

Micropropagación de seta ostra (*Pleurotus ostreatus*) en diferentes sustratos

Nadia Belén Vidal Guillén¹

Armando de Jesús Vázquez Hernández¹

Erick Ruiz Romero^{1*}

Escuela de Ciencias Químicas Ocozocoautla, Universidad Autónoma de Chiapas,
Chiapas, México¹

*Correspondencia Dr. Erick Ruíz Romero, Carretera Panamericana Ocozocoautla-Cintalapa Km. 2.5, Ocozocoautla de Espinosa 29140, Chiapas, México, erick.ruiz@unach.mx

Resumen

Los hongos comestibles representan una fuente alimenticia de gran tradición entre la población rural de nuestro país. Su producción es una alternativa importante para satisfacer las necesidades alimenticias de la población. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de producción de la seta *Pleurotus ostreatus* en diversos sustratos. Se establecieron 14 tratamientos, que fueron: olote, olote con plástico, olote con aserrín, olote con paja, olote con suelo, aserrín, aserrín con plástico, aserrín con paja, aserrín con suelo, paja, paja con plástico, paja con suelo, suelo y suelo con plástico. Las bolsas fueron colocadas en un ambiente seco y limpio, evitando la exposición a la luz solar, y permanecieron en condiciones de oscuridad durante 21 días hasta que los pasteles estuvieron completamente colonizados por el micelio del hongo. Las condiciones óptimas de temperatura fueron de 18 a 28 °C, con una humedad del 80 %. De los tratamientos realizados, el de mayor peso final fue el tratamiento con olote, con 650 gramos, y el de menor peso final, con setas producidas, fue el tratamiento con paja y suelo, con 35 gramos. Cabe mencionar que los tratamientos con suelo y suelo más plástico no produjeron setas.

Palabras clave: hongos comestibles, cultivos, *Pleurotus ostreatus*.

Abstract

Edible mushrooms represent a traditional food source among the rural population of our country. Their production is an important alternative to meet the dietary needs of the population. The objective of this study was to evaluate the production yield of the mushroom *Pleurotus ostreatus* on various substrates. Fourteen treatments were established, which were: corn cob, corn cob with plastic, corn cob with sawdust, corn cob with straw, corn cob with soil, sawdust, sawdust with plastic, sawdust with straw, sawdust with soil, straw, straw with plastic, straw with soil, soil, and soil with plastic. The bags were placed in a dry and clean environment, avoiding sunlight exposure, and remained in darkness for 21 days until the cakes were fully colonized by the mushroom mycelium. The optimal conditions of temperature ranged from 18 to 28 °C, with a humidity level of 80%. Of the treatments performed, the one with the highest final weight was the corn cob treatment, with 650 grams, and the one with the lowest final weight, with produced mushrooms, was the straw with soil treatment, with 35 grams. It should be noted that the soil and soil with plastic treatments did not produce mushrooms

Keywords: edible mushrooms, crops, *Pleurotus ostreatus*.

Introducción

Los hongos son organismos eucariontes que pertenecen al reino Fungi. Estos organismos presentan una notable diversidad morfológica debido a la amplia variedad de especies; pueden ser comestibles, no comestibles, venenosos o medicinales, y presentan cuerpos fructíferos que pueden ser hipogeos o epigeos (1).

Los hongos comestibles han sido objeto de numerosos estudios debido a sus beneficios nutricionales para la dieta humana. Son una opción alimentaria viable por

su bajo costo de producción, el corto tiempo requerido para su cultivo y la escasa inversión en infraestructura que demandan (2, 3).

En México, se cultivan cinco especies de hongos con fines comerciales: el portobello (*Agaricus brunnescens*), el champiñón (*Agaricus bisporus*), la seta (*Pleurotus ostreatus*), el hongo blanco (*Tricholoma magnivelare*) y el shiitake (*Lentinula edodes*).

A nivel global, el mercado de hongos abarca una gran variedad de especies, destacando entre las más consumidas los champiñones y las setas, siendo *Pleurotus ostreatus* la especie de mayor demanda dentro de las setas (4, 5).

Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio experimental y analítico en Comitán de Domínguez, Chiapas, en el año 2021. El diseño del trabajo fue aleatorizado, con tres repeticiones de 14 tratamientos, utilizando olotes, aserrín, paja de trigo, suelo y diversas combinaciones entre ellos.

