

# Efecto del sustrato sobre la producción de champiñón de París (*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach)

## Effect of substrate on the Paris mushroom (*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach) production

Daniel Parra<sup>1</sup> y Álvaro Alvarado<sup>2</sup>

### Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en Tuta (Boyacá), con el fin de evaluar cuatro sustratos (bagazo de caña, cascarilla de arroz, buchón de agua y tamo de trigo, como testigo absoluto) sobre la producción y calidad del cultivo de champiñón. Se empleó un diseño aleatorio simple con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, para un total de 20 unidades experimentales. Se evaluó el porcentaje de incubación, el tiempo de aparición de los primordios, el tiempo a inicio de la cosecha, la duración de la cosecha, la calidad (número de champiñones por tratamiento, peso promedio, diámetro promedio del píleo, longitud máxima del pie) y la producción. Los resultados mostraron que la más alta producción la presentó el testigo absoluto con 19,5 kg de champiñón en 200 kg de compost, estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Al evaluar las variables de calidad del champiñón se observa claramente

### Abstract

This work was carried out in order to evaluate four substrates (cane bagasse, rice husks, water hyacinth and wheat chaff as control) on production and quality of mushroom cultivation in Tuta (Boyacá). A full random design with four treatments and five repetitions was used. Evaluated parameters were: percentage of incubation, time of appearance of primordia, time to start harvesting, crop duration, quality (number of mushrooms per treatment, average weight, average diameter of the cap, foot maximum length) and total production. Results showed that the wheat chaff had the highest production (19,5 kg of mushrooms in 200 kg of compost) and it was significantly different than the other treatments. Controls showed the best mushroom quality. The start time of the harvest was the same for all treatments except for the water hyacinth which began three days later than the other

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, Programa Ingeniería Agronómica, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja.  
Correo: jdr141@yahoo.com

<sup>2</sup> Profesor asociado, Programa Ingeniería Agronómica, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja.  
Correo: alvaro.alvarado@uptc.edu.co

que el testigo presenta los mejores resultados. El tiempo de inicio de la cosecha fue el mismo para todos los tratamientos, con excepción del buchón de agua que inició tres días después que los demás sustratos; la duración de la cosecha fue mayor para el testigo, con 6,4 semanas. La prueba de rango múltiple, indicó que no existe diferencia significativa entre los sustratos. El desarrollo del micelio fue del 100% a los 30 días con el testigo. Se concluyó que el tamo de trigo, sustrato utilizado frecuentemente, fue la mejor alternativa para la producción del champiñón de parís.

**Palabras claves adicionales:** micelio, primordios, calidad, compost.

substrates. The harvest duration was longer for controls (6,4 weeks), but the statistical analysis showed no significant difference among substrates. The development of mycelium reached 100% after 30 days for controls. Wheat chaff, commonly used substrate, is the best alternative for production of paris mushrooms.

**Additional keys words:** mycelium, primordia, quality, compost.

## Introducción

En Colombia la producción de champiñón está a cargo de grandes, medianos y pequeños productores. En Antioquia existe la empresa Setas Colombianas, la más grande productora de champiñón en el país, la cual domina el mercado. También existen medianos productores que se concentran en la sabana de Bogotá y pequeños productores que se dedican a esta actividad de manera aficionada en el resto del país, que utilizan instalaciones no aptas para este fin.

Muchas son las teorías acerca del lugar de inicio del cultivo comercial de los hongos, pero la más generalizada es la que tiene como origen las cercanías de París. En la Francia de Luis XIV, la gran sagacidad de observadores de la época había permitido realizar lo que puede considerarse como el primer cultivo protegido de la historia (Pacioni, 1990). El cultivo del champiñón dio inicio cuando unos jardineros observaron que este producto crecía al disponer sobre residuos del champiñón y el agua utilizada al lavarlos, los cuales eran destinados para comer (Steineck, 1987).

Debido a que el champiñón (*Agaricus bisporus*, Lange, Imbach) es heterótrofo y saprófito, es necesario prepararle condiciones para que pueda tomar lo que necesite sin ningún inconveniente (Flegg y Wood, 1987). Los materiales que constituyen la composta pueden variar dependiendo de las zonas de producción. Para la elaboración de composta pueden utilizarse diferentes tipos de pajas, además de otros suplementos agrícolas que también pueden variar, bajo aspectos de costos y facilidad de adquisición (Fernández, 2005). Es importante mencionar que toda la materia prima empleada para la elaboración de composta, puede ajustarse y combinarse de tal manera que se obtenga un porcentaje entre 1,6-1,8% de nitrógeno con base en el peso seco (Vedder, 1984).

