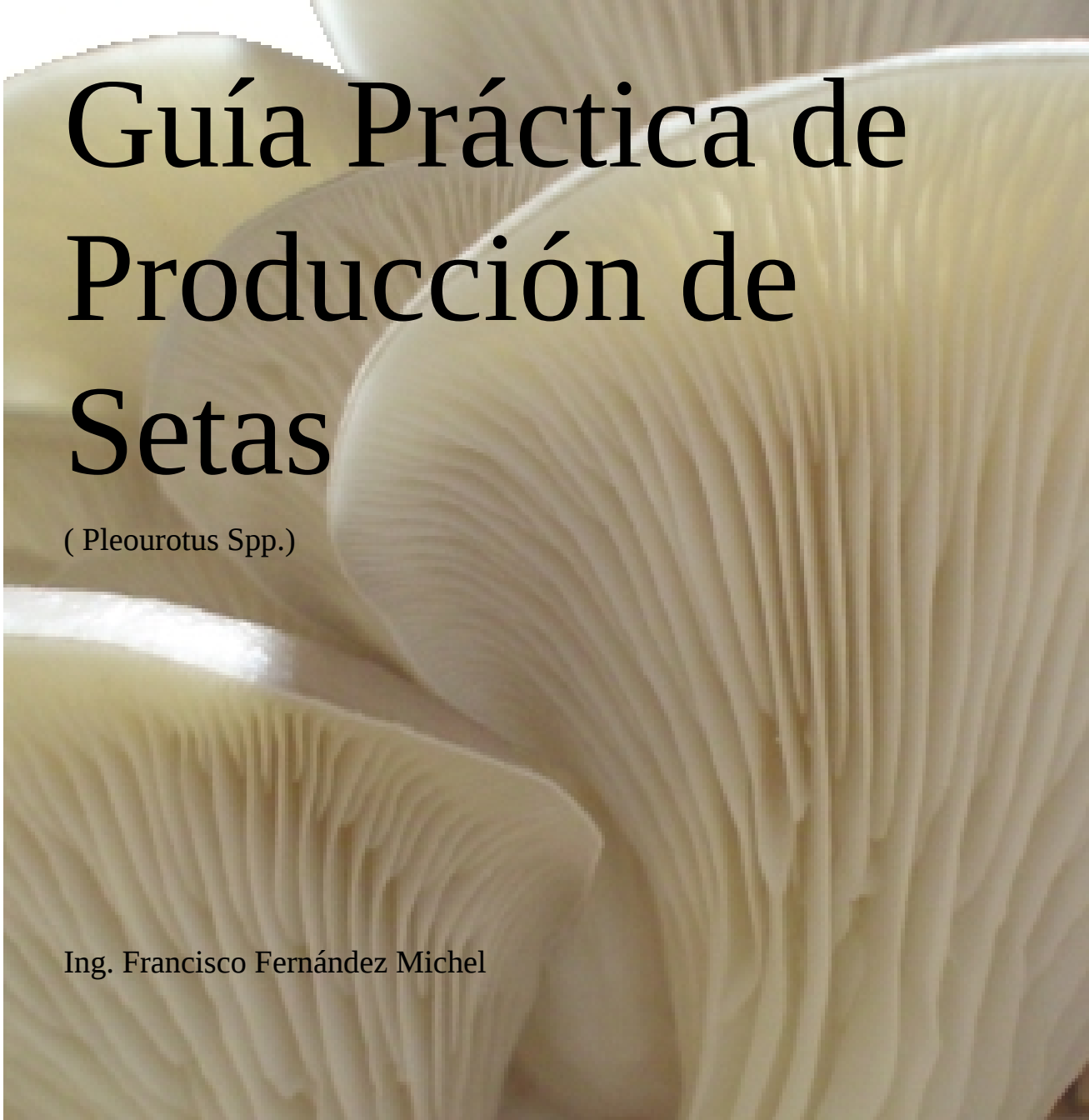




Guía Práctica de Producción de Setas

(*Pleurotus* Spp.)

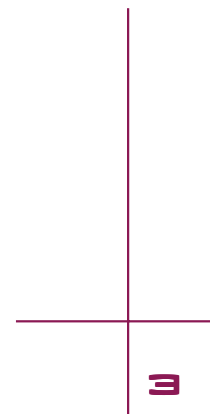
Ing. Francisco Fernández Michel

INDICE

Página	
2 -	Índice
4	Introducción
5	Antecedentes
6	Procesos de Producción, Ciclo de Producción
8	Calendario de Producción
10	Producción Rustica, Fase I
12	Siembra
13	Instalaciones Rústicas
14	Análisis del Sistema de Producción Rústica
15	Ventajas
16	Desventajas
17	Síndrome de Laboratorio
17	Producción Semi-Industrial
18	Pre-mojado o Fase I
21	Pasteurización o Fase II, Micro-túnel
24	Siembra
25	Manejo de semilla
26	Llenado de Bolsa
27	Mesa de Siembra
29	Número de Naves de Producción
30	Incubación
31	Orificios en Bolsas
33	Formación de Primordios
	33 Producción
	35 Características de los Cuartos de Producción
	36 Características del ducto de Ventilación en
	37 Tipos de Acomodo de Bolsas: Estantería
	38 Brocheta
	39 Salchichón
	40 Carrusel, Enganchadas
	41 Riegos
	44 Sistema de Producción Industrial
	44 Fermentación o Fase I
	46 Pasteurización o Fase II, Túnel de Pasteurización



48	Características del Túnel de Pasteurización
52	Croquis de Planta de Setas (Fase I y Fase II)
52	Construcción de Túnel, (Tipos de Túnel de Pasteurización)
54	Ducteria para Ventilación
59	Diseño del pleno y Puertas
61	Cálculos De Ventilación
62	Llenado de Túnel
64	Preparación del Local Previo a la Pasteurización
65	Sistemas de Monitoreo en Fase II
66	Hoja de Control de Temperaturas
69	Siembra
71	Incubación
72	Inducción
74	Producción
75	Cosecha
76	Manejo Post- Cosecha
78	Empaque
79	Plagas y Enfermedades
81	Diagrama de Flujo en la Planta de Setas
82	Conclusión



INTRODUCCION

La elaboración de esta guía práctica de producción de setas, pretende auxiliarlo y llevarlo de la mano en todos los detalles necesarios para poder producir setas rápidamente y con la seguridad de obtener buenos resultados. Para poder iniciar correctamente este cultivo, se muestran los tres diferentes niveles de producción: rústico, semi-industrial e industrial, con la idea de que puedan orientar al lector de cual es la mejor opción de su inversión.

También es el propósito de esta guía la de ayudarlo a perder el miedo a iniciar este cultivo, desmitificando algunos tabúes, creencias y/o prácticas inútiles y costosas que se le han atribuido a los cuidados a este cultivo, que en ocasiones son recomendaciones un tanto exageradas, ortodoxas, lentas o inoperantes de quienes no han tenido la suficiente experiencia en los diferentes niveles de producción.

Por esta razón, esta guía presenta una buena cantidad de imágenes de las actividades de los diferentes procesos que le indicarán como realizar las labores de cultivo, acompañadas de una breve explicación de lo que se esta realizando y como se esta realizando.

Por último, se presenta una guía de cómo realizar su inventario con algunos cuadros en los que aparecen las necesidades de equipo, herramientas, espacios etc. que le ayudarán a elaborar su propio proyecto a la medida de sus posibilidades.

Es importante mencionar que la planeación de un proyecto de producción de setas requiere, sin lugar a duda, entre sus prioridades de la previa calendarización de actividades tanto en la construcción o adaptación de las instalaciones, así como la pronta y oportuna adquisición de maquinaria, equipo, herramientas y las materias primas. Por tal motivo el abastecimiento previo de la suficiente materia prima cada seis meses o anualmente según la región (en el caso de la paja) es vital, para lograr cumplir con los calendarios de producción previamente programados y/o los compromisos acordados con el mercado. La coordinación en los tiempos y movimientos que agilicen y efficienten cada fase del proyecto es muy significativa para evitar contratiempos. Por tal razón las actividades a realizar requieren de la participación sincronizada de todas las personas y empresas proveedoras de bienes y/o servicios que están involucrados en este cultivo.

ANTECEDENTES

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

- El poco consumo de éste producto
- La nula información y difusión respecto al cultivo
- El hermetismo total por parte de los pocos productores en ese tiempo

Estos factores hicieron de éste producto un alimento elitista y dieron lugar a que el crecimiento de las empresas productoras de hongos comestibles fuera prácticamente unilateral. Coincidentalmente en los años noventa surgen varias empresas en diferentes países de que hacen que el producto deje de ser tan escaso y que inicie una competencia sana en calidad y cantidad así como en el costo del producto al consumidor final.

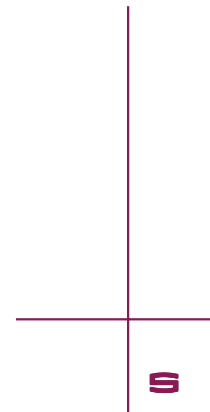
A principios de los años noventa inicia en Latinoamérica, lo que será una constante cada vez más activa en la participación y establecimiento de empresas nacionales y extranjeras productoras, maquiladoras y comercializadoras de hongos comestibles. Este hecho tan contundente aunado a la promoción del consumo de hongos y la difusión de la información sobre el cultivo comercial de hongos comestibles y la vinculación de empresas proveedoras de insumos y/o prestadoras de bienes y servicios al público en general, lograron este incremento en la producción y consumo.

Como resultado de estos acontecimientos la industria de hongos tuvo la necesidad de hacer fuertes cambios en los paradigmas anteriores y se dio a la tarea de iniciar serias campañas de promoción y fomento al consumo de hongos comestibles en los medios de difusión masiva lográndose de ésta forma que:

- El consumo se haya incrementado considerablemente.
- El precio sea mas atractivo tanto en fresco como procesado.
- El producto esté actualmente presente en algunos mercados populares.
- El establecimiento de empresas extranjeras en co-inversión.

PROCESOS DE PRODUCCIÓN

- FERMENTACIÓN Y COMPOSTAJE O FASE I
- PASTEURIZACIÓN
- SIEMBRA
- INCUBACIÓN
- INDUCCIÓN
- PRODUCCIÓN
- MANEJO POSTCOSECHA
- EMPAQUE



CICLO DE PRODUCCIÓN

Actividad	Número de días	Días de varianza
Molida de paja	1	0
Humectación	2-3	1
Pasteurización	1	0
Siembra	1	0
Incubación	22-30	8
Producción	30-35	5
Total del Ciclo de Producción	57 - 71	15

La producción de setas se da en intermedios o intervalos y a este momento de producción se le conoce como “oleadas”. Comúnmente y por razones de costos y eficiencia se consideran en este cultivo solo tres cosechas u oleadas, esperarse a una cuarta oleada, resulta incosteable, perdida de tiempo y riesgos de contraer y difundir enfermedades a la planta.