Se inocularon bolsas con micelio (pasteles) de diferentes sustratos, seleccionando 14 tratamientos, cada uno con tres repeticiones, lo que resultó en un total de 42 pasteles inoculados con micelio de *Pleurotus ostreatus*.

El micelio, obtenido del laboratorio FungiLab Hongos Seta Comitán, alcanzó un total de 21 kilos. Para el cultivo, se utilizaron cuatro sustratos diferentes, los cuales fueron sometidos a un tratamiento de limpieza para eliminar impurezas como polvo, restos de rastrojo, insectos y hojas, acondicionándose de la siguiente manera:

Olotes: Se fraccionaron 15 kg de sustrato en pedazos de 3 a 5 cm, utilizando un cuchillo sobre una mesa. Luego, se colocaron en un tambo de 20 litros con agua previamente calentada a 72 °C durante 30 minutos para su pasteurización,

verificando la temperatura con un termómetro. Posteriormente, se extendieron en una batea desinfectada con 50 gramos de detergente, 500 ml de agua y una solución de cloro al 3%. Una vez en la batea, se drenó el agua para ayudar a entibiar el sustrato, dejando el olote listo para iniciar el cultivo.

Paja de trigo: Se fragmentaron 15 kg de paja con un cuchillo y tijeras desinfectadas con alcohol al 70% para reducir su tamaño. Luego, se colocaron en un tambo de 20 litros con agua calentada a 72 °C durante 30 minutos para su pasteurización, verificando la temperatura con un termómetro. Después, se trasladaron a una batea desinfectada con agua, una solución de cloro al 3% y 50 gramos de detergente para eliminar el exceso de agua, logrando entibiar la paja y preparándola para el cultivo.

Aserrín: No se requirió fragmentación, por lo que se colocaron 15 kg de aserrín en un tambo de 20 litros con agua calentada a 72 °C durante 30 minutos para su pasteurización, utilizando un calentador eléctrico y verificando la temperatura con un termómetro. Posteriormente, el aserrín se puso sobre una mesa desinfectada con agua, 50 gramos de detergente y una solución de cloro al 3%. Se drenó el agua y se entibió el sustrato, dejándolo listo para iniciar el cultivo.

Suelo: Se utilizó suelo proveniente del municipio de Comitán de Domínguez, Chiapas, que se limpió manualmente, retirando pedazos de hojas y otras imperfecciones. Se realizó también la medición de pH y conductividad electrolítica del suelo.

PET: A algunas de las combinaciones de pasteles se les incorporaron fragmentos de envases de plástico PET, cortados manualmente con un cuchillo y tijeras en trozos de tamaño conveniente (7 a 10 cm). Esto se hizo para evitar el apelmazamiento y favorecer la presencia de "espacios vacíos" que permitieran el oxígeno necesario para la respiración del hongo. Los envases fueron lavados con agua, una solución de cloro al 3% y 50 gramos de detergente, y posteriormente se

dejaron secar. Se intercalaron 50 gramos de este material plástico en cada unidad experimental.

Las bolsas inoculadas y etiquetadas para cada tratamiento y su repetición (A, B o C) fueron selladas para evitar la contaminación y la pérdida de humedad. Se colocaron en hieleras y cajas de cartón previamente forradas con bolsas negras, creando un ambiente oscuro para la colonización del micelio. Las bolsas se mantuvieron en un lugar seco y limpio, protegido de la luz solar, durante 21 días, hasta que los pasteles estuvieran completamente cubiertos por el micelio del hongo. Las condiciones óptimas de temperatura eran de 18 °C a 28 °C, con un 80% de humedad.

En la etapa luminosa, los pasteles invadidos por el micelio fueron retirados de las hieleras y cajas para colocarlos en un espacio modificado para su desarrollo, que consistía en un cuarto semiabierto. Se tendieron lazos de extremo a extremo para colgar los tratamientos y se cubrió la zona abierta con bolsas negras, con el fin de aumentar la humedad del ambiente. Al comenzar la fase de fructificación, se perforaron partes de las bolsas de los pasteles con un cuchillo desinfectado con alcohol al 70% para permitir la fructificación externa del hongo. Se realizaron riegos de agua con un atomizador dos veces al día, lo cual es crucial, especialmente en días soleados; las horas de riego se establecieron a las 10 a.m. y a las 6 p.m. La etapa luminosa tuvo una duración de 25 días.

