

Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceuticas

The influence of the substrate used for growing edible fungi on their nutraceutic characteristics

Ivonne Jeannette Nieto¹, Carolina Chegwin A.²

Resumen

Siendo Colombia un país en el cual hay un gran desarrollo de la actividad agraria, generadora de cantidades apreciables de desechos que dan lugar a un problema ambiental, el cultivo de los hongos presenta un potencial en aplicaciones biotecnológicas que derivan de la diversidad metabólica de los mismos. Dicho potencial está tanto en la producción de los hongos como alimentos con óptimas calidades nutricionales, como en la obtención a partir de las setas de productos bioactivos que permitirían en un futuro no muy lejano contribuir a la economía del país y a la descontaminación ambiental. Dentro del reino fungi, las especies de *Pleurotus* pueden crecer sobre una amplia variedad de sustratos y tienen especiales propiedades para degradar los componentes lignocelulósicos presentes en mayor proporción en los residuos de la agroindustria. El objetivo del presente estudio fue el de evaluar el efecto del sustrato sobre las propiedades nutricionales o nutraceuticas de hongos del género *Pleurotus*. Como resultado se determinó que efectivamente la composición de los hongos en cuanto al contenido de proteínas netas, fibra, humedad, cenizas, carbohidratos y grasas totales varía con el sustrato empleado, lo que incide directamente en las propiedades antes anotadas, si se tiene en cuenta que dentro de los componentes determinados se encuentran metabolitos como polisacáridos y esteroides con bioacciones previamente reportadas. De igual manera, se encontró que estas variaciones son diferentes dependiendo de la especie.

Palabras clave: *Pleurotus*, sustrato, valor nutricional, bioconversión, nutraceutico.

Abstract

Colombia is a country which is mainly devoted to agricultural activity, thereby producing large amounts of vegetal waste leading to environmental problems; fungi-growing thus represents a potential biotechnical application resulting from the fungi's own metabolic diversity. Such potential lies in producing fungi as food having optimum nutritional qua-

1 Dr. Sci. Química, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. ijnietor@unal.edu.co.

2 M. Sci., Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. cchegwina@unal.edu.co



lity and obtaining bioactive products from fungi which would contribute to Colombia's economy in the not too distant future and to reducing environmental contamination. Within the fungi kingdom, the *Pleurotus* species can grow on a great variety of substrates and they have special properties for degrading the large percentages of lignocelulosic components present in agroindustrial waste.

The present study was aimed at evaluating the effect of the substrate used on the fungi's nutritional and/or nutraceutical quality (genus *Pleurotus*). It was indeed determined that fungal composition, regarding net protein content, fibre, humidity, ash, carbohydrates and total fats, varied with the substrate used, thereby having a direct impact on their properties, taking into account that certain components contain metabolites such as polysaccharides and sterols which have previously reported bioaction. It was also found that such variations differed, depending on the species.

Key words: *Pleurotus*, fungi, substrate, nutritional value, bioconversion, nutraceutic.

Recibido: Julio 24 de 2008

Aprobado: Junio 17 de 2010

Introducción

Durante milenios los hongos han presentado un inestimable valor en muchas culturas debido a sus propiedades tanto nutricionales como medicinales, constituyéndose desde siempre en el alimento funcional por excelencia. Con la popularización mundial del consumo de los hongos se presume que más de 10 millones de toneladas métricas de hongos comestibles o medicinales se producen al año en varios países (Leifa *et al.*, 2006). Una característica que hace tan atractivo el cultivo de setas, especialmente en los países en vía de desarrollo, es que ellas producen cantidades relativamente grandes de proteínas de alta calidad, que si bien no se equipara totalmente con la proteína animal, su producción es más eficiente debido al hecho de que puede ser producida directamente desde materiales de desechos lignocelulósicos (paja, aserrín, bagazo, residuos de café, cáscara de semilla de algodón, etc.), mientras que los animales deben ser alimentados con grandes cantidades de forraje por largos periodos de tiempo.