El parámetro de producción en este cultivo es el siguiente: el total de hongos producidos de una bolsa de substrato corresponderá al total del peso seco del mismo substrato. Este parámetro se le llama “Porcentaje de Eficiencia Biológica”

Ejemplo:
Si en un proyecto de producción se piensan llenar las bolsas con un peso del substrato de 12 kilos, se considera que el porcentaje de humedad es del 75 %, por lo tanto su cantidad de peso seco es del 25% o sea, 3 kilos de materia seca y por lo tanto se esperan obtener hasta 3 kilos de setas

Cabe hacer mención también que, el total de estos 3 kilos producidos, se darán en los intervalos de las tres oleadas y se obtendrán según el tipo de semilla o cepa, aunque es común que el 50% de la producción se dé en la primera oleada, el 30-35% en la segunda oleada y el resto 20-15% en la última oleada.



CALENDARIO DE PRODUCCION

MODELO DE PRODUCCION PARA 10 CASAS

Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 l	S	L								
2 m	I	L								
3 m	I	L								
4 j	I	L								
5 v	I	L								
6 s	I	L								
7 d	I	L								
8 l	I	S								
9 m	I	I	L							
10 m	I	I	L							
11 j	I	I	L							
12 v	I	I	L							
13 s	I	I	L							
14 d	I	I	L							
15 l	I	I	S							
16 m	I	I	I	L						
17 m	I	I	I	L						
18 j	I	I	I	L						
19 v	I	I	I	L						
20 s	I	I	I	L						
21 d	I	I	I	L						
22 l		I	I	I	S					
23 m	I	I	I	I	L					
24 m		I	I	I	L					
25 j	Po	I	I	I	L					
26 v	Po	I	I	I	L					
27 s	Po	I	I	I	L					
28 d	I	I	I	I	L					
29 l	I	I	I	I	S					
30 m	I	I	I	I	I	L				
31 m	I	I	I	I	I	L				
32 j	I	Po	I	I	I	L				
33 v	I	Po	I	I	I	L				
34 s	I	Po	I	I	I	L				
35 d	I	I	I	I	I	L				
36 l	I	I	I	I	I	S				
37 m	I	I	I	I	I	I	L			
38 m	I	I	I	I	I	I	L			
39 j	I	I	Po	I	I	I	L			

Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40 v	I	I	Po	I	I	I	L			
41 s	I	I	Po	I	I	I	L			
42 d	I	I	I	I	I	I	L			
43 l	So	I	I	I	I	I	S			
44 m	So	I	I	I	I	I	I	L		
45 m	So	I	I	I	I	I	I	L		
46 j	I	I	I	Po	I	I	I	L		
47 v	I	I	I	Po	I	I	I	L		
48 s	I	I	I	Po	I	I	I	L		
49 d	I	I	I	I	I	I	I	L		
50 l	I	So	I	I	I	I	I	S		
51 m	I	So	I	I	I	I	I	I	L	
52 m	I	So	I	I	I	I	I	I	L	
53 j	I	I	I	I	Po	I	I	I	L	
54 v	I	I	I	I	Po	I	I	I	L	
55 s	I	I	I	I	Po	I	I	I	L	
56 d	I	I	I	I	I	I	I	I	L	
57 l	I	I	So	I	I	I	I	I	S	
58 m	I	I	So	I	I	I	I	I	I	L
59 m	I	I	So	I	I	I	I	I	I	L
60 j	I	I	I	I	I	Po	I	I	I	L
61 v	To	I	I	I	I	Po	I	I	I	L
62 s	To	I	I	I	I	Po	I	I	I	L
63 d	To	I	I	I	I	I	I	I	I	L
64 l	L	I	I	So	I	I	I	I	I	S
65 m	L	I	I	So	I	I	I	I	I	I
66 m	L	I	I	So	I	I	I	I	I	I
67 j	L	I	I	I	I	I	Po	I	I	I
68 v	L	To	I	I	I	I	Po	I	I	I
69 s	L	To	I	I	I	I	Po	I	I	I
70 d	L	To	I	I	I	I	I	I	I	I

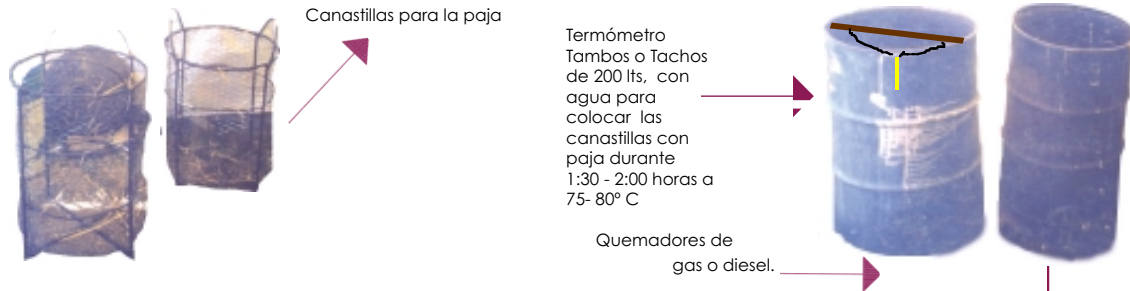
S = Siembra, I = Incubación, Po = primera oleada, So = segunda oleada, To = tercera oleada, L = Limpieza de nave.

PRODUCCION RUSTICA

FERMENTACIÓN o FASE I

Definición: Es el primer proceso de la cadena productiva en el cultivo de setas y se refiere a la mezcla y humectación de diferentes materias primas durante un cierto periodo de tiempo en la cual se obtiene como resultado una composta que será utilizada como sustrato en la que se desarrollarán y producirán las setas.

En la producción de tipo rústico, prácticamente no existe un periodo de fermentación, pues se coloca directamente la paja dentro del recipiente con agua, normalmente rompen las pacas de paja y sin picarla se mete en una canastilla metálica, para posteriormente colocarse las canastillas dentro de tambos con agua de 200 litros de capacidad. El mechero o quemadores se colocan por debajo del tambo y en aproximadamente hora y media la temperatura puede llegar a los 75°C.



Otro tipo de recipiente para pasteurizar puede ser así:

Las canastillas metálicas son para facilitar la introducción y extracción de la paja, es conveniente que las canastillas con paja puedan colocarse dentro de los tambos desde un

inicio con el agua a temperatura ambiente, esto facilitara las acciones y evitará posibles accidentes. El conteo del tiempo de 1:30 – 2:00 horas, se tomará a

partir de que el agua haya llegado a los 75°C. Para ello se coloca un termómetro el cual puede quedar dentro del agua, colocando un trozo de madera como travesaño en la boca del recipiente y de éste atado el termómetro.



Este proceso es conocido como pasteurización por inmersión.

Aquí cabe hacer el siguiente comentario: casi todos los que iniciaron con este cultivo, empezaron de esta forma rustica, pues lo aprendieron de vecino a vecino o por algún curso de tipo universitario e iniciaron bien, posteriormente al querer crecer adquirieron mas recipientes y los resultados fueron cada vez menos satisfactorios, se incremento la mano de obra, el gasto de combustible, etc. y los problemas fueron mas que los ingresos económicos, deduciendo que era mucho mejor seguir produciendo a menor escala. Y lo que sucede es que efectivamente el sistema de producción a pequeña escala esta diseñada para seguir siendo pequeña escala y dar buenos resultados así. Si se pretende crecer la producción con este mismo sistema, "sería un error", error que algunos ya se dieron cuenta, pero que desconocían otro sistema de producción.

Una vez terminada la pasteurización, se sacan las canastillas del tambo de agua y se coloca la paja sobre una mesa en la que se remueve con un biello para que se escurra y se enfríe a 20°C - 22°C para poder realizar la siembra.



SIEMBRA

Definición: Esta se refiere al momento de extraer el sustrato del recipiente de pasteurización después de 2 horas de permanencia a 75°C - 80°C y depositar la semilla en el sustrato para posteriormente ser colocado en bolsas plásticas.

La siembra y traslado de bolsas sembradas a las naves se realizan en un mismo día, se recomienda que la siembra sea a temperaturas menores de 24°C si no fuera así, se corre el riesgo que la semilla sufra algún efecto de estrés y tarde más tiempo para iniciar su invasión al sustrato, puede adicionarse en este momento el carbonato de calcio 20gms / kilo de composta y 10 gms. de sulfato de calcio / kilo de composta. Del mismo modo la semilla que debe

composta y revolverlo en la paja antes de sembrar. Del mismo modo la semilla que debe permanecer en refrigeración a 4°C para su óptimo mantenimiento y que será usada en la siembra, deberá de sacarse un día antes de sembrar, para evitar un termoshock "Sustrato-Semilla" de (4°C - 26°C) a (14°C - 22°C).

Es recomendable que la siembra se realice en un mismo día. Al terminar de sembrar, se revuelven la paja y la semilla y se coloca en bolsas plásticas para ser trasladadas a las salas de incubación, las cuales pueden ser alguna instalación agropecuaria en desuso como : gallineros, zahúrdas, establos, casas o bodegas abandonadas, etc.





Cualquiera de estas instalaciones rústicas, pueden ser salas de incubación o producción de setas. La rusticidad no dependerá de la apariencia solamente, sino básicamente de los equipos que puedan adaptarse a estas instalaciones, esto quiere decir que bien se pueden tener instalaciones rústicas muy bien equipadas y adaptadas para la producción de hongos o instalaciones modernas rústicamente equipadas, que para cuestión de las necesidades de los hongos, lo importante es mantener las condiciones ambientales y biológicas mas que estructurales.

Sin embargo, el poder mantener en buenas condiciones las instalaciones, por muy rústicas que sean, nos darán más probabilidades de producir más setas con mayor calidad.

Aquí están colocando unas paredes de paja sostenidas con alambre de gallinero en ambas caras de la pared, para impedir que entre demasiado aire seco.

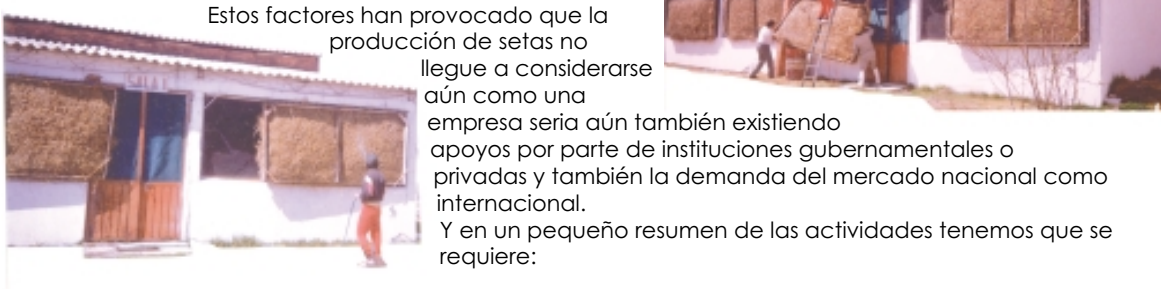
Se puede iniciar la producción de Setas *Pleurotus Spp* (Girgolas), con sistemas muy rústicos en un principio, para después darle paso a mayor tecnología y podemos considerar la producción rústica hasta este proceso para dar lugar a la producción de semi - industrial, que visto de otro modo podría también considerarse ser semirústico.