Los cuerpos fructíferos o setas se cosecharon cortándolos desde la base con un cuchillo desinfectado con alcohol al 70%. Se registraron el peso, la altura y el ancho de las setas. El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo utilizando el programa IBM SPSS Statistics versión 25.

Resultados

Los resultados obtenidos de cada pastel incluyeron el número de racimos formados, el peso de cada racimo, el peso total de los racimos (en aquellos pasteles que presentaron dos o más racimos) y el número de setas producidas por cada racimo (Tabla 1).

Tabla 1. Medición de hongos producidos en cada pastel

Pastel	Número de racimos	Peso de cada racimo (gramos)	Peso total de racimos (gramos)	Número de setas
O-A	2	139	230	27
		91		16
O- B	3	146	208	30
		35		8
		27		6
O- C	1	212	212	38
O+P- A	3	78	177	11
		46		7
		53		8
O+P-B	2	55	106	9
		51		8
O+P- C	3	72	146	12
		41		7
		33		6
O+A-A	1	133	133	26
O+A- B	1	172	172	30
O+A- C	2	126	154	25
		28		6
O+Pa - A	2	65	110	12
		45		8
O+Pa-B	2	68	100	12
		32		7
O+Pa- C	1	59	59	9
O+S - A	1	33	33	6
O+S- B	1	42	42	8

O+S- C	1	25	25	5
A -A	2	112	139	23
		27		7
A- B	2	88	123	16
		35		8
A- C	1	108	108	21
A+ P-A	1	113	113	22
A + P-B	1	114	114	23
As+ P- C	2	86	108	15
		22		5
A+ Pa- A	3	67	145	11
		46		9
		32		6
A+Pa-B	4	74	149	13
		40		8
		17		6
		18		6
A+Pa-C	3	64	153	11
		69		12
		20		5
A+ S- A	1	27		5
As+S - B	0	0	0	0
A+ S- C	1	19		4
Pa-A	1	138	138	26
Pa-B	1	142	142	28
Pa-C	2	95	135	15
		40		11
Pa+P-A	3	35	107	10
		43		11
		29		7
Pa+P-B	1	81	81	14
Pa+P-C	1	76	76	13
Pa+ S-A	1	22	22	6
Pa+ S-B	1	13	13	4
Pa+ S-C	0	0	0	0

S-A	0	0	0	0
S-B	0	0	0	0
S-C	0	0	0	0
S+P-A	0	0	0	0
S+P-B	0	0	0	0
S+P-C	0	0	0	0

La Figura 1 muestra el total de racimos obtenidos en cada uno de los tratamientos. El tratamiento que combinó aserrín y paja produjo la mayor cantidad de racimos, con un total de 10. Le siguió el tratamiento de olote con plástico, que generó 8 racimos, y el de olote solo, que obtuvo 6. Los tratamientos de olote más paja, aserrín y paja con plástico produjeron 5 racimos cada uno. Los tratamientos que combinaron olote y aserrín, aserrín y plástico, así como paja con 4 racimos cada uno. El tratamiento de olote con suelo generó 3 racimos, mientras que los tratamientos de aserrín con suelo y paja con suelo produjeron 2 racimos. Por último, los tratamientos de suelo solo y suelo con plástico no produjeron ningún racimo.

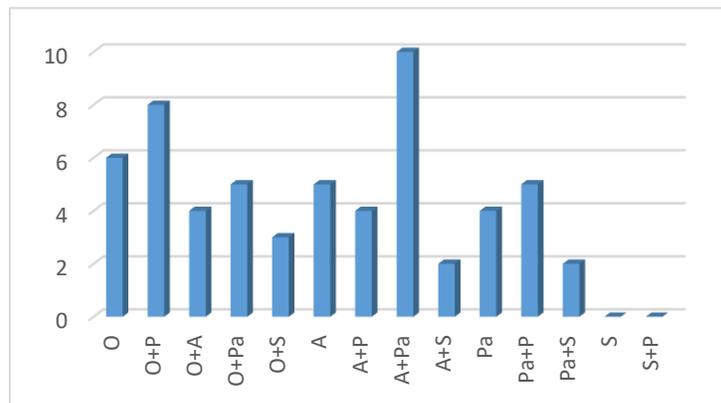


Figura 1. Número de racimos obtenidos por cada tratamiento

La Figura 2 presenta el peso total en gramos de cada racimo por pastel. Los tres pasteles elaborados con olote fueron los que mostraron el mayor peso, con registros de 230, 208 y 212 gramos, respectivamente. En contraste, los pasteles