La fungicultura realizada sobre desechos genera tanto desarrollo económico a diferentes niveles como beneficios ecológicos. La facilidad de desarrollo de los hongos en esta clase de sustratos ha dado vía libre a procesos biotecnológicos basados en la bioconversión llevada a cabo por ellos, y que se ha denominado la "revolución verde". Aunado a lo anterior está el hecho de que muchos hongos presentan propiedades medicinales conferidas por sus metabolitos secundarios dentro de los que se cuentan enzimas, glucanos, flavonoides y triterpenos, estos últimos componentes de la fracción grasa, con importantes bioacciones que dependen de sus variaciones estructurales como se observa en la tabla 1. De la fracción lipídica también hacen parte los ácidos grasos, constituyentes que exhiben marcada acción biológica, hasta el punto de que son considerados como reguladores del metabolismo lipídico, reductores de la arterioesclerosis (Yilmaz *et al.*, 2006), así como poseedores de actividad antioxidante, antiinflamatoria, anticancerígena, antibacteriana y anticonvulsiónante (Castaño *et al.*, 2007). Estas bioacciones de los metabolitos fúngicos han logrado posicionar a los

macromicetos como los nutraceuticos ideales, término acuñado para catalogar a una nueva clase de compuestos que han sido extraídos tanto de la seta como del micelio vegetativo, y que poseen cualidades medicinales y nutricionales (Miles y Chang, 1998).

Tabla 1. Bioacciones de triterpenos aislados de macromicetos

Bioacción	Compuesto	Referencia
Adaptogénica, antihipertensiva, antialérgica, hipocolesterolémica	Triterpenoides	Wasser y Wells, 2005
Antiinflamatoria	Cetoesteroides	Lindequist <i>et al.</i> , 2005
Inmunomoduladora, antiviral	Triterpenos tetracíclicos	Yasunori <i>et al.</i> , 1998
Antibacteriana y antimicrobiana	Ácidos sesquiterpénicos insaturados y esteroides	Yasunori <i>et al.</i> , 1998
Antibiótica, provitamina D	Esteroides y sesquiterpenos	Jikai, 2002
Hepatoprotectora	Ácidos lanostánicos	Jikai, 2002
Antifúngica	Ésteres diterpénicos y ácidos lanostánicos	Jikai, 2002
Antiviral	Triterpenos	Fan <i>et al.</i> , 2006
Antitumoral	Esteroides, lactonas y ácidos esteroidales	León <i>et al.</i> , 2003
Insecticida	Ecdiesteroides	Vocak <i>et al.</i> , 1998

Las especies del género *Pleurotus* (orellanas u hongos ostra), cuya producción y consumo están en aumento en Colombia, además de tener las cualidades antes mencionadas, pueden utilizar como sustrato para su cultivo una variedad mayor de materiales que otros hongos (aproximadamente 200 desechos diferentes), debido a su rápido crecimiento micelial, a las demandas nutricionales simples necesarias para su desarrollo, que deben ser proporcionadas por el sustrato, y a su sistema de enzimas multilaterales, que le permiten biodegradar casi todos los tipos de residuos disponibles. Para darse una idea del aprovechamiento de dichos residuos, solo usando el 25% del volumen de las pajas de cereal que se queman en el mundo podrían producirse 317 millones de toneladas métricas (317 mil millones de kg) de hongos frescos por año (Miles y Chang, 1998). Siendo Colombia un país mayoritariamente agrícola, en el cual se está implementando el aprovechamiento de los residuos de esta actividad, son variados los desechos que se emplean para el cultivo de los hongos. Es así como en una finca cafetera, con una producción de 1000 arrobas de café pergamino seco al año, se generan 25 toneladas de pulpa fresca la cual, utilizada como sustrato para el cultivo de *Pleurotus*, puede producir dos toneladas de hongos frescos (Rodríguez-Valencia y Gómez-Cruz, 2001). Pero no solo los desechos de la industria cafetera son empleados como sustrato, en la región huilense agremiaciones como la Asociación de Productores

de Hongos Comestibles de Colombia (Asofungicol) están incentivando a los pequeños productores al aprovechamiento de otros residuos agrícolas que, además de permitir la obtención del hongo, ayudan en los procesos de descontaminación ambiental generados por su mala disposición y favorecen el desarrollo económico de la región.

