

# El Cultivo de Setas

( *Pleurotus spp* )

Ing. Francisco Fernández Michel

Guadalajara, Jalisco México  
Diciembre 2002

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de hongos comestibles en Latinoamérica inicia a finales de los años treinta y su crecimiento ha sido extraordinariamente lento durante los siguientes 50 años debido a razones varias:

- El hermetismo total por parte de los pocos productores en ese tiempo.
- La nula información, difusión y desconocimiento total respecto al cultivo de hongos comestibles por parte de instituciones agrícolas.
- Y como consecuencia de esto; la poca producción y consumo de hongos.

Estos factores hicieron y continúan haciendo de éste producto un alimento un tanto elitista y dieron lugar a que el crecimiento de las empresas productoras de hongos fuera prácticamente unilateral. Esto es, que quienes iniciaron en la producción de hongos en esos tiempos, crecieron sus empresas y son actualmente empresas muy bien establecidas en el mercado.

Este fenómeno de hermetismo y agorafobia tecnológica se repite aun en algunos países de Latinoamérica que no reconocen que el éxito se encuentra en la apertura y no en la clausura.

Coincidentalmente en los años noventa surgen varias agroempresas productoras de hongos comestibles en diferentes países de Latinoamérica que hacen que el producto deje ya de ser tan escaso y que inicie una competencia sana en calidad y cantidad así como en el costo del producto al consumidor final.

También a mediados de los años noventa inicia la organización de Fungi Expos y Ciclos de Conferencias Sobre la Producción Comercial de Hongos Comestibles, trayendo como consecuencia la vinculación del público en general con empresas proveedoras de insumos y/o prestadoras de servicios, que hacen que la producción de hongos deje de ser un misterio y que los interesados en estos cultivos puedan tener al alcance información técnica confiable y pueda comparar o adquirir tecnología adaptada a sus necesidades.

Respecto a la producción de Setas *Pleurotus spp* ha surgido un ; BUM ; y la proliferación de cientos de pequeños productores de setas enseñados y apoyados de buena fe por Universidades y programas institucionales para producir con un sistema muy rústico, en la que quienes lo llevan a cabo lo realizan algunos por necesidad, otros por que quienes los asesoran carecen de la experiencia suficiente en la producción agroindustrial y otros mas de ellos son víctimas de quienes venden y promueven esta actividad para hacer negocio vendiéndoles su semilla de muy dudosa calidad producida también en muchos de los casos rústicamente y como consecuencia de todo esto solamente se tiene un producto de calidad y cantidad inconstante. Cabe hacer la fina aclaración que el que los asesores no tengan la experiencia necesaria en la producción agroindustrial de setas, no es por que no lo quieran o por falta de capacidad, el problema está que no existe un lugar donde se capaciten.

Actualmente las condiciones han cambiado con la globalización y todo Latinoamérica es un gran mercado bastante prometedor para la producción de setas en la que sus condiciones son deseadas por muchos otros países Europeos y Norteamericanos por su competitivo costo de mano de obra y la abundancia de materia prima para la elaboración de este cultivo.

La necesidad de crear nuevas fuentes de alimento, empleos y utilización de instalaciones abandonadas **APIADE** ( Aprovechamiento de Instalaciones Agrícolas en Desuso ) da como resultado que la producción de setas sea un cultivo alternativo que aumente los ingresos en el productor diversificado o dedicado solamente a este cultivo.

## **SISTEMAS DE PRODUCCIÓN**

Los sistemas del cultivo de setas se dividen en dos:

- Sistema de Producción Tradicional o Rústico
- Sistema de Producción Industrial

### **SISTEMA DE PRODUCCIÓN TRADICIONAL**

El sistema de producción tradicional es el más conocido y que comúnmente se lleva a cabo en la mayoría de las comunidades tanto urbanas como rurales y son en parte el resultado de la difusión que inicia principalmente por parte de las universidades. Este sistema de producción ha sido el más prolífero por tener como mayor atracción y ventaja la baja inversión que requiere para la producción, sin embargo han sido varios factores los que han hecho que los productores cesen de continuar con la producción de setas aún con los bajos costos que se tienen, de tal forma que se puede mencionar los siguientes factores adversos:

- Formación de unidades integrales de producción: Quiere decir que quien se dedique a este cultivo tiene que aprenderse y supervisar todos los procesos al estilo más costoso ( Prueba y Error )
- La falta de asesoría adecuada y profesional
- Dificultad para conseguir semilla de calidad
- Deficiencias o carencias en la adaptación y manejo de las instalaciones
- Baja cantidad y calidad de producto
- Competencia desleal en la comercialización
- Falta de organización en la distribución y venta del producto
- Lento o casi nulo crecimiento de la producción

Estos factores han provocado que la producción de setas en México no llegue a considerarse como una empresa seria aún existiendo apoyos por parte de instituciones gubernamentales o privadas y también la demanda del mercado nacional como internacional

## **PROCESOS DEL CULTIVO EN EL SISTEMA TRADICIONAL**

Una explicación breve de los procesos rústicos de producción son los siguientes:

- Pasteurización
- Siembra
- Inoculación
- Inducción
- Producción

### Metodología

1. Desbaratar pacas de paja
2. Colocación de la paja a granel en moldes de malla metálica
3. Introducción de los moldes metálicos con paja en un recipiente con agua a 80° C por dos horas ( PASTEURIZACIÓN )
4. Extracción de los moldes con paja de los recipientes con agua para escurrirse y enfriarse
5. Distribución de la semilla (inoculo) sobre y entre la paja ( SIEMBRA )
6. Colocación de la paja sembrada en bolsas plásticas de 10-12 kg. promedio
7. Transportación de las bolsas plásticas a las naves de cultivo o cuartos de incubación ( INCUBACION )
8. Regulación y control de temperaturas a 24° C promedio durante 15 días aproximadamente
9. Transporte a las naves de producción