Sala de incubación y producción de setas dentro de una nave de gallinas de postura, separando las paredes con plásticos

Haciendo un análisis prudente de éste sistema se puede decir que el sistema de producción rústica y tradicional es el mas 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 mas prolifero 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:

- Falta de 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 mas 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
- Ponto o casi nulo crecimiento de la producción.



Estos factores han provocado que la producción de setas no llegue a considerarse aún como una

empresa seria aún también existiendo apoyos por parte de instituciones gubernamentales o privadas y también la demanda del mercado nacional como internacional.

Y en un pequeño resumen de las actividades tenemos que se requiere:

- 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 22 días aproximadamente
9. Transporte a las naves de producción

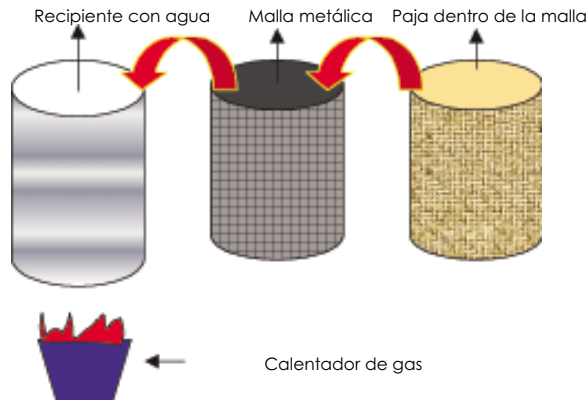
VENTAJAS

- 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 e instalaciones agrícolas en desuso

DESVENTAJAS

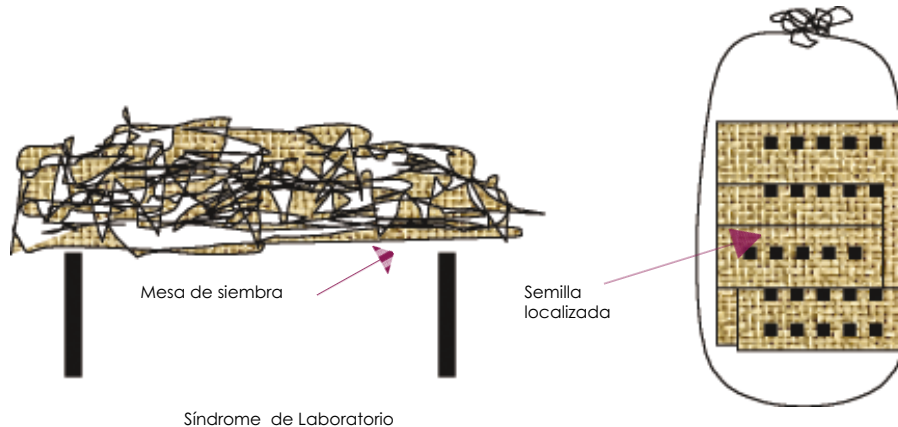
- En su gran mayoría cada productor realiza todos los procesos de producción y es demasiada información técnica de un solo tajo para alguien, que en muchos de los casos es de bajo nivel escolar y poca o nula experiencia en el cultivo, así mismo la tarea de supervisión de todos los procesos que implica el cultivo siendo los primeros procesos los más importantes y con mayor riesgo, refiriéndose a la pasteurización, siembra e incubación.
- 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, que no quiere decir que no se produzca, pero la cantidad y calidad es menor.
- Como resultado se tiene una producción irregular de setas con deficiencias en la consistencia, tamaños, cantidad y calidad comercial que hace que sea un reto mayor la incursión en una cadena de comercialización continua.

SISTEMA DE PRODUCCION TRADICIONAL



SINDROME 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 de algunas Universidades y se transmite este sistema pues se desconocen otros sistemas de producción, esto es funcional experimentalmente pero no a nivel comercial.



El inconveniente de este tipo de siembra es que la semilla queda localizada solo en algunos puntos y el micelio contenido en el grano, tarda mas en conectarse entre sí, y al suceder esto, el micelio desarrollado de las zonas sembradas ya está con señales de producción y se forman estromas (aglutinamientos de micelio) que estresan al micelio, mientras las otras zonas sin sembrar aun no ha sido invadido el sustrato de micelio y puede hacer que disminuya la producción.

PRODUCCION SEMI-INDUSTRIAL

Se considera un sistema de producción semi-industrial, cuando se empieza a contar y utilizar equipo y maquinaria en varios de los procesos, que nos ayudará a tener mejores resultados, pero que aún no están algunas de las fases de producción lo suficientemente equipado, pero que ya se encuentra en el termino medio de crecimiento



FASE I o PREMOJADO

En este proceso, si existe una ligera fermentación, aunque básicamente es un tipo de "premojado".

Uno de los equipos necesarios para obtener mejores resultados para fermentar y lograr mayor capacidad de composta por metro cuadrado de cultivo es el molino de martillos, que hace que nuestra paja sea más homogénea y que obtengamos mayor peso y menor volumen en las bolsas.



Se coloca la paja en el molino de martillos para picarla. La paja puede ser de maíz, trigo, cebada, sorgo o arroz. Se coloca en el molino una criba de 2 pulgadas, para que los trozos sean de entre 4-6 cm.



Una vez terminada la labor de picar la paja, se colocan en arpillas o costales de azúcar. El peso aproximado de cada costal es de 6 a 7.5 kilos en peso seco.



Es preferible que los costales sean del mismo tamaño, para que no haya problemas al momento de acomodarlos dentro del lugar de humectación. También ayudará a calcular rápidamente la cantidad de insumos que se utilizarán posteriormente como lo son: carbonato de calcio, sulfato de calcio, semilla, etc.



Una vez amarrados los costales se llevan a la pileta donde permanecerán de 8 a 12 horas para que la paja pueda obtener la cantidad de agua necesaria.



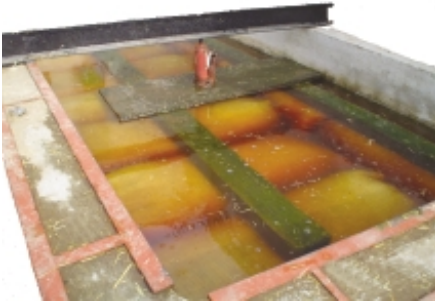
Esta fase es conocida también como pre-mojado. Para realizar el premojado, es mejor si se tiene una cisterna o estanque en la que puedan colocarse los costales sin problema alguno. Normalmente los costales de paja seca tienden a flotar y se puede colocar encima de estos algunas vigas que eviten

que floten y se tenga como resultado una humectación homogénea o pareja.



Los costales con paja permanecerán de 8 a 12 horas sumergidos en el agua, para que al siguiente día se coloquen en el pasteurizador.





En estas imágenes se observa que las pacas fueron colocadas en un estanque y permanecieron ahí por las horas requeridas y se colocaron encima de estas otra capa de pacas de paja, para evitar que se levanten las pacas que están por debajo del agua. Posteriormente son sacadas de la pila para encostalar y llevarlas al pasteurizador. Las actividades son más laboriosas si se realizan de esta forma y no son muy recomendables.

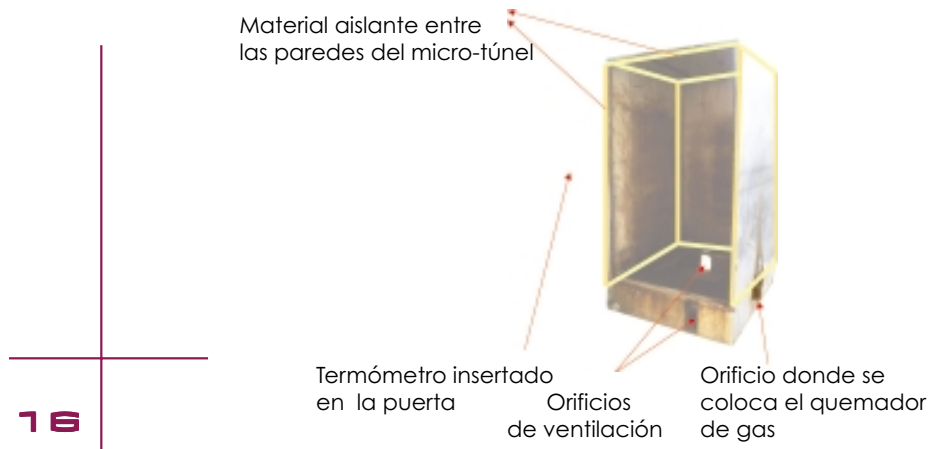


PASTEURIZACIÓN O FASE II

Definición : Este es el segundo proceso en la cadena de la producción de setas y se lleva a cabo en 2 horas a partir de que la temperatura se elevó a temperaturas de 60 - 80°C, según el sistema de producción. Estos tratamientos controlados proporcionarán las características microbiológicas, químicas y estructurales que las setas requieren para su óptimo desarrollo lográndose al final de este proceso un sustrato selectivo.

MICROTUNEL

Este tipo de micro túnel de pasteurización o pasteurizador tipo Express, está hecho con doble pared. La pared del exterior es metálica y puede cubrirse con espuma de poliuretano, la del interior es una pared de asbesto resistente al calor y puede colocarse entre ambas paredes: espuma de poliuretano, lana de fibra de vidrio o paneles de unicel.





Esta parte es hueca y se coloca encima un cajón metálico en donde se recolectan los escurrimientos de los costales previamente sumergidos



Parrilla tubular, donde se colocan los costales

Cajón metálico de recolección de agua escurrida

En el caso de la fermentación por inmersión los costales de paja, después de haber estado las 8-12 horas en el agua son colocados y estibados dentro del microtúnel.



Plancha de acero

Recipiente recolector de escurrimientos



Termómetro

Las temperaturas del interior del micro-túnel son observadas por medio de un termómetro incrustado en alguna de las paredes exteriores.

Es importante hacer algunas pruebas de funcionamiento del termómetro y calibrarlo periódicamente, para tener las lecturas de temperaturas correctas.





Por debajo del micro-túnel, se coloca un quemador de gas, el cual es regulado por una válvula. Este está alimentado por un tanque estacionario colocado a una distancia prudente de la sala de operaciones.

