

Eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* cultivado en fibra de palma de aceite

Biological efficiency of Pleurotus ostreatus cultivated in palm fiber oil

Díaz C. Claudia^{1*}, Carvajal R. Eduardo

Universidad de Santander- UDES, Bacteriología y Laboratorio Clínico,
Avenida 4a, Esquina Calle 10 Norte. Cúcuta, Norte de Santander. Colombia

Recibido 17 de Mayo 2014; aceptado 20 de Junio de 2014

RESUMEN

Se evaluó la eficiencia biológica y crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* en bloques sintéticos utilizando la fibra de la palma de aceite como sustrato para su cultivo. Se formularon 6 tratamientos compuestos por fibra y salvado a diferentes concentraciones, los cuales se sometieron a esterilización, se inocularon con el 6% de semilla y se incubaron a una temperatura promedio de 25.2°C y una humedad relativa promedio de 78.4%. Los resultados mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones F1 y F6 en cuanto a tamaño, número de carpóforos producidos y eficiencia biológica (29% y 28% respectivamente). El tratamiento F6 registró un rendimiento alto (15.8%) comparado con el tratamiento F1 (13.12%), siendo un sustrato rentable económicamente para la producción del hongo. El análisis químico realizado a los sustratos remanentes mostró que el tratamiento F6 es apto para la alimentación animal. Se concluye que la fibra de palma de aceite favorece el desarrollo de *Pleurotus ostreatus*, demostrando así su adaptabilidad a medios formulados a partir de residuos agroindustriales, que permitirían alcanzar niveles de producción competitivos a nivel nacional.

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. E-mail: clau_juli2001@hotmail.com

Palabras clave: Eficiencia biológica, productividad, precocidad, rendimiento, sustrato remanente.

ABSTRACT

*Biological efficiency and performance of the fungus *Pleurotus ostreatus* in synthetic blocks was evaluated using fiber oil palm as substrate for cultivation. 6 treatments were formulated compounds for fiber and wheat bran at different concentrations, were subjected to sterilization, inoculated with seed 6% and incubated at an average temperature of 25.2 ° C and an average relative humidity of 78.4%. The results show no significant differences between formulations F1 and F6 in size, and number of fruit bodies produced and biological efficiency (29% and 28 % respectively). The F6 treatment showed a high yield (15.8 %) compared with F1 (13.12 %) treatment, being economically profitable substrate for the production of the fungus. Chemical analysis of the remaining substrates showed that F6 treatment is suitable for animal feed. It is concluded that the oil palm fiber favors the development of *Pleurotus ostreatus*, demonstrating its adaptability to media formulated from agro-industrial waste that would achieve competitive production levels nationwide.*

Keywords: *efficiency, productivity, earliness, performance, remaining substrate*

INTRODUCCIÓN

Dentro de la gran variedad de hongos comestibles se encuentra el *Pleurotus ostreatus*, el cual ha llegado a considerarse la principal seta comestible en Asia, destacándose no solo por su sabor y calidad sino también por sus propiedades medicinales, tales como efectos antitumorales, antivirales, antiinflamatorios, control del colesterol y efecto antioxidante, entre otros; convirtiéndolo así en un potenciador del sistema inmunológico (Jaramillo y Rodríguez, 2005). En los últimos años, debido al cambio en los hábitos alimenticios, se ha registrado un aumento creciente en su consumo per cápita (estimado en 0.44 Kg por persona al año, con un crecimiento promedio anual de 3.8%), asociado a su bajo aporte calórico, una baja relación de ácidos grasos saturados a insaturados, 2.0- 4.5:1, una relación fibra dietaría total a fibra cruda mayor que la de los vegetales, una buena digestibilidad (67.75±0.54%), al contenido en compuestos funcionales (betaglucano y glucosamina), aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas y provitaminas.

