

DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN DE SALCHICHA SALUDABLE EMPLEANDO AL HONGO PLEUROTUS OSTREATUS COMO SUSTITUTO DE LA CARNE DE CERDO

DEVELOPMENT OF A HEALTHY SAUSAGE FORMULA BY USING THE PLEUROTUS OSTREATUS FUNGUS AS A SUBSTITUTE FOR PORK

M.B. Ruilova⁽¹⁾, A. Hernández⁽²⁾, R. Díaz⁽²⁾ y Z. Niño-Ruiz⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Investigación - Universidad Estatal de Bolívar, Lagucoto II, km ½ vía San Simón, Cantón Guaranda Ecuador. investigación@ueb.edu.ec, bernardaruilova@gmail.com.

⁽²⁾ Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, Cuba.

Resumen: Según la Organización Mundial de la salud, las enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes, hipertensión, osteoporosis y algunos tipos de cáncer, han alcanzado carácter de epidemia a nivel mundial, lo que ha traído consigo mayor conciencia por una alimentación saludable. Especial atención han recibido las grasas, tanto en su contenido cuantitativo como cualitativo. Son en gran medida las carnes y derivados el centro de atención, por las crecientes evidencias de una negativa influencia de su grasa saturada en la salud, así como el uso de nitritos en los productos cárnicos y los posibles riesgos de toxicidad y carcinogénesis. Esta demanda creciente de alimentos más sanos, hacen que los hongos comestibles como *Pleurotus ostreatus* ganen espacio en la industria, posicionándose como una alternativa para la seguridad alimentaria, gracias a su composición nutricional y principios bioactivos que están siendo ampliamente estudiados; entre estos compuestos los β – glucanos son de especial interés. En Ecuador, los productos cárnicos como las salchichas tienen alta preferencia de consumo, sin embargo por problemas de salud su consumo se ve limitado. Esta investigación tuvo como objetivo: determinar la composición físico-química y las propiedades funcionales del *Pleurotus ostreatus* (cepa ICFC 768/12) y de la emulsión carne-hongo-grasa para su utilización en productos cárnicos saludables. Se optimizó una formulación (carne de res 40 %, hongo 27 % y grasa 8 %) para elaboración de salchicha tipo Vienesas, baja en grasa y nitritos, utilizando al *Pleurotus* como sustituto de la carne de cerdo. La adición del hongo no afectó la composición nutricional y calidad del nuevo producto, por el contrario presentó características beneficiosas en su composición por la presencia de β – glucanos y fibra, adecuadas características texturales, sensoriales, microbiológicas y mayor vida de almacenamiento que la salchicha comercial.

Palabras clave: Alimentación saludable, *Pleurotus ostreatus*, propiedades funcionales

Abstract: According to the Health World Organization, cardiovascular disease, obesity, diabetes, hypertension, osteoporosis and some kinds of cancer, have reached an epidemic character all over the world, which has brought a greater awareness on healthy eating. Special attention has been given to fats, in both ways, quantitative and qualitative content. Meat and its derived ones are largely the spotlight, facing in one hand the nutritional goodness, culinary, an entrenched consumption culture and in other hand the increasing evidence of negative influence of fat on health, which have led to several researches, involved in developing healthier meat products, with low in fat, salt and nitrites. The growing demand for healthier foods, make edible mushrooms, such as *Pleurotus ostreatus*, gain space in the industry, positioning itself as an alternative to food security, thanks to its nutritional composition and bioactive properties, which are being widely studied; among these compounds β – glucano, are of special interest. In Ecuador, the sausages have high preference for consumption; however health problems its use is restricted. The objective of this research was determined

*the physic-chemical composition and functional properties of *Pleurotus ostreatus* (ICFC strain 768/12) and meat-mushroom-fat emulsion for used in healthier meat products. A formulation (beef 40%, 27% mushroom and fat 8%) for the development of a Viennese sausage type, low fat and nitrite, using the *Pleurotus* as a substitute for pork it is optimized. The addition of the fungus did not affect the nutritional composition of the new product, if not otherwise pro-*

vided by the beneficial features in its composition by the presence of β - glucanos and fiber. The new product introduced appropriate textural, sensory, microbiological and longer storage life than commercial sausage features.