La Composta es el compuesto de materias primas mezcladas, humectadas y fermentadas

por acción de la oxigenación periódica y constante durante cierto tiempo, hasta alcanzar el estado óptimo de textura, estructura, color, olor, humedad, actividad microbiana y térmica, entre otros parámetros. Para lograr un compostaje adecuado de las materias primas durante esta etapa, se llevan a cabo la fermentación en pila y en cordón (Fernández, 2005). Los hongos normalmente no se desarrollan sobre la composta sin capa de cobertura debido a una humedad insuficiente y a una concentración alta de sales solubles (Toovey, 1987). La función de la cobertura ha sido plenamente definida como el material para inducir una mayor producción de esporocarpos (Flegg y Wood, 1987).

La incorporación de un 5% de composta incubada, o blanco sobre la composta, picados a la tierra de cobertura parece estimular la fructificación. El mismo resultado puede obtenerse de manera más regular utilizando blanco puro. También puede estimularse la fructificación igualando la capa de tierra 5 ó 7 días después de la cobertura, de forma que se mezcle totalmente el micelio y quede cortado. Durante el desarrollo de recuperación se forman muchas anastomosis y también muchos productos de secreción, en aumento de la concentración de éstos (Vedder, 1986). En las tierras de cobertura que se utilizan, se encuentran presentes artrópodos parásitos y microorganismos patógenos fúngicos. Por ser el micelio del champiñón muy sensible a las infecciones, cuando se le coloca encima la tierra de cobertura es recomendable su desinfección. En dicha operación hay que destruir los parásitos animales y vegetales, pero conservando de la mejor manera posible la vida de los microorganismos de la tierra (Steineck, 1987).

Existe la necesidad de evaluar varios sustratos utilizados comúnmente por los cultivadores de champiñón, como son el bagazo de caña de azúcar, la cascarilla de arroz, el tamo de trigo y otro no tan común como el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*). Aunque en este trabajo de investigación no se pretende explicar de

manera gráfica los procesos que necesita realizar un cultivador de champiñón para obtener mejores rendimientos por unidad de superficie, sí se tiene como finalidad ofrecer información clara acerca del potencial de diversos materiales orgánicos biodegradables, para ser usados como sustrato en dicho cultivo.

## Materiales y métodos

Este trabajo se llevó a cabo en la finca Villa Camila de la vereda San Nicolás del municipio de Tuta (Boyacá). El municipio cuenta con una temperatura promedio de 14 °C. Se adecuó una bodega de 300 m<sup>2</sup>, de los cuales 60 m<sup>2</sup> se convirtieron en patio de recepción para la materia prima del composta; 120 m<sup>2</sup> se adecuaron como cancha de compostaje o nave abierta para la preparación del composta; el túnel de

pasterización tuvo un volumen de 24 m<sup>3</sup> y, finalmente, se manejó un área de 120 m<sup>2</sup> para el cultivo, teniendo en cuenta que si se manejara en sistema de estantería podría superar los 200 m<sup>2</sup>. Los materiales utilizados como sustrato fueron: tamo de trigo, bagazo de caña, cascarilla de arroz, buchón de agua y como materia vegetal, champiñón de París.

Se empleó un diseño aleatorio simple con cuatro tratamientos a saber: compost con base en tamo de trigo o testigo absoluto, bagazo de caña panelera, cascarilla de arroz y buchón de agua, con cuatro repeticiones cada uno para un total de 20 unidades experimentales.

Los materiales utilizados en la elaboración del composta, para los diferentes sustratos, se relacionan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Cantidad de compost utilizado por tratamiento

Porcentaje	Materiales en kg T0	Materiales en kg T1	Materiales en kg T2	Materiales en kg T3
65,66 %	788 Tamo de trigo	788 Bagazo de caña panelera picado	788 Cascarilla de arroz	788 Buchón de agua picado
25,83	310 Gallinaza húmeda de galpón	310 Gallinaza húmeda de galpón	310 Gallinaza húmeda de galpón	310 Gallinaza húmeda de galpón
0,83	10 Urea	10 Urea	10 Urea	10 Urea
1,91	23 Carbonato de calcio	23 Carbonato de calcio	23 Carbonato de calcio	23 Carbonato de calcio
1,91	23 Sulfato de calcio	23 Sulfato de calcio	23 Sulfato de calcio	23 Sulfato de calcio
3,33	40 Torta de palmiste	40 Torta de palmiste	40 Torta de palmiste	40 Torta de palmiste
0,5	6 Melaza	6 Melaza	6 Melaza	6 Melaza
Total	1200	1200	1200	1200

Una vez picados y mezclados los diferentes sustratos, se espolvoreó yeso para quitar la capa cerosa que presenta el tamo de trigo y facilitar su descomposición; igualmente, se hizo con la cascarilla de arroz. Posteriormente se regó agua en mezcla con melaza sobre cada uno de los tratamientos, para tener en los compost una humedad promedio del 70%; se adicionó gallinaza, úrea y torta de palmiste para obtener cuatro montones de manera aislada.

