

EL EMPLEO DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE gírgolas (*Pleurotus ostreatus*) COMO ESTRATEGIA DE VALOR AGREGADO A SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES REGIONALES

Latorre, Martín⁽¹⁾; Latorre María E.⁽²⁾; Marín Castro, Marco Antonio⁽³⁾; Castagnino, Ana María^(1,4)

⁽¹⁾Facultad de Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), Buenos Aires. E-mail: latorremartin@hotmail.com

⁽²⁾Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Dep. de Tecnología y Calidad de los Alimentos, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA).

⁽³⁾Instituto de Ciencias (ICUAP) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

⁽⁴⁾Centro Regional de Estudio de Cadenas Agroalimentarias (CRESCA), Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA).

RESUMEN

La producción de *Pleurotus spp.* en la Argentina ocupa actualmente un lugar destacado y es de interés poder mejorar su eficiencia biológica (EB) analizando la utilización de diferentes residuos tales como el residuos de la industria maderera local. El empleo de bolsas plásticas para el desarrollo del cultivo es una de las técnicas de producción más implementadas en el tipo de producción denominado "artesanal". A fin de evaluar la productividad en bolsas plásticas de *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos, subproductos agroindustriales regionales, en Chivilcoy (Pcia. Bs.As.) se ensayó y evaluó la EB (%) de las setas sobre tres sustratos: A: aserrín de acacio (*Robinia spp*); T: rastrojo de cosecha de trigo (*Triticum spp*) y M: mezcla de residuos (aserrín:rastrojo; (1:1)). Se utilizaron bolsas de polietileno cristal (40x60cm) para 4,5kg de paja húmeda y 60g/bolsa de micelio activado sobre granos de trigo distribuido homogéneamente, con tres repeticiones de ciclo total de producción de 60-70días. El sustrato se pasteurizó a 85°C, 90 minutos. Las bolsas fueron incubadas a temperatura ambiente (20-25°C) y baja luminosidad. Luego de la colonización del micelio sobre los sustratos (18 días promedio), se trasladaron a sala de fructificación, 85% HR, 15°C, y luminosidad normal: 200lux, 8-11hs luz/día, con riegos diarios. Una vez cubiertas de micelio, las bolsas fueron perforadas para comenzar el período de fructificación. Se obtuvieron 3 oleadas de setas (diámetro medio: 6-8cm cosechando a la altura del estípite o tallo), con 2 cosechas cada una, cada 7días. Período medio de cosecha: 5,33 semanas. Los rendimientos totales obtenidos en kg gírgolas/kg sustrato seco, fueron: T: 1,14; A: 0,74 y M: 0,43 kg respectivamente, correspondiendo a una EB de T: 114^a ± 31 %, seguido de A (74^{ab} ± 10%) y mínima para M (43^b ± 10%). Los resultados muestran lo provechoso del empleo de bolsas plásticas y subproducto rastrojo de trigo para la producción de gírgolas como buena alternativa de diversificación productiva. Además se pudo observar que este tipo de sustrato logró un mayor rendimiento de especímenes mejor calidad, en comparación con los demás tratamientos.

INTRODUCCION

Los hongos o setas son un componente muy importante del ecosistema, están presentes en diversos ambientes naturales y se alimentan de desechos orgánicos. Forman parte del proceso de reciclaje de los minerales y el carbono. Se considera que al año reciclan millones de toneladas de estos desechos en su hábitat, y que la vida de otros organismos depende de su actividad.

Un gran número de ellos se aprecian como alimento (hongos comestibles) y son cultivados con ese fin, por su parte también las levaduras se utilizan en la producción de alimentos tales como pan, cerveza, vino, y otras permiten la obtención de antibióticos; varios se utilizan para la producción de reactivos, como el etanol y ácidos orgánicos para la industria y algunos otros son altamente valorados en la investigación como modelos eucariontes, que por su manipulación sencilla se permite obtener información importante sobre bioquímica, genética y biología molecular. (Marín Castro, 1999).