elaborados con suelo y con suelo más plástico no obtuvieron ningún peso, registrando 0 gramos.

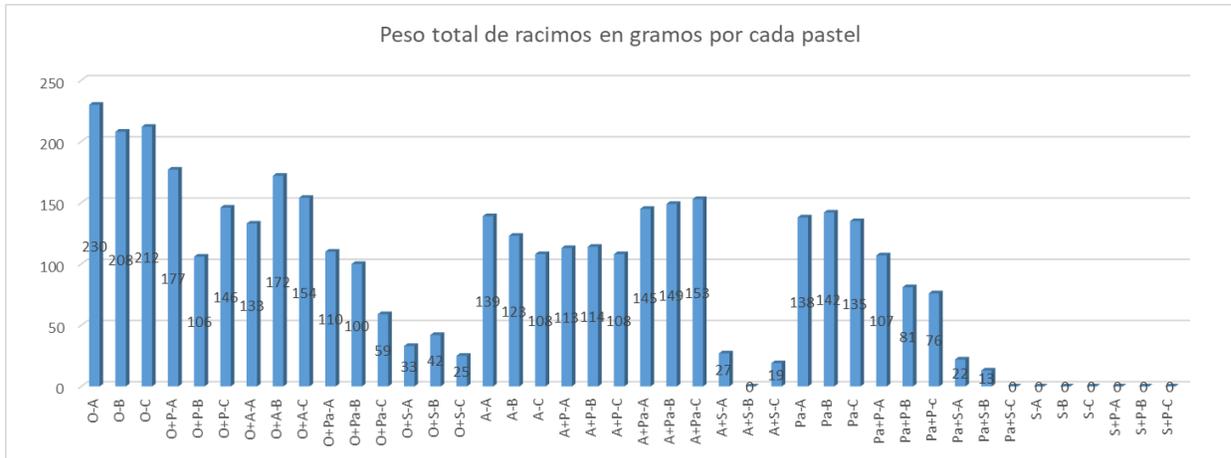


Figura 2. Peso total (gramos) de cada racimo producido por cada pastel

La Figura 3 muestra el número total de setas producidas por cada tratamiento. El tratamiento con olote fue el más productivo, con un total de 125 setas. Le siguieron el tratamiento con aserrín, que generó 97 setas, y las combinaciones de olote con aserrín y aserrín con paja, que produjeron 87 setas cada una. Otros tratamientos incluyeron paja, con 80 setas; olote con plástico, con 68 setas; aserrín con plástico, con 65 setas; paja con plástico, con 55 setas; y olote con paja, con 48 setas. Además, se registraron 19 setas para el tratamiento de olote con suelo, 10 setas para paja con suelo, y 9 setas para aserrín con suelo. Finalmente, tanto el tratamiento con suelo como el de suelo con plástico no produjeron ninguna seta, registrando 0 setas.

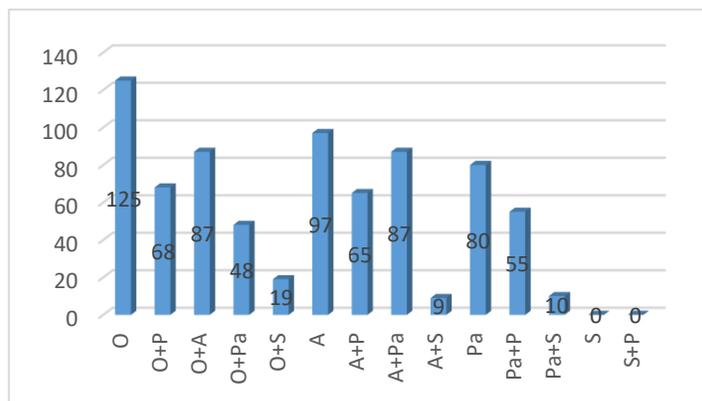


Figura 3. Número total de setas por tratamiento

La Figura 4 muestra el peso total en gramos de las setas producidas según el tipo de tratamiento. El tratamiento con olote fue el más exitoso, generando 650 gramos, lo que lo convierte en el más eficiente para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. En contraste, los tratamientos con suelo y suelo más plástico no produjeron ninguna seta, ubicándolos como los menos eficientes. Además, los tratamientos que incluían plástico presentaron una producción de hongos inferior a la de su sustrato original.

