65°C : En la practica ésta temperatura es lo suficientemente elevada para matar los organismos perjudiciales a condición de que la tierra no esté demasiado seca (Vedder, 1986).

La aplicación de vapor solamente se puede considerar eficaz cuando se lleva a cabo tan a fondo, que todas las partículas resultan sometidas a la temperatura deseada (55°C - 60°C / 5 hr) sin que queden focos de infección en grumos de tierra. La aplicación de vapor debe realizarse en un lugar cerrado, cubriéndose bien con laminas protectoras de plástico (Steineck, 1987).



El empleo de vapor de agua no es muy aconsejable puesto que origina una disminución del rendimiento. (Pacioni, 1990).

La desinfección de la tierra de cobertura pretende eliminar los hongos y otros organismos perjudiciales de ellos los principales son:

- *Micogone permiciosa* y *Verticillium malthousei* que son los causantes de la mole húmeda y seca
- *Pseudomonas tolaasi* responsables de la gota o manchas bacterianas.
- *Dactylum dendroides* causante de la tela
 - Los nemátodos y los ácaros. (Vedder 1986).

TRATAMIENTO DE LOCALES DE PREPARACION DE TIERRA DE COBERTURA

Previo a la cobertura, es recomendable desinfectar las herramientas y maquinaria por emplear éstas desinfecciones se pueden realizar con formol. Una vez dentro del cuarto de incubación se localizan las zonas con composta afectada o contaminadas y pueden ser tratadas de diferentes formas: cubiertas con plástico para aislarlas, se coloca sal de cocina (cloruro de sodio) en las áreas afectadas o en su defecto son retiradas del cuarto de cultivo, para esta operación es conveniente que haya poco trafico de personal y que permanezca el cuarto con las puertas cerradas, esta medida evitara la propagación de enfermedades.



APLICACION DE LA TIERRA DE COBERTURA

Al cabo de unos 14 días esto la composta bien poblada de micelios de champiñón se le aplican encima unos 4 cm de tierra de cobertura. Para lograr la adecuada uniformidad en el crecimiento de los micelios y el posterior desarrollo de los cuerpos reproductores, también hace falta que la capa de revestimiento tenga el mismo espesor en toda su extensión. Por lo general los cultivadores de champiñones poseen recipientes cuyo contenido es el necesitado exactamente para un cajón o un estante, y en ellos colocan la tierra. (Steineck 1987)



Por muchas razones es conveniente repartir la tierra con espesor constante. En primer lugar, porque el micelio podría alcanzar la superficie en unos sitios antes que otros. También porque los granos se formarían a distintas profundidades y también para evitar que el riego inunde las partes con poco espesor, mientras el resto permanecería seco. Para obtener un espesor homogéneo en la cobertura, es preciso que la composta se haya compactado e igualado bien, lo que debe verificarse desde la entrada en pasteurización y sobre todo en la siembra.

Para evitar en lo posible las oleadas periféricas hay que apretar bien la composta en los bordes y procurar que estén cubiertos por un espesor suficiente de tierra. Para obtener una cobertura que alcance por todas partes un espesor de unos cuatro cm, lo mejor es utilizar "cercos de estera". Se colocan varios de éstos cercos sobre la composta y se vierte sobre ellos una cantidad determinada de tierra de cobertura, que se nivela sobre los cercos con ayuda de un pequeño listón o de cualquier instrumento parecido (Vedder, 1986)

Cuando Vedder (1986) se refiere a los "cercos de estera" pudiéramos compararlos con moldes para hacer ladrillos o tabiques, pero con un espesor de 4 a 5 cm. Varios de estos moldes pueden unirse para alcanzar a cubrir mayor superficie de ser necesario.

En el caso de la producción de champiñones en bolsa plástica se utiliza un aro metálico del tamaño de la boca de la bolsa y se corta el excedente de la bolsa para posteriormente ser cubierta con tierra utilizando el mismo aro como medida de espesor para la tierra.



La nivelación de la tierra de cobertura, al momento de verterla en la superficie de la composta, puede hacerse también con una regla de madera o metálica de no más de 40 cm de longitud

RIEGOS

Existen diversas formas de aplicar los riegos, en la experiencia personal se ha observado que dependiendo de los materiales utilizados y los porcentajes necesarios para la preparación de la tierra de cobertura, van a determinar el tipo de riego y la cantidad de agua necesaria para un óptimo riego sobre la capa de tierra de cobertura. Uno de estos casos puede ser cuando la presentación del carbonato de calcio es cambiada de polvo a granulado, en la cual se observa como la tierra de cobertura presenta perdidas mayores de agua por la evaporación y la filtración hacia la composta, siendo necesario optar por aplicar riegos muy ligeros y mas continuos. Es conveniente agregar el agua a la tierra de cobertura en varios riegos, esto evitara la compactación de la superficie debido al golpe de las gotas de agua sobre ésta.