Los hongos comestibles del género *Pleurotus*, son organismos que pueden descomponer lignocelulosa de manera eficiente sin un pre-tratamiento biológico o químico y crecen fácilmente bajo diversas

condiciones artificiales, dando buenos rendimientos en una gran variedad de desechos lignocelulósicos agrícolas como: pulpa de café, paja, papel, olote de maíz, aserrín, mazorca de maíz, bagazo de caña de azúcar, cáscara de cacao entre otros (Gaitán, 2005). Estudios realizados por Garzón y Cuervo, 2008, muestran el efecto de cuatro sustratos bagazo de caña de azúcar, tallo de maíz, aserrín y sobras de café de consumo humano de forma individual y en mezclas sobre la producción de *Pleurotus ostreatus* a través de indicadores como la eficiencia biológica, el rendimiento, la frecuencia y el porcentaje de peso de cada cuerpo fructífero y la productividad, demostrando que al mezclar el café con bagazo de caña de azúcar o con tallo de maíz se obtienen los mejores resultados con eficiencias biológicas que varían entre el 40 y el 48% y una productividad entre 0.715 y 0.905kg de hongos frescos por cada 100kg de sustrato seco al día. Zambrano *et al.*, (2011), evaluaron un sustrato a base de residuos agroindustriales de piña, mandarina, banano y mango suplementados con salvado de trigo como aporte de nitrógeno, CaCO₃ como controlador de pH y el CaSO₄ como promotor de crecimiento para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Los resultados mostraron un alto grado

de bioconversión de los sustratos a base de mango y banano, al ser reducidos en un 50%, sin embargo no se considera un proceso económicamente rentable pues el rendimiento de las setas obtenido se encontró por debajo del 15%. En el Centro de investigaciones del café CENICAFE, se ha logrado estandarizar la técnica de cultivo hasta alcanzar un rendimiento del 85% a partir de residuos agroindustriales del café de la zona cafetera, como la pulpa, película plateada y troncos del cafeto con las especies *Pleurotus sp*, *Hypsizygus marmoreus*, *Ganoderma lucidum* y *Lentinus edodes* con excelentes resultados.

Dado lo anterior, la alternativa de utilizar los residuos vegetales como sustratos para el cultivo de setas tiene importancia en la actualidad, ya que se están implementando tecnologías para la producción de un alimento de consumo humano de calidad nutricional aceptable, incidiendo directamente en un problema grave de contaminación. Debido a esto, se investiga en la búsqueda de un nuevo sustrato para el cultivo de setas probándose gran cantidad de materiales lignocelulósicos, tal es el caso de la fibra de palma de aceite correspondiente a un 13% de la biomasa residual total producida, actualmente la fibra alimenta el sistema de generación de vapor para proceso y tan sólo el 9% fibra/RFF (racimo de fruta fresca), es usado como combustible para las calderas, el restante es llevado al campo para ser utilizado como abono. La carne de cerdo se constituye en un alimento ampliamente consumido en el mundo; la industria porcícola se ha dedicado a mejorar continuamente su calidad. Según la FAO (2007), la carne fresca se considera uno de los vehículos comunes de patógenos, su contaminación generalmente se produce durante el faenado de los animales, como resultado de malas prácticas, higiene de los mataderos y manipulación de los animales. En países industrializados, la carne fresca proviene de instalaciones modernas de sacrificio, y durante su despiece, transporte y comercialización, se le aplica una cadena de frío la cual no es interrumpida; mientras que en los países en desarrollo, la comercialización y distribución de la carne fresca se realiza en mercados tradicionales

o ventas callejeras (FAO, 2014). Lamentablemente se aprecia que la mayoría de establecimientos que las comercializan no reúnen las condiciones sanitarias requeridas para ofrecer un producto inocuo para el consumidor pudiendo ocasionar enfermedades transmitidas por alimentos. Tal es el caso de las ventas informales de la ciudad de Barranquilla, ubicadas en el centro de la ciudad donde se comercializa la carne de cerdo en estado crudo y también en preparaciones listas para el consumo, donde se observa que los establecimientos no presentan condiciones higiénicas adecuadas, se exponen las canales a la intemperie, a temperatura ambiente, utilizando implementos de material inadecuado para su tratamiento lo que puede provocar posibles contaminaciones en la carne. Por otro lado, la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN) 2010, informó que el 71,8% de la población consume alimentos expendidos en la calle. El consumo de carne de cerdo contaminada puede provocar riesgos a la salud pública causando enfermedades como la gastroenteritis por *E. coli* O157:H7, salmonelosis por ingestión de *Salmonella* spp., parasitosis como la triquinosis y la cisticercosis, las cuales pueden originarse por falta de medidas de higiene. Estos microorganismos son de mucha preocupación ya que pueden ser letales. Otros microorganismos que pueden encontrarse en la carne de cerdo son *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* (Jay et al., 2005). Es necesario implementar medidas que minimicen los riesgos de contraer enfermedades por el consumo de carne contaminada, principalmente en las ventas informales donde la educación en materia de manipulación de alimentos es escasa.