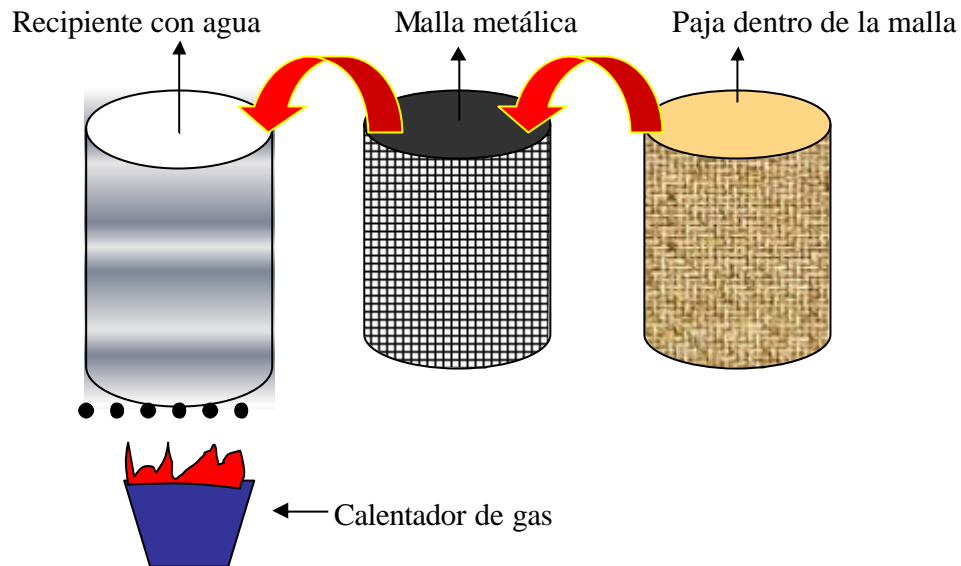
## **VENTAJAS**

- Requiere de poca inversión
- Requiere de poco espacio
- Es una opción de producción diversificada en zonas de bajos recursos
- Es una opción de producción de autoconsumo
- Aprovechamiento de esquilmos agrícolas

## **DESVENTAJAS**

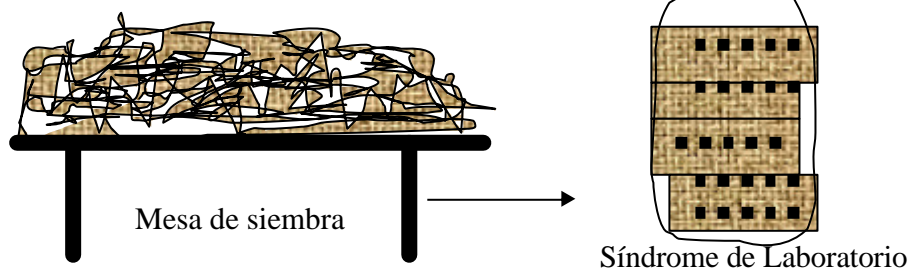
- En su gran mayoría cada productor realiza todos los procesos de producción y es demasiada información técnica de un solo tajo para alguien en muchos de los casos de bajo nivel escolar y poca o nula experiencia en el cultivo, así mismo la tarea de supervisión de todos los procesos que implica el cultivo siendo los primeros procesos los más importantes y con mayor riesgo
- Por lo regular en este sistema no se puede sembrar mas de 50 bolsas por día por recipiente y para elevar la producción de bolsas se requiere de mayor número de recipientes y por lo tanto mayor número de personal lo que lo empieza a convertir en mayores costos e irregularidad en los procesos.
- La poca producción de bolsas hace que se tengan que concentrar para incubar en el mismo cuarto de cultivo bolsas con fechas diferentes de siembra de hasta 8 o 15 días entre unas y otras y los tratamientos aplicados son los mismos, cuando se requiere que cada partida o cantidad de bolsas sembradas se mantengan con un solo tratamiento y al estar juntas las diferentes partidas de bolsas sembradas el tratamiento aplicado ayuda a unas y retrasa a otras
- Comúnmente carecen de equipos de ventilación y de control de temperaturas por lo que la ventilación es natural y están totalmente a expensas del medio ambiente.
- Como resultado se tiene una producción irregular de setas con deficiencias en la consistencia, tamaños, cantidad y calidad comercial que hace imposible la incursión en una cadena de comercialización continua

