

Artículo científico

Conservación de pulpa de hongos gírgolas (*Pleurotus ostreatus*) por métodos combinados

E. F. Sluka^{1*}; S. del V. Monserrat¹ and M. S. Condorí²¹ Cátedra de Industrias Agrícolas, Facultad de Agronomía y Zootecnia.

Universidad Nacional de Tucumán Av. Kirchner 1900. (4000) Tucumán, Argentina.

² Laboratorio Microbiología Bromatología – SIPROSA.

Pje. Dorrego 1080 - (4000) Tucumán, Argentina.

* Autor de correspondencia: esteban@faz.unt.edu.ar

Resumen

El objetivo de este trabajo fue obtener una conserva de pulpa de gírgolas que pueda ser almacenada a temperatura ambiente, que preserve las propiedades nutritivas del producto natural, que satisfaga los controles microbiológicos y que tenga un buen grado de aceptabilidad. Las secuencias operativas de la conserva de pulpa de gírgolas son: obtención de la pulpa, mezclado de los ingredientes con la pulpa (ácido ascórbico 0,30 % y sal 2,5 %), envasado en recipiente estéril de 170 cm³, esterilizado 10 minutos a 100°C y enfriado a temperatura ambiente. A los 6 meses se determinó la calidad del producto obtenido realizando análisis físico-químico, sensorial y microbiológico. Se determinaron los componentes físicos-químicos de la pulpa natural y acondicionada. En el análisis microbiológico se realizaron pruebas de incubación de frascos e inoculación de muestras para determinar presencia y/o ausencia de bacterias, hongos y levaduras. Se realizaron pruebas de Evaluación Sensorial, usando la escala Hedónica Verbal de tres puntos. Según el análisis estadístico, existen diferencias significativas en los valores de materia seca, pH y vitamina C, estando los mismos directamente relacionados al porcentaje de ácido ascórbico y sal agregados. En referencia al análisis microbiológico, la muestra fue clasificada como Apta. Al evaluar el análisis sensorial, se pudo observar que el 95 % de los jueces la clasificó “me gusta”. Se concluye que la conserva de pulpa de gírgolas es conservable a temperatura ambiente durante 6 meses; mantiene las propiedades nutricionales de la pulpa natural, satisface las exigencias microbiológicas y demuestra tener un buen grado de aceptabilidad.

Palabras clave: gírgola, pulpa, economía, calidad

Abstract:

The objective of this study was to obtain a conserved gírgola pulp, that can be stored at room temperature, preserves the nutritional properties of the natural product, meets the microbiological requirements and has a good degree of acceptability. Operational sequences of the conserved gírgolas pulp are pulping, mixing the ingredients with the pulp (0.30% ascorbic acid and 2.5% salt) in sterile packaging of 170 cm³, sterilized 10 minutes at 100°C, and cooled to room temperature. At 6 months, we have determined the quality of the product, analyzing physical-chemical, sensory and microbiologically. There had been determined physical and chemical components of natural and conditioned pulp. There had been performed microbiological tests by incubation flasks and inoculation of samples to establish the presence and / or absence of bacteria, fungi and yeasts. Tests of sensory evaluation were conducted using verbal hedonic scale of three points. According to statistical analysis, there are significant differences in the values of dry matter, pH and vitamin C, these being directly related to the percentage of acid and salt added. In reference to microbiological analysis, the sample was classified as Suitable. In evaluating the sensory analysis, it was observed that 95% of the judges rated her “likes”. We can conclude that the conserved gírgola pulp is maintainable at room temperature for a period of six months, keeping all the nutritional properties of the natural pulp, satisfying the requirements from the microbiological point of view and demonstrating a good degree of acceptability.

Keywords: gírgola, pulp, economy, quality

Introducción

Aunque el champiñón (*Agaricus bisporus*)comprende más de la mitad de la producción mundial de hongos comestibles, hacia el año 1995 el 24 % de la producción de hongos comestibles en el mundo correspondía a *pleurotus ostreatus* y a otras especies relacionadas (Matsumoto, 1996).