Con base en lo anterior, se plantea la necesidad de determinar la incidencia del sustrato en el valor nutracéutico (componentes nutricionales y bioactivos) de las setas, en tres especies del género *Pleurotus*: *P. ostreatus*, *P. pulmonarius* y *P. sajor-cajúi*, cultivadas sobre diferentes sustratos en la región mencionada.

Materiales y métodos

Material fúngico

Los sustratos utilizados para el cultivo de los hongos fueron previamente evaluados en cuanto a su relación C/N, humedad y esterilizados por tratamiento térmico. El material homogeneizado se empacó en bolsas de polipropileno de 1 ó 2 kg de capacidad, y se esterilizaron a 100 °C durante 5 horas al cabo de las cuales se adicionaron 50 g de semilla a cada bolsa, se sellaron con un anillo de PVC y se sometieron al proceso de incubación, controlando diariamente y durante tres veces al día la concentración de CO₂—que no debe ser mayor a 500 ppm—, la luminosidad, la humedad relativa entre 65 y 70%, y la temperatura del cuarto entre 24 y 30 °C. La fase de incubación finalizó cuando el micelio cubrió totalmente la torta y se inició el proceso de fructificación con las siguientes condiciones: rangos promedios de temperatura entre 18 a 24 °C, humedad relativa entre el 85 y el 95%, niveles de luz entre 100 a 200 lux durante 12 horas como mínimo, con ventilación que permita renovar de 150 a 500 m³ de aire por tonelada de sustrato/hora, y la concentración de CO₂, que no debe superar las 500 ppm. La aparición de los primordios se produjo entre los 3 y los 5 días después. El punto de cosecha de las setas se tomó cuando el píleo estaba casi plano. Posteriormente, las fructificaciones fueron secadas por deshidratación solar.

Los hongos empleados se denominaron PO (*P. ostreatus*), PP (*P. pulmonarius*) y PSC (*P. sajor-cajúi*), con numeraciones de acuerdo con el sustrato sobre el cual fueron cultivados, así: PO1 en mezcla de 18% de salvado, 35% de aserrín, 2,8% de CaCO₃, 42% de viruta y 2,2% de melaza; PO2 en mezcla de 50% caña, 30% fríjol y 20% cáscara de cacao; PO3 en mezcla de tallos y vainas de fríjol del 8,25%, capacho, tallos y hojas de maíz 9,75%, tamo de arroz 26,5%, cascarilla de arroz 5,0% y 1,4% de CaCO₃; PP1 en mezcla de 50% bagazo de caña, 25% tamo de maíz y 25% tamo de fríjol; PP2 en mezcla de 50% bagazo de caña, 30% tamo de fríjol y 20% cáscara de cacao; PSC1 cultivada sobre zoca de café, y PSC2 sobre una mezcla de zoca y pulpa de café 1:1. La especie PO1 fue suministrada por la Asociación de Mujeres Semillas de Futuro (Amusef), las PO2, PO3, PP1 y PP2 por Asofungicol, y PSC1 y PSC2 por el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).

Determinación de cenizas y humedad. Se tomaron 10 g de cada una de las especies de *Pleurotus* previamente liofilizadas, las cuales fueron trituradas y tamizadas hasta una granulometría de 30 mesh. De estas muestras se tomaron 500 mg para determinar cenizas y 1 g para humedad.

El contenido de cenizas se determinó por diferencia al someter las muestras a calcinación en una mufla a 500 °C. En cuanto al contenido de humedad, el tratamiento se realizó a 120 °C hasta peso constante, y de igual forma se determinó por diferencia.