Se realizaron cuatro volteos del compost, monitoreando en cada uno de ellos temperatura, humedad y pH. Finalmente, se tuvo listo el compost a los 21 días y se procedió a llevar a cabo el proceso de pasteurización en el túnel. Esto consistió en la inyección de vapor con dos calderas, desde la parte inferior a la superior, manteniendo la temperatura a 60 °C durante ocho horas y bajando posteriormente la temperatura cerca a los 40 °C, con una duración de

cinco días. La temperatura fue bajando de manera gradual, hasta que en el día 26, ya con las calderas apagadas, alcanzo un valor de 30 °C, considerándose este el momento óptimo para la detención del proceso. En estos cinco días de pasteurización se hicieron cambios de aire inyectando aire fresco y sacando gases del compost con ayuda de un ventilador y un extractor, con el fin de reducir los niveles de amoníaco.

El día 27 se realizó la siembra del blanco en las 400 bolsas de 10 kg (100 bolsas por tratamiento, 20 por repetición), utilizándose 100 g de semilla por bolsa. En la siembra se tuvo en cuenta que la temperatura del compost no superara los 25 °C; la semilla se colocó en las bolsas en tres capas tapadas sobre el compost, con el fin de facilitar el desarrollo del micelio en todo el sustrato.

Previamente al proceso de revocado, en el día 28 se preparó la tierra de cobertura. Para esto se utilizaron 280 kg de tierra virgen, 40 kg de cal y 80 kg de arena lavada. Se utilizaron dos litros de formol disueltos en 18 L de agua (para desinfección del suelo). Esta tierra se cubrió con plástico hasta el día 35; luego el plástico se retiró para corroborar que el pH se encontrara en un valor neutro y que no hubiese elementos extraños que pudieran afectar la posterior fructificación de los carpóforos.

Hacia el día 58, con la seguridad del cubrimiento del micelio en la superficie del compost y en los diferentes tratamientos, se efectuó la colocación de la capa de cobertura, con un espesor 3 cm aproximadamente, para lo cual se utilizó 1 kg de tierra por bolsa. Posteriormente, con la ayuda de un cepillo de alambre, se realizaron tres pases sobre la tierra para mejorar la porosidad de la capa. En el día 58 se concluyó el revocado de todos los tratamientos, incluso en aquellas bolsas

que no llegaron a tener un 100% de cubrimiento por parte del micelio en la superficie del sustrato.

La fructificación sucedió alrededor del día 64. Después de seis días de agregada la tierra de cobertura, inició la aparición de los primeros botones y se procedió a la toma de datos por tratamiento. Después del día 71 y 75 inició la cosecha, dándose la primera oleada; hacia el día 83 y 90 se dio inicio a la segunda oleada en los diferentes tratamientos. En el día 100 se presentó la tercera oleada en todos los tratamientos, con una producción mucho menor que en la segunda. El día 110 se dio que fue la de menor producción. En este contexto ya no era viable seguir con el cultivo, por lo cual se acondicionó la casa del mismo para un posterior proceso.

Se determinó el porcentaje de incubación (para esta variable se hicieron observaciones visuales del desarrollo del micelio en escala 1-100%; estas observaciones se hicieron cada cinco días hasta la totalidad de invasión del compost o hasta estar muy cerca de este porcentaje), el tiempo de aparición de primordios (referida al tiempo en días desde la siembra hasta la aparición de los primeros cuerpos fructíferos o primordios de cada uno de los tratamientos), el tiempo a inicio de cosecha (para esta estimación se tuvo en cuenta el tiempo en días desde la siembra, hasta que se obtienen los primeros champiñones no abiertos con tamaño y características adecuadas para su cosecha), la duración de la cosecha (entendida como el tiempo en días desde que se cosechó el primer champiñón de cada uno de los tratamientos o inició la primera oleada, hasta que fue cosechada la última oleada de champiñón no abierto, con características adecuadas) y, finalmente, se evaluaron diferentes variables para determinar la calidad del cultivo de acuerdo con la norma ICONTEC NTC 940, 2002.

