

## **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL PLEUROTUS OSTREATUS Y DE LA EMULSIÓN CARNE-HONGO- GRASA**

*María Bernarda-Ruilova\*<sup>1</sup>, Raúl Díaz-Torres<sup>2</sup> y Aldo Hernández-Monzón<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Estatal de Bolívar, Av. Che Guevara s-n y Gabriel Secaira, Guaranda-Ecuador. E-mail: bernardaruilova@gmail.com*

<sup>2</sup>*Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de Guayaquil. CP 090514, Guayaquil, Ecuador*

<sup>3</sup>*Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana. CP 13 600, La Habana, Cuba*

### **RESUMEN**

Este trabajo tuvo como objetivo determinar las propiedades funcionales del *Pleurotus ostreatus* cepa ICFC 768/12 y de la emulsión carne-hongo-grasa para ser utilizado en la elaboración de una salchicha tipo Viena. Al hongo se le determinó humedad, cenizas, grasa, proteína, fibra, ELN, minerales,  $\beta$ -glucanos y las propiedades funcionales capacidad de hinchamiento, capacidad de retención de agua y capacidad emulsificante. A la emulsión se le determinaron capacidad de retención de agua, capacidad emulsificante y capacidad de retención de lípidos. En el hongo la capacidad de hinchamiento fue de 4,8 mL/g de hongo, la capacidad de retención de agua 0,34 g/g de hongo y la capacidad emulsificante de 8,8 mL de aceite/g de hongo. La evaluación de las propiedades funcionales de la emulsión carne-hongo-grasa en las formulaciones experimentales mostró que el hongo *Pleurotus ostreatus* tiene características adecuadas para su utilización como sustituto de la carne en productos cárnicos de pasta fina.

**Palabras clave:** *Pleurotus ostreatus*, capacidad de hinchamiento, capacidad de retención de agua, capacidad emulsificante, capacidad de retención de lípidos.

---

**\*María Bernarda Ruilova Cueva:** Ingeniera en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, (1990). Docente Principal. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad de Nariño, (1994, Colombia) Máster en Multimedia Educativa en la Universidad de los Lagos, (1998, Chile). Labora actualmente como docente-investigador en la Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda-Ecuador y realiza investigaciones sobre hongos del género *Pleurotus ostreatus* y su incorporación a productos cárnicos, busca el desarrollo de nuevas tecnologías en el ámbito de los alimentos funcionales con un impacto positivo en la Seguridad Alimentaria. Ocupó varios cargos directivos en su Universidad, ha participado en congresos, talleres, seminarios con sus contribuciones científicas correspondientes. Cursó el doctorado en Ciencias de los Alimentos en el IFAL, Universidad de La Habana, Cuba.

### **ABSTRACT**

**Evaluation of the functionals properties of the mushroom *Pleurotus ostreatus* and of the emulsion meat mushroom fat**

This work had as objective to determine the functional properties of the mushroom strains *Pleurotus ostreatus* ICFC 768/12. and of the emulsion meat-mushroom-fat to be used in the elaboration of a sausage type Viennese. To the mushroom it was determined humidity, ash, fat, protein, fiber, ELN, minerals,  $\beta$ -glucans and the properties functional swelling capacity, water retention capacity and emulsification capacity. At the emulsion was determined water retention capacity, emulsification capacity and lipids retention capacity. In the mushroom the swelling capacity was of 4.8 mL/g of mushroom, the water retention capacity 0.34 g/g of mushroom and the emulsification capacity 8.8 mL oil/g of mushroom. The evaluation of the functional properties of the emulsion meat-mushroom-fat in the experimental formulations showed that the mushroom *Pleurotus ostreatus* has appropriate characteristics for its use as substitute of the meat in meat products of fine paste.

**Keywords:** *Pleurotus ostreatus*, swelling capacity, water retention capacity, emulsification capacity, lipids retention capacity.