Los hongos, en general, contienen cantidades moderadas de proteínas de buena calidad y son buena fuente de proteína dietaria, vitamina C, vi-

Recibido: 08 de mayo de 2013.

Aceptado: 06 de junio de 2013.

Publicado en línea: 03 de julio de 2013.

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

taminas del complejo B y minerales. Los niveles de lípidos son bajos, la relación de ácidos grasos saturados a insaturados es baja, cerca de 2,0-4,5:1 (Breene, 1990).

La composición química de *Pleurotus ostreatus* es muy variable, depende de la edad y es ocasionada por diferencias en el contenido de humedad, temperatura y la presencia de nutrientes (Steineck, 1987). *Pleurotus ostreatus* contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas como la tiamina (B1), riboflavina (B2), ácido ascórbico (C), ácido nicotínico, ácido pantoténico, ácido fólico, tocoferol, pirodoxina, cobalamina y provitaminas como la ergosterina y carotenos (Hincapié, 1993). Se estima que en Alemania, Canadá y Estados Unidos el consumo *per cápita* es de 4 kilos de hongos por año, pero en los Países Bajos se llegan a ingerir 14 kilos. En la Argentina, aun cuando actualmente el consumo es menor, la curva está en continuo ascenso.

La posibilidad de usar métodos de conservación basados en más de un principio, permite reducir la intensidad del tratamiento térmico aplicado y mantener las cualidades organolépticas en el producto final (Holdsworth, 1988).

Existen numerosos antecedentes para frutas y hortalizas procesadas por métodos combinados; podemos citar entre ellos: pimiento, chaucha y berenjena (Fernández de Rank *et al.*, 2005), champiñones (Sluka *et al.*, 2007), conservación de frutas y hortalizas (Fernández de Rank *et al.*, 2008). En ellos se demostró que por efecto combinado de ácidos orgánicos a concentraciones no mayores de 0,30 % en relación a pulpa y temperaturas de ebullición, se puede controlar el desarrollo microbiano, así como el pardeamiento enzimático del producto.

Otros métodos de procesamiento demandan un mayor gasto de energía e inversiones de capital, aunque son efectivos contra el deterioro causado por los microorganismos, también tienen un efecto negativo contra los nutrientes y características sensoriales de los diferentes alimentos (Rees, 1994). En el presente trabajo, el método que se propone para la conservación de pulpa de gírgolas se basa en la aplicación de efectos combinados de calor y ácidos orgánicos.

El principal objetivo del agregado de los ácidos orgánicos en la pulpa obtenida, es ajustar el pH por debajo de 4,6, que es el pH mínimo para el crecimiento y esporulación de *Clostridium botulinum*, disminuir el tiempo de esterilización y controlar la oxidación durante el control (Caps, 1999). El escaldado ácido controlado es a fin de inactivar enzimas, eliminar microorganismos, evitar pérdida de textura y conservar el perfume y sabor (Pischetsrieder, 1996). El escaldado inhibe

las enzimas presentes, entre ellas la peroxidada, que es una de las enzimas más resistentes al calor y su inactivación asegura la destrucción de las más lábiles (Vanaclocha, 1999).

El objetivo de este trabajo fue obtener una conserva de pulpa de gírgola como base, que pueda ser almacenada a temperatura ambiente, que preserve las propiedades nutritivas similar al producto natural, que esté dentro de los rangos o niveles microbiológicos establecidos como estándares para alimentos y que tenga un buen grado de aceptabilidad.

Material y métodos

El material de estudio fueron hongos de la especie *Pleurotus ostreatus*, más conocido como "gírgola" u "hongo ostra," obtenidos de cultivos comerciales. El proceso desarrollado para la elaboración de pulpa de gírgolas fue el siguiente: selección por defectos, cortado del pie o estípite, lavado con agua conteniendo 1 ppm de cloro, escaldado con agua acidulada con ácido cítrico al 0,50 % durante 5 minutos, escurrido, pureteado usando tamiz a tornillo con malla con perforaciones de 1/6", acondicionado de la pulpa con el agregado de ácido ascórbico 0,30 % y ClNa al 2,5 % de pulpa respectivamente, homogenizado con molino coloidal, envasado en frascos estériles de vidrio de 170 cm³, cerrado, esterilizado en espejo de agua 10 minutos a 100 °C, enfriado a temperatura ambiente y almacenado.