Determinación de N y proteína. El nitrógeno del cuerpo fructífero de los hongos (líoofilizados) fue estimado por el método micro Kjeldahl, siguiendo la técnica general de la AOAC. Aunque el factor que la norma toma para esta determinación es de 6,25, dado que los hongos tienen una cantidad relativamente alta de nitrógeno no proteico, y teniendo en cuenta investigaciones al respecto (Shashireka *et al.*, 2005), se utilizó un factor de conversión de 4,38 para la determinación de proteína.

Determinación de grasa, fibra y carbohidratos. Se colocó 1 g de las muestras libres de humedad en un equipo Labconco con éter de petróleo y la cantidad de grasa fue calculada por el residuo presente luego de la extracción con el solvente.

La fibra bruta se determinó de acuerdo con el procedimiento descrito por la AOAC (993.21).

El contenido de carbohidratos se determinó por diferencia entre 100 y la sumatoria de las variables antes calculadas (Joan-Hwa *et al.*, 2001).

Análisis estadístico. En cada una de las determinaciones se usaron tres muestras de cada hongo. Los datos experimentales fueron sujetos a un análisis de varianza para un diseño completamente aleatorio (Joan-Hwa *et al.*, 2001) con el fin de determinar la mínima diferencia significativa entre las medias calculadas con un nivel de 0,05.

Resultados y discusión

La influencia de los diferentes sustratos utilizados en el cultivo de hongos comestibles se hace evidente al analizar los parámetros que determinan su calidad nutricional (tabla 2). En cuanto al contenido de cenizas, si bien se encuentra dentro del rango de los reportes dados por otros autores (1,00-7,03%) (Fasidi y Ekuere, 1993), el PO1 y el PSC2 presentan el mayor contenido, lo que se correlaciona con la composición de los sustratos sobre los que están cultivados. El primero de ellos es rico en fuentes de carbono como son la viruta y el aserrín, comparado con los otros que tienen en mayor proporción cereales y, por ende, menor cantidad de carbono. Este comportamiento se mantiene en todas las especies estudiadas. Si se comparan el PO2 (mezcla de 50% caña, 30% frijol y 20% cáscara de cacao) y el PP2 (mezcla de 50% bagazo de caña, 30% tamo de frijol y 20% cáscara de cacao), arrojan un contenido de cenizas muy similar, congruente con la similitud de los sustratos empleados en su cultivo.

En general, los hongos son una excelente fuente de proteína con contenidos que oscilan entre 19 y 35% en base seca. De los hongos estudiados el mayor contenido proteico lo presenta el PO1 (36,7%), seguido por el PSC2 (35,10%) y por último el PSC1 (32,11%). De igual forma como ocurre con la anterior variable analizada, el mayor valor lo provee un sustrato que además de ser una importante fuente de carbono, también lo es de nitrógeno.





Tabla 2. Composición aproximada de *P. ostreatus*, *P. pulmonarius* y *P. sajor-cajú* cultivados sobre diferentes sustratos

Componente	Contenido % (base seca) *									
	PO1	PO2	PO3	PP1	PP2	PSC1	PSC2			
Cenizas	8,26 ± 0,012 ^a	6,60 ± 0,02 b	5,55 ± 0,05 c	7,30 ± 0,10 d	6,14 ± 0,10 e	5,70 ± 0,02 f	8,92 ± 0,03 g			
Humedad	13,57 ± 0,37 a	10,69 ± 0,03 b	17,22 ± 0,18 c	12,92 ± 0,56 a	11,93 ± 0,24 d	13,04 ± 0,03 a	13,68 ± 0,30 a			
Fibra	12,06 ± 0,09 a	10,46 ± 0,09 b	11,42 ± 0,17 c	8,50 ± 0,03 d	10,04 ± 0,07 e	14,59 ± 0,07 f	11,73 ± 0,22 g			
Nitrógeno	8,36 ± 0,02 a	3,65 ± 0,02 b	4,65 ± 0,02 c	6,30 ± 0,04 d	3,47 ± 0,01 e	7,33 ± 0,02 f	8,02 ± 0,03 g			
Proteína	36,65 ± 0,09 a	15,97 ± 0,10 b	20,38 ± 0,11 c	27,64 ± 0,16 d	15,18 ± 0,06 e	32,10 ± 0,11 f	35,10 ± 0,14 g			
Girasa	0,92 ± 0,02 a	1,42 ± 0,03 b	0,76 ± 0,01 c	1,11 ± 0,08 d	0,98 ± 0,05 a	1,46 ± 0,01 b	1,00 ± 0,06 a			
Carbohidratos	42,15 ± 0,09 a	65,54 ± 0,12 b	61,90 ± 0,15 c	55,45 ± 0,17 d	67,67 ± 0,11 e	53,85 ± 0,10 f	43,24 ± 0,17 g			