### **INTRODUCCIÓN**

El consumo de los hongos ha ganado popularidad en todo el mundo por ser nutritivos y saludables (1-3). Presentan proteínas de buena calidad cuyos valores en base seca oscilan entre 19 a 35 % y contienen todos los aminoácidos esenciales para la nutrición humana especialmente leucina y lisina, carente en la mayoría

de los cereales (4-6), a pesar que su contenido de proteínas es menor que el de las carnes se les considera como un sustituto de la carne (7-9).

El contenido de grasa en los hongos es bajo y oscila entre 1,6 a 2,2 %; constituido fundamentalmente por ácidos grasos poliinsaturados y reducidas cantidades de ácidos grasos saturados, que los convierte en saludables en comparación con la carne que contiene mayoritariamente ácidos grasos saturados (10-14). Son particularmente ricos en carbohidratos, sin almidón (15), alto contenido de fibra dietética (7,5 a 8,7%),  $\beta$ -glucanos, minerales, vitaminas enzimas hidrolíticas que ayudan a la digestión (16 -18).

La carne y productos cárnicos son fuentes importantes de proteínas, grasas, aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas y otros nutrientes (19, 20), aunque estudios recientes asocian su consumo al incremento de enfermedades cardiovasculares y al cáncer de colon provocando una percepción negativa de su consumo (21).

En la actualidad se ha incrementado la demandanda de carnes y productos cárnicos más saludables, con niveles reducidos de grasa, colesterol, cloruro de sodio y nitrito y una mejor composición del perfil de ácidos grasos y la incorporación de ingredientes con capacidad para mejorar la salud (22).

Las carnes poseen además propiedades funcionales que deben ser consideradas en los procesos de formulación de los productos cárnicos, principalmente sus propiedades gelificantes y aquellas que se le asocian (por ejemplo la unión y adhesión entre partículas) y las capacidades de emulsificación (CE) y de retención de agua (CRA). Una carne con baja capacidad de retención de agua es considerada de mala calidad para la industria de embutidos, porque no tienen estabilidad las emulsiones, provocando la separación de agua y grasa, afectando la calidad del producto (23).

En la producción de embutidos cárnicos para poder sustituir carne por hongo, este debe poseer propiedades funcionales similares o mejores que las de la carne que se está sustituyendo (24). Entre las propiedades funcionales que se deben evaluar se encuentran la CRA y la CE y como el hongo debe aportar una cantidad apreciable de fibra dietética al embutido en el cual se

emplee, también debe evaluarse la capacidad de hinchamiento que es característica de la fibra dietética, se ha reportado 4 mL/g fibra en cereales (25) y valores entre 30 y 40 mL/g fibra en frutas y hortalizas (26). Con relación a la CRA se han reportado 21,66 % para carne de cerdo, 22,50 % para carne de pollo, 22,91 % para res y ovino, 24,17 % para carne de conejo y 25,00 % pescado (23). Otros autores (27) han reportado 16,88 %, para carne de res descongelada y empleando otro método de evaluación.

El *Pleurotus sajor-caju* molido se ha utilizado en la preparación de hamburguesas de pollo para sustitución de la carne entre un 25 y 50 % y en la elaboración de hamburguesas de res. La retención de grasa y humedad y el rendimiento a la cocción no fueron afectados, pero si se vio incrementado el valor de la fibra dietética total y el contenido de  $\beta$ -glucanos (28), para el caso de la hamburguesa con carne de res se logró mayor rendimiento a la cocción y retención de humedad cuando la sustitución de carne fue del 25 % (29).

Este trabajo tuvo como objetivo determinar las propiedades funcionales del *Pleurotus ostreatus* cepa ICFC 768/12.y de la emulsión carne-hongo-grasa para ser utilizado en la elaboración de una salchicha tipo Viena.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la experimentación se utilizó la cepa de *Pleurotus ostreatus* ICFC 768/12, cepa comercial (origen Ecuador), depositada en la colección de cultivos fúngicos del IIB-Intech (cepario ICFC).