Los cuerpos fructíferos (frutos), hongo propiamente dicho, se forma de la "semilla" o micelio, presentan un sombrero llamado *píleo* y un tallo corto llamado *estípite*. El sombrero de *Pleurotus spp.* tiene forma de ostra marina y presenta láminas en su parte inferior. Las setas pueden presentar diferentes colores debido a su especie o variedad, encontramos de color café, gris, blanco, rosa y crema (Marín Castro, 2009).

La gírgola u hongo ostra, *Pleurotus ostreatus*, hongo lignícola saprófito, es una de las especies de hongos comestibles más importantes a nivel mundial (Mora & Martínez-Carrera, 2007). Su desarrollo ocurre durante la estación otoñal e inicios de la primavera, sin embargo en sitios húmedos es posible encontrarlo en otras estaciones del año. Se destaca (Yildiz y col., 2002) de la especie su gran versatilidad y adaptabilidad, tolerancia en un rango amplio de temperaturas, resistencia a plagas y enfermedades y además puede ser cultivada en diversos sustratos lignocelulósicos tales como troncos, corteza o aserrín.

Características que destacan a las gírgolas

- **Morfológicas:** Sombrero con forma de ostra, de tamaño variable, desde 5 a 15 cm. Los colores más característicos en las setas son gris y ocre grisáceo y menos frecuentes gris plateado, verde-azules y pardo. Su cutícula es lisa, separable y brillante, de borde enrollado en los especímenes jóvenes, que se tornan finos y con presencia de ondulaciones terminales durante la senescencia. Son características sus láminas decurrentes de color blanquecino, que torna a color crema, apretadas y no muy homogéneas en la vejez. De pie corto y lateral, aunque hay individuos en los que apenas es perceptible debido a que está incrustado en el sustrato y es este de color similar al de las láminas. Su "carne" es consistente y tenaz de color blanco, olor fúngico suave y sabor dulce agradable.
- **Ecológicas:** Especie que suele fructificar de forma gregaria e incluso cespitosa sobre los árboles caídos, también se han observado fructificar sobre tocones de chopos u olmos y otra muy poco frecuentes sobre coníferas.

Es esta variedad, después del champiñón es la segunda especie más cultivada en la Argentina (Alberto & Gasoni, 2003; Alberto *et al*, 2008). Su producción se puede realizar en troncos o contenedores, aunque para su producción intensiva se emplean mayoritariamente bolsas plásticas de diferentes formas y tamaños.

La composición química del *P. ostreatus* es variable dependiendo del estadio de desarrollo y cepa. Su variabilidad es función del contenido de humedad, temperatura y presencia de nutrientes del medio. Constituyen un alimento altamente proteico pudiendo alcanzar un 10 a 30% de proteína en peso seco, la cual contiene gran número de aminoácidos esenciales (Crisan *et al*, 1978). Además se caracterizan por poseer un elevado contenido de vitaminas (Tiamina (B₁), Riboflavina (B₂), Piridoxina (B₆) y Cobalamina (B₁₂)); y es una fuente rica en calcio y fósforo (Breene, 1990).

La presencia en *P. ostreatus* de enzimas específicas capaces de degradar la lignina, fenoles y polifenoles, hasta un 60% del contenido original presentes en el sustrato, es una de las especies más utilizadas en la investigación de degradación de residuos aptos para su cultivo (Espinoza, 1997).

La sustentabilidad del cultivo del hongo *Pleurotus* spp. se basa en las propiedades fisiológicas y la posibilidad de subsistir en forma domesticada sobre gran variedad de residuos agrícolas considerados "desechos". Estos además degradan los sustratos por fermentación, transformándolos en materia orgánica asimilable por otros organismos. En condiciones adecuadas, la producción promedio de un kilogramo de sustrato en peso seco, es de un kilogramo de hongos en peso fresco siendo este un resultado positivo para el ambiente, el productor y el consumidor (Marín Castro *et al*, 2011).

Conociendo las ventajas de esta variedad y con el objetivo conocer y de mejorar la EB utilizando residuos de la industria en bolsas plásticas, se estudió en el presente trabajo la EB (%) de setas de *P. ostreatus* sobre residuos de aserrín, rastrojo y la mezcla aserrín-rastrojo (1:1). Se analizaron a su vez efectos específicos de los residuos sobre la productividad obtenida en cada uno de ellos en un sistema de producción "artesanal".