Keywords: *Healthy eating, *Pleurotus ostreatus*, functional properties.*

Recibido: 09 - 11 - 2015

Aceptado: 21 - 04 - 2016

Publicado como artículo científico en Revista de Investigación Talentos III (1) 36-41

I. INTRODUCCIÓN

Se consideran productos cárnicos saludables aquellos que han sido modificados con el objetivo de reducir la presencia de componentes indeseables o incrementar la presencia de otros que serían favorables para la salud. El desarrollo de productos cárnicos saludables se fundamenta en: La reducción o cambio de ciertos componentes (perfil lipídico, sodio y nitritos), que consumidos en altas cantidades pueden provocar un efecto «nocivo» sobre el consumidor y la incorporación de sustancias que poseen valor nutricional funcional y por tanto pueden elevar el valor nutritivo de estos productos (Hathwar *et al.*, 2012).

La carne y los productos cárnicos son fuentes importantes de proteínas, grasas, aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas y otros nutrientes (Weiss *et al.*, 2010), aunque reportes recientes asocian su consumo al incremento de enfermedades cardiovasculares y al cáncer de colon provocando una percepción negativa de su consumo (Mcafee *et al.*, 2010).

El incremento de enfermedades degenerativas en todo el mundo, ha creado mayor demanda de carnes y productos cárnicos más saludables (Zhang *et al.*, 2010). Se han realizado trabajos dirigidos a lograr una sustitución de la grasa animal por aceites vegetales y marinos por la presencia de ácidos grasos insaturados en su composición, pero difieren considerablemente entre sí en relación a sus propiedades físicas, sabor y perfil de ácidos grasos, por lo tanto tendrán también diferentes efectos sobre las características de calidad de los productos cárnicos. La disminución de la grasa en los embutidos

emulsionados tiene efecto en el color, textura y aceptabilidad de los productos (Rivera, 2012). Las carnes poseen además propiedades funcionales que deben ser consideradas en los procesos de formulación de los productos cárnicos, principalmente sus propiedades gelificantes, capacidad de emulsificación (CE) y de retención de agua (CRA) (Asgar *et al.*, 2010). Dado que el hongo aporta una cantidad apreciable de fibra, también debe evaluarse la capacidad de hinchamiento (CH) que es característica de la fibra dietética, se ha reportado que oscila desde 4 mL/g fibra en cereales, a valores entre 30 a 40 mL/g fibra en frutas y hortalizas (Elleuch *et al.*, 2011). Con relación a la CRA se han reportado porcentajes de 21,67 para la carne de cerdo, 22,5 para la carne de pollo, 22,92 para la carne de res y ovino (Rengifo y Ordoñez, 2010), estos resultados dependen de la técnica de análisis utilizada. Para poder sustituir carne con hongo, este debe poseer propiedades funcionales similares o mejores que las de la carne que se está sustituyendo.

En las setas están presentes compuestos bioactivos, con propiedades antioxidantes, antimicrobianas, anticancerígenas entre otras. Entre estos compuestos, se encuentran los β -glucanos, que han mostrado múltiples beneficios para la salud humana (Morris *et al.*, 2003; Llauradó *et al.*, 2011). En un estudio realizado sobre la preparación de hamburguesas de pollo, se sustituyó el 25 y 50 % de la carne de pollo por un hongo comestible molido (*Pleurotus sajor-caju*). 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 β -glucanos (Wan Rosli *et al.*, 2011a). En este trabajo, la adición del hongo

fresco con un nivel de sustitución de hasta 50 % mostró una disminución del contenido proteico, en la elasticidad y jugosidad, probablemente debidos al menor contenido de grasa (Wan Rosli *et al.*, 2011b).

El objetivo de esta investigación fue determinar la composición físico-química y las propiedades funcionales del *Pleurotus ostreatus* (cepa ICFC 768/12) y de la emulsión carne-hongo-grasa para su utilización en productos cárnicos saludables, además de optimizar una formulación (carne de res, hongo y grasa) para elaboración de salchicha tipo Vienesas, baja en grasa y nitritos, utilizando al *Pleurotus* como sustituto de la carne de cerdo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en los laboratorios y plantas piloto de la Universidad Estatal de Bolívar y en el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria (IIIA) en la República de Cuba. Para la elaboración del producto, se utilizaron las setas cultivadas en mezclas de residuos lignocelulósicos, la carne de bovino y la grasa de lomo de cerdo, fueron adquiridas en un frigorífico de expendio de carnes de la localidad. Para la obtención de la matriz experimental de las formulaciones de la salchicha con la incorporación del hongo y para el análisis de las variables respuesta, se utilizó el software Desing-Expert versión 8.0.6, aplicando un diseño de mezclas D-optimal. Se impusieron las restricciones: carne de res (23-40), hongo (23-40) y grasa (8-12 %), El programa arrojó 16 formulaciones, se evaluó las propiedades funcionales del hongo y de la emulsión carne-hongo-grasa, se determinó la capacidad de hinchamiento (CH), usando una modificación de la técnica propuesta por Arroyo *et al.* (2008), la capacidad de retención de agua (CRA) por modificación de la técnica propuesta por Rengifo y Ordoñez (2010), la capacidad de emulsificación (CE) mediante modificación del método empleado por Delgado y Albarracín (2012) y la capacidad de retención de lípidos (CRL), modificación del método empleado por Álvarez *et al.* (2007).