El inóculo se preparó con semilla de trigo previamente tratada. Las bolsas de 500 g fueron incubadas en oscuridad a 25 °C, hasta la completa colonización por el micelio del *Pleurotus*.

Los materiales lignocelulósicos se fragmentaron (tamaño de 2 a 5 cm de longitud) y se hidrataron en agua (24 horas), hasta alcanzar una humedad de 74 a 76 %. Posteriormente fueron esterilizados (121 °C por 30 minutos) y enfriados hasta la temperatura ambiente (18 a 20 °C).

Para la siembra, se inoculó el 4% de semilla de trigo en base al sustrato húmedo, utilizando bolsas de polietileno, se cerraron con bandas de caucho (perforaron las bolsas para facilitar la anaerobiosis) y fueron incubadas en oscuridad a una temperatura de 25 °C.

Cuando las bolsas fueron colonizadas, se trasladaron al cuarto climatizado de fructificación donde se propiciaron las condiciones favorables de humedad relativa (80 a 85%), temperaturas de (15 a 16 °C) y fotoperiodos de 12 h luz/12 h oscuridad, acompañados de ventilación, para inducir la brotación de primordios. En la etapa de fructificación, se mantuvo la temperatura entre 18 a 22 °C y humedad relativa entre 85 a 90%. Los hongos fueron cosechados, en su estado adulto, cuando el pileo estuvo totalmente extendido y su peso se registró en gramos.

Las muestras de los hongos cosechados y empacados en bandejas fueron seleccionadas aleatoriamente, se homogeneizaron y se realizaron los análisis físico-químicos de: humedad, cenizas, grasa, proteína, fibra, ELN y minerales (30) y  $\beta$ -glucanos (31). Para la evaluación de las propiedades funcionales del hongo se emplearon las muestras homogeneizadas, las cuales fueron escaldadas con vapor a 85 °C durante 3 min, seguido de un prensado con un peso de 2,5 kg para eliminar el exceso de humedad y se molieron en un molino eléctrico (modelo SKYMPSEN).

Para la determinación de la capacidad de hinchamiento se empleó una modificación de la técnica propuesta (32). Se pesaron 10 g del hongo molido y prensado, se introdujeron en una probeta graduada de 100 mL y se midió el volumen aparente ocupado por el producto, después se añadió agua destilada hasta el enrase de la probeta y se dejó reposar por un período de 24 h. Nuevamente se midió el volumen aparente que adquirió la masa y se determinó por diferencia el incremento de volumen, el resultado se expresó en mL/g de hongo.

Para la capacidad de retención de agua (CRA) se empleó una modificación de una técnica reportada (23), la cual consistió en añadir 8 mL de una solución NaCl 0,6 M a 5 g de hongo molido e incubar las muestras tratadas a 5 °C durante 30 min. Posteriormente, las mismas fueron centrifugadas a 3 600 min<sup>-1</sup> durante 15 min y la CRA se determinó pesando el sedimento for-

mado en el fondo del tubo de la centrífuga correspondiente al hongo con el agua retenida. La cantidad de agua retenida se expresó como g/g de hongo.

Para la determinación de la capacidad emulsificante se utilizó una modificación del método reportado (33). Se molieron 25 g de hongo con 100 mL de solución de NaCl 1 M en una licuadora hasta obtener una pasta, manteniendo una temperatura máxima de Se tomaron 25 g de la pasta y se le añadieron 75 mL de NaCl 1 M (a 5 °C), se mezcló en la licuadora a baja velocidad durante 5 min. Se añadió aceite vegetal con una bureta, hasta que dejó de integrarse a la pasta de hongo, lo cual se observó por la ruptura de la emulsión. La CE se reportó como la cantidad de aceite incorporado (antes de la ruptura de la emulsión) por g de hongo (mL de aceite/g de hongo).