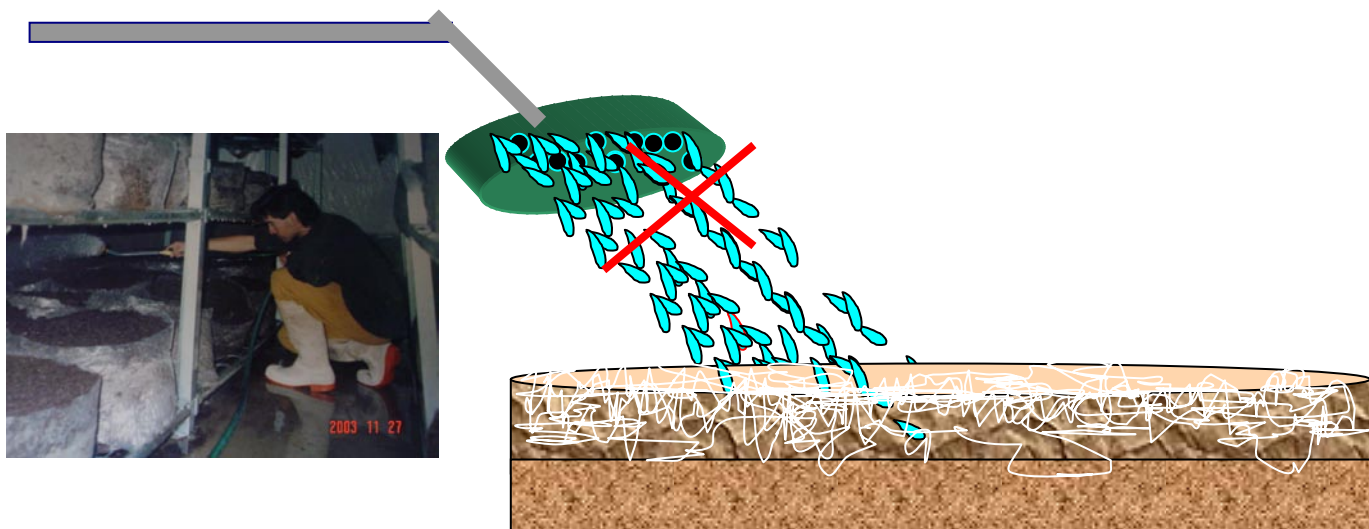


Steineck (1987) menciona que desde un principio debe saturarse con agua la tierra de cobertura, con lo cual se evita que un riego intenso posterior, ocasione el enfangado de la superficie y con ello se dificulte el intercambio gaseoso. En la fase de formación de los cuerpos reproductores deben mantenerse bajas la humedad ambiental y la temperatura.

Vedder (1986) opina que durante los tres días siguientes a la cobertura, se proporcione a la tierra el grado apropiado de humedad. Dependiendo de la humedad de la tierra, en el momento de cubrir habrá que regar 4 - 5 veces durante los 3 o 4 primeros días, de forma que se suministren de 5 a 8 litros de agua por metro cuadrado para unos 100 Kg. de composta.

En la experiencia personal se observó que los riegos a la tierra de cobertura se pueden iniciar desde el primer día de haberse cubierto con tierra el sustrato, esto dependerá de la cantidad de agua que se le aplicó al momento de su preparación y del medio ambiente exterior. La cantidad de litros de agua promedio por metro cuadrado de cultivo fue de 21 litros hasta antes de la cosecha

Los riegos deberán ser ligeros y evitar que el agua golpee directamente la superficie de la tierra



Existen otras formas de riego, los cuales están pensados para cada sistema de producción.



Pueden ser "Árboles de Riego" para regar al mismo tiempo varios niveles.



O puede hacerse nivel por nivel y en caso de necesitarse, auxiliarse con un depósito portátil de agua con una bomba sumergible.

INDUCCION

La inducción se refiere al momento en que el micelio pasa de un estado vegetativo a un estado productivo es conocido también como "Barrido", "Termoshock", "Iniciación" o "Flush". Para que esto suceda es necesario llevar a cabo acciones como las siguientes: Disminuir la temperatura del cuarto de 28°C -26°C a 16°C- 14°C y el porcentaje de CO₂ a la mínima concentración.



Para disminuir la temperatura puede ventilarse día y noche y dependiendo de la estación del año se podrá lograr restar los grados de temperatura necesarios en un promedio de 2 a 4 días y en el caso de la disminución del CO₂ se logra en cuestión de minutos ya que el caudal de aire calculado para un óptimo manejo de ventilación en el cultivo de champiñón es de ocho cambios por hora.

Los riegos son mínimos en esta etapa, ya que si llega a excederse este, es probable que se pueda perder la primera cosecha, por ello se estuvo supervisando que el contenido de agua durante la cobertura fuera constante.