Normalmente se tarda 1:30 a 2:00 horas en llegar a la temperatura de 75 – 80° C desde que se inició el calentamiento. Posteriormente se cuentan las 2 horas de pasteurización y se apaga el quemador para empezar a enfriar la paja.

Para obtener una mejor pasteurización y enfriado del sustrato, es recomendable colocar un ventilador centrífugo que inyecte aire por debajo del microtúnel. Este ventilador centrífugo (tipo ardilla), es calculado en base a la cantidad de composta que tendrá el microtúnel que es de 200 mt3 / hora /ton o su equivalente a la cantidad de composta del microtúnel con una presión de 80 – 90 mm. de columna de agua.



Para llevar a cabo la pasteurización es necesaria la construcción o adaptación de una área de pasteurización el cual dependiendo de la cantidad de composta que se quiera pasteurizar será el tamaño de la pileta, suelo encementado o concreto y del pasteurizador o micro túnel.

SIEMBRA

La siembra es uno de los procesos en los que comúnmente se realiza de una forma muy lenta y laboriosa por desconocer algunos aspectos que pueden agilizar estas actividades. Es recomendable hacer una lista de tareas previas a la siembra y tener las herramientas y materiales preparados para llevar a cabo la siembra.

Lista de tareas:

- Checar que la semilla sea sacada del refrigerador un día antes
- Lavar bioldos y desinfectar con cloro
- Lavar los recipientes donde se colocará la semilla.
- Asegurarse que la temperatura de la composta este en 22°C -24°C
- Utilizar ropa limpia (que no sea la misma de un día anterior)
- Lavar y desinfectar el local donde se siembre (mesa, banda sinfín o piso)
- Tener lista la balanza para monitorear el peso de las bolsa
 - Tener la cantidad de carbonato y sulfato de calcio necesaria

Una vez que se hayan checado estos pasos, puede darse a la tarea de iniciar la siembra



La semilla normalmente está compactada debido al crecimiento del micelio, por la humedad del grano y por la bolsa que la contiene, en el caso del embalaje de la semilla en bolsa plástica, es de suma importancia que la bolsa tenga microfiltros que permitan que la semilla transpire y no corra el riesgo de fermentarse. Aunque en apariencia parecen lo mismo una semilla en polipapel o, en realidad el desarrollo de la semilla que viene en bolsas con filtros es mucho mas sano y tiene menos riesgos de venir estresada.



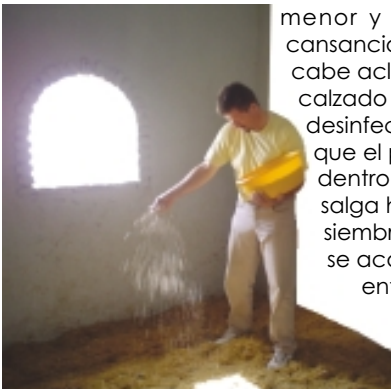
Es necesario deshacer los grumos de la semilla con mucho cuidado dentro de la bolsa plástica y posteriormente hacerlo con las manos desinfectadas, o con guantes.



Al terminar de pasteurizar, se puede colocar la paja en el piso previamente desinfectado con cloro en presentación comercial .5 lt / 20 lts de agua, o en una mesa para escurrir el agua y con un biello revolver la paja para enfriarla a 22°C -24°C, en este momento se le coloca el sulfato de calcio (10 gms./ kilo composta) y



el carbonato de calcio (20 gms. / kilo de composta), o sea un kilo en peso húmedo.



La siembra puede hacerse completamente manual con resultados buenos aunque las labores serán muy arduas, el rendimiento de actividades será menor y mucho mayor el cansancio del personal, cabe aclarar que tanto el calzado y las manos están desinfectadas y se procura que el personal que esta dentro de los cuartos, no salga hasta terminada la siembra, para evitar que se acarreen plagas o enfermedades.

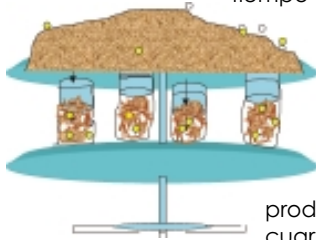




Otra forma de sembrar es mediante una banda sinfín muy sencilla, en la que inicialmente puede adicionarse la semilla manualmente y posteriormente se puede colocar una tolva con un dosificador vibratorio calibrado sin embargo, este sistema ahorrará tiempo y mejorará la calidad de distribución de la semilla en la composta. Aquí es importante notar que la llenada de la bolsa se hace sobre una mesa redonda metálica y giratoria con cuatro orificios del tamaño que se vaya a querer la bolsa.



La ventaja de que la semilla quede muy bien distribuida en la composta es que la invasión del micelio o "lama" será uniforme, homogénea y reducirá el tiempo de incubación, sin problemas del "síndrome de laboratorio"



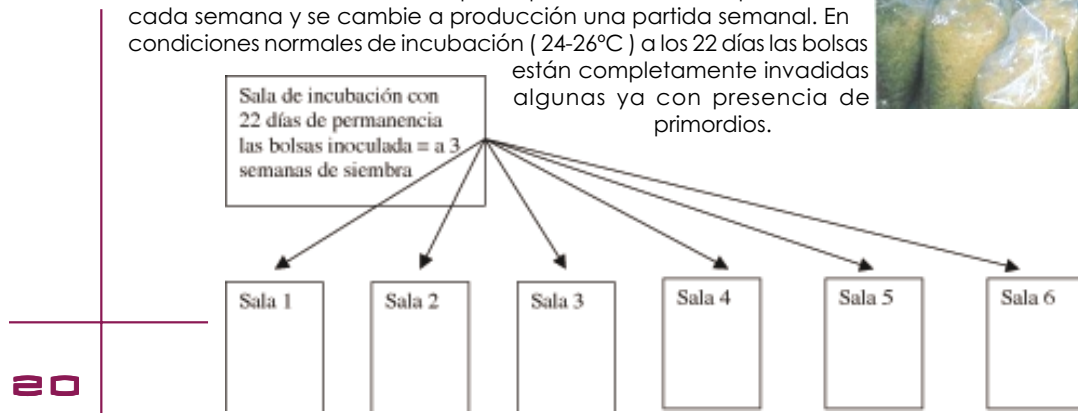
Posteriormente a la siembra se trasladan las bolsas al cuarto de incubación en la que permanecerán a una temperatura de 24- 26° C, por tres semanas para posteriormente ser trasladadas a las salas de producción.

En el caso de realizarse la incubación y la producción en la misma nave, el número de cuartos de cultivo se incrementará a 10 para cerrar el ciclo de producción. Esto dependerá del sistema de producción y el número de cuartos o naves que se tengan para completar el ciclo de producción, sin tener crestas y bajas de producto.



Por ejemplo:

Se pueden tener 6 naves exclusivas para producción y una nave de incubación con capacidad de almacenamiento de tres veces mayor el número de bolsas inoculadas, para que se siembre una partida cada semana y se cambie a producción una partida semanal. En condiciones normales de incubación (24-26°C) a los 22 días las bolsas están completamente invadidas algunas ya con presencia de primordios.



Con 45 días de estancia las bolsas en las salas producción, debieron de haber producido las tres oleadas y estar en condiciones de recibir nuevamente las bolsas de la sala de incubación

En el caso de incubar las bolsas y producir en las mismas naves o cuartos, el número se incrementara a 10, calculando que en un máximo de 80 días se termina el ciclo de producción.

Sala 1	Sala 2	Sala 3	Sala 4	Sala 5
--------	--------	--------	--------	--------

Sala 6	Sala 7	Sala 8	Sala 9	Sala 10
--------	--------	--------	--------	---------

INCUBACION

Definición: Se le llama incubación al periodo de tiempo en que el sustrato es colonizado por el micelio, el cual tarda de 22 a 30 días en estar totalmente invadido si las temperaturas dentro de las naves de producción se mantienen en una temperatura promedio de 24°C - 26° C.



Los cuartos de incubación deben de tener cuando menos tres veces la capacidad de almacenamiento de bolsas que los cuartos de producción. El control de temperaturas es de mayor cuidado en tiempos de calor por contener mayor biomasa (Bolsas) que hace que se eleven mas las temperaturas.

La invasión del micelio a la paja deberá darse entre 22 y 30 días después de la siembra y se presentarán cambios del color de la paja paulatinamente.

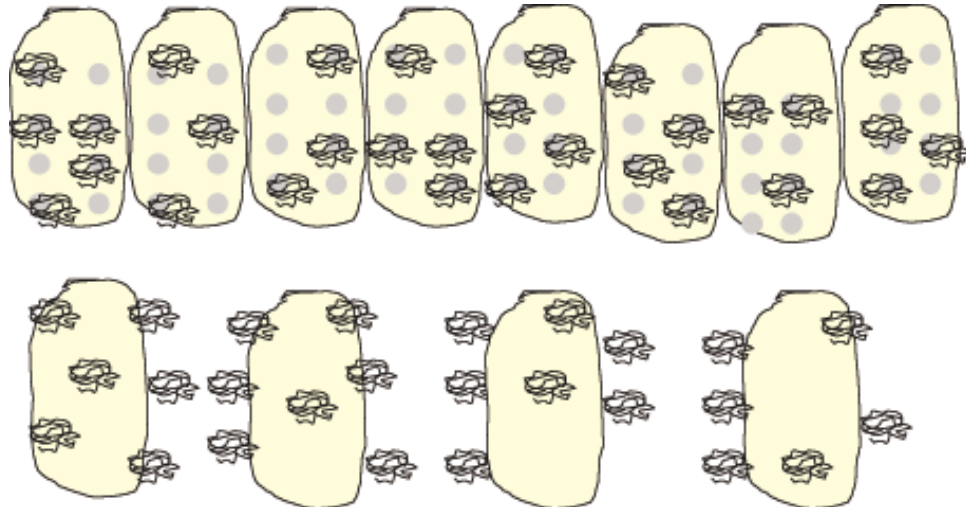
Es recomendable que desde el primer día de siembra las bolsas sean perforadas de tal manera que exista un intercambio de gases dentro de la bolsa dicho de otra forma para que la bolsa respire. Esto mejorará la velocidad de invasión del micelio saludablemente.



Los orificios en las bolsas estarán por ambos lados por donde se quiere que las setas se produzcan. En este tema existe una creencia equivocada al pensar que entre mas orificios se le hagan a la bolsa, más será el número de setas o de producción. No es así, la cantidad de setas será la misma con respecto a la cantidad de paja seca contenida en la bolsa que corresponde al 25% del peso total de la bolsa.