En el diseño de la matriz experimental de las formulaciones de la salchicha tipo vienesa con la incorporación del hongo se utilizó el programa Design-Expert versión 8.0.6, con un Diseño de mezclas D-Optimal, en el que se variaron las proporciones de carne de res, hongo y grasa que correspondieron a los componentes variables (75 %) y el resto de los ingredientes (25 %), permanecieron fijos. Las mezclas diseñadas de carne-hongo-grasa se presentan en la Tabla 1.

Para la evaluación del comportamiento de la emulsión carne-hongo se tomaron muestras de las diferentes mezclas al terminar el cortado a las que se les evaluaron las propiedades siguientes: capacidad de retención de agua, capacidad emulsificante y capacidad de retención de lípidos (CRL).

La RL de la emulsión se hizo mediante una modificación de un método reportado (34). Se mezclaron 5 g de emulsión, con 10 mL de aceite vegetal y se dejaron reposar durante 24 h. Se centrifugó a 2 000 min<sup>-1</sup> durante 20 min. El exceso de aceite se decantó y el resultado se expresó en g/g de emulsión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición físico-química del *ostreatus* se presenta en la Tabla 2. Una de las características de los hongos comestibles es su alto contenido de humedad y bajo contenido de grasa, lo que se ve reflejado en estos resultados que concuerdan con los valores reportados

**Tabla 1. Matriz del diseño experimental D-Optimal de mezclas carne-hongo-grasa**

Número de mezcla	Carne vacuna (%)	Hongo (%)	Grasa de cerdo (%)
1	40,0	25,0	10
2	23,0	40,0	12
3	25,0	40,0	10
4	33,0	33,0	9
5	40,0	23,0	12
6	31,5	31,5	12
7	35,7	31,3	8
8	23,0	40,0	12
9	31,5	31,5	12
10	40,0	25,0	10
11	36,3	27,8	11
12	29,8	36,3	9
13	27,0	40,0	8
14	40,0	27,0	8
15	25,0	40,0	10
16	33,0	33,0	9

**Tabla 2. Composición físico-química del hongo *P. ostreatus* (n =3)**

Componente	Valor medio	Desviación estándar
Humedad (%)	88,7	1,2
Cenizas (%)	7,7	0,3
Proteína (%)	31,4	0,2
Grasa (%)	1,14	0,02
Fibra total (%)	15,09	0,08
ELN (%)	44,7	0,3
Ca (%)	0,05	0,01
P (%)	0,68	0,01
K (%)	0,29	0,00
Mg (%)	0,17	0,02
Na (%)	0,03	0,01
Cu (mg/kg)	7,0	1,0
Fe (mg/kg)	96,0	1,0
Mn (mg/kg)	8,0	1,0
Zn (mg/kg)	80,0	1,7
β-glucanos (%)	3,88	0,01

Los resultados se expresan en base seca (humedad base húmeda)

en la literatura, en el caso de la humedad en un intervalo de 85,24 a 93,49 %, y para la grasa de 1,6 a 2,2 % (35). En cuanto a la proteína, el valor alcanzado en este trabajo es comparable a los valores más alto reportado por estos mismos autores (30,4 %) y la fibra fue aproximadamente el 50 % superior a la obtenida por (36) (7,5 a 8,7 %).

La composición de minerales fue muy variable respecto a lo informado, dado fundamentalmente por la composición del sustrato y la cepa utilizada, debe resaltarse que los valores encontrados en este hongo en cuanto a hierro y cinc fueron muy superiores respecto a otros trabajos publicados (11, 37).

En cuanto a los β-glucanos el valor obtenido (3,88 % bs) se encuentra dentro de los intervalos reportados (2,60 a 4,97 %) (38).