# SISTEMA DE PRODUCCIÓN TRADICIONAL



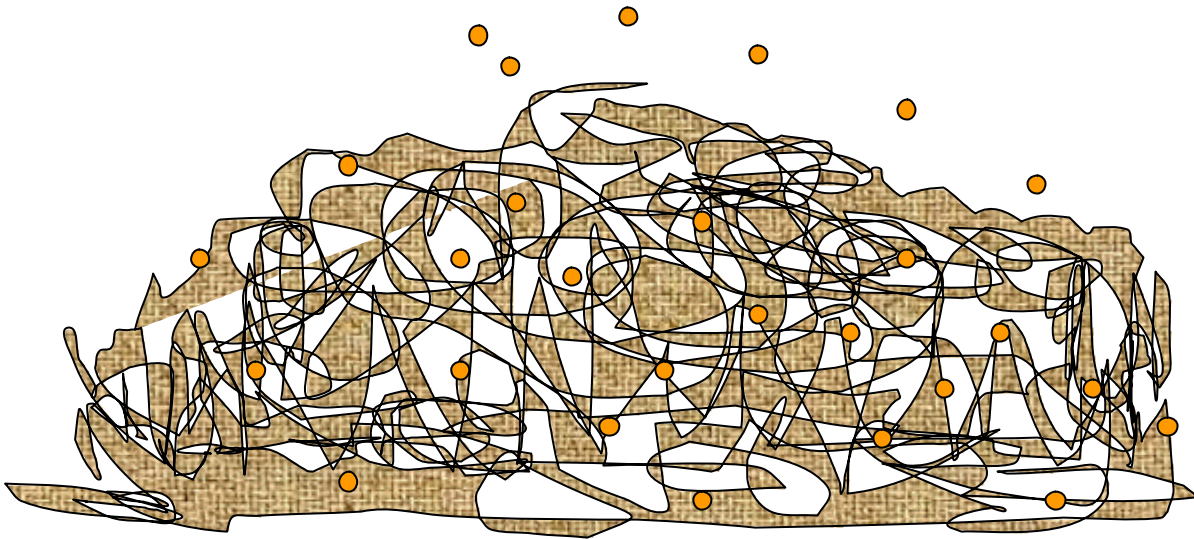
## SÍNDROME DE LABORATORIO

Le he llamado así pues generalmente así es como tradicionalmente se les enseña a sembrar a los productores o estudiantes en los laboratorios



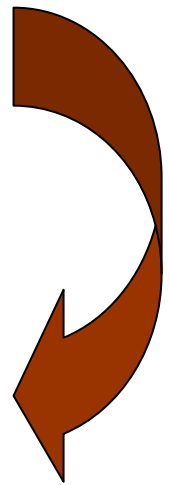
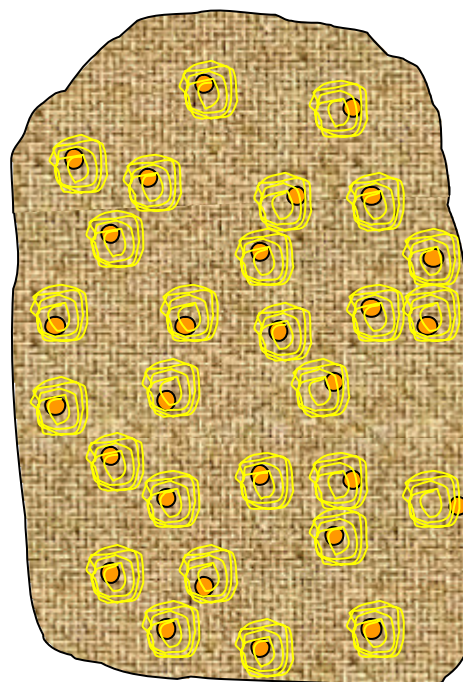
El inconveniente de este tipo de siembra es que la semilla queda localizada solo en algunos puntos que tardan mas en conectarse unos con otros y al suceder esto el micelio de las zonas sembradas ya está con señales de producción y se forman estromas (aglutinamiento de micelio) que estresan al micelio mientras las otras zonas sin sembrar aun no se ha invadido el sustrato completamente de micelio

## SIEMBRA AL BOLEO



Siembra al boleo o aleatoriamente

## BOLSA SEMBRADA AL BOLEO





## **SISTEMA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL**

A diferencia del cultivo tradicional, en este sistema los procesos requieren como principio de mayor cantidad de materia prima y suplementos agrícolas, utilización de maquinaria y equipos y se tiene en ocasiones la necesidad de aumentar un proceso mas que es la fermentación. Por ser mas tecnificado, son contadas las empresas que tienen la tecnología para llevarla a cabo y es poco conocida la información entre los productores

Los factores adversos comunes con los que la industria de producción de setas se encuentra son los siguientes :

- Mayor costo de inversión
- Carencias de técnicos experimentados en la producción industrial de setas
- Cada productor realiza todos los procesos de producción

Existe cierta similitud entre los factores adversos en ambos sistemas de producción, sin embargo en este sistema son menores los factores adversos debido a que la adquisición de semilla de calidad por ser mayor la cantidad de ésta vale la pena importarla de los Estados Unidos aunque actualmente en México empieza a producirse excelente semilla pero por las cantidades mínimas que los productores rurales requieren no tienen acceso a ésta debido a la falta de organización entre estos para adquirirla. Por otra parte la venta del producto por ser mayor es más fácil colocarla en el mercado nacional o internacional pues garantiza una producción continua y garantiza al comprador una empresa segura como proveedor pudiendo tener mayores expectativas de crecimiento

## PROCESOS DEL CULTIVO INDUSTRIAL

Los procesos biológicos de producción en ambos sistemas son relativamente los mismos aunque por las cantidades utilizadas en este sistema se requiere de la fermentación o compostaje:

- Fermentación
- Pasteurización
- Siembra
- Inoculación
- Producción

### Metodología

1. Desbaratar, picar, humectar y apilado de paja
2. Revolver suplementos agrícolas previamente humectados con la paja y apilar ( INICIO DE LA FASE DE FERMENTACIÓN)
3. Permanencia de la composta por 5-7 días revolviendo diariamente o cada tercer día ( FERMENTACIÓN)
4. Introducción de la composta en un local cerrado con paredes aisladas, ventilación e inyección de vapor controlando temperaturas por un periodo de 24 horas aproximadamente (TÚNEL DE PASTEURIZACIÓN)
5. Distribución de la semilla con un dosificador o manualmente sobre la composta por medio de bandas sinfín ( SIEMBRA)
6. Colocación de la composta sembrada en bolsas plásticas con peso promedio de 12-15 kg
7. Transportación de las bolsas a las naves de incubación (INCUBACION)
8. Control de temperaturas a 24° C promedio durante 15-22 días aproximadamente
9. Traslado de las bolsas a las naves de producción