Para la obtención del producto se partió de la formulación utilizada para la salchicha comercial tipo Vienesas, que se elabora con carne vacuna, carne de cerdo y

grasa, el hongo se utilizó como materia prima, reemplazando a la carne de cerdo. Como aditivos se utilizaron los recomendados por las normas INEN (2010) y condimentos el 1 %. La elaboración del producto fue por el método tradicional. Las salchichas obtenidas fueron empacadas y selladas al vacío (J-V002/J-V002G).

Se evaluaron las formulaciones experimentales en su composición físico-química, utilizando los métodos de la AOAC, se determinó el rendimiento a la cocción (RC), modificación del método propuesto por (Wan Rosli y Solihah, 2012) y análisis del perfil de textura, utilizando un Texturómetro universal (TA.XT21-Stable Micro Systems, Inglaterra), Se optimizó la formulación, porcentaje de carne en el rango (23 a 40), porcentaje de hongo en el rango (23 a 40) y porcentaje de grasa en el rango (8 a 12). Se impusieron las restricciones, las variables y criterios de selección se definieron según el método de función de conveniencia. Se elaboró por triplicado la formulación óptima y un patrón para efectos comparativos del comportamiento de los dos tipos de producto. Al finalizar el proceso de elaboración se realizaron por triplicado los análisis físico-químicos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El hongo muestra una aceptable capacidad de hinchamiento, indicando que es capaz de absorber agua, probablemente debido a su estructura esponjosa. En comparación con otros productos, esta capacidad de hinchamiento es similar a la encontrada en fibra de cereales, 4 mL/g (Elleuch *et al.*, 2011). Esta característica es de gran interés tecnológico. Con relación a la CRA los valores obtenidos son comparables a los reportados (33,62 %) para carne de cerdo (Gamboa *et al.*, 2011), en cuanto a la capacidad emulsificante están en el rango reportado por Delgado (2013) para harinas de diferente origen. (7,46 – 15,35 mL aceite/g harina) (Tabla I). Estas propiedades son determinantes en la calidad de los productos cárnicos

Respecto a la emulsión carne-hongo-grasa, los parámetros evaluados resultaron significativos ($p < 0,05$). Para la CRA, se encontró menor tendencia a la exudación de agua en las que contenían mayor contenido de grasa, lo que coincide con lo obtenido por

otros autores (Álvarez y col., 2007). Mientras que la CE, aumenta con el mayor contenido de proteína y disminuye al incrementarse el porcentaje de sustitución de hongo por carne. En cambio, la CRL, aumenta al aumentar la grasa en fórmula (Tabla II). Los resultados obtenidos de la evaluación de la emulsión carne-hongo-grasa de las formulaciones experimentales, apoyan el criterio del empleo del hongo en productos de pasta fina (Ruilova *et al.*, 2014).

TABLA I
PROPIEDADES FUNCIONALES DEL HONGO
PLEUROTUS OSTREATUS

Propiedad	Valores medios
Capacidad de hinchamiento mL/g de hongo	4,8
Capacidad de retención de agua g/g de hongo	0,34
Capacidad emulsificante mL/g de hongo	8,8

TABLA II.
VALORES MEDIOS Y DESVIACIÓN
ESTÁNDAR DE LAS PROPIEDADES
FUNCIONALES DE LA EMULSIÓN CARNE-
HONGO- GRASA EN LAS FORMULACIONES
EXPERIMENTALES OBTENIDAS MEDIANTE
EL PROGRAMA DESIGN EXPERT

Fórmula	CRA (g/g)	Desviación estándar	CE (mL/g)	Desviación estándar	CRL (g/g)	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	0,02
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	0,30	14,8 a	0,2	1,79 b	0,02
11	0,34 b	0,01	14,6 a	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	0,2	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 diferentes en la misma columna difieren significativamente ($p < 0,05$).

A. Evaluación de las variables respuesta

Del análisis de las variables estudiadas (Tabla III), se obtuvieron las ecuaciones polinomiales que se ajustan a los modelos: lineales, especial cúbico, cúbico, cuadrático y cuadrático especial, los mismos que permiten explicar más del 90 % de la variabilidad en

función de las variables respuesta estudiadas.