MATERIALES Y METODOS

La producción de gírgolas se llevó a cabo sobre bolsas de polietileno "cristal" (transparentes) de 40 x 60 cm, en invernáculo con humedad constante y controlada bajo equipo de riego semiautomático y un ciclo de producción promedio de 60-70 días. Los tratamientos, sustratos, evaluados: **T:** 100% Paja de trigo (inoculo 60g de micelio activado / kg paja de trigo); **A:** 100% Aserrín de acacio (inoculo 60g de micelio activado / kg aserrín de acacio) y **M:** 50% Paja de trigo: 50% Aserrín de acacio (inoculo 60g de micelio activado / kg de mezcla). Todos los sustratos fueron pasteurizados en agua a 85°C durante 90 minutos, previo a la inoculación con un 6% de "semilla" de *P. ostreatus*,

Las bolsas plásticas con los sustratos inoculados, fueron perforadas para proveer la condición de semi-anaerobiosis, y fueron incubadas a temperatura ambiente (20- 25°C) y baja intensidad lumínica. Una vez producida la colonización total del micelio sobre los sustratos (tiempo promedio: 18,3 días), las bolsas fueron llevadas a la sala de fructificación, para dar inicio a la misma. Las condiciones ambientales para este segundo período fueron: 15°C, pH de 6,5-7 e intensidad lumínica de 200 lux- 8-11 hs. luz/día; riegos diarios y control de humedad ambiente (70-80% HR).

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres réplicas por tratamiento. La unidad experimental fue cada bolsa de sustrato (4,5 kg de sustrato húmedo) donde se cultivó el micelio. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza (Estudiantil (Versión libre 2012, Córdoba, Argentina).

□=0,05)

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis del desarrollo de corrida del micelio de *Pleurotus ostreatus* en cada uno de los sustratos seleccionados en los diferentes períodos de siembra ensayados.

El tiempo de corrida del micelio, es decir el tiempo que tarda el hongo en colonizar los sustratos y desarrollar su cuerpo de fructificación, se vio afectado por el período estacional para los tres sustratos. Se consideró tiempo total desde día de siembra ($t_0=0$ día) hasta el tiempo final de cosecha (t_f =momento de primera cosecha promedios de días) y período de incubación (t_i = días de colonización del micelio). Los tiempos requeridos de incubación (t_i) en las distintas siembras ensayadas fueron para: Siembra 1=otoño-invierno; Siembra 2=invierno; Siembra 3=invierno-primavera de 14, 16 y 25 días totales de incubación, respectivamente. Las unidades de hogos totales obtenidas por día de desarrollo siendo el total de días de desarrollo ($t_{Desarrollo}=(t_f-t_i)$), fue afectada por el período estacional para los distintos sustratos. El sustrato que se observó menos afectado por el periodo estacional, fue el de Viruta de Acacia, mientras que la Paja de Trigo y la Mezcla (50:50) se vieron fuertemente afectados por el invierno de esta zona argentina, denominada Pampa Húmeda.

Análisis de Eficiencia Biológica (EB%)

En la Tabla-1 se puede observar los resultados obtenidos del análisis estadístico realizado de las EB% logradas a lo largo de los tres períodos de siembra (espécimen=cosecha; n=3). La EB% máxima fue para el tratamiento T3 (114 ± 31 %), media para el T1 (74 ± 10%) y mínima para el T2 (43 ± 10%). Así mismo el menor coeficiente de variación (CV%) fue observado para el tratamiento T1.

Tabla-1 EB% de *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos de alimentación

TRATAMIENTO*	EB% ± sd**	%CV
T1	74 ± 10 ^{ab}	14
T2	43 ± 10 ^b	23
T3	114 ± 31 ^a	27

* Tratamientos T1: Viruta Acacia; T2 Viruta Acacia: Paja Trigo (50%:50%); T3 Paja Trigo. **Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con un Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,69838) Test Tukey).

□=0,05. (

Estos resultados coinciden con Sánchez et al. (2007), quienes al cultivar *Pleurotus ostreatus* en paja de trigo reportó eficiencias biológicas superiores a otros sustratos, en un rango variable de 14.15-146.77% (superando a otros sustratos como pulpa de café de 34.03 hasta 176 %, de 19.9-142.6% en en bagazo de caña de azúcar). Esto significa que con el mismo sustrato se pueden obtener rendimientos tanto arriba como abajo del 100% que constituye el referente aceptable (Ardón López, 2007), como el logrado por T3.