Otra de las creencias equivocadas es que hay que abrir la bolsa por donde se observe que las setas quieren salir. Si así se hace, terminará la bolsa completamente destruida y expuesto el sustrato al medio ambiente, el cual lo resecará y se verá en la necesidad de aplicar más riegos o de disminuir la producción por abortos o maltrato de las mismas bolsas. Otro inconveniente de abrir las bolsas por todos lados, es que se pierde espacio dentro de los cuartos de cultivo, pues caben más bolsas pegadas una con otra pues las setas salen por los lados de los pasillos y no tener que separarlas lo bastante una de otra para que las setas no peguen también una con otra.



Durante el periodo de incubación se estarán controlando y manteniendo las temperaturas por medio de diferentes formas: ventilación, recirculación del aire dentro de los cuartos, riegos en las paredes, pisos y bolsas, inyección de aire acondicionado, abriendo las puertas de entrada o la combinación de varias de estas formas.





Al cabo de algunas semanas se podrán observar pequeñas formaciones de micelio que se van haciendo mas densas, estas formaciones son conocidas técnicamente como "primordios".

Es en este momento en que se tienen que cambiar las bolsas del cuarto de incubación a los cuartos de producción o en su defecto, si los cuartos de incubación son los mismos de producción, será el momento de hacer cambios de ventilación y temperaturas.

PRODUCCION

Definición : La producción es el resultado de la realización de una cadena de procesos de cultivo ordenados, controlados, sistematizados y supervisados de tal forma que la cantidad y la calidad del producto sean satisfactorias. Técnicamente se refiere al cambio de la fase vegetativa del micelio a la fase reproductiva.

Los cambios que se dan en los primordios a partir de que aparecen, son muy rápidos de tal forma que se tiene que actuar de la misma manera. En pocos días de (3 a 6) los primordios pasan a tener figura de setas y es en esta fase en la que la temperatura, la humedad y la ventilación afectan significativamente la cantidad y la calidad del producto.

En el caso de la humedad, si no es suficiente, esto es mantenerse en 85 % de humedad relativa y no menos de 60% dentro de los cuartos, las setas se secarán y serán abortadas. Respecto a la ventilación, se requieren de 12 cambios por hora para poder tener un crecimiento adecuado de las setas y que las esporas

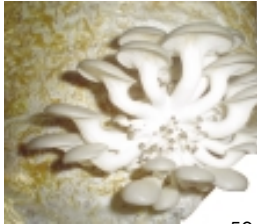


no sean un problema para la cosecha, además si no se tiene esta ventilación, se obtendrá mas tallo que cabezas por lo tanto perdidas en el peso total del producto y por último, la

temperatura será un factor determinante de la velocidad del crecimiento.

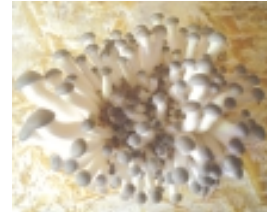
A mayor temperatura de (16°C - 18°C) se tendrá un crecimiento acelerado y a menor temperatura (4°C-8°C) se tendrá perdida de tiempo por el lento crecimiento.





Para obtener buenos resultados de producción y logística o manejo del producto, estos son algunos detalles en la construcción de los cuartos de producción

- En el techo habrá una abertura de 50 cm. x 50 cm. o una franja de 30 cm. al centro por lo ancho del cuarto para permitir entrada de luz, procurando láminas de color oscuro que no permitan la luz directa dentro del cuarto.



- La altura del techo es preferible que sea de 3 m. de alto para colocar cuatro niveles de producción y que el tubo de la ventilación no choque con el último nivel.

Respecto al ducto de ventilación, es un tubo de plástico común y corriente con el que se hacen las bolsas plásticas pero sin divisiones. Puede encontrarse en cualquier tienda proveedora de plásticos.

- Hacer un orificio. en la parte central superior del frente del cuarto, para colocar el ventilador.

Se conecta al ventilador o a la caja mezcladora de aire y se amarra en la parte final del cuarto.

- Dos orificios de 50cm. x 50 cm. en la parte inferior en ambos lados del fondo del cuarto, para expulsar el aire inyectado. En caso de no poder ser así se podrán al frente

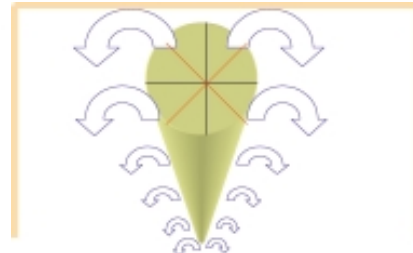
- La estantería tendrá 25 cm de ancho x los metros de largo que permita el cuarto y con cuatro niveles.

Tubo plástico de ventilación

Caja mezcladora de aire



Al ducto se le abren orificios a los lados dirigidos en la parte tercia superior de la siguiente forma:





Ventilas de fuga de presión

Entrada superior de aire

Esta colocación es con el fin de que el aire choque en el techo y posteriormente pegue en las paredes laterales para que provoque una turbulencia que permita una mejor ventilación, homogénea (o sea, pareja) y que no golpee y reseque a las setas por recibir el aire directamente.

Los orificios pueden estar a cada: 40 cm., o 50 cm., de distancia uno de otro, por ambos lados. En esta imagen se observa una prueba en la que en los orificios se



Entradas de luz con lamina de fibra de

Ducto de ventilación



50 cm. entre nivel y nivel

Anaquele de 25 cm. de ancho

Pasillo de 90 cm. entre stand y stand



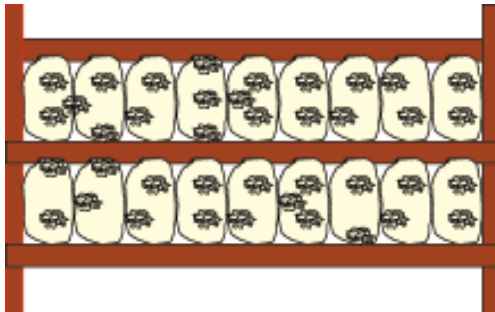
incrustaron vasos desechables incrustados, pensando en que de esta forma podría fluir el viento con mayor precisión, pero no tuvo la menor relevancia.

Una prueba visual de que los ventiladores están funcionando correctamente es cuando el ducto se encuentra plenamente lleno de aire y con presión, si no se encuentra así, habrá que checar el motor, la banda o calibrar las poleas.

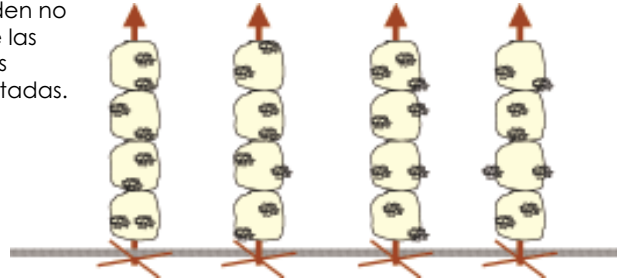
Existen varias formas de colocar las bolsas dentro del cuarto de producción e inclusive otros tamaños de bolsas. Entre las más comunes están del tipo:

- Estantería
- Brocheta
- Salchichón
- Carrusel
- Enganchadas

De estas formas de mantener las bolsas el mas ordenado y con menos riesgos de todo tipo: contaminación, accidentes, logística son las de tipo Estantería.



El de tipo Brocheta, tiene el inconveniente de que todas las bolsas son atravesadas por la lanza y si la primer bolsa tiene problemas de infecciones desde la pasteurización, transmite las enfermedades de una bolsa a la otra y no nos damos cuenta, pues en ese momento pueden no verse las zonas infectadas.



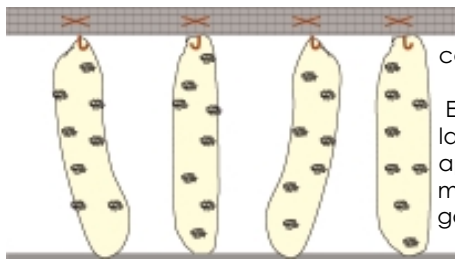
Es necesario que las brochetas queden ancladas en el piso, antes de vaciar el concreto en el piso .

Aquí se implemento este tipo de brocheta dentro de la caja en desuso

de un tractocamión refrigerado.



El peso de cada salchichón oscila entre los 50 y 70 kilos, ofrece un peso sobre el techo, no quedan bien estables sobre el piso y se requiere de bolsa muy resistente.

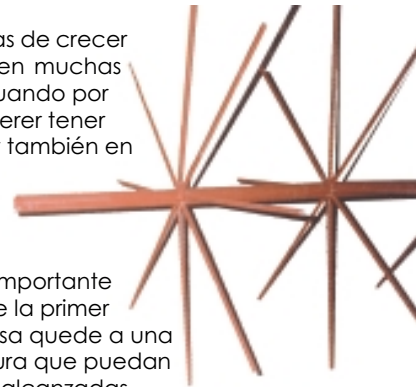


Los de tipo carrusel, primero se ancla al piso un pivote, en la que posteriormente se le ensambla la armazón, la cual gira como carrusel.

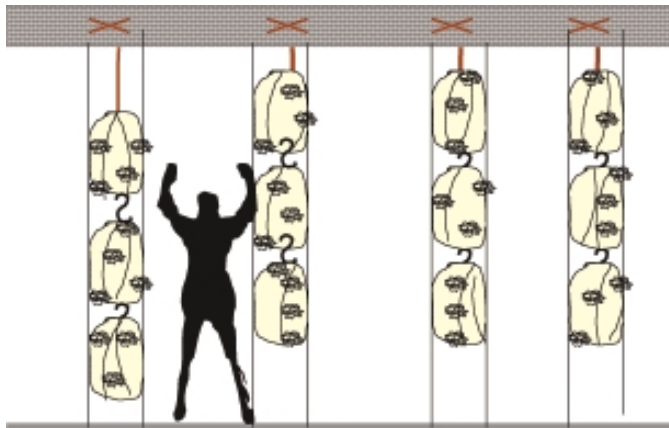
En cada cruceta del carrusel, se le cuelgan las bolsas de sustrato la cual oscila entre los 8 kilos cada bolsa. El problema mayor aparte de los golpes que se da el personal con las puntas metálicas, es al momento de la cosecha, pues al girar las setas se golpean una con otra se maltratan. No hay suficiente espacio para que las setas crezcan sanas y los riegos no penetran en todas las bolsas.



Pueden ser o parecer innovadoras algunas formas de crecer setas por parte de algunos productores, pero en muchas ocasiones el costo es alto y el beneficio poco, cuando por querer meter un número mayor de bolsas por querer tener mas producto, finalmente se pierde en calidad y también en cantidad.



Enganchada



Es importante que la primer bolsa quede a una altura que puedan ser alcanzadas para cosecharlas sin mayor problema.