Si es necesario regarse debido a que se nota que a la superficie de la tierra le falta agua, es conveniente aplicarla con un riego con nebulizador para no dañar el micelio

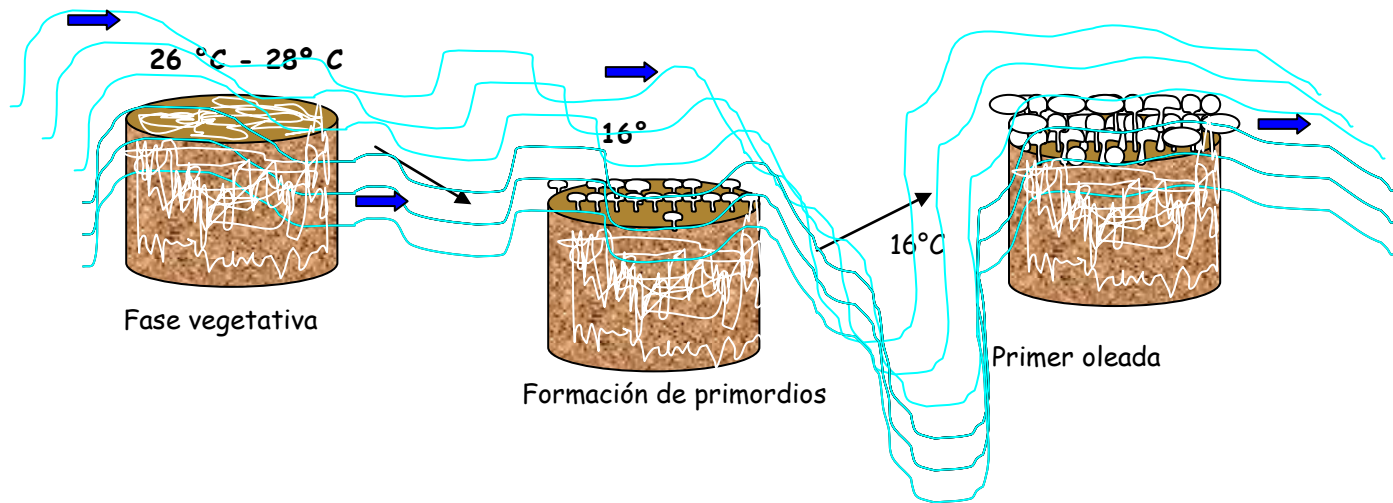
El tiempo en la que el micelio es afectado para iniciar la formación de los primordios es instantáneo pero se empiezan a observar pequeños nódulos de color blanco brillante sobre la superficie a partir de 4 - 5 días de haberse iniciado el termoshock. Al cabo de 11 días podrá tenerse la primer cosecha u "oleada" como se le conoce coloquialmente entre los productores.



Esta suele ser una de las etapas mas criticas de decisión de tratamiento para los que inician el aprendizaje de la producción de champiñones.

Los riegos pueden realizarse hasta tres días antes de la cosecha, procurando que se ventile todo el tiempo, de no hacerse así aparecerán enfermedades bacterianas que manchan y merman considerablemente la producción





PRODUCCION

La producción inicia después de aproximadamente 23 -26 días después de haberse aplicado la cobertura. Durante esta etapa se continua con la ventilación, supervisando que no haya exceso de aire que reseque la epidermis del champiñón para restar este efecto se pueden hacer riegos directos al cultivo o al piso para incrementar el porcentaje de humedad relativa en el cuarto o considerar la adquisición de sistemas de humectación con micro - aspersores.

Una acción práctica para prevenir que los hongos se manchen a causa de bacterias durante el inicio de cada oleada, es colocar cloro granulado al piso



Al aparecer la primer oleada, ésta se corta aproximadamente en termino de tres días, dejando la superficie de cultivo lo mas limpio posible, que quiere decir sin producción alguna. Esta operación permitirá que los tratamientos posteriores dados al cultivo sean los más homogéneos posibles logrando de esta forma oleadas parejas, dicho de otro modo que crezcan todos los hongos al mismo tiempo. Es importante lograr esto pues los riegos, la ventilación y la limpieza beneficiaran significativamente a las oleadas siguientes.



Las oleadas comúnmente son tres con una semana entre una y otra después de haberse terminado de cortar totalmente la cosecha anterior. Hay quienes dejan que haya una o más oleadas, sin embargo por cuestiones de operatividad, costeabilidad y evitar enfermedades se da por terminada la producción a la tercer cosecha.

Es el mismo caso y los mismos tratamientos para variedades de champiñones como el portobello o champiñón crimini

Los riegos que se aplican durante la etapa de producción van disminuyendo tanto en cantidad de agua como en número de riegos, ya que comúnmente la producción es menor en cada oleada.