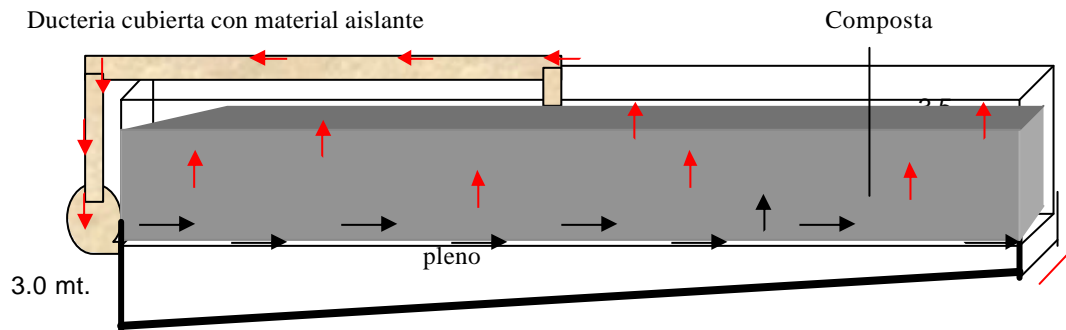
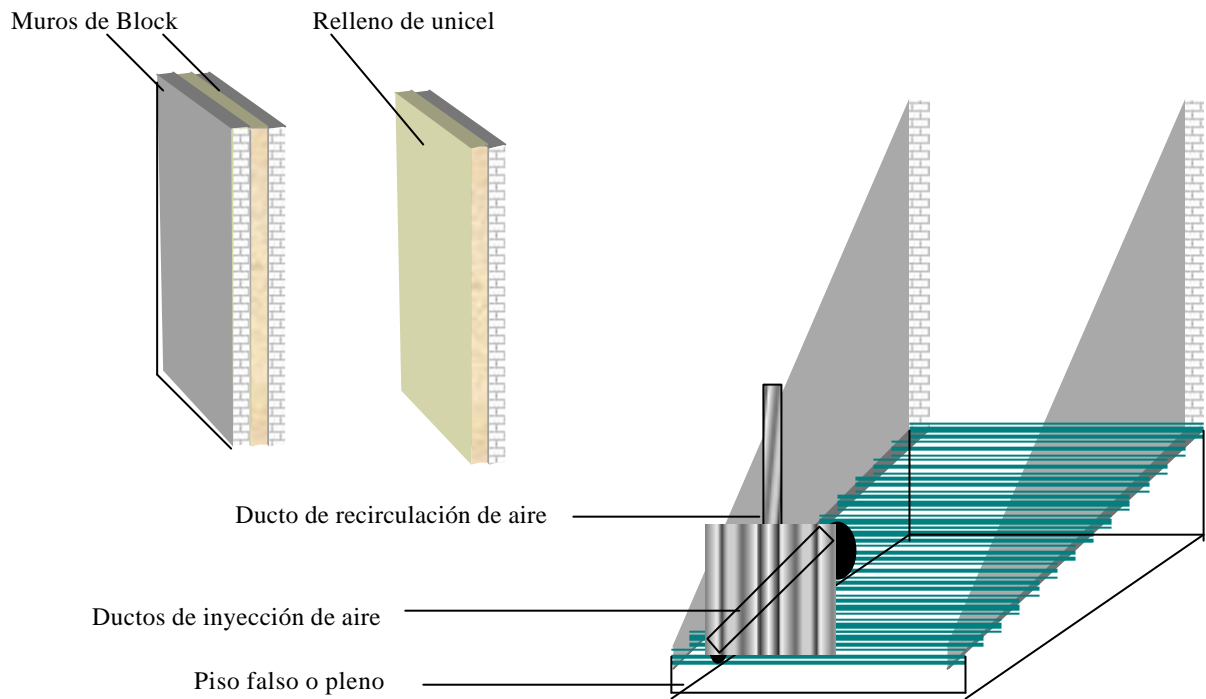
## **VENTAJAS**

- El costo de la inversión obliga a tener mayores cuidados y supervisión calificada tanto en los procesos de cultivo como en la instalación de equipos, así como el diseño de la planta o la adaptación de la infraestructura si fuera el caso
- La producción de bolsas es mucho mayor en una sola partida por ejemplo: En un túnel de 15 x 3 x 3.5 mt llenándose a 1.5 metros de altura se producen cerca de 1,200 bolsas aprox. de 15 kg cada una, pudiéndose realizar hasta dos veces por semana en el mismo túnel sin fermentar tanto tiempo el sustrato
- El control en las temperaturas y ventilación esta dado por los equipos especiales lo que garantiza una calidad homogénea en las 1,200 bolsas
- Se tiene en las naves de incubación y producción la cantidad de bolsas suficientes y al mismo tiempo para que se dé el mismo tratamiento
- La producción es homogénea y garantiza una mayor cantidad y calidad de producto constante que permite la entrada al mercado formal nacional o internacional

## **DESVANTAJAS**

- Existen pocos técnicos con experiencia en producción comercial industrial
- Requiere de mayor inversión y espacios
- Requiere de maquinaria y equipo

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES DE PASTEURIZACIÓN



Normalmente se llena el túnel a una altura de 1.6 a 1.8 metros si se rebasa esta altura se corre el riesgo de provocar un efecto de anaerobiosis por la compactación de la composta. La composta no es capaz de generar por si misma el suficiente calor y hay necesidad de inyectar vapor mediante una caldera. 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. No es conveniente que el pleno o distancia entre el piso real y el piso falso sea menor de 90 centímetros y 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.