* Los resultados son dados después de comparaciones múltiples, los valores de las medias están seguidos por una letra de la **a g** basados en diferencias estadísticas. Si dos medias están acompañadas por la misma letra, no hay diferencias significativas entre sí, caso contrario ocurre con aquellas que tienen letras diferentes.

El bajo contenido graso de los hongos es una de sus cualidades nutricionales más estimadas ya que, comparado con otros alimentos que tienen contenidos proteicos y de fibra similares, sus valores (de 1 hasta 15%) (Miles y Chang 1998), son menores, lo que los convierte en una excelente alternativa alimenticia para personas con hipercolesterolemia e incluso entre diabéticos que presentan niveles altos de colesterol. Los porcentajes hallados para las especies en estudio se encuentran dentro de los rangos reportados para el género *Pleurotus* (0,20-1,02) (Fasidi y Ekuere 1993), (1,1-2,2) (Miles y Chang 1998), (1,0-2,4 y 2,16-3,10) (Joan-Hwa *et al.*, 2001). Dentro de las especies analizadas el mayor contenido graso lo presenta el *P. ostreatus* cultivado sobre el sustrato que tiene dentro de sus componentes cáscara de cacao. Sin embargo, el cambio en el contenido graso de los hongos depende más de la especie que del sustrato empleado, como lo demuestra el resultado obtenido con el *P. pulmonarius*, en el cual el contenido graso es menor con relación al cultivado únicamente en residuos de cereales.

Partiendo del hecho de que dentro de la fracción grasa se encuentran tanto los ácidos grasos como los triterpenoides (esteroles y triterpenos), el cambio en ella presupone además la variación en el contenido y tipo de estos compuestos, lo que se confirmó al realizar la separación de los componentes de la fracción grasa por CG y su posterior elucidación estructural por EM que llevó a interesantes resultados en lo referente a la variedad de estructuras, tanto triterpenoidales como de ácidos grasos que, como se mencionó, son la base para catalogar a los basidiomicetos como valiosos nutraceuticos (Nieto y Chegwin, 2008). Los resultados anteriores ponen de presente que el sustrato incide tanto en el valor nutricional como en el nutraceutico de los hongos estudiados. El anterior comportamiento es presumiblemente debido a que el sustrato utilizado para el cultivo contiene un alto contenido de grasas, lo cual puede bien sea favorecer la biosíntesis de ácidos grasos en el hongo o su incorporación; ya en trabajos anteriores se ha demostrado que esta peculiaridad se puede presentar en especies pertenecientes al género *Pleurotus* (Nieto *et al.*, 2007). Dado que la fracción grasa incluye sustancias tales como triglicéridos, fosfolípidos, esteroides, ácidos grasos libres, pigmentos carotenoides y vitaminas liposolubles (Bernal, 1998), este resultado permite inferir que sobre estos sustratos la producción de esteroides se vería favorecida dándole un mayor carácter de alimento funcional si se tienen en cuenta sus ya reportadas bioacciones. En contraste, en el *P. sajor-cajù* sí se ve una influencia directa del sustrato sobre las grasas totales.