En la Figura 1 se indica el diagrama del proceso desarrollado para obtener una conserva de pulpa de gírgolas por métodos combinados.

HONGOS	
↓	
SELECCIÓN	↓ por defectos
↓	
ELIMINACIÓN DEL PIE Y/O ESTÍPITE	↓ Manual
↓	
LAVADO	↓ agua clorada con 1 ppm de cloro
↓	
ESCALDADO	↓ con agua acidulada con ácido cítrico 0,50% durante 5 minutos a 100°C
↓	
ESCURRIDO	
↓	
PURETEADO	↓ c/tamiz a tornillo con malla c/perforaciones de 1/6"
↓	
ACONDICIONADO	↓ agregado de ácido ascórbico 0,30% y 2,5% de sal en relación a pulpa
↓	
HOMOGENIZADO	↓ en molino coloidal
↓	
ENVASADO	↓ en frascos de 170 cm ³ estéril
↓	
ESTERILIZADO	↓ 10 minutos a 100°C
↓	
ENFRIADO	↓ a temperatura ambiente
↓	
ALMACENADO	

Fig. 1. Diagrama del proceso

La determinación de la calidad se realizó a los 6 meses de elaboradas las conservas realizando un análisis microbiológico, físico-químico y sensorial.

En el análisis microbiológico se siguió la Metodología analítica (BAM-AOAC 1995), realizando las siguientes determinaciones. 1ª parte: se realizó un ensayo que consistió en incubar dos grupos de conservas a distintas temperaturas, 37 °C y 55 °C, respectivamente, durante 10 días. 2ª parte: se procedió a la apertura de los botes. Se lavaron los botes con agua tibia y detergente. Se enjuagaron, se secaron con toalla de papel y se desinfectaron con un algodón embebido en alcohol al 70% (100 ml de alcohol 96° más 40,85 ml de agua). Se dejó secar y se hizo la apertura del frasco en esterilidad. Se determinó el pH de la conserva y como el mismo era $\leq 4,6$ se siguió la marcha analítica para “conservas ácidas”.

Marcha analítica: De cada frasco se pesó 10 gramos (tomados del centro del bote con una cuchara esterilizada a la llama). Se agregó 90 ml de agua peptonada al 0,1 % estéril. Se homogeneizó e inoculó 10 ml de la dilución anterior (correspondiente a 1 gramo de producto) en cada uno de 8 tubos con Caldo Acido (CA) doble concentración. En los tubos que se buscaron bacterias anaerobias mesófilas se le agregó una capa de vaspar (2 partes de vaselina y 1 parte de parafina) y en los tubos que se buscó bacterias anaerobias termófilas se agregó además de vaspar, un tapón de Agar SPS. (Agar Sulfito Polimixina Sulfadiazina). Las condiciones de cultivo e incubación se presentan en la Tabla 1.

3ª parte: al terminar la incubación, se observó la presencia o ausencia de turbidez en todos los tubos sembrados.

4ª parte: para la búsqueda de mohos y levaduras se empleó la técnica ISO 7954 (1998). Se pesaron 10 g de pulpa y se diluyeron con 90 ml de caldo agua de peptona al 01% (1,0 g de digesto enzimático de tejido animal o vegetal más 1000 ml de agua) se sembró por duplicado 1 ml de la dilución 1/10 en cajas de Petri, se agregó 15 ml de agar HyL (agar Hongos y Levaduras) fundido y atemperado a 44-45 °C, se mezcló para homo-

geneizar el inóculo en el agar. Se dejó solidificar y se incubó 5 días a 25 °C. Finalizada la incubación, se contó las colonias de mohos y las levaduras, expresado como unidades formadoras de colonias (ufc) de mohos y levaduras por gramo de muestra.