El propósito de esta investigación es evaluar la calidad higiénica y determinar *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo expendida en ventas informales en el centro de la ciudad de Barranquilla, y conocer las condiciones en las que se desarrollan las actividades de almacenamiento temporal y distribución de la carne de cerdo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Toma de muestra

Se utilizó una semilla de *Pleurotus ostreatus*, adquirida en la empresa Champfung de Bogotá. El diseño estadístico fue completamente aleatorio con 5 repeticiones por tratamiento. En total se realizaron de manera independiente seis experimentos que correspondieron a seis proporciones diferentes de fibra de palma y salvado de trigo con adición de CaSO₄ al 1%. (Tabla 1). Por cada tratamiento se determinó número y tamaño de carpóforos, peso de cosecha, precocidad, eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción. Se realizó un análisis comparativo mediante el Paquete estadístico Statgraphics centurión XV, a través de una análisis ANOVA multifactorial, para evidenciar si existe diferencia mínima significativa ($p < 0.05$), entre las variables, además para evidenciar la diferencia entre tratamientos se realizó un análisis de medias de Tukey 5%.

Pretratamiento de la fibra de palma de aceite

La fibra se dejó en remojo durante 24 horas para la eliminación de impurezas, se extendió sobre el piso para facilitar su secado y finalmente se calentó durante 1h a 90°C (Ramos, 2007).

Formulación y Preparación de los sustratos

Se calculó la relación Carbono-Nitrógeno (C/N) de cada sustrato de acuerdo a las siguientes fórmulas: %C: M.O/ 1.8; %N: proteína/ 6.25; M.O: 100%-% ceniza. Luego se pesaron y mezclaron manualmente hasta lograr su completa homogenización, de acuerdo a las proporciones establecidas (Tabla 1), se estandarizó la humedad cercana al 75% con adición de agua al sustrato, empacándolos luego en bolsas de polipropileno de 5 kg. Se llevaron a esterilización en autoclave (All American Modelo 25X) a 121 °C y 15 Lb de presión por 1 hora.

Inoculación e incubación

La semilla del hongo se inoculó en cada bolsa bajo condiciones de esterilidad en cabina de seguridad biológica (Mod. CSB-85), transfiriendo con una cuchara estéril el 3% de semilla (15g de semilla/500 g de sustrato). Luego se trasladaron las 30 bolsas a

la caseta de incubación ubicada en el municipio de Chinácota para su seguimiento.

Tabla 1
Formulación de los sustratos

Formulaciones						
M. Primas	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Fibra	100%	70%	50%	30%	-	99%
CaSO ₄	-	1%	1%	1%	1%	1%
Salvado de trigo	-	29%	49%	69%	100%	-
Relación C:N		44,1:1	37,7:1	30,3:1	19,9:1	54,4:1

Valoración de parámetros para la estimación de la productividad del cultivo

En esta fase se registró diariamente la temperatura, humedad relativa utilizando un termohigrómetro (MARCA BRIXCO) y la invasión del micelio sobre el sustrato. Luego de tener los sustratos completamente colonizados por el micelio, se trasladaron a la segunda sección de la caseta de cultivo dispuesta para esta fase, la cual se ilumina de forma natural para promover la fructificación; de acuerdo a recomendaciones realizadas por Sánchez y Royse (2001), quienes aseguran que la luz del día suele ser suficiente para obtener buenas fructificaciones. Posteriormente se procedió a realizar pequeñas perforaciones aproximadamente de 1 cm a cada bolsa y tras observar la aparición de los primordios, se procedió a retirar la bolsa y a realizar riegos con agua destilada para evitar la desecación del sustrato y del micelio. Las setas se cosecharon cuando llegaban a su estado adulto cortándolas por la base de la seta que se une al sustrato. Una vez recogida la cosecha eran pesadas, contadas y medidas por su tamaño. Una vez terminada la primera cosecha, los sustratos se seguían regando hasta la producción de una segunda cosecha. Tras la recolección de la última cosecha se procedió al pesaje de los residuales y a la realización de análisis bromatológicos en el Laboratorio Bioambiental de la UNET-Venezuela para la determinación de: % de humedad, % de materia seca a 105°C, % de ceniza, % de proteína, % de grasa cruda, %de fibra cruda y % de E.L.N

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del desarrollo y crecimiento de *Pleurotus ostreatus* en el sustrato a base de fibra de palma de aceite