En los hongos los carbohidratos están representados por azúcares utilizables por el organismo humano como fuente de energía, quitina y hemicelulosa (principalmente hexosanos) (La Guardia *et al.*, 2005). En los hongos estudiados el contenido de carbohidratos es significativamente diferente y sus valores están desde 42,15% para PO1 hasta 67,66% para PP2, encontrándose dentro del rango de los reportes para este tipo de setas que oscila entre 44,0-74,3 y 46,6-81,8% (Joan-Hwa *et al.*, 2001). Con respecto a la variación con el sustrato, al observar los valores calculados para las especies denominadas PO2 y PP2 cultivadas sobre cáscara de cacao, además de presentar los mayores valores, exhiben un incremento apreciable con respecto a los cultivados sobre los sustratos restantes.



En cuanto a la especie, la variación es mayor para el *P. ostreatus* que para el *pulmonarius*, similar a lo presentado por el *sajor-cajú*. Este comportamiento pone de manifiesto que la cantidad de carbohidratos está relacionada tanto con el sustrato como con la especie.

Las paredes celulares de los hongos contienen varios componentes indigeribles con importantes propiedades fisiológicas para la salud del tracto alimenticio y el cuerpo, definiendo al hongo como una importante fuente de fibra dietética (Bauer *et al.*, 2001). Los valores obtenidos están dentro de lo esperado, ya que para especies de hongos ostra su valor está reportado dentro del rango de 7,5 a 12% y de 5,97-9,15% para *P. eryngii*, y 5,00-8,00% para *P. tuber-regium* cultivados en diferentes sustratos (Yang *et al.*, 2001). Observando detenidamente la tabla se ve que el mayor contenido de fibra lo tienen el PSC1 y PO1, y que de igual manera es una variable que se ve afectada por el sustrato utilizado. En contraste con las anteriores variables, el contenido de fibra no presenta cambios apreciables ni con la variación en el sustrato ni con las diferentes especies.

Conclusiones

Con respecto al valor nutricional de las tres especies analizadas, en términos del contenido proteico, el empleo de residuos de la industria cafetera es una excelente alternativa para obtener un alimento de alta calidad nutritiva.

En líneas generales, en cuanto a la composición del sustrato, el uso de la cascari-lla de cacao no trae beneficios notorios a la calidad nutricional de las especies estudiadas. Sin embargo, el empleo de estos sustratos llevaría a la obtención de un verdadero alimento funcional (nutraceútico) si se piensa en la producción de esteroides (bioactivos), como se ha comprobado en estudios previamente realizados (Nieto y Chegwin 2008). La variación de las características nutricionales depende tanto del sustrato empleado como de la especie cultivada. La unión de estas dos variables se ve reflejada en cuanto al contenido de carbohidratos pero no al porcentaje graso, el cual depende más de la especie que del sustrato. En contraste con lo anterior, no hay influencia de las dos variables con respecto a la fibra. Como conclusión general, la utilización de los cereales enriquecidos con viruta o aserrín incrementa la calidad nutricional de los hongos además de dar utilidad a estos residuos agrícolas, solucionando en parte el problema ambiental que su mala disposición produce, pero que con el auge de la fungicultura y los estudios realizados, dentro de los cuales se encuentra el presente, deja abierta la puerta para investigaciones posteriores con respecto a la digestibilidad de los sustratos agotados con el fin de poder darles empleo como concentrados para alimentación animal.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la División de Investigaciones sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia por el soporte financiero, y a Asofungicol, Amusef y Cenicafé por el cultivo y el suministro de las muestras.