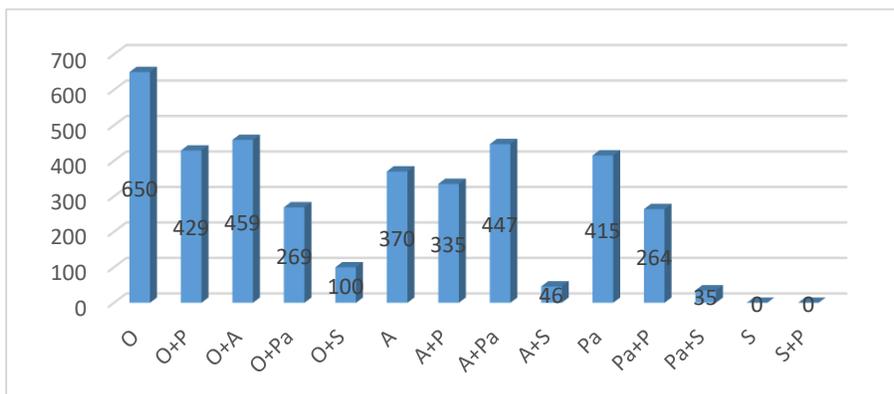


Figura 4. Peso total de setas en gramos por tipo de tratamiento

Discusión

Los hongos son capaces de desarrollarse en sustratos derivados de residuos agrícolas, gracias a su habilidad para degradar materiales lignocelulósicos, lo que convierte a estos residuos en una fuente principal de nutrición para su crecimiento. Al aprovechar los residuos agrícolas, se presenta una oportunidad para dar un uso adecuado a los materiales residuales, ofreciendo una alternativa viable en un mercado comercial dinámico. Esto está respaldado por el estudio de Espinosa-Valdemar (6), así como por la investigación de Piña (7), que describe las condiciones ideales para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, un hongo conocido por su capacidad para degradar residuos orgánicos e incluso algunos inorgánicos. Juntos, estos trabajos nos permiten detallar características que mejoran la eficiencia de los sustratos utilizados y las combinaciones realizadas.

Tras analizar los resultados, se observa que el sustrato de olote puro presenta la mayor eficiencia y rendimiento en el cultivo de hongos (8). Este hallazgo coincide con estudios realizados en Camerún, donde se sugiere que el uso de este residuo favorece el tamaño de las setas obtenidas. Además, el olote es fácilmente accesible en la región de Chiapas, y su alta capacidad de retención de humedad resulta particularmente beneficiosa. Este aspecto también fue destacado en el estudio de Rodríguez-Martínez (9), lo que respalda la aplicabilidad de sus hallazgos en la presente investigación.

En cuanto a los demás sustratos, se exploraron tanto sustratos puros como combinaciones, y se considera que el tratamiento de olote con aserrín es otra alternativa viable, dada la disponibilidad de estos materiales en la región donde se lleva a cabo el proyecto. En el caso de los otros sustratos y sus combinaciones, los resultados fueron significativos únicamente desde el punto de vista del peso (gramos de setas).

Conclusiones

De todos los tratamientos analizados, el de mayor peso final corresponde al sustrato de olote, que alcanzó 650 gramos, mientras que el tratamiento de paja con suelo obtuvo el menor peso final, con solo 35 gramos. Cabe destacar que los tratamientos de suelo y suelo con plástico no produjeron setas, por lo que su peso final fue de 0 gramos.

Estos resultados respaldan la conclusión de que el sustrato de olote es superior en la mayoría de los parámetros evaluados, produciendo 125 setas, en contraste con el sustrato de aserrín con suelo, que solo generó 9 setas.