Los resultados de la evaluación de las propiedades funcionales del *P. ostreatus* fueron los siguientes: capacidad de hinchamiento 4,8 mL/g de hongo (S = 0,2 mL/g), capacidad de retención de agua 0,34 g/g de hongo (S = 0,03 g/g) capacidad emulsificante 8,8 mL de aceite/g de hongo (S = 0,8 mL/g). El hongo mostró una aceptable capacidad de hinchamiento, indicando que es capaz de absorber agua, probablemente debido a su estructura esponjosa y presencia de fibra. Este valor de capacidad de hinchamiento fue menor al reportado para un concentrado de fibra de zanahoria (26), pero mayor al informado para fibra de cereales (4 mL/g) (25). En este sentido, el hongo actúa de forma equivalente a la fibra alimentaria y su hidratación tiene un gran interés tecnológico y nutricional, pues el agua juega un papel fundamental en la plasticidad y la fisiología de la pared celular. Los parámetros más significativos relativos al proceso de hidratación son el hinchamiento, la capacidad de retención de agua, y la solubilidad, siendo estas propiedades determinantes en la regulación del flujo digestivo, la disponibilidad de nutrientes, la viscosidad y la mezcla del bolo alimenticio así como en el comportamiento de la fibra alimentaria una vez incorporada a sistemas alimentarios estandarizados.

Con relación a la CRA los valores obtenidos son comparables a los reportados para carne de cerdo y superiores a los reportados para la carne de res, pollo, conejo ovino y pescado (23). Si bien los métodos em-

**Tabla 3. Valores medios y desviación estándar de las propiedades funcionales de la emulsión carne-hongo en las formulaciones experimentales**

Fórmula	CRA g/g muestra	Desviación estándar	CE mL/g muestra	Desviación estándar	CRL g/g muestra	Desviación estándar
1	0,35 a	0,05	14,8 a	0,1	1,79 b	0,02
2	0,36 a	0,02	10,4 d	0,1	2,83 a	0,02
3	0,35 a	0,01	10,4 d	0,1	1,79 b	0,02
4	0,34 b	0,02	12,8 b	0,7	1,77 b	0,32
5	0,36 a	0,01	15,2 a	0,2	2,84 a	0,03
6	0,36 a	0,02	12,7 b	0,2	2,83 a	0,02
7	0,34 b	0,02	11,2 c	0,2	1,74 b	0,03
8	0,35 a	0,02	10,4 d	0,1	2,83 a	0,02
9	0,35 a	0,03	12,7 b	0,2	2,84 a	0,02
10	0,35 a	0,03	14,8 a	0,2	1,79 b	0,02
11	0,34 b	0,01	11,6 c	0,1	2,80 a	0,01
12	0,33 c	0,01	10,6 d	0,0	1,76 b	0,01
13	0,33 c	0,03	10,5 d	0,2	1,74 b	0,03
14	0,33 c	0,02	14,9 a	0,20	1,75 b	0,01
15	0,34 b	0,01	10,4 d	0,2	1,78 b	0,02
16	0,34 b	0,02	12,8 b	0,0	1,77 b	0,03

Medias con letras distintas en la misma columna difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ).

pleados no siempre son los mismos, estos resultados apoyan el criterio del empleo del hongo como sustituto de la carne en productos de pasta fina.

Los valores obtenidos de la capacidad emulsificante se encuentran en el intervalo informado para harinas de diferente origen.(7,46 a 15,35 mL de aceite/g harina) (33) y similares a los publicados para carne de cerdo (8,53 mL de aceite/g de carne) (23), las propiedades de emulsificación de un ingrediente para un producto de pasta fina, representan un criterio importante para evitar la separación de grasa durante la cocción, para

la retención de sabores y para disminuir el desarrollo de la rancidez oxidativa lo que en consecuencia, aumenta la estabilidad durante el almacenamiento.