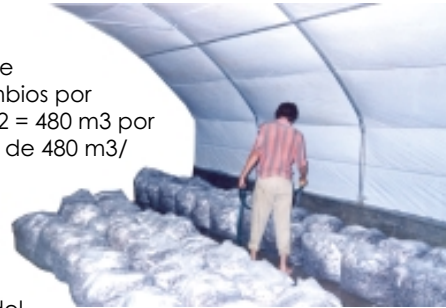
Creo que de los anteriores ejemplos la mejor de las formas de tener las bolsas, después del de tipo de estantería, sería éste. Colgando las bolsas una de otra con un gancho en forma de "S" y para evitar que las bolsas giren, colocar unos

alambres en ambos lados para que las sujeten. Si el techo resiste se le pueden colgar 4 bolsas por columna, de lo contrario con 3 bolsas con un peso entre 10 y 12 kilos no se tendrá problemas

RIEGOS

Los riegos en todas las fases son y están muy ligados al sistema de ventilación, de aquí el porque la ventilación debe ser de 12 cambios por hora, ejemplo: si el cuarto mide 4m x 4m x 2.5 de alto = 40m³ x 12 = 480 m³ por hora, entonces se tendrá que comprar un ventilador "tubo axial" de 480 m³/hr o cercano a esta cantidad, ya que no los hay en la justa medida que uno los necesita.

Los riegos que se realizan en todas las fases, unos pueden ser en pisos paredes y sobre las bolsas para ayudar a bajar la temperatura de las bolsas, en caso de que los equipos o el aire del exterior no sea lo suficiente para bajar las temperaturas.



Los riegos pueden hacerse sobre las bolsas, siempre y cuando estén cerradas o sin perforar las bolsas de tal manera que no tenga contacto el agua con el sustrato, de lo contrario puede suceder que se oxide el sustrato y pueda dar lugar a plagas o enfermedades.

Aquí se observan bolsas que estando perforadas, se regaron sobre de ellas, con el chorro de la manguera directo y penetro hasta el sustrato.

Para evitar esto puede hacerse con regaderas de rosa fina que riegue mucha mas superficie y no le penetrará agua dentro de las bolsas.

No es conveniente hacer riegos pesados cuando existe mucha población de setas o



que los racimos de setas están densos, pues se corre el riesgo que puedan mancharse con bacteria si no se secan pronto. El problema esta en que el aire no alcanza a penetrar entre los racimos de setas, lo que hace que se tarde más tiempo en secar el racimo.

Una forma de combinar los riegos y la ventilación, es mediante sistemas de ventilación programados sencillos llamados "timers", los cuales manualmente o automáticamente se les programa para que permitan la entrada de aire, justo como el cultivo lo necesita.



Se calcula que las setas después de haber sido

regadas directamente, duren aproximadamente 4 horas para estar secas.



SISTEMA DE PRODUCCION INDUSTRIAL

Existen pocas empresas que estén produciendo en escalas industriales en Latinoamérica y esto se debe en parte a que se desconoce como hacerlo. Existen empresas que diseñan o venden plantas de producción de hongos ensamblables y también se pueden hacer algunas combinaciones de los sistemas automáticos con infraestructuras existentes.



FERMETACION o FASE I

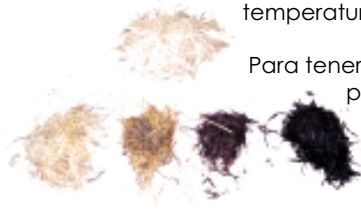
En este sistema si existe una fermentación de 3 días mínimo, en la cual la paja se riega al momento de picarse y durante los tres días. Para esta operación se utiliza un cargador frontal que voltea la paja y en ese momento se va regando hasta alcanzar un porcentaje de humedad de 72% – 75%.



Es necesario voltear la paja diario para evitar que se fermente anaerobicamente (sin oxígeno) y se vuelvan ácidas algunas zonas de la composta, lo que inhibe la invasión y el crecimiento del micelio.

La humectación puede hacerse a mano con manguera, o con un sistema de riego de aspersores.

El color de la paja va cambiando ligeramente de color dorado a café y la temperatura va elevándose pero no alcanza temperaturas mayores a los 45°C



Para tener una idea más clara de las actividades que se realizan en la preparación de composta, se presenta el siguiente calendario de actividades .

- Día 1.- Descarga de pacas, deshacer y picar pacas, regar, y apilar.
- Día 2. - Revolver pila y regar
- Día 3. - Revolver pila y regar
- Día 4. - Entrada a pasteurización

Los calendarios de actividad para la preparación de composta suelen hacerse específicos para cada empresa a partir de las materias primas que pueden tenerse al alcance y resultados obtenidos tanto en estructura, textura, humedad,

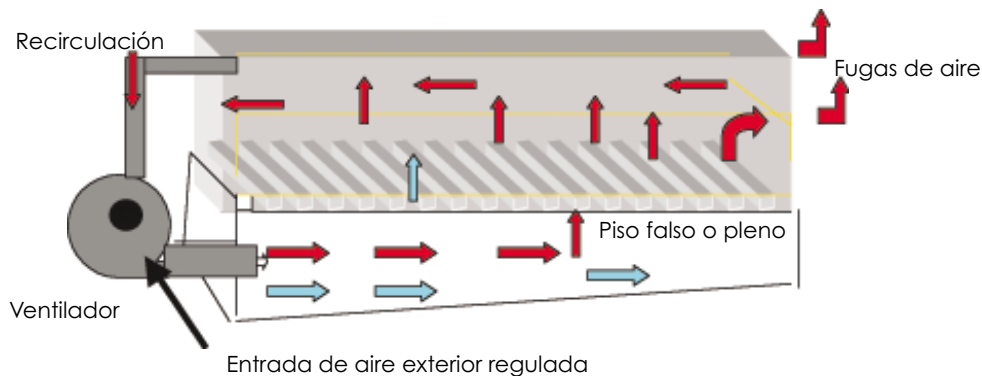
PASTEURIZACIÓN (FASE II)

Se la denomina pasteurización o 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.
- .- Ventilador centrífugo.
- .- Sistemas de inyección de vapor.

Luego de 3 a 5 días de compostaje, según materia prima utilizada, 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





Este se llena de composta, se inyecta vapor de una caldera y se mantiene en recirculación hasta obtener todas las lecturas de los termómetros iguales.

Aproximadamente son 24 horas las que se necesitan para realizar esta fase, durante estas horas las temperaturas dentro del túnel son controladas y monitoreadas para determinar los tratamientos. La pasteurización consiste básicamente en mantener durante 2 a 4 horas a 70°C la temperatura de la composta. El objetivo de esta fase entre otros es 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 las setas y eliminar microorganismos indeseables como: Insectos, nemátodos, esporas de otros hongos, larvas, huevecillos de moscas, arañas, ácaros, etc.



CARACTERISTICAS DEL TUNEL DE PASTEURIZACION

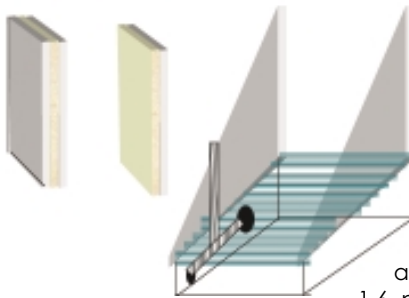
Para diseñar un túnel de pasteurización se pueden tomar en cuenta varios factores: Estéticos, económicos, prácticos y funcionales ,las características básicas que el túnel de pasteurización debe tener son:

- 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 setas que se vaya a producir.

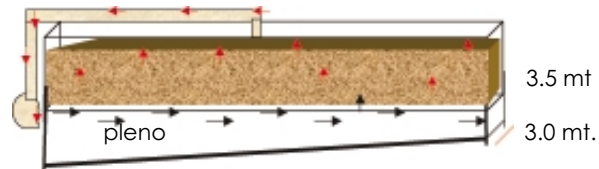
Comúnmente el ancho es de 3 a 4 metros, por cuestiones de resistencia y rigidez en el piso



- 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



Ducteria cubierta con material aislante



Normalmente se llena el túnel a una altura de 1.6 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 no tiene importancia o efecto alguno porque en la

producción de setas siempre se inyecta 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. No es conveniente que el pleno o distancia entre el piso real y el piso falso sea menor 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 pérdidas de tiempo en las labores de llenado de túnel y siembra así como frenará 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 blocs 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 ductería, 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.



Construcción con panel w



Construcción tipo Invernadero



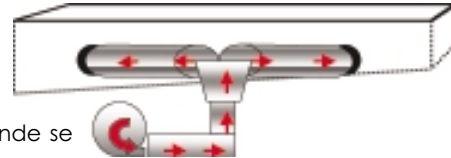
Construcción tipo local



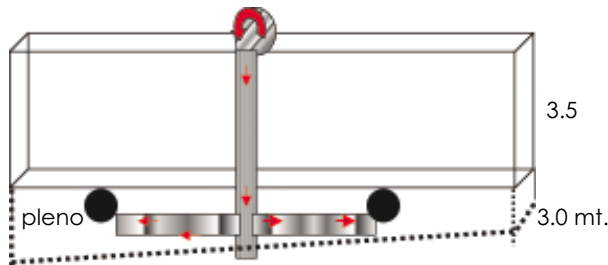


Para iniciar la construcción de un túnel (tipo local) se puede excavar una fosa del tamaño que vaya a ser éste de 3.0 mt. x la longitud calculada con un mínimo de 90 centímetros en la parte mas baja y la pendiente de 2% hasta el final de la fosa. Hay quienes dejan un mínimo de 1.5 mt. en la parte mas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

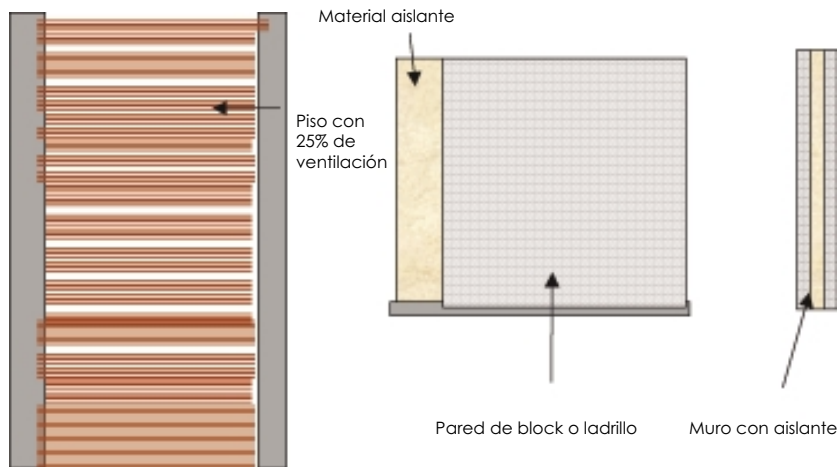


Por razones de espacio insuficiente hay quienes prefieren colocar el ventilador en el techo del túnel