En el caso de emprender la construcción de una planta de setas 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 esta al otro extremo y es por donde se saca la composta al área de siembra la cual esta considerada como área limpia, este diagrama de flujo evitara 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.

A diferencia del túnel de pasteurización para composta de champiñones es que en el caso de las setas, la densidad de la composta es menor por lo que será necesario calcular los metros cúbicos y que son los siguientes:

Características de la composta de setas: Densidad de 250-300 kg/mt<sup>3</sup>

Características del ventilador: 200 mt<sup>3</sup>/hr/ton., ventilador centrifugo y 100-110 mm. de columna de agua o presión.

## CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL

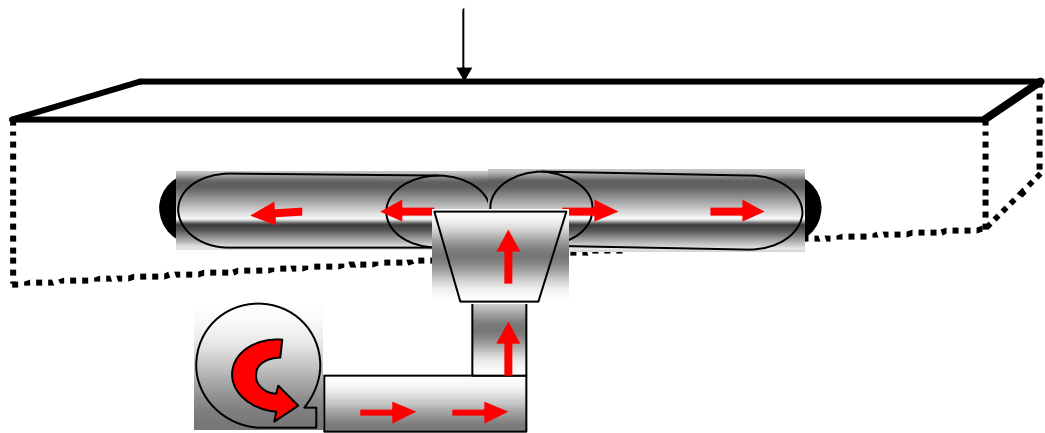
Los materiales con los que puede construir un túnel de pasteurización son diversos, desde paneles “W” ,( tipo Holandés ) cubiertas de plástico, tipo invernadero o Irlandés, o hasta el más común que puede estar hecho con block o tabique de barro. cocido, adobe etc. el que se construye con materiales de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



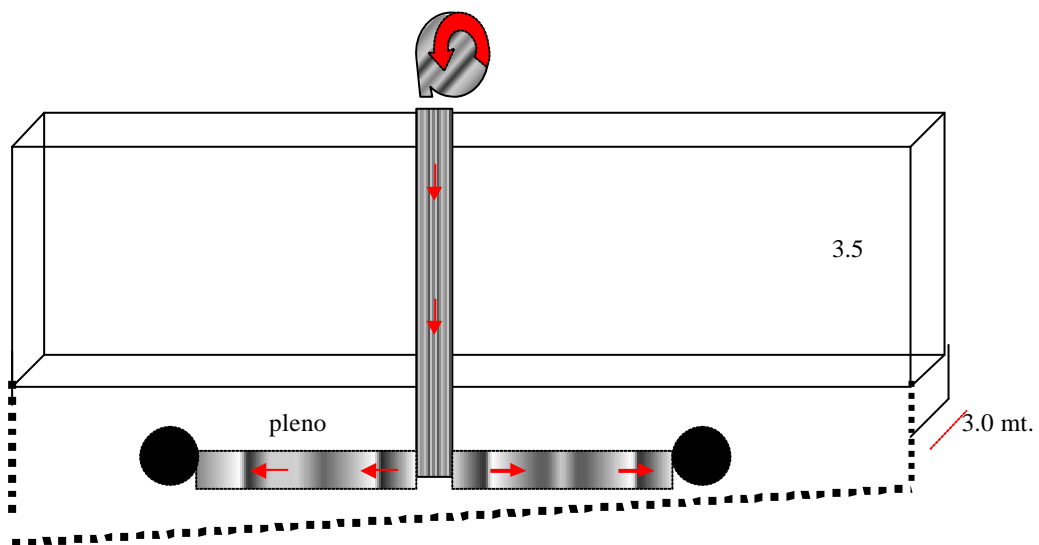
Para construir los dos primeros tipos de túnel, existen empresas que venden el material y los en cualquier parte del mundo instalan, son prácticos, duraderos, cómodos, estéticos y funcionales, deben de pedirse con algunos meses de anticipación y considerar el tiempo de traslado, puede o no incluirse 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.