Los resultados de la evaluación de las propiedades funcionales de la emulsión carne-hongo en las formulaciones experimentales se muestran en la Tabla 3. Al analizar la CRA de las emulsiones, el análisis de varianza mostró tres grupos de valores, los cuales al ser organizados en orden ascendente de contenido de grasa en la formulación muestran también mayores valores de CRA, lo que coincide con lo obtenido por otros autores (34) quienes encontraron menor tenden-



cia a la exudación de agua en las emulsiones que contenían mayor contenido de grasa cuando no se emplea grasa en exceso.

Al analizar la CE de las emulsiones formadas, el análisis de varianza dio cuatro grupos de valores, los cuales al ser organizados en orden ascendente de contenido de carne vacuna independientemente del contenido de grasa en la formulación, muestran que, la capacidad emulsificante en la emulsión aumenta, por el mayor contenido de proteína y disminuye al incrementarse el porcentaje de sustitución de hongo por carne, probablemente debido a la tendencia a la disminución del contenido de proteína. En cambio, cuando se organizan los grupos de valores de CRL, formados en dos grupos en orden ascendente de contenido de grasa, se observa una clara asociación entre el porcentaje de grasa en la fórmula y el valor obtenido de CRL, es decir, para emulsiones conteniendo hongo, de bajo con-

tenido de grasa, la retención de lípidos aumenta al aumentar la grasa en la fórmula, independientemente del porcentaje de sustitución de carne vacuna por hongo, lo cual puede ser explicado, por las buenas propiedades funcionales observadas para el hongo. Estos resultados demuestran que este hongo presenta características adecuadas para su utilización como sustituto de la carne en productos cárnicos de pasta fina.

## CONCLUSIONES

*Pleurotus ostreatus* ICFC 768/12 presentó buena composición química resaltando su alto contenido de proteínas, la presencia de  $\beta$ -glucanos y fibra y las propiedades funcionales tanto del hongo como de la emulsión carne-hongo-grasa permitieron confirmar que el mismo tiene características adecuadas para su utilización como sustituto de la carne en productos cárnicos de pasta fina.