Se determinaron los componentes físicos-químicos de la pulpa natural y de la pulpa acondicionada mediante análisis proximal (AOAC, 1996). Se tomaron tres muestras del puré y sobre esos datos se hicieron intervalos de confianza y Prueba T de comparación de dos medias independientes. El pH se midió en un peachímetro digital.

La determinación de la actividad enzimática se realizó sobre la peroxidasa en presencia de guayacol y agua oxigenada (Duckworth, 1968). A una porción de hongo previamente escaldado se lo colocó en un tubo de ensayo, se agregó 9 ml de agua destilada, 1 ml de agua oxigenada al 3 % y 1 ml de guayacol al 1 % en etanol. Si desarrolla color rojo ladrillo indica la presencia de peroxidasa activa. Si no manifiesta color, el resultado de la prueba es negativo e indica que el producto está adecuadamente escaldado.

Se realizó la evaluación sensorial de las conservas elaboradas aplicando la Prueba de Aceptabilidad. Se usó la Escala Hedónica Verbal de 3 puntos; al valor central “ni me gusta ni me disgusta”, se le asigna la calificación 0; al punto por encima de este valor “me gusta” se le asigna un valor positivo +1, y por debajo “no me gusta” un valor negativo -1 (Anzaldúa Morales, 1994).

Para la realización de esta prueba se contó con 10 jueces semientrenados, las pruebas se llevaron a cabo en las cabinas que cuenta el laboratorio de la Cátedra de Industrias Agrícolas. Las muestras fueron evaluadas en los horarios de 11 a 13 horas. En todos los casos se realizaron dos repeticiones, para evaluar la consistencia en la respuesta de un mismo juez. Los resultados se expresaron en porcentajes para cada opinión.

Durante todos los procesos de elaboración se respetaron las Buenas Prácticas de Manufactura (SAGPyA, 2001). El producto elaborado se denominó Conservas de pulpa de hongos gírgolas (*Pleurotus ostreatus*) por métodos combinados.

Tabla 1. Temperatura y tiempo de incubación de las muestras.

Investigación por gramo	Medio	Cantidad de tubos	Temperatura de incubación	Tiempo de incubación
Bacterias aeróbicas mesófilas	CA	2	30°C	5 días
Bacterias aerobias termófilas	CA	2	55°C	2 días
Bacterias anaeróbicas mesófilas	CA (con vaspar)	2	30°C	5 días
Bacterias anaeróbicas termófilas	CA (con vaspar y tapón de SPS)	2	55°C	2 días

Resultados y discusión

Los resultados de la composición química de la pulpa natural y acondicionada de gírgolas expresado en g/100 g en peso seco se muestran en la Tabla 2. Los valores son los promedios de 3 determinaciones de cada parámetro en ambas muestras.

Según el análisis estadístico en Tabla 2 se observa que existen diferencias significativas en los valores de materia seca, pH y vitamina C. Los mismos están directamente relacionados al porcentaje de ácido ascórbico y sal agregados. La vitamina C influye positivamente en el color, valor nutritivo y acidez del producto final.

En cuanto a la actividad de la peroxidasa, las muestras analizadas dieron resultado negativo.

Los análisis microbiológicos de la conserva procesada se presentan en la Tabla 3. Como no se observó desarrollo microbiano, se informó “Ausencia en un gramo” y la muestra fue clasificada como Apta, lo cual indica la seguridad del método de conservación aplicado.

Los márgenes de tiempo y temperaturas usados en este método son más que suficientes a los que establece la bibliografía para el control de microorganismos: “La Asociación Nacional de Industrias Alimentarias de EE. UU. recomienda un tratamiento equivalente de 5 minutos a 93,3 °C cuando el pH está comprendido entre 4,0 y 4,3 para el control de microorganismos formadores de esporas como *Bacillus coagulans*, *B. polymyxa*, *B. macerans* y anaerobios butíricos tales como *Clostridium butyricum* y *C. pasteurianum*” (Nacional Canners Association 1968).