De acuerdo a la investigación realizada por Jaramillo y Rodríguez, (2005), los residuos con alta cantidad de carbono son buenos sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, pero si se usan solos, las bolsas quedan muy flojas. Por esta razón, la fibra de la palma de aceite se suplementó con un sustrato celulósico adicional como el salvado de trigo, que le proporcionaba una fuente de nitrógeno y le daba una textura apropiada para el llenado de las bolsas. Los resultados de esta investigación, evidencian que la cepa de *Pleurotus ostreatus* estudiada utilizó eficientemente los nutrientes aportados por los sustratos F1 (100% fibra) y F6 (99% fibra más 1% CaSO₄) debido a la textura del sustrato que no permitió la formación de aglomeraciones durante la preparación de la mezcla. Por otro lado, el sustrato F2 compuesto por 70% fibra-29% Salvado de trigo y 1% CaSO₄, fue aprovechado deficientemente por el hongo arrojando el menor número de setas por cosecha (Tabla 2).

Tabla 2
Resultados de la cosecha de *Pleurotus ostreatus*

Sustrato	N° Bolsas sembradas	N° Bolsas viables	N° Setas de la cosecha	N° Setas promedios por muestra	Tamaño promedio		Tamaño máximo		Peso promedio setas cosechadas (g)	Promedio de peso cosecha (g)	% Contaminación	Peso setas (g)	Peso promedio residual
					A	H	A	H					
					F1	5	4	500					
F2	5	2	121	60.5	2.5	4.0	3	3.5	120	60	60	0.08	1650
F6	5	5	450	28.75	2.8	4.6	3.7	6	200	40	0	0.1	1640

Tamaño de los carpóforos H: altura de carpóforo (cm), A: ancho de carpóforo (cm)

Caso contrario sucedió con los sustratos F3, F4 y F5, donde la proporción de salvado de trigo fue más elevada que el sustrato F2 permitiendo la alta

acumulación de agua. Este aspecto según Mandeel *et al.*, (2005), genera una baja difusión de oxígeno en el sustrato importante para el desarrollo y crecimiento del micelio, lo que llevó finalmente a la contaminación del sustrato por otro tipo de hongos. Estudios realizados por López *et al.*, (2008), aseguran que los hongos al realizar la descomposición aeróbica de un sustrato requieren de mayor presencia de carbono que de nitrógeno para generar un ambiente óptimo de crecimiento y desarrollo, por esta razón a mayor cantidad de carbono el hongo se adapta con mayor facilidad para la degradación del sustrato y lo usa para su crecimiento y formación de biomasa, tal es el caso de las formulaciones F3, F4 y F5 en las cuales el contenido de nitrógeno era superior al de carbono en cada una de las mezclas (Tabla 1), lo que no permitió que el hongo *Pleurotus ostreatus* utilizará eficientemente su batería enzimática evitando la formación del abrigo micelial y por tanto la formación de cuerpos fructíferos.

Análisis del porcentaje de Eficiencia Biológica y rendimiento de *Pleurotus ostreatus* en cada uno de los tratamientos

La eficiencia biológica determina el potencial biológico de los sustratos para la producción de hongos. De acuerdo a los resultados obtenidos solo en 19 de las 30 formulaciones evaluadas hubo pérdidas de proceso, por tanto, los valores arrojados de eficiencia biológica media estuvieron por debajo del 40%, valor mínimo para ser considerado económicamente rentable (Ríos *et al.*, 2010). Sin embargo cabe resaltar que el bajo porcentaje de eficiencia biológica obtenida en este estudio se compara con los valores obtenidos por Ramos, (2007), correspondientes al 30% utilizando fibra de palma de aceite al 100% como sustrato.

Según Cardona, (2001) citado por Ríos *et al.*, (2010), los bajos índices de eficiencia biológica se atribuyen al agotamiento de los nutrientes en el sustrato y la forma en que cada semilla los asimila, así como la procedencia de la misma, factores que influyen directamente sobre la producción de

carpóforos. En esta investigación, la semilla presentó un comportamiento homogéneo donde el número de los hongos cosechados no arrojaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) para las formulaciones F1 y F6, obteniendo de igual manera rendimientos bajos de acuerdo a la eficiencia biológica encontrada en este estudio (Tabla 3).