Al finalizar cada oleada es recomendable que se haga una limpieza post-cosecha de tal forma que no haya en la superficie de cultivo, hongos arrancados o caídos que vayan a ocasionar enfermedades posteriormente, ya que entre oleada y oleada se está regando el cultivo y esto acelera la descomposición de los hongos caídos o arrancados durante la recolección



COSECHA

Una vez iniciada la recolección de los champiñones, ésta se realizará tomando en cuenta factores como: Madurez, tamaño, calidad, hacer un buen corte y no mancharlos con tierra de cobertura, para evitar dobles maniobras y deterioro del producto se selecciona al mismo momento de la cosecha.

Los recipientes en los que son recolectados los champiñones deberán ser lo más prácticos posibles y con las paredes interiores lisas, para que el hongo no se dañe. Los mismos cuidados se tendrán con los recipientes al momento de estibarlos en el interior de los cuartos, esperando ser transportados a la cámara frigorífica.



Dependiendo de los sistemas de producción, suplementos adicionales en la cobertura y de la adecuada supervisión en cada uno de los procesos, la cantidad de producto por metro cuadrado variara entre 18 a 25 o más kilos.

Es muy importante lograr que la producción en los cuartos de cultivo sea programada para que puedan cosecharse los hongos con un grado de tamaño y madurez adecuada, ya que de no ser así, se llegan a juntar las oleadas de un cuarto y otro ocasionando que sea insuficiente el tiempo para terminar de cosechar y se abran los hongos y se consideren de segunda en el mercado.

El caso de los hongos abiertos esta clasificación es influenciada por empresas productoras de los Estados Unidos, aunque en realidad, no hay una razón plena del porque considerarlos de segunda clase y muy al contrario son mucho mejor para los platillos y para ahorro del bolsillo.



Normalmente los tamaños del champiñón en México son: chico, mediano, grande y abierto mientras en E.U.A. son: botón, chico, mediano grande, extra-grande y abierto, en ambos países se considera el champiñón abierto como de segunda calidad. En países europeos como Holanda se consideran de primera según Vedder 1986 y en la experiencia personal, recomiendo los hongos abiertos por las siguientes razones:

- El sabor es mucho más fuerte y definido por la maduración de las esporas., por lo tanto rinden mucho más para las cremas, ensaladas o demás platillos
- Al estar abiertos, los hongos pesan menos por pérdida de agua por evaporación y por lo tanto se compran mas champiñones por kilo. Considerando que el champiñón es 95% agua, digamos que compramos menos agua.
- Respecto al color oscuro que va adquiriendo, es solamente oxidación natural y por no estar en recipientes o lugares con las condiciones de temperatura adecuados pero no pierde ninguna de sus propiedades. Quienes saben esto ahora prefieren hongos abiertos.



MANEJO POST-COSECHA

Al momento de estar cosechando los champiñones, es importante que se trasladen rápidamente a la cámara frigorífica para frenar la oxidación del producto.



Para ello se colocan las canastas de hongos en un cuarto frío en donde se baja la temperatura hasta 2°C , una vez logrado esto se traspasan a otro cuarto frío donde se mantendrán almacenados a 4°C . Esta operación garantizara que la vida de anaquel se prolongue y que además soporten más el manipuleo durante el almacenamiento y transportación



Cámara de enfriamiento al vacío o "Vacuum cooler", en 20 minutos disminuye a 2°C el producto. Existen de diferentes capacidades de carga.

Es importante checar constantemente la temperatura de las cámaras frías para evitar que el producto sufra algún deterioro. Entre los daños más comunes sufridos en esta etapa son cuando los difusores llegan a congelarse y están goteando o salpicando el producto, provocando que se manche la piel del hongo.



Otra forma de dañarse los hongos, es cuando los difusores dejaron de funcionar y la temperatura dentro de la cámara frigorífica se eleva, ocasionando que la oxidación del champiñón se acelere y la vida de anaquel se reduzca significativamente.

Una vez frenada la oxidación del producto por medio de la refrigeración, la cual puede durar algunas horas o minutos, dependiendo de la capacidad de enfriamiento y del tipo de equipo de refrigeración puede empacarse el producto.



Lo mas avanzado en el tema de refrigeración y almacenamiento de productos frescos, es la **criogenia**, que poco a poco llegará a mas empresas Latinas esta tecnología (por razones de competitividad) y será más común escuchar de ésta técnica y el consumo de productos tratados por este medio. Aunque es conocido el termino " champiñones congelados " o "Frozen Mushrooms" el termino criogenia todavía no es tan familiar en el medio para muchos.

Es muy importante que los hongos hayan pasado por el proceso de refrigeración, cualquiera que sea su tipo, ya que de no hacerlo, puede perderse el producto en cuestión de horas si se mantienen a temperatura ambiente.