Evaluación de producción de hongos *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes sustratos

En la Figura 1 se muestran los sustratos utilizados, para los diferentes tratamientos.



Figura 1-Sustratos Lignocelulósicos A) Aserrín acacio (Robina pseudoacacia). B) Aserrín de acacio fino y grueso (derecha). C) Paja de Trigo (*Triticum aestivum*). D) Mezcla aserrín:paja de trigo (50:50; p:p).

Las diferencias significativas observadas entre los tratamientos para la variable kilogramos totales de hongos producidos, se vio igualmente reflejada en los kilogramos de hongos de primera y segunda calidad ($p < 0,05$ para ambas variables) entre tratamientos (Figura 1). Sin embargo, entre las calidad 1 y 2, la variación más grande puede observarse para la calidad 2 en el tratamiento T3.

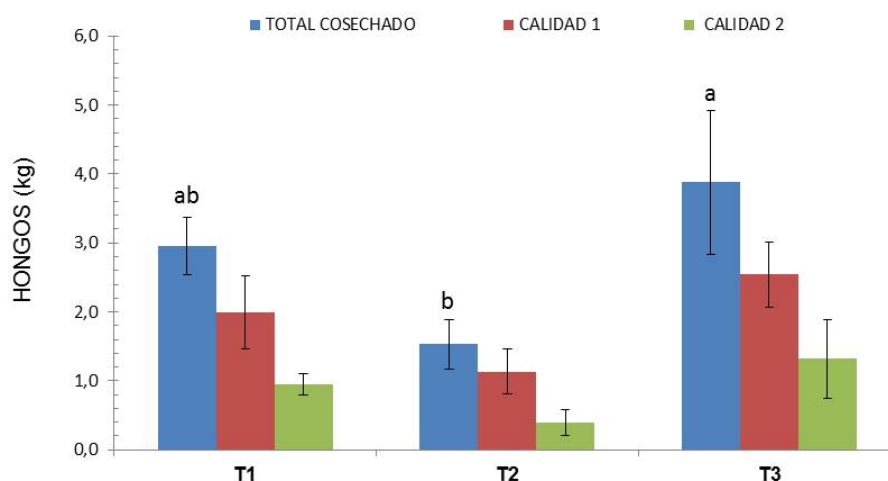


Figura 2 Producción de hongos frescos *Pleurotus ostreatus* (kg totales) en diferentes sustratos, clasificación de kg totales conforme a calidad-1 y calidad-2. Tratamientos T1: Viruta Acacia; T2 Viruta Acacia: Paja Trigo (50%:50%); T3 Paja Trigo. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($\alpha = 0,05$).

En la Figura 3 a continuación pueden observarse las características de los carpóforos producidos de ambas calidades.



Figura 3: *Pleurotus ostreatus* producidos de Calidad 1 (derecha) y Calidad 2 (Izquierda).

Análisis del número de carpóforos producidos por bolsa de *Pleurotus ostreatus* en cada uno de los sustratos evaluados

El número de carpóforos cosechados por bolsa en promedio en cada sustrato se determinó a partir de las unidades cosechas evaluadas a lo largo de esta investigación. Se pudo comprobar que tanto el sustrato de viruta de acacio como el de paja de trigo se encuentran dentro del rango reportado en bibliografía (Magae *et al* 1995) considerándolos sustratos adecuados y rentables para la producción de este hongo.



Figura 4. Vista de las bolsas utilizadas ubicadas en la sala de fructificación, establecimiento “Las Isletas”, Chivilcoy, Buenos Aires, donde se llevó a cabo el trabajo.

Análisis generales del empleo de bolsas plásticas en cada uno de los sustratos para *Pleurotus ostreatus*

Actualmente la utilización de este tipo de bolsas permite en los modelos de producción del tipo “artesanal” controlar mejor la humedad específica de cada bolsa contribuyendo a la estabilidad climática alojada dentro de cada una. Por otro lado la transparencia de ellas permite detecciones tempranas de infecciones o colonizaciones de hongos no deseado, ejemplo *Penicillium*, entre otros.