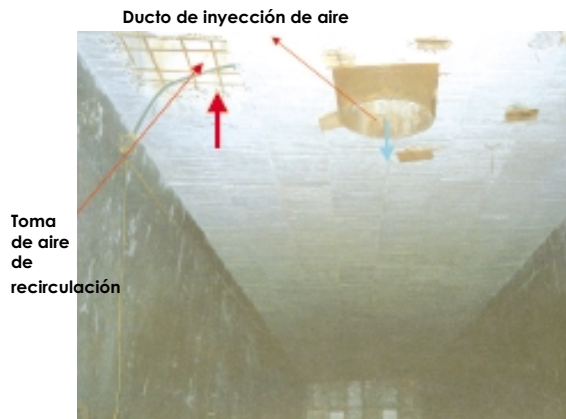


Terminada la excavación se coloca el cimientto de concreto o piedra donde posteriormente se recargaran las vigas de concreto que pueden ser de 4" x 8" x 3.0 mt y se colocan una junto a la otra con un espacio de 1" correspondiente al 25% de la superficie total del piso. Posteriormente se levantan dos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



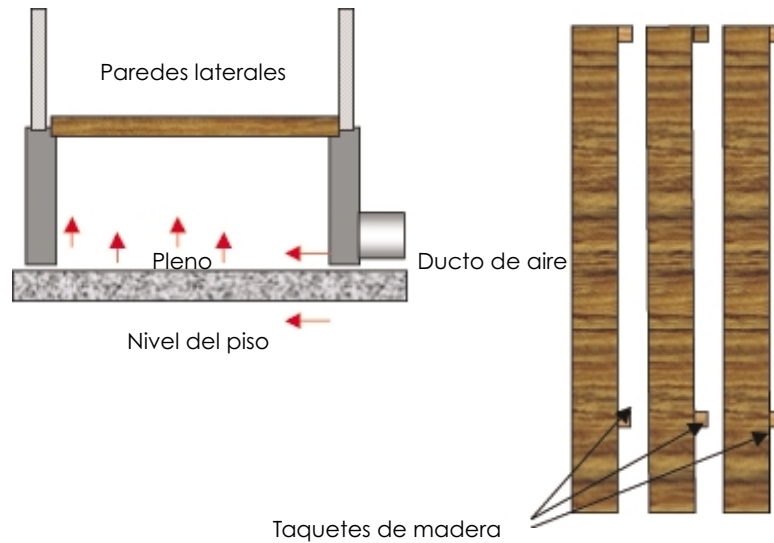
En terrenos en los cuales los suelos son bastantes duros y el costo de la excavación es alto o no se puede excavar, puede hacerse otro tipo de pleno y consiste en levantar los muros y contemplar a 90 centímetros de altura del piso, hacer un pretil en el que se recarguen las vigas o polines de madera 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 sinfin para este trabajo. Una forma práctica de separar los polines al 25% entre uno y otro. Es clavando un taquete de 1/2 pulgada en las orillas de estos.



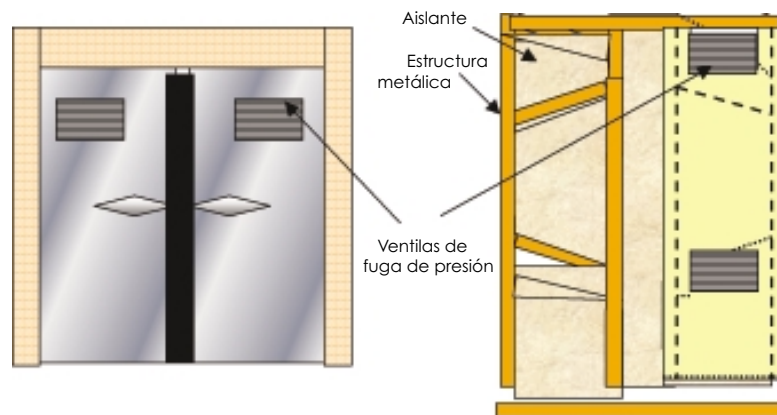
Pleno sobre el piso



Pleno sobre el piso sin excavación



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 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 lámina metálica que va por la parte interior de la puerta sea de acero inoxidable, pues es la que está 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



CALCULOS DE VENTILACION

Para calcular la capacidad del ventilador para cualquier túnel se considera la densidad de la composta, la cual oscila entre 250 / mt³

Ejemplo

Si se tiene un túnel de 10.00 metros de largo por 3.00 metros de ancho y se llena a 1.60 mt. de alto y un promedio de 250 kg/mt³, entonces son: $10.00 \times 3.00 \times 1.60 = 48 \text{ mt}^3$, entonces - $48 \text{ mt}^3 \times 250 \text{ kg} = 12,000 \text{ kg}$ 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 100 mm cúbicos de columna de agua con un ventilador centrífugo.

Por lo tanto si se tienen 12,000 kilos = a 12 toneladas se multiplican 12 toneladas por 200 m³ por hora, esto es igual a 2,400 m³ por hora y se requerirá un ventilador de esta capacidad o cercana a esta cantidad.

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



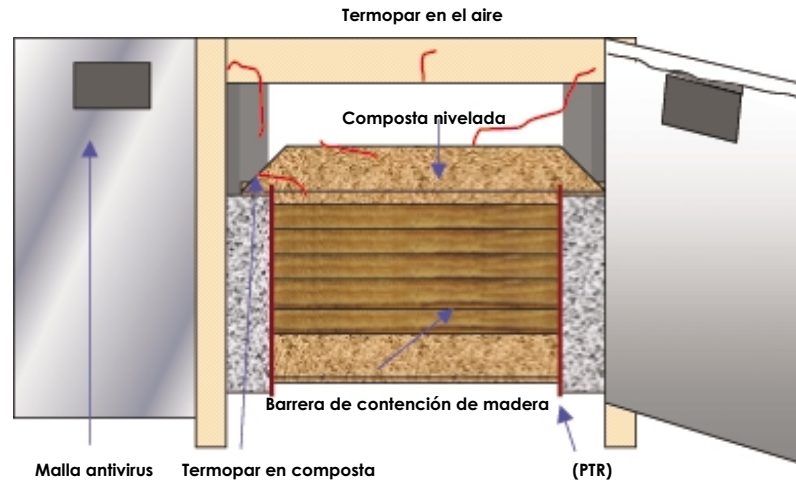
El llenado de túnel puede hacerse con tractor cargador frontal o con bandas sinfín, la mejor forma de llenar el túnel en todos los sentidos es utilizando bandas sinfín, esto traerá ahorro de tiempo, mejorará la aireación de la composta por lo tanto mejor calidad de ésta y menor desgaste físico de los 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 vengzan 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 cloro el local, principalmente en los recovecos de éste.
- Calibrar los termómetros, revisar los tubos de inyección de vapor, válvulas y la caldera.

Al entrar la composta al túnel hay una demora de tiempo normal entre la paja que se metio 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 inyectando vapor. En este tema del vapor, es de suma importancia que se inyecte vapor activo que calentará mas rápido y el cual se logra al tener 7 kilos de presión en el manómetro de la caldera. Si no se llega a ese nivel, se corre el riesgo de que se meta vapor a baja presión y la composta quede demasiado mojada y fría.

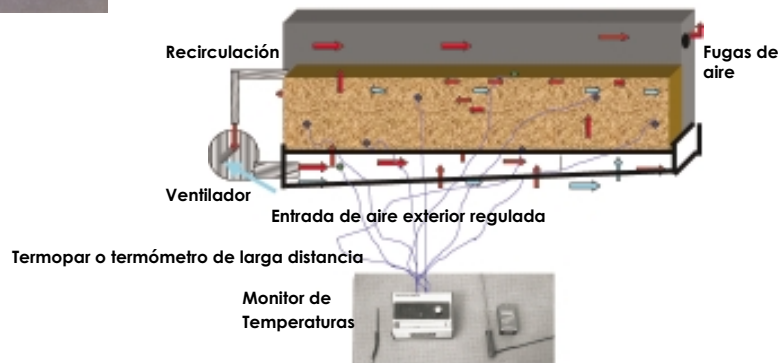
Para evitar esto, es recomendable checar que la válvula del tubo de vapor de la caldera al túnel esté cerrada

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.



Termopares de larga distancia



HOJA DE CONTROL DE TEMPERATURAS EN LA FASE II

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

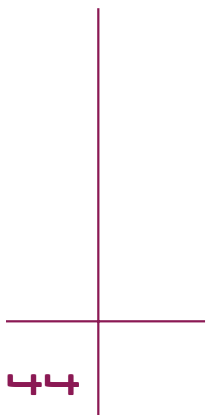
Hora 0 a 1	Llenado de túnel, Recircular, homogenizar temperaturas
Hora 1 a 4	Elevar a 55°C
Hora 4 a 6	Elevar gradualmente hasta 70°C mantenerse por 2 – 3 horas y bajar a 55°C (durante estas horas se lleva a cabo la pasteurización)
Hora 6 a 8	Mantener a 70°C
Hora 8 en adelante	Inicia enfriamiento de composta, bajar gradualmente la temperatura por la noche para al día siguiente lograr 22°C – 24°C
Siguiente Día	Siembra

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.



- 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
cámara
del año.

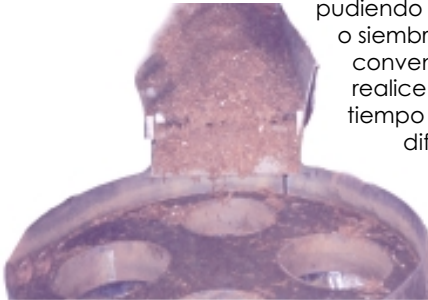
La siembra se realiza al terminar la fase II, procurando que la temperatura de la composta se encuentre entre 20°C-24°C al momento de sembrar. La dosificación de la semilla puede realizarse manual o mecánicamente, calculando que se dosifique entre 100-150gramos por cada 12 kilos de sustrato.

semilla debe de almacenarse en temperaturas de 4°C para que no sufra alteración alguna, por lo que es conveniente que esta sea retirada de la frigorífica uno o dos días antes de la siembra, esto dependerá de la estación

Normalmente las casas comerciales que se dedican a la venta de la semilla, revisan la calidad de ésta garantizando hasta un 95% 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 o bien 22 días manteniendo la temperatura del sustrato entre 24°C y 26°C, o directamente a los cuartos de producción donde estarán hasta su cosecha.

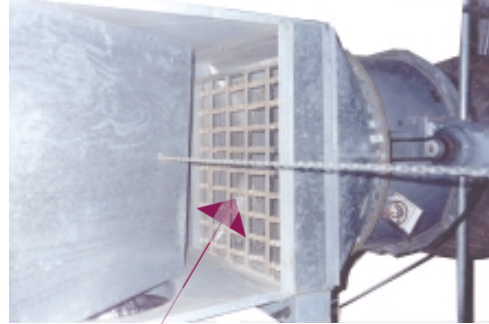
En esta fase pueden emplearse diferentes mecanismos para controlar la temperatura que tiendan a elevarse o a disminuir



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.