**Tabla 2.** Normas de calidad para champiñones cerrados

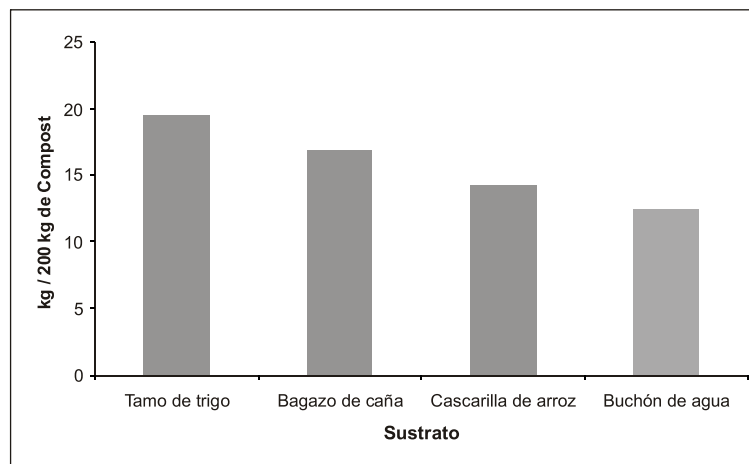
Diámetro del Píleo	Longitud máxima del tallo para champiñones cortados	
	Tamaño	Límites de tamaño
Pequeño:	15mm-35mm	20mm
Mediano:	36mm-45mm	25mm
Grande:	46mm-superior	30mm

Para determinar la calidad del producto en cada tratamiento, se tuvo en cuenta los siguientes parámetros: número de champiñones totales por cada tratamiento, peso en promedio de los champiñones, diámetro promedio del píleo o sombrero del champiñón, longitud máxima del pie y, finalmente, la producción total en kilogramos en relación con la cantidad de sustrato utilizado en cada oleada.

## Resultados y Discusión

La figura 1 muestra que la producción más alta

de champiñón se logró con el tamo de trigo (testigo absoluto), con un valor de 19,5 kg de champiñón y 200 kg de compost. Le siguen, en su orden, el bagazo de caña con 16,9 kg, la cascarilla de arroz con 14,2 kg y el buchón de agua con 12,4 kg, en 200 kg de compost. El análisis de varianza mostró que los tratamientos evaluados presentaron diferencias significativas entre ellos y el testigo absoluto, lo cual indica que sustratos diferentes al tamo de trigo, utilizado comúnmente por los cultivadores de champiñón no aumentan significativamente la producción.



**Figura 1.** Efecto de los sustratos en la producción de champiñón de parís.

En la tabla 3 se observa la producción de champiñón por m<sup>2</sup>, con la utilización de diferentes sustratos para la elaboración del compost. El champiñón crece principalmente sobre sustratos lignocelulósicos vivos o muertos, pobres en nutrientes y con bajos niveles de minerales y vitaminas (Pettipher, 1988).

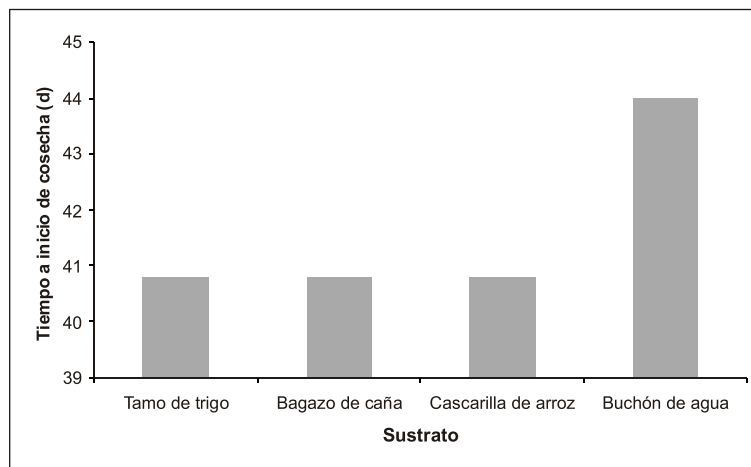
Entre 1958 y 1959, Block realizó los primeros ensayos sobre aserrín y composta, como el preparado para el cultivo del champiñón común. Posteriormente, en el año 1965, Schanel y Col., realizaron los primeros ensayos sobre paja de cereales como el trigo y la cebada (Zadrazil, 1974).