Al momento de estar empacando el champiñón, éste se va pesando y seleccionando según los pedidos o requerimientos del mercado. Por tal motivo es de bastante ayuda que al momento de cosecharse se seleccione correctamente el hongo ya que en el empaque el manipuleo será mínimo.



En el caso de la presentación de empleado, la cual es una charola de unicel cubierta con tela plástica, será mejor si tiene orificios que permitan airear el hongo y evite la presencia de manchas bacterianas provocadas por la evaporación misma del producto



PLAGAS Y ENFERMEDADES

Respecto a las plagas y enfermedades se espera que en la pasteurización hayan sido eliminadas por completo sin embargo una forma eficaz de evitar los problemas de plagas y enfermedades, es prevenirlas manteniendo una limpieza extrema dentro y fuera de la planta, así como el uso de algunos medios alternos como: trampas para moscas, para monitorear la invasión o para contrarrestarla.



Tela de mosquitero en las ventanillas de los cuartos de cultivo, túnel de pasteurización, sala de simbra, etc



Uso de guantes plásticos en algunas labores, equipo y ropa de trabajo adecuada, desinfección de herramientas y materiales con formol, cloro o alcohol, etc.



Cuando por alguna razón se presentaran plagas o enfermedades, éstas se eliminaran con insecticidas autorizados, asperjando solamente por fuera de las casas de cultivo, en el caso de enfermedades fungosas las bolsas o áreas afectadas pueden ser aisladas colocando sal de cocina sobre el área afectada

Si la contaminación a rebasado los limites tendrá que implementarse una combinación de estrategias ; como la supervisión exhaustiva de todos los procesos y el uso calendarizado de agroquímicos autorizados hasta ser controladas