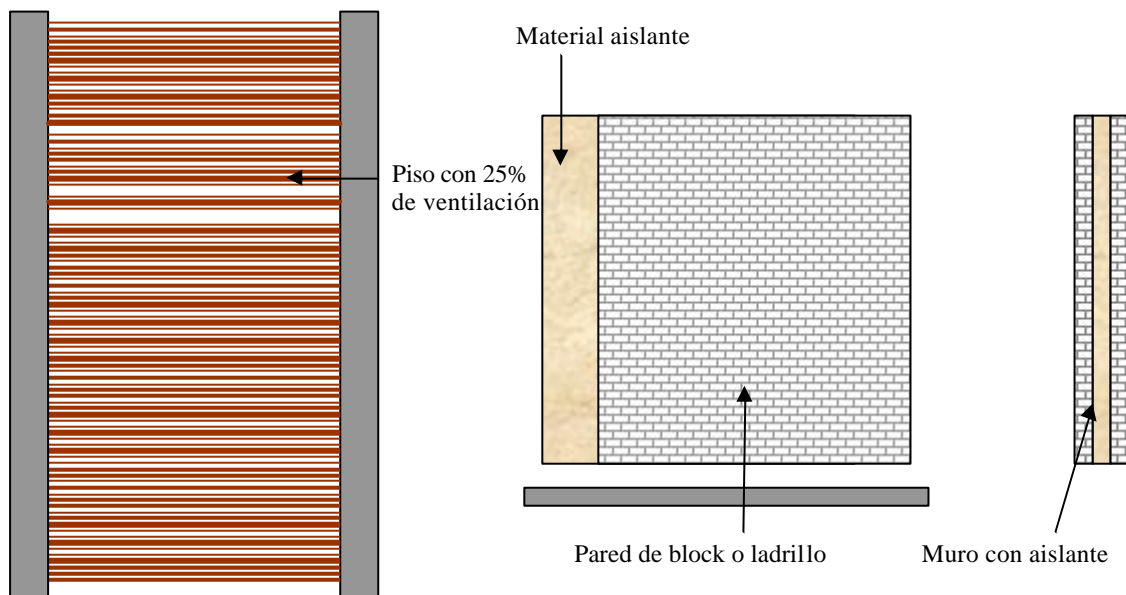
En el pleno pueden hacerse dos orificios laterales colocados proporcionalmente a lo largo del túnel, con el fin de insertar los ductos por donde se inyectara el aire



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

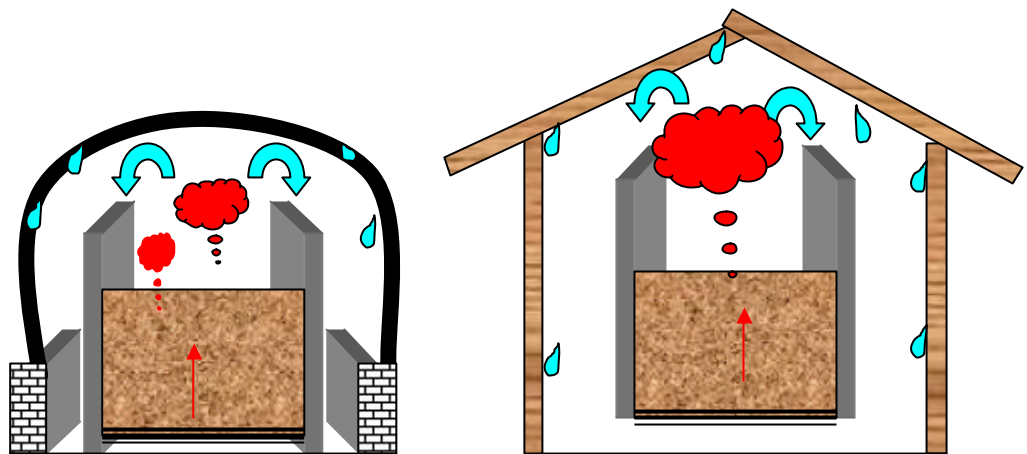


Terminada la excavación se coloca el cimiento de concreto o piedra donde posteriormente se recargaran las vigas de concreto que pueden ser de 4" x 8" x 3.0 mt y se colocan una junto a la otra con un espacio de 1" correspondiente al 25% de la superficie total del piso. Posteriormente se levantan dos paredes 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.

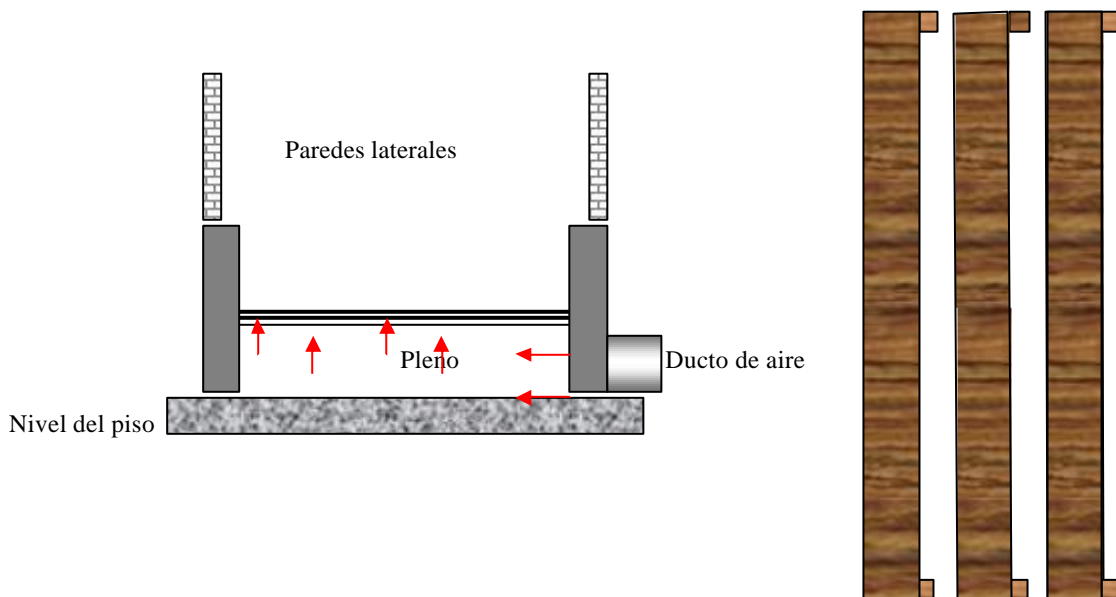


El techo puede ser de block o ladrillo sostenido por vigas y un recubrimiento exterior de cemento o sellador para la lluvia. El techo por el interior puede ser plano en el caso de que la composta este en contacto directo con las paredes que lo sostienen, en el caso de ser tipo invernadero o con material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