Referencias bibliográficas

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. Washington, DC; Association of Official Analytical Chemists.
- Bauer, V., Jordanoski, B., Stefov, V., Kulevanova, S. 2001. Investigation of dietary fibre in some edible mushrooms from Macedonia. *Nutrition & Food Science* 31 (5): 242-246.
- Bernal, I. 1998. Análisis de alimentos. Academia Colombiana de Ciencias exactas, físicas y naturales. Bogotá: Colección, p. 2-9.
- Castaño, D., Valencia, P., Murillo, E., Eras, J., Méndez, J. 2007. Ácidos grasos sustituidos en especies vegetales tropicales y su relación con la actividad antioxidante. *Scientia et Técnica* 33: 343-344.
- Fan, L., Pan, H., Thomaz, S. A., Pandey, A., Soccol, C. 2006. Avances in mushroom research in the last decade. *Food Technology and Biotechnology* 44 (3): 303-311.
- Fasidi, I., Ekuere, U. 1993. Studies on *Pleurotus tuber-regium* (Fries) Singer: cultivation, proximate composition and mineral content of sclerotia. *Food Chemistry* 48: 255-258.
- Jikai, L. 2002. Biologically Active Substances from Mushrooms in Yunnan, China. *Heterocycles* 57 (1): 157-167.
- Joan-Hwa, Y., Hsiu-Ching, L., Jeng-Leun, M. 2001. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. *Food Chemistry* 72: 465-471.
- La Guardia, M., Venturella, G., Venturella, F. 2005. On the chemical composition and nutritional value of *Pleurotus* taxa growing on umbelliferous plants (Apiaceae). *Journal of Agriculture Food Chemistry* 53: 5997-6002.
- Leifa, F., Soccol, A. T., Pandey, A., Souza, V. L., Soccol, C. R. 2006. Effect of caffeine and tannins on cultivation and fructification of *Pleurotus* on coffee husks. *Brazilian Journal of Microbiology* 37 (4): 420-424.
- León, F., Valencia, M., Rivera, A., Nieto, I., Quintana, J., Estévez, F., Bermejo, J. 2003. Novel Cytostatic Lanostanoid Triterpenes from *Ganoderma australe*. *Helvetica Chimica Acta* 86: 3088-3095.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T., Jülich, W-D. 2005. The Pharmacological Potential of Mushrooms. *eCAM. Review* 2 (3): 285-299.
- Miles, P. G., Chang, S. T. 1998. *Biología de las setas. Fundamentos básicos y acontecimientos actuales*. Singapore, New Jersey: World Scientific.
- Nieto, I., Chegwin, C. 2008. Triterpenoids and fatty acids identified in the edible mushroom *Pleurotus sajor-cajú*. *Journal of the Chilean Chemical Society* 53 (2): 1515-1517.
- Nieto, I., Chegwin, C., Osorio, H. J. 2007. Incorporación de cafeína en el hongo *Pleurotus sajor-cajú* cultivado sobre pulpa de café. *Revista Iberoamericana de Micología* 25 (1): 72-74.
- Rodríguez-Valencia, N., Gómez-Cruz, F. 2001. Cultive hongos comestibles en pulpa de café. *Avances técnicos Cenicafé* 285: 7-13.
- Shashireka, M. N., Rajarathnam, S., Bano, Z. 2005. Effects of supplementing rice straw growth substrate with cotton seeds on the analytical characteristics of the mushroom, *Pleurotus florida* (Block & Tsao). *Food Chemistry* 92: 255-259.
- Vocak, K., Budesinský, M., Harmatha J., Pís, J. 1998. New ergostane type ecdysteroids from fungi. Ecdysteroids constituents of mushroom *Paxillus atromentosus*. *Tetrahedron* 54: 1657-1666.
- Wasser, S. P., Wells, A. L. 2005. Medicinal properties of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: current perspectives (Review). *International Journal of medicinal mushrooms* 1: 31-62.





- Yang, J., Lin, H., Mau, J. 2001. Nonvolatile taste components of several commercial mushrooms. *Food Chemistry* 72: 465-467.
- Yasunori, Y., Keiko, A., Hiroyuki, O., Katsuyuki, F., Akihiro, M., Toshihiko, M., Masao, K. 1998. Sterol constituents from five edible mushrooms. *Chemical Pharmaceutical Bulletin* 46 (6): 944-950.
- Yilmaz, N, Solmaz, M., Turkekul I., Elmastag, M. (2006). Fatty acids composition in some wild mushrooms growing in the middle Black Sea region of Turkey. *Food Chemistry* 99: 168-174.