**Tabla 3.** Producción de champiñón·m<sup>2</sup> obtenida con cada tratamiento

Tratamiento	kg·m <sup>2</sup>
Tamo de trigo	9,75
Bagazo de caña	8,45
Cascarilla de arroz	7,1
Buchón de agua	6,2

Estudios realizados por Caballero y Román (1989), obtuvieron entre 7 y 10 kg·m<sup>2</sup> de champiñón utilizando tamo de trigo; Cifuentes y Bueno (1983), obtuvieron una producción promedio de 6 kg·m<sup>2</sup> en cultivos familiares. Por tal razón los resultados concuerdan con producciones

artesanales y están por encima del promedio. Sin embargo, los resultados arrojados en el presente estudio contrastan con lo reportado por Muñoz (2002), quien obtuvo una producción de 16 kg·m<sup>2</sup>, con la utilización de cascarilla de arroz en cultivos tecnificados.



**Figura 2.** Efecto de los sustratos sobre el inicio de la cosecha.

En la figura 2 se observan los días de inicio de la cosecha, con cada uno de los tratamientos, con excepción del buchón de agua, que comenzó a los 44 días después de la siembra, los demás tratamientos evaluados iniciaron la producción a los 40 días. El análisis estadístico demostró que existen diferencias altamente significativas a favor de los tratamientos en los cuales se utilizó el buchón de agua como sustrato, con respecto a los demás tratamientos. Los tratamientos con base en bagazo de caña, cascarilla de arroz y tamo de trigo no fueron estadísticamente diferentes.

Estudios realizados por Albarracín y Fiore (1996),

en el cultivo de champiñón, en los cuales se utilizó el bagazo de caña como sustrato, no mostraron efectos en la producción de champiñón.

En la figura 3 se aprecia la duración de la cosecha con la utilización de diferentes sustratos para la elaboración del compostaje en un cultivo de champiñón. El testigo absoluto presentó el mayor promedio, con una duración de 6,4 semanas en cosecha, seguido por la cascarilla de arroz con 6 semanas, el bagazo de caña con 5,8 semanas y, finalmente, el buchón de agua con 5 semanas. Sin embargo, es preciso mencionar que para esta

variable las diferencias no fueron significativas. Lo anterior concuerda con lo evaluado por Albarracín y Fiore (1996), quienes no encontraron

diferencias significativas en la duración del tiempo de cosecha, al haber usado diferentes compost y tierra de cobertura.

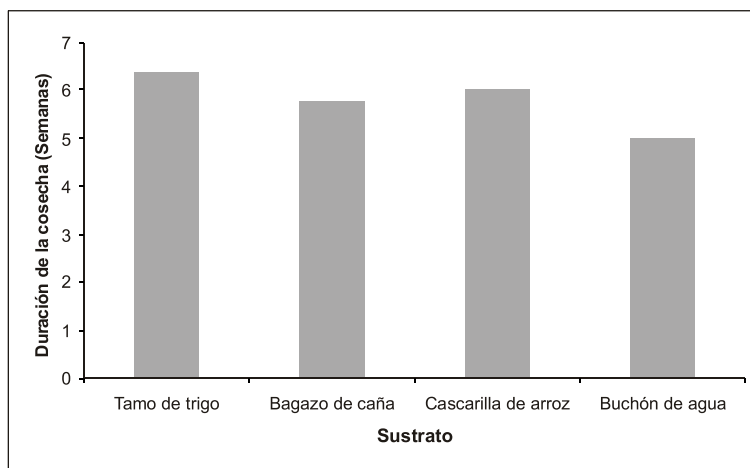


Figura 3. Efecto de los sustratos sobre la duración de la cosecha.

En la figura 4 los resultados muestran la aparición de los primordios después del volteo. Los tratamientos que desarrollaron más rápido los primordios fueron el testigo absoluto y el bagazo de caña, seguidos en su orden por la cascarilla

de arroz y el buchón de agua. Las pruebas de rango múltiple indicaron que existen diferencias estadísticas a favor del buchón de agua con respecto a los demás tratamientos, sin existir diferencias entre éstos.

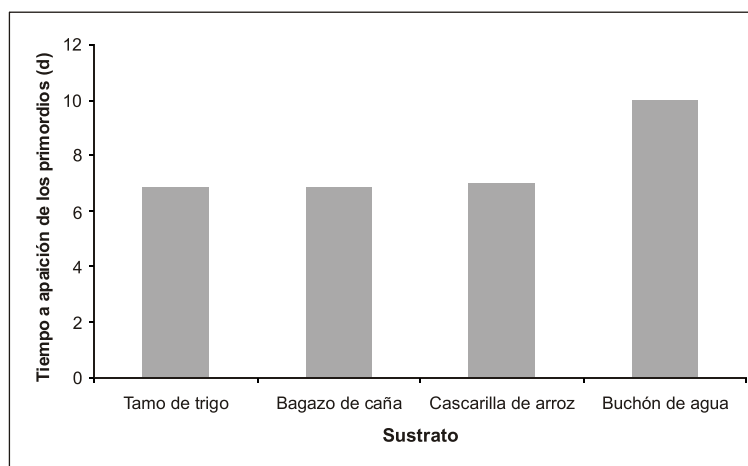


Figura 4. Efecto de los sustratos en la aparición de los primodios.