CROQUIS DE UNA PLANTA DE CHAMPIÑONES

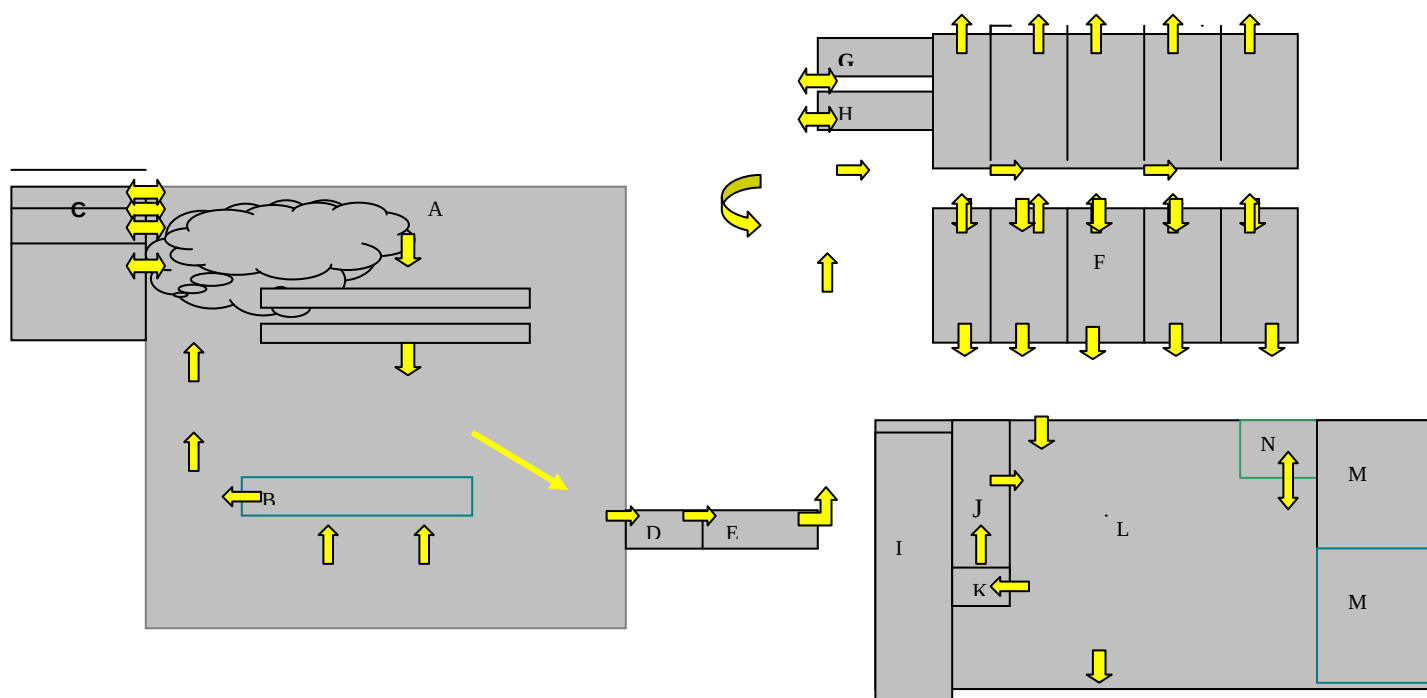


DIAGRAMA DE FLUJO

A.-PATIO DE COMPOSTEO
 B -VADO DE PREMOJADO
 C -ALMACEN DE SUPLEMENTOS
 D -TUNEL DE PASTEURIZACION
 E -CUARTO DE SIEMBRA
 F -CUARTOS DE CULTIVO
 G -CUARTO DE PREPARACION DE TIERRA
 H - ALMACEN DE HERRAMIENTAS
 I -OFICINAS
 J -CAMARA FRIGORIFICA
 K -CAMARA DE PRE-ENFRIAMIENTO
 L -AREA DE EMPAQUE
 M -VESTIDORES DE TRABAJADORES
 N -CAMARA DE REFRIGERACION DE SEMILLA

IN

PARA LAS INSTALACIONES Y ABORES DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE CHAMPIÑONES

AREA DE COMPOSTEO

Concepto	Capacidad	Número de Unidades.	Costo aprox.
Tractor articulado cargador frontal	1,500 kg	1	
Maquina composteadora		1	
Bomba sumergible para purin	$\frac{1}{2}$ hp	1	
Mangueras de hule para riego	1"	4	
Coplees rápidos hembra y macho	1"	4	
Palas y bioldos	Estándar	6	
Báscula	1000 kg.	1	
Termómetros bástago largo	40"	2	
Termómetros bástago medio	20"	2	
Termómetros bastago corto	9"	2	
Boquillas para manguera	1"	4	

AREA DE TUNEL

Concepto	Capacidad	No. de unidades	Costo total
Ventilador centrífugo	7,950m ³ /h	1	
Termómetros larga distancia	30 mt	12	
Monitor de registro digital	Modelo 1006	1	
Bandas sinfín	10 m	2	

Tolva de recepción de composta	1.5 ton		Manufactura in situ
Hidrolimpiadora	Modelo x	1	
Detector de amonio (Drager)	Manual	1	
Indicadores de amonio	Paquete de diez	10	
Caldera de vapor	50 c.v.	1	

AREA DE SIEMBRA

Concepto	Capacidad	Número de Unidades.	Costo aprox.
Cargador frontal	1,000 kg		
Maquina de siembra	150-200 kg/min	1	Manufactura in situ
Mesa de siembra metálica y giratoria	4 orificios	1	Manufactura
Extractores de aire	20"	2	
Carro remolcador de bolsas	Vehículo motorizado	1	
Carros transportadores de bolsas	1,000 - 1,500 kg.	3	Manufactura
Mangueras de hule	$\frac{3}{4}$ "	2	
Palas y bieldos	Estándar	4	
Aplanador hidráulica de bolsas	1,500 L/P		

SALAS DE INCUBACION

Concepto	Capacidad	Numero de Unidades.	Costo Total
Ventilador tubo axial	8512 M3/H	10	
Ducto plástico distribuidor de aire	Paquete	10	
Caja mezcladora de ventilación	Paquete	10	
Humectador de aire	Paquete	10	
Sistema de calefacción	Paquete	10	
Programador automático de tratamiento	Paquete	10	
Sistema central de aire frío	80 - 120 ton.	1	

Estantería	0	0	Manufactura
Cuchillos de corte de bolsa	Estándar	24	
Aros metálicos para corte de bolsa	45 cm diámetro	8	Manufactura
Manguera para agua	5/8"	10	

SALA DE PREPARACION DE TIERRA DE COBERTURA

Concepto	Capacidad	Numero de Unidades.	Costo Total
Maquina revolvedora de tierra	2 Ton.	1	
Carros transportadores de tierra	1.0 Ton	1	Manufactura
Carritos para distribución de tierra	1/8 M3	3	Manufactura
Recipientes para tierra	4 Lts.	4	
Regaderas	Calibre: Fog, 1200 y 500	3	
Palas	Estándar	4	
Manguera para agua	1"	1	

SALAS DE PRODUCCION

Concepto	Capacidad	Numero de Unidades.	Costo Total
Cajas plásticas para cosecha	5 Kg	200	
Cuchillos para cosecha	Estándar	12	
Carros transportadores de cosecha	500 kg.	2	Manufactura

AREA DE EMPAQUE

Concepto	Capacidad	Numero de Unidades.	Costo Total
Sistema de refrigeración			
Mesa metálica de empaque	1.20 x 4 mt	2	Manufactura

Báscula electrónica	5-10 kg	1	
Báscula	100 kg.	2	
Manguera para agua	5/8	1	
Guantes plásticos	paquete	1	

CONCLUSIONES

La industria, la academia, el sector oficial de México y Latinoamérica principalmente han mostrado interés en la producción de hongos durante los últimos años y se ha ido incrementado cada vez mas debido a la apertura de información sobre este cultivo

Es conocido que por casi 50 años que dio inicio la producción de hongos en el país, jamás se le había dado la difusión que hoy tiene.