TABLA III.
RESULTADOS DE LOS MODELOS
MATEMÁTICOS OBTENIDOS PARA LAS
VARIABLES RESPUESTA Y LOS
COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN

Variables respuesta	Polinomio	Significación del modelo (p)	Pérdida de ajuste (p)	R ²
pH	5,39A+6,42B+6,56C+2,17AB	<0,0001	0,0675	0,978
Humedad	52,79A+71,28B-73,47C-3,68AB +29,93AC+31,60BC+17,96ABC	<0,0001	0,3937	0,997
Grasa	6,74A+0,75B+51,20C	<0,0001	0,1785	0,9539
Proteína	12,65A+6,40B+7,45C-0,52AB	<0,0001	0,1539	0,999
Aceptación	5,77A+6,42B-2,44C+2,81AB +11,61AC+11,93BC-8,90AB ² C	<0,0001	0,3791	0,9904
PCA	2,59A-2,91B-1,61C+65,38AB ² C	<0,0001	0,2357	0,988

A: carne de res; B: hongo; C: grasa

Optimización de la formulación

Se impusieron las restricciones a las variables respuestas estudiadas, en base a los resultados del diseño experimental, normas ecuatorianas para productos cárnicos tradicionales la calidad deseada en el producto final. Se realizó una optimización numérica según el método de función de conveniencia. La formulación óptima estuvo conformada por: carne de res (40 %), Hongo (26,7 %) y grasa (8,3 %).

C. Evaluación de las características físico-químicas, de la formulación óptima y de la salchicha patrón

Los resultados de los análisis físico-químicos realizados por triplicado a la variante seleccionada como óptima y a la salchicha tipo vienesa elaborada como patrón, se muestran en la Tabla IV.

TABLA IV
INDICADORES DE LA FORMULACIÓN ÓPTIMA DE LA SALCHICHA CON LA INCORPORACIÓN DE HONGO Y DE LA TIPO VIENESA ELABORADA COMO PATRÓN (N = 3)

Indicador	Formulación óptima	Desviación Estándar	Formulación patrón	Desviación estándar
pH	6,41	0,02	6,50	0,03
Actividad de agua	0,977	0,010	0,975	0,01
Humedad (%)	72,36	2,12	65,36	1,88
Cenizas (%)	3,36	0,44	1,43	0,36
Grasa (%)	7,92	1,12	19,2	2,14
Proteína (%)	12,62	1,28	13,26	0,62
Fibra dietética (%)	1,85	0,03	-	-
β - glucanos (%)	0,91	0,02	-	-
Carbohidratos (%)	4,68	0,04	0,76	0,01
Cloruro (%)	2,25	0,04	2,25	0,04
Nitritos (mg/kg)	26,0	0,00	130,0	0,00

Cabe destacar como positivo que el contenido proteico de la formulación óptima, cumple con la Norma Ecuatoriana RTE INEN 056 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011), que se cumplió con el objetivo de reducir su contenido de grasa y nitrito a la quinta parte de la recomendada por las Normas NTE INEN 1 338 (INEN, 2010) y el Codex Alimentarius (2006) (máximo 125 mg/kg), presencia de β glucanos y fibra, en la formulación óptima que son características positivas desde el punto de vista nutricional y medicinal. Esto se corresponde con el propósito de obtener un producto final más sano, sin afectar sus propiedades de calidad.

IV. CONCLUSIONES

Se encontró una formulación óptima (40% de carne de res; 27% de hongo y 8% de grasa) para la salchicha tipo vienesa cambiando el contenido de carne de cerdo por el hongo.

Los resultados obtenidos de la evaluación de la emulsión carne-hongo-grasa de las formulaciones experimentales, apoyan el criterio del empleo del hongo en productos de pasta fina.

Los resultados de las propiedades funcionales del hongo y de la emulsión carne hongo permitieron confirmar sus características beneficiosas y adecuadas para su utilización como materia prima en sustitución de la carne en productos cárnicos convencionales.

Fue posible optimizar una formulación baja en grasa y nitritos, utilizando al *Pleurotus ostreatus* como sustituto de la carne de cerdo, la adición del hongo no afectó mayormente la composición nutricional del nuevo producto, si no por el contrario presentó características beneficiosas en su composición por la presencia de β – glucanos y fibra.

V. REFERENCIAS

Álvarez, D., M. Castillo, M. Garrido, S. Bañón, G. Nieto, P. Díaz y F. Payne. (2007): “Efecto de la composición y el tiempo de procesado sobre las propie-

dades tecnológicas y ópticas de las emulsiones cárnicas”, *Murcia* 23, 25-34.