Al realizar los análisis correspondientes para determinar el porcentaje de invasión del micelio en cada uno de los tratamientos, el tamo de trigo presentó un desarrollo del

micelio del 100% a los 30 días, seguido por el bagazo de caña con un desarrollo del 96%, 92% para la cascarilla de arroz y 90% para el buchón de agua (figura 5).



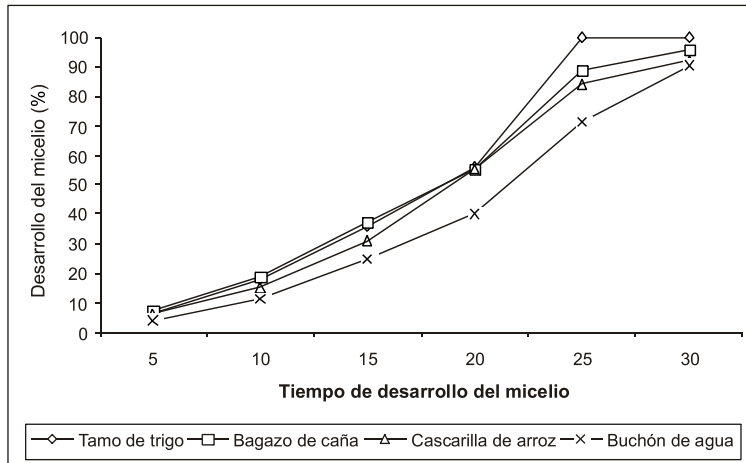


Figura 5. Efecto de los sustratos en el desarrollo del micelio.

Cifuentes y Bueno (1983) reportaron el desarrollo del micelio a los 15 días utilizando tamo de trigo, en contraste con lo obtenido en algunos tratamientos del presente ensayo, en los cuales dicho desarrollo empezó 5 días después del volteo. En Venezuela, estudios sobre el champiñón, realizados por Albarracín y Fioré (1996), utilizando diferentes fuentes de compost (bobinaza, caprinaza, gallinaza, etc) y tierras de cobertura con bagazo de caña de azúcar, mostraron porcentajes de desarrollo micelial entre el 40 y 55% a los 10 días. Lograron un mayor desarrollo del crecimiento micelial en menor tiempo, con la utilización de heno, gallinaza, bagazo de caña, melaza y harina de arroz.

En la figura 6 se puede observar la respuesta en la longitud del pie del champiñón cuando se utilizan diferentes sustratos como compostaje. La longitud del pie fue mayor con el tamo de trigo con un valor de 23,2 mm, seguido por el bagazo de caña con 22,6 mm. La cascarilla de arroz y el buchón de agua presentan longitudes por debajo de los 20 mm. La prueba de rango múltiple indicó que no hay diferencias significativas entre los tratamientos con bagazo de caña y el tamo de trigo, pero sí existen diferencias significativas con respecto a los tratamientos restantes (cascarilla de arroz y buchón de agua); sin embargo, estos últimos no presentaron diferencias significativas entre sí.

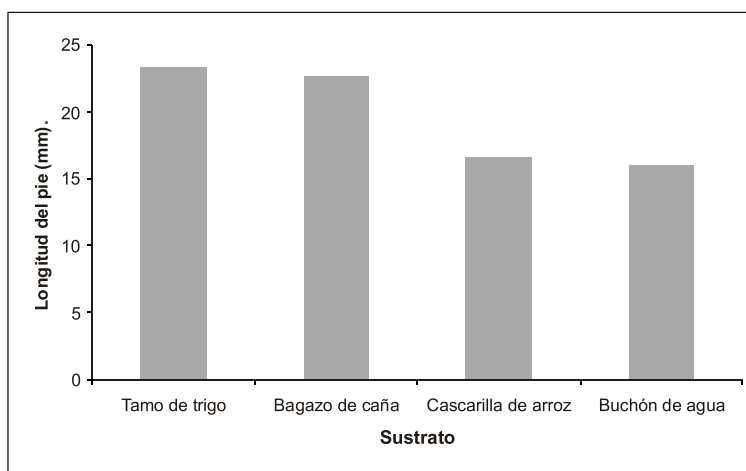


Figura 6. Efecto de los sustratos en la longitud del pie del champiñón.