Tabla 3
Parámetros de producción y calidad del cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Parámetro sustrato	RP (%)	EF (%)	P (días)	TP	P
F1	13.12	29	13	0.64	33.6
F2	3.4	20.7	13	0,46	7.2
F6	15.8	28	13	0,62	40

RP: Rendimiento promedio, EF: Eficiencia Biológica, P: Precocidad, TP: Tasa de producción, P: Productividad

De igual manera, el rendimiento es un parámetro importante porque permite determinar la rentabilidad del cultivo, encontrando según Bermúdez *et al.*, (2002), que en valores superiores al 15% de rendimiento de las setas, el proceso es económicamente rentable, de esta forma se puede afirmar que aunque la eficiencia biológica para las formulaciones F1 y F6 no presenta diferencias significativas entre sí, solo la formulación F6 se podría considerar rentable económicamente debido al rendimiento obtenido del 15.8% siendo muy similar a datos reportados por Ramos (2007), y Gaitán (2005), citado por Ríos (2010).

Análisis de la tasa de producción de *Pleurotus ostreatus* en los tratamientos evaluados

En cuanto a la tasa de producción, existen reportes que muestran tasas de producción entre 0.34 y 1.68 sobre sustratos de paja de cebada (Salmones *et al.*, 1997) y entre 1.31 y 4.50 en pulpa de café y viruta de cedro (Bermúdez *et al.*, 2002), por lo que las tasas de producción obtenidas en el presente estudio para los 3 tratamientos evaluados dadas entre 0.46 y 0.64, se encuentran entre los rangos reportados.

Análisis de los sustratos remanentes obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados

Uno de los beneficios adicionales, obtenidos tras el cultivo de hongos comestibles, es el aprovechamiento que se puede dar al sustrato remanente, cuya actividad podría proporcionar un alimento de aceptable valor nutrimental para uso en la nutrición animal y a la vez, generar un residuo bioconvertido y aprovechable como abono orgánico para la producción de plantas y hortalizas. Debido a esto, en esta investigación se tomaron en cuenta los cambios sufridos tanto cuantitativa como cualitativamente mediante análisis bromatológicos. En este caso la pérdida de la materia orgánica es el criterio más simple adoptado para evaluar la extensión de la degradación del sustrato, ya que concomitante con el crecimiento y fructificación de las setas sobre subproductos lignocelulósicos, se presenta un decremento en el contenido de materia orgánica (Bermúdez *et al.*, 2002). Esto es debido a las pérdidas de CO₂ y H₂O durante el metabolismo de los hongos, y también a la remoción de materiales del sustrato por la formación de cuerpos fructíferos. Dado lo anterior, en la tabla 4, se puede apreciar el análisis bromatológico del sustrato antes de ser inoculado, los mismos que sirvieron de base para fijar las concentraciones evaluadas para el crecimiento y desarrollo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Tabla 4
Características nutricionales del sustrato antes de inocular

Componente	Materiales	
	Fibra	Salvado de Trigo
Humedad	36.02	12.3
Ceniza	4.47	5.0
Grasa	8.7	4.15
Proteína	6.1	13.48
Fibra	46.3	
Relación C/N	54,4:1	19,9:1

De igual manera en la tabla 5, se aprecia la comparación entre los diferentes parámetros establecidos en los estudios bromatológicos realizados a los sustratos remanentes obtenidos en los diferentes tratamientos.

Tabla 5
Parámetros bromatológicos de referencia para piensos animales

	Ceniza %	Proteína %	Fibra cruda %	Materia seca %
F1	16.50	10.97	21.96	94.74
F2	16.58	10.41	18.69	88.8
F6	18.67	10.82	24.05	95.62
Ramos (2007)	5.98	9.08	21	ND
Mazza (2002)	ND	9.85	22.12	29.03
Spadotto (2001)	ND	8.32	23.8	45.60
Arzuaga (1997)	14.5	5.50	40.00	22.42
Media Aritmética	17.25	10.73	21.57	93.05
Datos sobre la media aritmética. Datos Cerca a la media aritmética.				
Datos por fuera de la media aritmética				

Según este análisis, se tomó en cuenta lo establecido por Arzuaga (1997), Spadotto (2001) y Mazza *et al.*, (2002), en cuanto a los parámetros más relevantes para considerar óptimo un ensilaje, debido a que de una u otra forma, afectan directamente su asimilación por parte del animal. Por ejemplo, la ceniza está conformada en su mayoría por elementos inorgánicos (macro y micro

elementos), la proteína estimula el incremento de la masa muscular, junto con la materia seca la cual provee una gran cantidad de carbohidratos necesarios por la microbiota de los animales para generar los ácidos grasos volátiles (AGV), los cuales son la primera fuente de energía de los rumiantes; además la fibra es la responsable de la regulación del tránsito intestinal.