## REFERENCIAS

1. Bernas, E.; Jawaraska, G. y Lisiewska, Z. *Technol. Aliment.* 5 (1): 5-20, 2006.
2. Barros, L.; Cruz, T.; Baptista, P.; Estevinho, L. y Ferreira, I. *Food Chem. Toxicol.* 46: 2742-2747, 2008.
3. Ahmad, W.; Iqbal, J.; Salim, M.; Ahmad, I.; Aqeel, M.; Asif, M. y Rafiq, A. *J. Nutri. Pakistan* 10 (6): 509-513, 2011.
4. Shah, Z.; Ashraf, M. y Ishtiaq, C. *J. Nutr. Pakistan* 3 (3): 158-160, 2004.
5. Varnero, M.; Quiroz, M. y Álvarez, C. *Scientific Electronic Library Online - Chile*, 13 (2): 13-20, 2010.
6. Bermúdez, R.; García, N. y Serrano, M. *Tecnol. Quím.* 33 (2): 147-155, 2013.
7. Ghorai, S.; Banik, S.; Verma, D.; Chowdhury, S.; Mukherjee, S. y Khowala, S. *Food Res. Int.* 42: 577-587, 2009.
8. Dündar, A.; Yildiz, A. y Turkish J. Biol. 33 (2): 171-179, 2009.
9. Ajonina, A. y Tatah, L. *Sci. J. Biochem.* 139: 1-6, 2012.
10. Chang, S. y Buswell, J. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 12: 473-476, 1996.
11. Mattila, P.; Konko, K.; Euroola, M.; Phlava, J.; Astola, J.; Vahteristo, L.; Hietaniemi, V.; Kumpulainen, J.; Valtonen, M. y Piironen, V. *J. Agric. Food Chem.* 49: 2343-2348, 2000.
12. Croan, S. *Forest Prod. J.* 54: 68-76, 2004.
13. Albertó, E. *Cultivo Intensivo de los Hongos Comestibles*. Buenos Aires. Editorial Hemisferio Sur, 2008, pp. 1-88
14. Beluhan, S. y Ranogajec, A. *Food Chem.* 124: 1076-1082, 2011.
15. Sánchez, A. y Royse, B. *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Ciudad México. Editorial Limusa S.A. 2001.
16. LLauradó, G.; Morris, H.; Marcos, J.; Castán, L. y Bermúdez, R. *Rev. Cub. Investig. Biomed.* 30 (4): 511-527, 2011.
17. Randive, S. *Adv. Applied Sci. Res.* 3: 1938-1949, 2012.
18. Ahmed, M.; Abdullah, N.; Ahmed, K. y Bhuyan, B. *Pesc. Agropec. Bras.* 48 (2): 197-202, 2013.
19. Biesalski, H. *Meat Sci.* 70: 509-524, 2005.
20. Weiss, J.; Gibis, M.; Schuh, V. y Salminen, H. *Meat Sci.* 86: 196-213, 2010.
21. McAfee, A.; Mccorley, E.; Cuskelly, G.; Moss, B.; Wallace, J.; Bonham, M. y Fearon, A. *Meat Sci.* 86: 1-13, 2010.
22. Zhang, W.; Xiao, S.; Samaraweera, H.; Lee, E. y Ahn, D. *Meat Sci.* 86: 15-31, 2010.
23. Rengifo, L. y Ordoñez, E. *ECI Perú* 7 (2): 77-85, 2010.
24. Naga, E.; Prabhakar, K. y Reddy, P. *Vet. World* 2 (9): 364-366, 2009.
25. Elleuch, M.; Bedigian, D.; Roiseux, O.; Besbes, S.; BleckeR, C. y Attia, H. *Food Chem.* 124 (2): 411-421, 2011.
26. Eim, V. *Optimización del proceso de secado en base a criterios de calidad. Aplicación al diseño de un alimento cárnico enriquecido en fibra alimentaria*. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears. 2012
27. Mamani, L.W. y Gallo, C. *Rev. Inv. Vet. Perú* 22 (4): 301-311, 2011.

28. Wan Rosli, W.; Solihah, M.; Aishah, M.; Nikfakurudin, N. y Mohsin, S. *International Food Res. J.* 18 (1): 621-627, 2011.
29. Wan Rosli, W. y Solihah, M. *Int. Food Res. J.* 19 (3): 993-999, 2012.
30. AOAC. *Official Methods of Analysis*. Washington D. C. Association of Official Analytical Chemists. 18<sup>a</sup> ed., 2005.
31. McCleary method. Mixed linkage Beta glucan Assay Procedure [en línea]. Consultado 20 enero 2012 en [www.megazyme.com](http://www.megazyme.com).
32. Arroyo, Y.; Carrasco, M.; Bueno, A.; Cardeña, R. y Luíza, C. *Rev. Soc. Quím. Perú* 74 (4): 269 -281, 2008.
33. Delgado, N. y Albarracin, W. *Vitae* 19 (1): 430-432, 2012.
34. Álvarez, D.; Castillo, M.; Garrido, M.; Bañón, S.; Nieto, G.; Díaz, P. y Payne, F. *Producciones Veterinarias*. Murcia. 23: 25-34, 2007.
35. Buswell, J.; Chang, S. Edible mushrooms: attributes and applications. En *Mushroom Biology and Mushroom Products*. Chang, S.; Buswell, J.; Chiu, S (Eds). Hong Kong, The Chinese University Press, 1993, pp. 3-20.
36. Chang, S.; Miles, P. *Edible Mushroom and their cultivation*. Boca Raton, CRC Press, 1989.
37. Ciappini, M.; Gatti, B. y López, L. *Redalyc. Org.* 7 (12): 127-132, 2004.
38. Nitschke, J.; Modick, H.; Busch, E.; Rekowski, W.; Altenbach, H. y Mölleken, H. *Food Chem.* 127: 791-796, 2011.