En cuanto al efecto de los sustratos en el diámetro del sombrero del champiñón, el testigo absoluto presentó el mayor valor con 41,8 mm, seguido por el bagazo de caña (figura 7).

La longitud del sombrero, cuando se utilizó la cascarilla de arroz y el buchón de agua, fue más baja con 31,8 mm y 30 mm, respectivamente. La prueba de rango múltiple indicó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos

bagazo de caña y el testigo absoluto, pero sí entre éstos con los tratamientos restantes (cascarilla de arroz y buchón de agua) estos últimos sin diferencias estadísticas entre sí. Caballero y Román (1989) encontraron diámetros del píleo entre los 34 a 39 mm cuando utilizaron tamo de trigo. Sin embargo, esto no concuerda con los valores obtenidos en este ensayo, los cuales presentaron un promedio de 41,8 mm con la utilización de tamo de trigo.

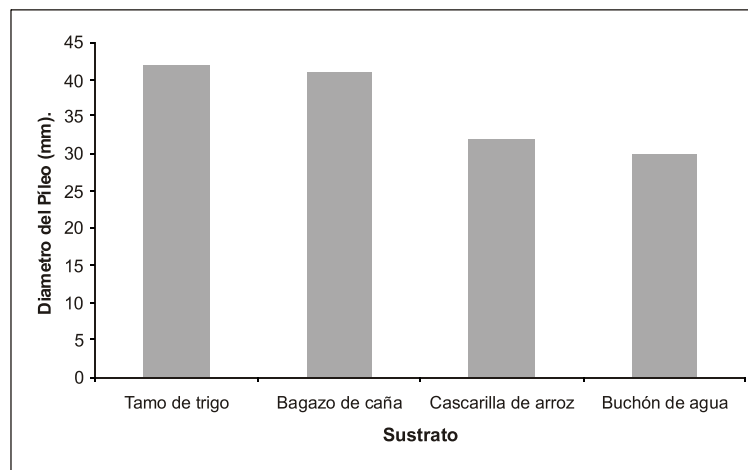


Figura 7. Efecto de los sustratos en el diámetro del píleo del champiñón.

En la figura 8 se observa que el peso promedio del champiñón fue mayor al utilizar buchón de agua como sustrato, con un valor de 17,5g, seguido por la cascarilla de arroz con 15,4g, el tamo de trigo o testigo absoluto con un valor de 14,82g y, por último, el menor peso promedio del champiñón lo presentó el tratamiento con bagazo de caña, con un valor de 13,32g. La prueba de Tukey indicó que existe diferencia

estadística entre el buchón de agua con respecto a los demás tratamientos; en estos últimos sólo existe diferencia significativa a favor del bagazo de caña. Estudios realizados por Caballero y Román (1989), al evaluar el efecto de los sustratos sobre el peso del champiñón, encontraron pesos promedios entre los 8,5 y los 9,95g; valores ubicados por debajo de los hallados en el presente ensayo.

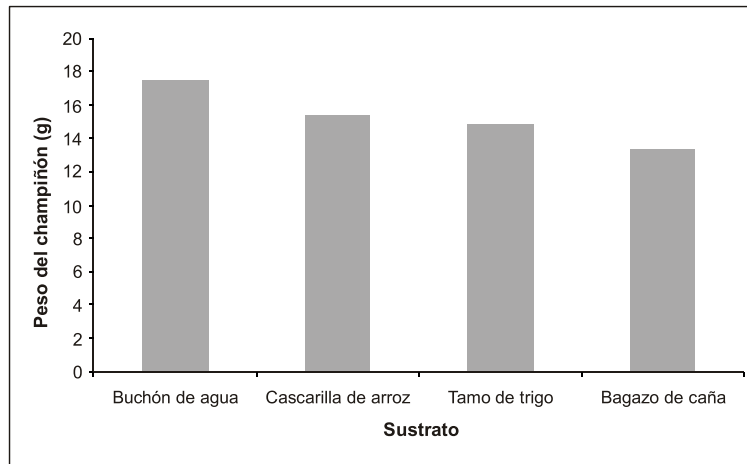


Figura 8. Efecto de los sustratos en el peso promedio del champiñón.

El peso del champiñón es un parámetro muy importante para medir su calidad; sin embargo pese a que el buchón de agua presentó los valores promedios más altos del ensayo, el número de champiñones que arrojó el tratamiento fue menor que en el caso del testigo absoluto, el cual mostró mayor número de champiñones por unidad experimental con un promedio de 1.318

champiñones, seguidos en su orden por el bagazo de caña con 1.268, la cascarilla de arroz con 922 y el buchón con 712 champiñones (figura 9). La prueba de rango múltiple para esta variable indicó que no hubo diferencia significativa entre el testigo absoluto y el bagazo de caña, pero sí entre éstos con los demás sustratos evaluados, los cuales, a su vez, presentaron diferencias estadísticas entre sí.