La publicación de artículos referentes a la producción de hongos en revistas nacionales y extranjeras, han hecho atractivo para otros países del Norte y de Europa invertir en Latinoamérica.

Del mismo modo ha ayudado a la industria de hongos en el ámbito mundial la programación y realización de ciclos de conferencias de producción de diferentes tipos de hongos, en diferentes países del planeta, que han impulsado aun más a la industria involucrada con estos cultivos.

La cascada de información proporcionada por los medios de comunicación ciber-espaciales, hace aún mas fácil la tarea de difusión y promoción de ésta agroindustria.

El cultivo de champiñón es sin duda alguna un cultivo interesante, poco común y una fuente de alimento que se espera llegue a la canasta básica más accesiblemente. Es cierto que aún existe cierto hermetismo respecto a éste cultivo, por mera condición humana pero es cuestión de tiempo para darse cuenta que el **éxito esta en la apertura y no en la clausura**. Y que la "Agorafobia Tecnológica" o el temor al intercambio de tecnología entre empresas o países, es cosa del pasado

RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS

Es necesario continuar con la difusión del cultivo de hongos comestibles como una opción de inversión, alternativa alimenticia y productiva y dar el máximo apoyo posible a la promoción al consumo de hongos comestibles, cultivables o silvestres por medio de los medios de comunicación masiva similar a las que se realizan en otras asociaciones como la ganadera, la avícola y la agrícola en diferentes países. Por parte de las academias es conveniente tomar en cuenta éste cultivo como una materia de estudio especializado con futuro prometedor ya que en el ámbito comercial, empresarial poco se ha incursionado, de tal manera que se le pueda proporcionar al estudiantado una oportunidad más para ejercer una profesión poco usual e interesante, tomando en cuenta que el mercado mundial carece de éstos. El cultivo del champiñón es solo uno de tantas especies a cultivar, recordemos que **los hongos son uno de los reinos** del planeta y aún falta mucho por conocerlos y aprovechar sus propiedades alimenticias, medicinales y culinarias.



Es evidente que la inversión en una planta de producción es mayor si la realiza un solo inversionista y más aún si la construye desde los cimientos y abarca todos los procesos, pero si se tiene la facilidad de dividir los procesos de producción en un esquema en el cual solamente se realicen las labores hasta la fase de siembra y las bolsas inoculadas sean vendidas a productores que tengan instalaciones en las cuales se continúen las labores de cultivo, los costos disminuyen considerablemente.

La propuesta del "APIADE " o **A**provechamiento de **I**nstalaciones **A**grícolas en **D**Esuso para la producción de hongos comestibles, (Naves de gallinas, establos, bodegas, zahúrdas, invernaderos, etc) son sin duda una alternativa que promete darle un valor agregado a la infraestructura ociosa y revalorizarla de tal manera que puedan crearse una estructura de producción en la cual se tenga una empresa **MATRIZ** y productores **SATELITES** los cuales trabajarían en conjunto de tal forma que la empresa matriz invierta en las instalaciones donde se realicen las fases de fermentación, pasteurización y siembra para que provea de bolsas a los

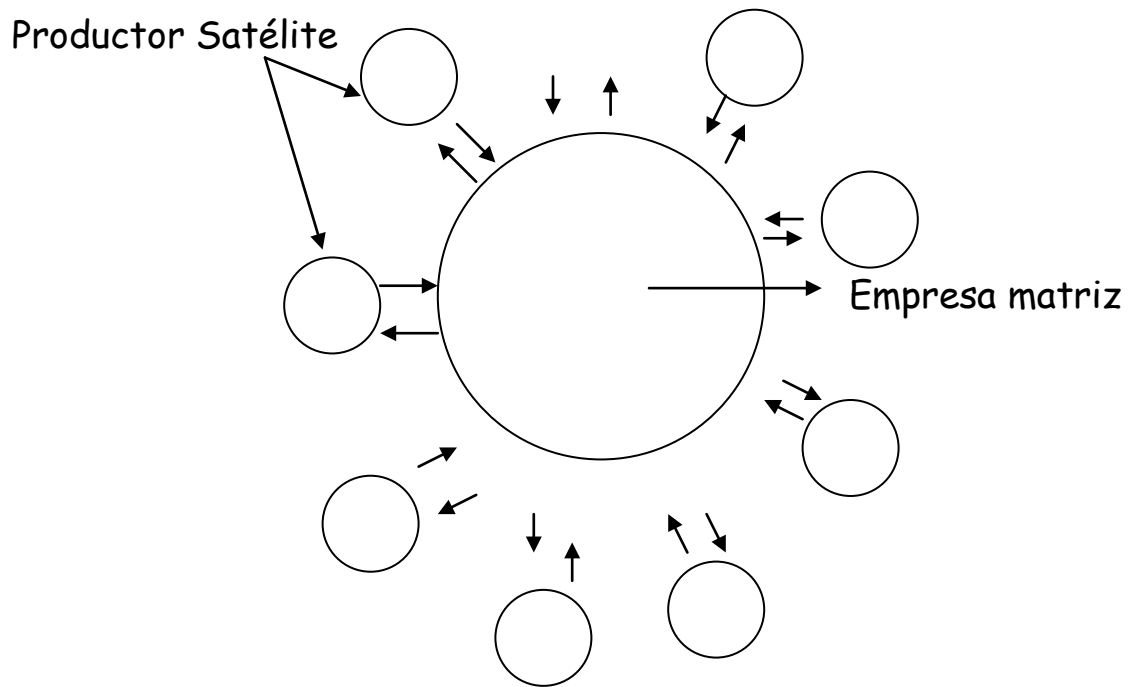
productores satélites los cuales solo invirtieron en la adaptación de sus instalaciones.