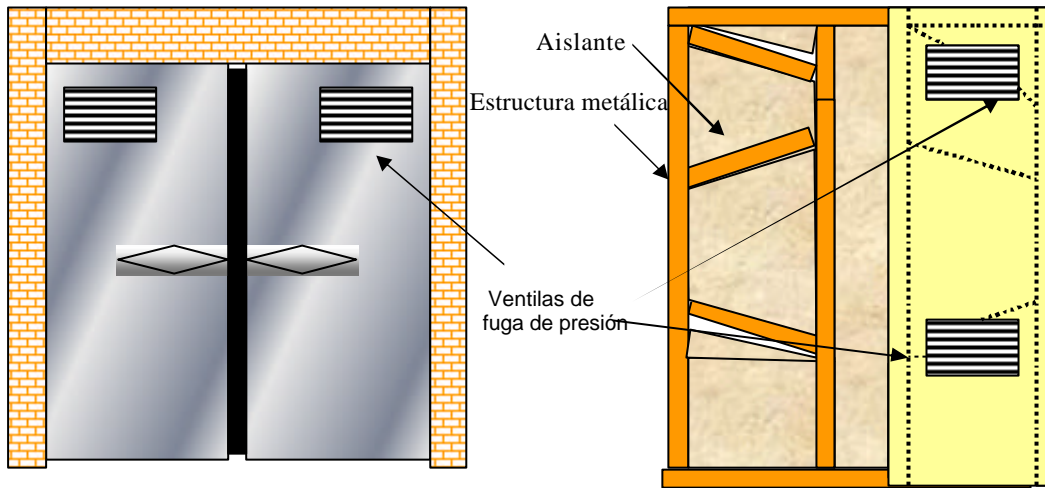




En terrenos en los cuales los suelos son bastantes duros y el costo de la excavación es alto o no se puede excavar, puede hacerse otro tipo de pleno y consiste en levantar los muros y contemplar a 90 centímetros de altura del piso, hacer un pretil en el que se recarguen las vigas o polines de madera 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 ½ pulgada en las orillas de estos

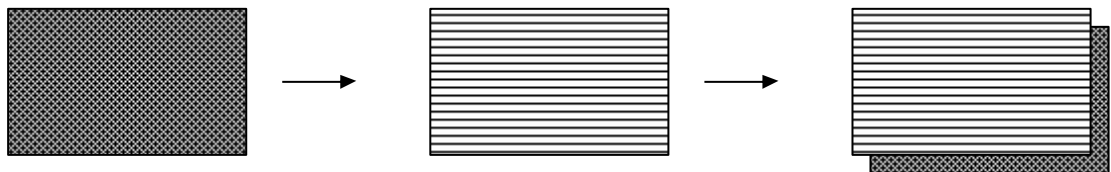


Respecto a las puertas estas son de dos hojas y preferible que sean de lo ancho del túnel para facilitar maniobras, también son aislantes y esto se logra soldando dos laminas metálicas con soportes intermedios y en este hueco entre lamina y lamina se coloca el aislamiento. También pueden adquirirse hechas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



Es conveniente que la lamina 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 antiviral o antiafidos, este tipo de malla tiene los orificios demasiado pequeños y es más eficiente que una malla mosquitera



## **SISTEMA DE VENTILACIÓN**

Para calcular la capacidad del ventilador para cualquier túnel se considera la densidad de la composta, la cual oscila entre 250 – 300 kg / mt<sup>3</sup>, usando maquinaria y 180 – 200 kg / mt<sup>3</sup> 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 300 kg/mt<sup>3</sup>, entonces son:  $10.00 \times 3.00 \times 1.80 = 54 \text{ mt}^3$ , entonces

$54 \text{ mt}^3 \times 300 \text{ kg} = 16,200 \text{ kg}$  de composta .

La relación adecuada de aire que ha dado buenos resultados para este tipo de actividad es de: 200 mt<sup>3</sup> / 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 : 3,240 mt<sup>3</sup> de aire / hora, esto resultado de :  $200 \text{ mt}^3 \times 16.2 \text{ ton.}$  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 realizo el proceso de pasteurización en estas zonas.

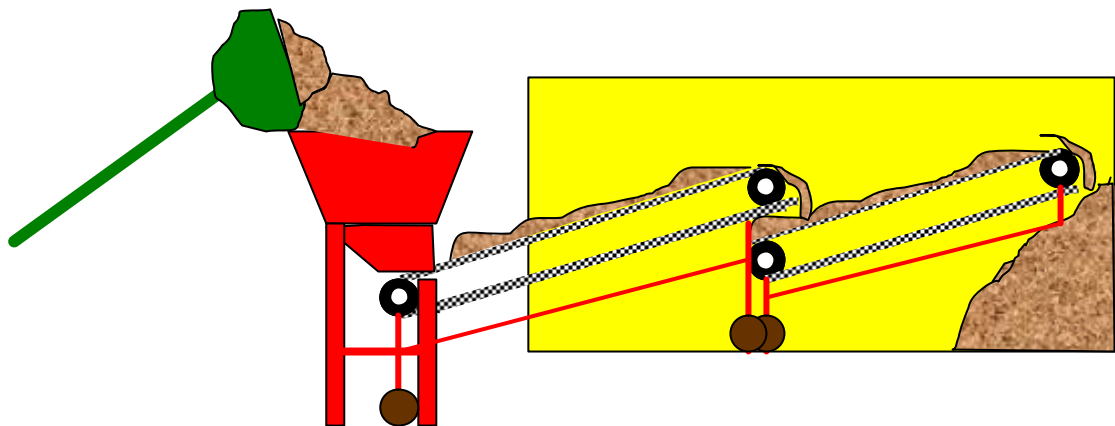
## **LLENADO DE TÚNEL**

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:

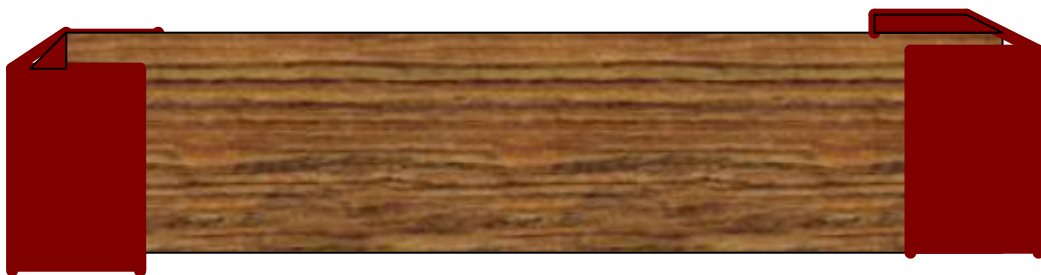
- a) Uso de maquinaria
- b) Tipo de maquinaria
- c) Coordinación entre los operarios

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,

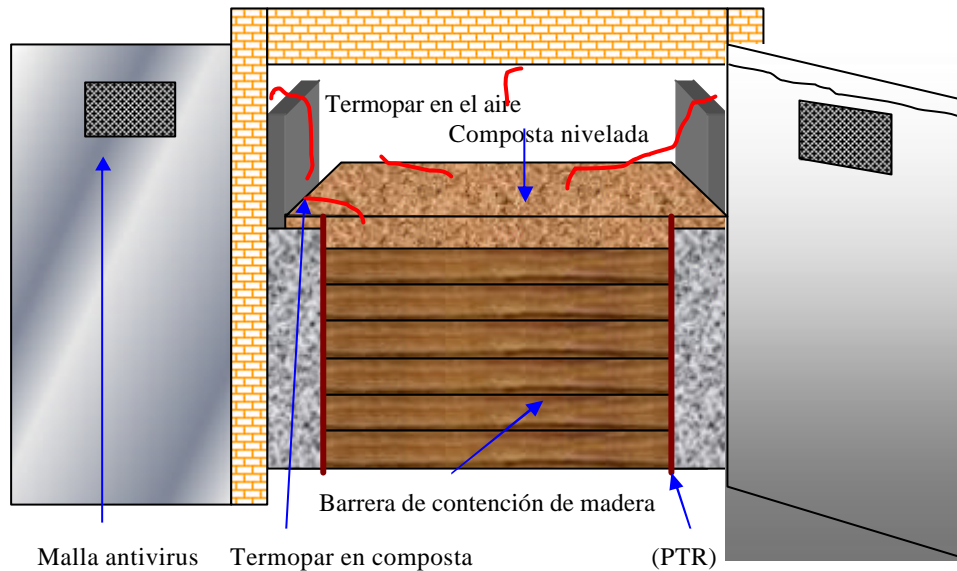


Al iniciar el llenado de túnel es necesario colocar una barrera que soporte y retenga la composta, para esto puede hacerse una barrera con madera colocando tabla sobre tabla hasta la altura requerida 2.00 mt. - 2.10 mt. Las tablas son colocadas dentro de un tipo de riel metálico ( PTR) incrustado o remachado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

## VISTA DE FRENTE DEL TÚNEL DE PASTEURIZACIÓN



## PROPUESTA

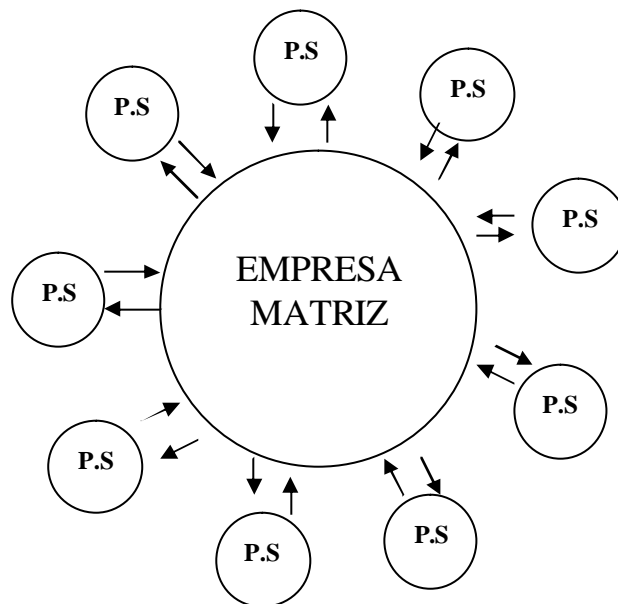
Haciendo un análisis de ambos sistemas se puede deducir que la producción de setas no ha tenido su relevancia que debiera básicamente por la falta de técnicos experimentados en la industria de los hongos, el monto de inversión que definitivamente es mayor que la rural pero no al grado de ser inaccesible a inversionistas serios, pero sobretodo por la falta de esquemas alternativos de producción organizada. Esto es, 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 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 Aprovechamiento de Instalaciones Agrícolas en Desuso para la producción de hongos comestibles, es 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 setas.

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.



P.S. = Productor Satélite : Compra la bolsa de composta inoculada a la Empresa Matriz y posteriormente le vende a ésta misma el producto terminado ( Setas ). “Sobre este tema todavía hay mucho por hacer y por escribir”