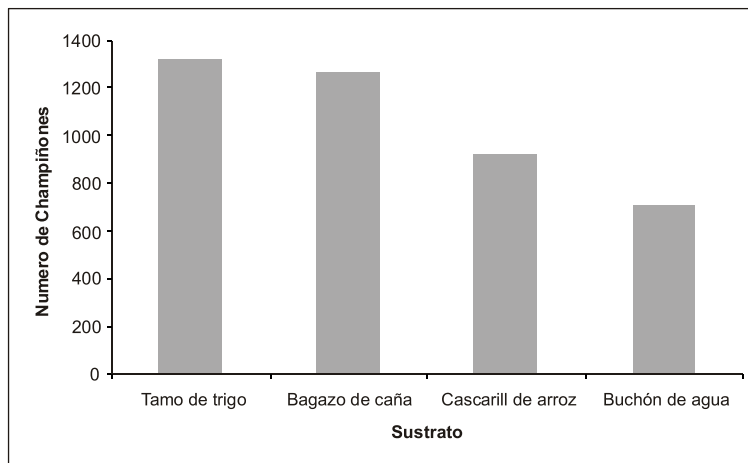


Figura 9. Efecto de los sustratos en el número de champiñones.

El cultivo de champiñón respondió positivamente al testigo absoluto como fuente para el compost, tanto en la duración e inicio de la cosecha, como en el mejoramiento de la calidad del cultivo, si

se toma en cuenta la longitud del pie y el píleo. La producción con el testigo fue también mayor con respecto a los sustratos bagazo de caña, cascarilla de arroz y buchón de agua.

## Literatura Citada

- Albarracín, M. y P., Di Fiore. 1996 Compost y tierra de cobertura para el cultivo de champiñón [*Agaricus brunnescens* Peck (*A. bisporus*)]. Venezuela, Universidad central de Venezuela, Trabajo de grado, Facultad de Agronomía. 8p.
- Caballero, P. L. y E. E., Román. 1989. Evaluación Agronómica del Champiñón (*Agaricus bisporus* L.), bajo dos prácticas de incubación y tres tipos de capa de cobertura. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Trabajo de grado, Facultad de Agronomía. 103p.
- Cifuentes, M. G. y R. B., Bueno. 1983. Diseño de una Tecnología Apropiada para el Cultivo Familiar del Champiñón (*Agaricus bisporus* L.). Tunja, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 89 p.
- Fernández M., F. 2005. Manual práctico de producción comercial de champiñón. México. Disponible online en: [http://www.grupofungitech.com/Manual\\_de\\_Champinon.pdf](http://www.grupofungitech.com/Manual_de_Champinon.pdf). 122 p.; consulta: septiembre de 2007.
- Flegg, P. B. y D. A., Wood. 1987. Growth and fruiting. En: The biology and technology of the cultivated mushroom. Flegg P.B., D.M Spencer y D.A. Wood (eds). Editorial Wiley & Son. Gran Bretaña. 141-178 p.
- Muñoz, R. 2002. Producción de Champiñones, un agronegocio relativamente reciente en Latinoamérica que ofrece grandes posibilidades. Agricultura de las Américas 51(2), 10-12
- Norma Técnica Colombiana., NTC 940. 2002. Frutas hortalizas frescas - Champiñones cultivados. Disponible online en: <http://www.sinab.unal.edu.co/ntc/NTC940.pdf>. consulta: diciembre de 2007.
- Pacioni, G. 1990. Cultivo moderno del champiñón. Editorial DeVecchi S.A. Barcelona España. 126 p.
- Pettipher G.L. 1988. Cultivation of the shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) on lignocellulosic waste. Journal of the Science of Food and Agriculture 42(3), 195-198
- Steineck, H. 1987. Cultivo comercial del champiñón. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España. 112 p.
- Toovey F.W. 1987. Cultivo comercial de champiñón. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España. 142 p.
- Vedder, P. J. C. 1986. Cultivo moderno del champiñón. Editorial Mundi-Prensa. Madrid - España. 374 p.
- Zadrazil, F. 1974. The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus eryngii*. Mushroom Science. 9, 621-652.

Fecha de Recepción: 04 de abril de 2008  
Fecha de Aceptación: 26 de agosto de 2008