Ducto de aire acondicionado conectado al ducto de ventilación



Resistencias eléctricas para elevar temperaturas

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 20 a 25 días, si no se mantienen estas condiciones de temperaturas y presencia de CO₂ la invasión se puede retrasar en ocasiones más de una semana. En caso que las temperaturas se hayan elevado, puede originar la presencia de enfermedades y disminución de la producción.

INDUCCION



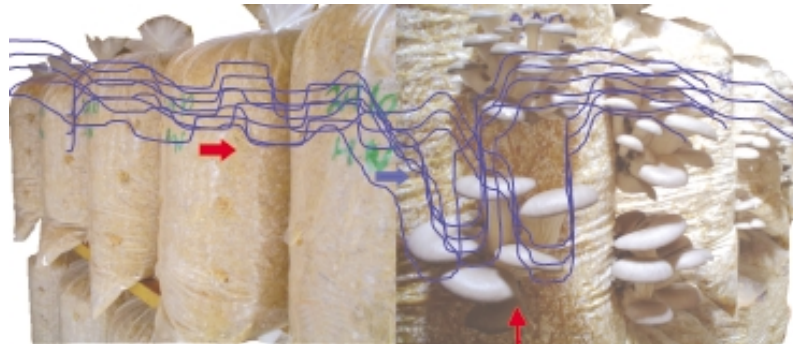
La inducción se refiere al momento en que el micelio pasa de un estado vegetativo a un estado productivo es conocido también como "Barrido", "Termoshock", "Iniciación" o "Flush". Para que esto suceda es necesario llevar a cabo acciones como las siguientes:
Disminuir la temperatura del cuarto de 28°C -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 setas es de 12 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. Si es necesario regarse debido a que se nota que a la superficie del sustrato le falta agua, es conveniente aplicarla con un riego con nebulizador para no dañar el primordio

El tiempo en el que el primordio es detectado que se forma en el interior de la bolsa, es necesario hacer los cambios de ambiente al cabo de 5 días podrá tenerse la primer cosecha u "oleada" como se le conoce coloquialmente entre los productores.

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

26 °C - 28° C



Fase vegetativa

Primer oleada

16°C

PRODUCCION

La producción inicia después de aproximadamente 24 –26 días después de haberse sembrado. Durante esta etapa se continua con la ventilación, supervisando que no haya exceso de aire que reseque la epidermis de la seta, para restar este efecto se pueden hacer riegos directos al cultivo o al piso para incrementar el porcentaje de humedad relativa en el cuarto.

Una acción práctica para prevenir que los hongos se manchen a causa de bacterias durante el inicio de cada oleada, es colocar Hipoclorito granulado al piso (utilizado para las piscinas)

Al aparecer la primer oleada, ésta se corta aproximadamente en termino de tres días, dejando los orificios por donde se produjeron las setas, lo mas limpio posible, que quiere decir sin vestigio alguno, es importante no dejar restos de patas o tallos porque se originan enfermedades posteriormente. 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 dos semanas entre una y otra aproximadamente. 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 es conveniente dar por terminada la producción a la tercer cosecha.

Los riegos que se aplican durante la etapa de producción van disminuyendo tanto en cantidad de agua como en numero 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 las bolsas, hongos arrancados o caídos que vayan a ocasionar enfermedades posteriormente, ya que entre oleada y oleada se esta regando el cultivo y esto acelera la descomposición de los hongos caídos o arrancados durante la recolección

COSECHA

Una vez iniciada la recolección de setas, ésta se realizara tomando en cuenta factores como: Madurez, tamaño, calidad, hacer un buen corte y no maltratarlos al momento de colocarse en los jabas plásticas.



Los recipientes en los que son recolectadas las setas deberán ser lo más prácticos posibles y con las paredes interiores preferentemente lisas o con enrejados finos, para que el hongo no se atore y 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.



Hay quienes prefieren cortar las setas en racimo y posteriormente seleccionarlas para empacarlas, esto no es conveniente cuando la producción es basta, lo mejor es corta y seleccionar al mismo tiempo al momento del corte.

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

Un dato relevante es que un metro cuadrado de setas puede equivaler en ingresos a una hectárea de

producción de maíz o más en algunas regiones, pues se un metro de cultivo se convierte en cuatro, pues el crecimiento es hacia arriba (en niveles) y se pueden hacer 5 ciclos de producción por año.



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 crezcan demasiado los hongos y pierdan calidad comercial.

MANEJO POST-COSECHA

Al momento de estar cosechando las setas, 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 mas el manipuleo durante el almacenamiento.

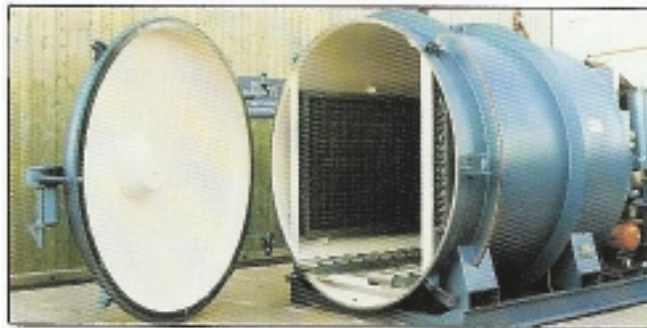


Es conveniente chequear constantemente la temperatura de las cámaras frías para evitar que el producto sufra algún deterioro. Entre los daños más comunes sufridos en esta etapa son cuando los difusores llegan a congelarse y están goteando o salpicando el producto, provocando que se manche la piel del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



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

Una vez frenada la oxidación del producto mediante la refrigeración, la cual puede durar algunas horas, o minutos dependiendo de la capacidad de enfriamiento y del equipo de refrigeración, bajando la temperatura de los hongos hasta 2°C, se trasladan los hongos a un cuarto de refrigeración de almacenamiento, manteniendo el producto a 4°C para después poderlo empacar.



Existe en el mercado un sistema de refrigeración express que en cuestión de minutos baja la temperatura del producto a 2 °C, son conocidas como "Vacumm Coolers" o enfriado al vacío.

Es muy importante que haya pasado las setas por estos procesos de refrigeración previa su venta ya que de no hacerlo, puede perderse el producto en cuestión de horas si se mantiene a temperatura ambiente.

Al momento de estar empacando las setas, 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.

EMPAQUE

En el caso de la presentación de emplayado, la cual es una charola de unicel cubierta con plástico, éste deberá tener 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, telas de mosquitero en las ventanillas de los cuartos de cultivo, túnel de pasteurización, etc. Uso de guantes plásticos en algunas labores, equipo de trabajo adecuado, desinfección de herramientas y materiales con cloro y /o alcohol, etc.

Colocar tapetes sanitarios en las entradas de los cuartos de cultivo, siembra o producción con cloro o sal (cloruro de sodio)

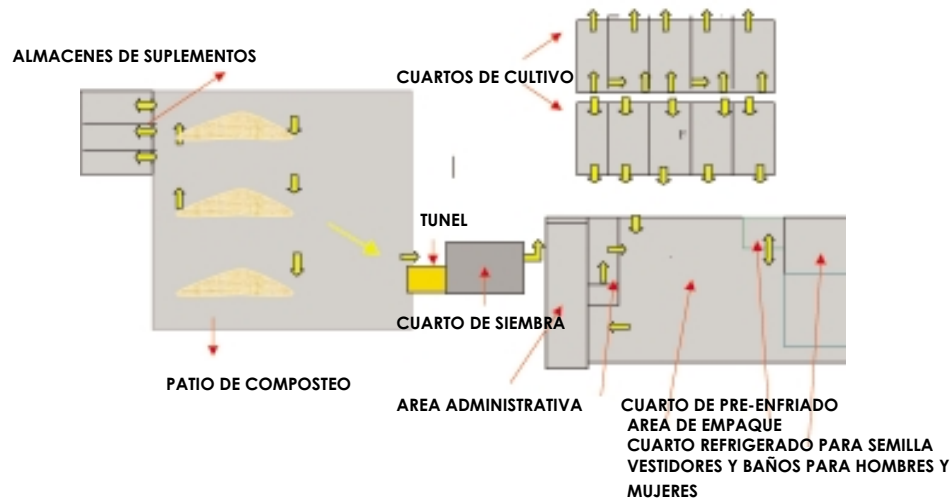


Uno de los problemas comunes en la producción de setas es, la presencia de coprinos, los cuales son indicador que el tiempo de pasteurización no fue suficiente, la temperatura es menor a la que se debe pasteurizar y/o la procedencia de la paja tiene residuos de amonio.



Cuando por alguna razón se presentaran plagas, 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 las bolsas o eliminadas si es muy fuerte la infección. 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

DIAGRAMA DE FLUJO

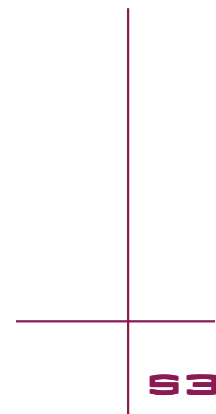


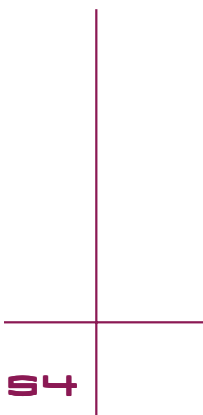
CONCLUSION

Es un hecho que la producción y el consumo de hongos comestibles como las setas, champiñones, shii-takes, Inoki-Takes, mai-Takes y algunos de origen silvestre, seguirán en aumento en el mundo debido a su exquisitez, características nutritivas y su capacidad de adaptarse a las materias primas existentes en cada región o país en el caso de los cultivables y en el caso de los silvestres que su recolección es una tradición.

Sumado a esto y considerando que las fuentes de alimento de origen animal como las aves y el ganado, cada vez les aparecen más enfermedades, los problemas sin duda alguna seguirán presentándose en el área pecuaria como son actualmente las vacas locas y los pollos con fiebre.

Los alimentos de origen orgánico son ahora mas apreciados y requeridos por un mercado en crecimiento y entre estos alimentos podemos considerar a los hongos.





Ing. Francisco Fernández Michel
Fungitec Asesorías
Justo Sierra 2535 Col. Ladrón de Guevara C. P. 44600
Tel/Fax Lada Intl: Ofic: 00 52 33 36 16 56 67, Part. 00 52 33 36 51 15 06
Lada Nal: Ofic: 01 33 36 16 56 67, Part. 01 33 36 51 15 06
E-mails: fungitec2000@yahoo.com.mx, fungiexpo@yahoo.com.mx
Guadalajara, Jalisco. México
Marzo 2004