Por esta razón, se determinó que el mejor sustrato remanente evaluado como posible fuente de alimentación animal se encuentra el formulado con una proporción 99% Fibra y 1% CaSO₄ ya que en este sustrato están 4 de los parámetros establecidos por algunos investigadores citados por Parada y Prado, (2008), en alimentos tipo ensilaje para bovinos (Proteína, Ceniza, fibra y materia seca) por encima de la media aritmética.

CONCLUSIONES

Se encontró que la fibra de palma de aceite por ser un sustrato con alto contenido de carbono favorece el desarrollo de *Pleurotus ostreatus*, demostrando así su adaptabilidad a medios formulados a partir de este residuo agroindustrial a una concentración del 99% mas CaSO₄ al 1% (F6), con un rendimiento

teórico del 15.8%, el cual no solo permitiría alcanzar niveles de producción competitivos a nivel nacional, sino también sería una alternativa de manejo de estos residuos causantes de serios problemas de contaminación en zonas aledañas a las plantas extractoras en Norte de Santander.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arzuaga, J. Ensilaje de King Grass empleando diferentes variantes del inóculo de bacterias ácido lácticas. (1997). Madrid: Prentice Hall,
- Bermúdez D., Martínez C., Ramos E. y Morris H. Efecto de la luz en la concentración de micosteroides de *Pleurotus ostreatus* Var. Florida. (2002). Revista Cubana de Alimentación y Nutrición. 16:13-18.
- Cardona, L. Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. (2001). Crónica Forestal y del Medio Ambiente.16:99-115.
- Gaitán, R. Evaluación in vitro del hongo comestible *Pleurotus eryngii* efecto de diferentes suplementos orgánicos en el crecimiento micelial y producción de cuerpos fructíferos. (2005). Revista mexicana de micología. 21:77-84
- Garzón, J., Cuervo J. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. (2008). Revista Ciencia Biomédicas. 6: 1-3.
- Jaramillo C., Rodríguez N. Cultivo de hongos medicinales en residuos agrícolas de la zona cafetera. (2005). Boletín técnico Cenicafé. 28:1-72
- López C., Hernández R., Suárez C., Borrero M. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. (2008). Revista Universitas scientiarum;

13(2):128-137. Disponible en línea en:
www.javeriana.edu.co/universitas_scientiarum.

Mandeeel Q., Al-Laith A., Mohamed S. Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) on various lignocellulosic wastes. (2005). World Journal of Microbiology and Biotechnology. 21(4):601-607.

Mazza P., Tavares S y Melotti L. Valor nutritivo del forraje conservado en silo de maíz bajo el efecto de la inoculación de bacterias ácido lácticas. (2002). Brasilia:Pablus.384 p

Parada, C.; Prado, E. Producción y Evaluación de Bacterias lácticas Homofermentativas (*L. casei* y *L. Acidophilus*) en una Mezcla Ensilada de Caña de Azúcar (*Saccharum Officinarum*) y Pasto Marafalfa (*Pennisetum violaceum*). (2008). [Tesis pregrado]. Colombia: Universidad de Santander. 130 p

Ramos G. *Pleurotus ostreatus* cultivado en residuos de palma aceitera como importante fuente proteica para la dieta humana. (2007). [Tesis pregrado]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 144 p.

Ríos M., Hoyos J., Mosquera S. Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. (2010). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 8 (2):86-94

Salmones D., Gaitán R., Pérez R., Guzmán G. Estudios sobre el género *Pleurotus*: interacción sobre el crecimiento micelial y productividad. (1997). Revista Iberoamericana de micología. 14:173-176.

Sánchez J.E, Royse D.J. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. (2002). Ed. Grupo Noriega, México. 209 p

Spadotto, J. Evaluación del ensilaje de variedades de maíz de grano y de Maíz forrajero en la alimentación de bovinos Nelore y Canchim y su comportamiento en corrales de engorde. (2001). Madrid. FAO

Zambrano L., Villareal R., Cueto L. Evaluación de un sustrato a base de residuos de frutas para la producción del *Pleurotus ostreatus*. (2011). [Tesis pregrado]. Colombia: Universidad de Santander. 106 p