Para lograr esto se programarían cursos de capacitación previa a los productores satélites en el manejo de los equipos y labores de cultivo, así como de la asesoría en las necesidades y cálculos de sus instalaciones para la óptima producción de hongos



Respecto a la comercialización se podría canalizar por medio de la empresa matriz la cual pudiera fungir como canal único de distribución y venta del producto terminado pudiéndose esquematizar de la siguiente forma:



Empresa Matriz: Provee de materia prima, insumos, asesoría técnica y compra del producto terminado

Productor Satélite : Compra la bolsa de composta inoculada a la Empresa Matriz y posteriormente le vende a ésta misma el producto terminado "Sobre este tema todavía hay mucho por hacer y por escribir"

BIBLIOGRAFIA

Fernández M. Fco. Mar-Abr (1994) " El cultivo del champiñón "

Revista
Agrocultura No.27 pag. 37-39 Editorial Matro
S.A. de C.V. Jal. Mex

Fernández M. Fco. Nov-Dic (1994) " El champiñón una opción de inversión " Revista Agrocultura No.31 pag. 31-34 Editorial Matro
S.A. de C.V. Jal. Mex

Flegg P.B., D.M Spencer, D.A. Wood (1987) The
Biology and Technology of The Cultivated
Mushroom. Editorial Wiley & Son. Gran Bretaña.

Martínez Daniel, Rodolfo L., Porfirio M.
Mercedes S. Alfonso L. (1991) Historia del
cultivo comercial de hongos comestibles en
México. CONACYT. Ene. Feb. 1991 Vol. XVI num.
96 Pag. 33 - 34 Mex. D.F.

Pacioni Giovanni (1990) Cultivo Moderno del
Champiñón. Editorial De Vecchi S.A. Barcelona
España.

Schisler Lee C. y Wuest (1982) Penn State Hand Book
for Commercial Mushroom Growers. Editorial
Bengston G.D. University Park, Pa. U.S.A.

Steineck Hellmut (1987) Cultivo comercial del
Champiñón. Editorial Acribia S.A. Zaragoza
España.

Toovey F.W. (1987) Cultivo de Champiñón.
Editorial Acribia S.A. Zaragoza España.

Vedder P.J.C. (1986) Cultivo Moderno del
Champiñón. Editorial Mundi-Prensa Madrid
España.

Wuest Paul J. (1982) Penn State Hand Book
for Commercial Mushroom Growers. Editorial
Bengston G.D. University Park, Pa. U.S.A.

Hago con mucho respeto y admiración un sencillo homenaje a las
personas que con obras escritas, experiencias transmitidas y
franca amistad me han enseñado en este apasionante cultivo y que
Dios me ha permitido conocer.

Aparición en orden cronológico desde 1985:



Sr. Bill Regan 1985



Lic. Roberto Canovas Rebling 1989
Sr. Anastasio Andrade 1990



Sr. Anastacio Andrade 1990



Sr Phil Cleaver 1990

Sr. John H.D Rodwell 1991

Sr. Normand Markowitz 1991



Dr. Pieter J.C. Vedder 1996

Dr. Paul J. Wuest 1996



De pie: Sr. Dave Haidle, Dr. Daniel Royse, Dr. Hermilo Leal, Ing. Francisco Fernández
 Sentados: Sr. Joe DiNorscia, Dr. Peter Romaine, Dr. Danny Lee Rinker, Dr. Dave Beyer y Sr.
 Guillermo Raves 2000

Y mi extraordinario equipo de trabajo de PROVEMEX S. de R.L de C.V 1989 - 1993



Dios los Bendiga a todos donde quiera que se encuentren.