Arroyo, y., M. Carrasco, A. Bueno, R. Cardeña, y C. Luíza. (2008): “Obtención y caracterización físico química y funcional de las fibras dietéticas del níspero común (*Mespilus germanica*)”. *Revista de la Sociedad Química de Perú*, 74 (4), 269 – 281.

Asgar, M., A. Fazilah, N. Huda, R. Bhat y A. Karim. (2010): “Nonmeat Protein Alternatives as Meat Extenders and Meat Analogs”. *Food Science and Food Safety*. 9, 513 -529.

Codex Alimentarius (2006): Carne y productos cárnicos. Salchichas. Especificaciones, norma NORDOM 392 1^{era} rev. 1-7.

Delgado, J. (2013): *Diseño y desarrollo de productos cárnicos con perfil lipídico optimizado. Evaluación del efecto funcional en humanos*. Tesis doctoral, Universidad autónoma de Madrid, España.

Delgado, N. y W., Albarracin. (2012): “Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (*Chenopodium Quinoa* W) y chachafruto (*Erythrina edulis*): potenciales extensores cárnicos”. *Vitae* 19 (Supl. 1), 430-432.

Elleuch, M., D., Bedigian, O., Roiseux, S., Besbes, C. Blecker, y H., Attia. (2011): “Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications”. *Food Chemistry*. 124 (2), 411-421.

Gamboa, J., R. Gallegos, J.L., Arcos, R. López, E. J. Ramírez y A. Alarcón. (2011): “Efecto del método de insensibilización sobre los parámetros más importantes que influyen en el sacrificio y calidad de la carne de cerdo”. *NACAMEH*. 5 (2), 40-55.

Hathwar, S.C., A. K., Rai, V. K., Modi y B. Narayan (2012). “Characteristics and consumer acceptance of healthier meat and meat product formulations”. *Journal of Food Science and Technology*, 49 (6), 653 – 664.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2011): *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 056 “Carne y Productos cárnicos”*, Quito, Ecuador.

LLauradó, G., H. Morris, J. Marcos, L. Castán, y R. Bermúdez. (2011): “Plantas y hongos comestibles en

la modulación del sistema inmune”. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 30 (4), 511-527.

Mcafee, A., E., Mcsorley, G., Cuskelly, B., Moss, J., Wallace, M. Bonham, y A. Fearon. (2010): “Red meat consumption: An overview of the risks and benefits”. *Meat Science*, 84 (1), 1-13.

Morris, H., J. Marcos, G., LLauradó, R., Fontaine, V., Tamayo y N. García. (2003): “Immunomodulating effects of the hot water extract from *Pleurotus ostreatus* mycelium on cyclophosphamide treated mice”. *Micol Apl Int.* 15 (1), 7-13.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN NTE 1338 (2010): Carne y Productos Cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. Quito, Ecuador.

Rengifo, L. y E. Ordoñez (2010): “Efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y pH en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco”. *ECI Perú*, 7 (2), 77-85.

Rivera, I. (2012): “Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión”. *Nacameh*, 6 (1), 1-14.

Ruilova, M., R. Díaz y A. Hernández. (2014): “Evaluación de las propiedades funcionales *Pleurotus ostreatus* y de la emulsión carne-hongo-grasa”. *Rev. Ciencia y Tecnología de Alimentos*, La Habana, Cuba; 24 (2), 1-7.

Wan Rosli, W. and M. Solihah. (2012): “Effect in the addition of *Pleurotus sajor-caju* (PSC) on physical and sensorial properties of beef patty”. *International Food Research Journal*, 19 (3), 993-999.

Wan Rosli, W., M. A. Solihah, M. Aishah, N. Nikfakurudin y S. Mohsin. (2011a): “Colour, textural properties, cooking characteristics and fibre content of chicken patty added with oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*)”. *International Food Research Journal*, 18 (1), 621-627.

Wan Rosli, M., Solihah, N., Nikfakurudin, M., Aishah, y S., Mohsin. (2011b): “The Effect of *Pleurotus sajor-caju* (PSC) Addition on the Nutritional Composition and Sensory Properties of Poultry-Based Patty”. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 52 (04), 859-862.

Weiss, J., M. Gibis, V. Schuh. y H. Salminen. (2010): “Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products”. *Meat Science*, 86, 196-213.

Zhang, W., S. Xiao, S., H. Samaraweera, E. Lee. y D. Ahn. (2010): “Improving functional value of meat products”. *Meat Sci.* 86 (1), 15-31.