De los resultados observados, podemos decir que la utilización de bolsas plásticas tipo cristal de 40x60 cm en la producción de *Pleurotus* spp. permitió llevar adelante el desarrollo adecuado de la producción pudiéndose observar además que el sustrato 100% viruta de acacio (T1), residuo de la industria maderera local, logro una EB del 73,9% (considerándose un valor aceptable productivamente) con un menor coeficiente de variación en

relación al resto de los tratamientos. Esto podría significar mayor “fidelidad” en los rindes porcentuales a lograr, considerando que del total cosechado el 66,6% corresponden a hongos de primera calidad.

Asimismo a partir de la observación y resultados, podemos indicar que los tres sustratos permitieron lograr un correcto desarrollo de las setas en las bolsas plásticas utilizadas.

CONCLUSION

De los ensayos realizado podemos concluir que para un tipo de producción de tipo “artesanal”, la utilización de sustrato paja de trigo en bolsas plásticas presenta una adecuada productividad, dada la EB obtenida de 114 %. Además, esta resultó superior en comparación con la viruta de acacia y la mezcla trigo:viruta. Por su parte el este tipo de sustrato, trigo, logro mayores rendimientos en relación a las calidades.

BIBLIOGRAFIA

- Alberto E. & L. Gasoni 2003. Producción de Hongos en la Argentina. IDIA XXI 5: 70-76. Argentina, ISSN 0018-9081.
- Alberto, E. 2008. Cultivo Intensivo de los Hongos Comestibles. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 265pp. Argentina, ISBN.
- Ardón López, C. E.. 2007. La producción de hongos comestibles. Tesis de Maestría en Docencia Universitaria. Departamento de Postgrado Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades.
- Breene, W.M. 1990.; Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. Journal of Food Protection: 10(53), 883-894 (1990).
- Crisan E, Sands A. 1978. Nutritional Value. In: Chang ST, Hayes WA (Eds.) The Biology and cultivation of edible mushrooms. London, Academic Press.1978. pg.137-168
- Espinoza, R.M. 1997.; Podría utilizarse la celulosa de pañales desechables para el cultivo de hongos comestibles. Vida Universitaria: Azcapotzalco, México: 12, 1-2 (1997.)
- Levin L.. 1996. “Biodegradación de materiales lignocelulosicos para hongos”. Secretaria de Ciencia y Tecnica. Universidad de Buenos Aires. 1996.
- Marín Castro, M. A., 1999. “El hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, un recurso natural cultivable”. En: Recursos Naturales, Medio ambiente y Agricultura, BUA P.
- Marín Castro, M. A.; Alvarado Retana, G. Giselle. 2009. “Procesos básicos para el cultivo de *Pleurotus spp.*” Editor: Diaz Virginia Silvia. 2009
- Marín Castro, M. A.; Alvarado Retana, G., Rueda Luna, R.;olando, Alfonso Gordillo G.uadalupe;; Lorenzini Davila E.rika. 2011. Pasterurizacion con vapor de agua de los sustratos para el cultivo rustico de *Pleurotus spp.* Capitulo IV. Medio Ambiente y Agricultura: Nueva década. Editorial Ediciones del Lirio. 2011.
- Mora, V. M. & D. Martínez-Carrera. 2007. Investigaciones básicas, aplicadas y socioeconómicas sobre el cultivo de setas (*Pleurotus*) en México. Capítulo 1.1, pp. 7-26. In: El Cultivo de Setas *Pleurotus spp.* en México. J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata & H. Leal (Eds.). ECOSUR, México, D.F. ISBN 978-970-9712-40-7.
- Sánchez, J; et al. 2007. El cultivo de setas *Pleurotus spp* en México: Cultivo de *Pleurotus spp* y buenas prácticas de manejo para la producción de cuerpos fructíferos inocuos. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Chiapas, México, D. F. <http://www.ecosur.mx/EICultivodelasSetas1.pdf>
- Yildiz, S.; U.C. Yildiz;, E.D. Gezer, E.D. y A. Temiz, A. 2002. Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. Process Biochemistry: 3(38), 301-306.