En términos generales, después del análisis realizado, podemos concluir que el sustrato de olote puro mostró las mejores estadísticas, mientras que el suelo puro demostró ser el de menor eficiencia.

Referencias bibliográficas

1. Amador-Lorenzo EL. Hongo [sede web]. EcuRed; 2021 [acceso el 3 noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Hongo>
2. Gaitán-Hernández R. Cultiva hongos comestibles [Internet]. INECOL; 2020 [citado el 3 noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/484-cultiva-hongos-comestibles>
3. Ardón-López CE, Solares-Castillo E. La producción de los hongos comestibles. Guatemala [tesis de maestría]. Universidad de San Carlos de Guatemala (Guatemala); 2007. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1932.pdf
4. Pérez-Porto J, Gardey A. Definición de hongos [sede web]. Definición.de; 2010 [actualizada año 2024; citado el 3 noviembre de 2024]. Disponible en: <https://definicion.de/hongos/>
5. Guzmán G, Mata G, Salmones D. El cultivo de los hongos comestibles [Internet]. Biomicel; 2021 [citado el 3 de noviembre de 2024]. Disponible en: <http://www.biomicel.com/Interes/Tecnologia/36.pdf>
6. Espinosa-Valdemar RM, Turpin-Marion S, Delfín-Alcalá I, Vázquez-Morillas A. Disposable diapers biodegradation by the fungus *Pleurotus ostreatus*. Waste Manag [internet]. 2011 [citado el 04 de noviembre de 2024];31(8):1683-8. doi:10.1016/j.wasman.2011.03.007. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X11001218>
7. Piña-Guzmán AB, Nieto-Monteros DA, Robles-Martínez F. Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en el cultivo y producción del hongo comestible seta (*Pleurotus spp.*). Rev Int Contam Ambient. 2016;32:141-51.
8. Ajonina AS, Tatah LE. Growth Performance and Yield of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Different Substrates Composition in Buea South West Cameroon [internet]. Sci J Biochem. 2012 [citado el 04 de noviembre de 2024] ;139-145.Disponible en: <https://www.sjpub.org/sjbch/sjbch-219.pdf>

9. Rodriguez-Martinez N, Lucas-Ciriaco DJ, Noguez-Estrada J, Sanchez-Herrera SG. Evaluación del sustrato de olote en la retención de humedad en el suelo [internet]. Rev Cienc Nat Agropecu. 2016 [citado el 04 de noviembre de 2024];25-34. Disponible en: https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol3num7/Revista_Ciencias_Naturales_V3_N7_5.pdf

Anexos

Proceso de cultivo del hongo *Pleurotus Ostreatus*



Figura 5. Limpieza del área de trabajo



Figura 6. Acondicionamiento de los sustratos a utilizar



Figura 71. Acondicionamiento de cajas para fase oscura



Figura 8. Pasteurización de sustratos



Figura 9. Secado de sustratos



Figura 20. Pesaje de micelio



Figura 11. Pesaje de sustratos



Figura 12. Preparación de pasteles de olote



Figura 13. Preparación de pasteles de olote más plástico



Figura 14. Preparación de pasteles de olote más aserrín



Figura 15. Preparación de pasteles de olote más paja



Figura 16. Preparación de pasteles de olote más suelo



Figura 17. Preparación de pasteles de aserrín



Figura 18. Preparación de pasteles de aserrín más plástico



Figura 19. Preparación de pasteles de aserrín más paja



Figura 20. Preparación de pasteles de aserrín más suelo



Figura 21. Preparación de pasteles de paja



Figura 22. Preparación de pasteles de paja más plástico



Figura 23. Preparación de pasteles de paja más suelo



Figura 24. Preparación de pasteles de suelo



Figura 25. Preparación de pasteles de suelo más plástico



Figura 26. Perforación de pasteles para permitir la aeración



Figura 27. Acondicionamiento de pasteles para fase de desove



Figura 28. Verificación de la invasión de micelio en pasteles



Figura 29. Pasteles en etapa de fructificación



Figura 30. Verificación de temperatura y humedad



Figura 31. Riego de pasteles



Figura 32. Corte de setas para



Figura 33. Pesaje de racimos producidos por pasteles



Figura 34. Medición de setas producidas por pasteles