En la Tabla 4 se presentan los resultados del análisis sensorial de la conserva de pulpa de gírgolas. Al evaluar el total de las encuestas realizadas a los 10 jueces, se observó que el 95 % de los mismos consideraron “me gusta”.

Tabla 4. Análisis Sensorial de la conserva de pulpa de gírgolas en porcentajes

Opinión	
Me gusta (+1)	95 %
Ni me gusta ni me disgusta (0)	5 %
No me gusta (-1)	-

Conclusión

Sobre la base de los resultados del presente estudio, se concluye que siguiendo la metodología descrita para la conserva de pulpa de gírgola, la misma es conservable a temperatura ambiente durante 6 meses, mantiene todas las propiedades nutricionales de la pulpa natural, satisface las exigencias establecidas desde el punto de vista microbiológico para ser calificado como un producto industrialmente estéril, demuestra tener un buen grado de aceptabilidad y es factible económicamente, puesto que no demanda mayores costos que una conserva tradicional.

Los países en vías de desarrollo deben enfrentar el desafío de productos adaptados a su realidad regional donde se presentan severas restricciones de energía; los métodos combinados aplicados a la elaboración de conserva de pulpa de gírgolas aportan una alternativa de procesamiento simple y económico que reemplaza a la esterilización.

Tabla 2. Composición química de la pulpa natural y acondicionada de gírgolas expresado en g/100 g en peso seco

Pulpa	Mat. seca X(1) ± S(2) %	pH X(1) ± S(2) %	H de C X(1) ± S(2) %	Lípidos X(1) ± S(2) %	Prot. bruta X(1) ± S(2) %	Fibra total X(1) ± S(2) %	Cenizas X(1) ± S(2) %	Vit C mg/100gr X(1)±S(2) %
Natural	9,95 ± 0,010 ^a	6,11±0,010 ^a	26,05±0,10 ^a	1.12±0.22 ^a	23,45 ± 0,33 ^a	32,40 ± 0,50 ^a	7,00±0,59 ^a	28 ± 0,20 ^a
Acondicionada	12,01± 0,11 ^b	4,20 ± 0,11 ^b	25.17±0.21 ^a	1,07±0,11 ^a	22.98 ± 0.21 ^a	31.89 ± 0.40 ^a	6,71±0.23 ^a	165±0,35 ^b

Tabla 3. Análisis microbiológico de las 5 conservas de pulpa de gírgolas

Determinaciones analíticas	Conserva N° 1	Conserva N° 2	Conserva N° 3	Conserva N° 4	Conserva N° 5
Aerobios mesófilos a 30°C	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g
Aerobios termófilos a 55°C	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g
Anaerobios mesófilos a 30°C	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g
Anaerobios termófilos a 55°C	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g	Ausencia en 1 g
Recuento de mohos	20 ufc/g	30 uf/g	<10 ufc/g	20 ufc/g	20 ufc/g
Recuento de levaduras	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g
Clasificación	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto

Bibliografía

- Alzamora, S.M. y Salvatori D. M.(2006). Minimal processing foods, Handbook of Food Technology and Food Engineering, (ed. Y. H. Hui), CRC Press/Taylor, USA, Vol. III, Cap. 118, pp. 118-1-118-16.
- Anzaldúa Morales, A. (1994). La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Ed. Acribia, S.A. España: 197.
- AOAC. (1996). Official Methods of Analysis of the AOAC, 16 th Ed. Washington DC, USA, Association of Official Agricultural Chemist. Inc.40.085.
- AOAC (1995). Bacteriological Analytical Manual. 16th Ed. Arlington, VA. Official Methods of Analysis, sec. 975.55.
- Breene, W.M. (1990). Nutritional and medicinal, value of specialty mushrooms. University of Minesota, St.Paul, M.N. Journal of Food Protection, 53(10): 883-894.
- Caps, A.; Abril, J. (1999). Procesos de conservación de alimentos. Madrid, España. Ed. Mundi-Prensa: 494.
- Chitara M. I. F. (2001). Alimentos minimamente procesados. Lavras: FAEPE. Pp.93
- Duckworth, R. B. (1968). Frutas y verduras. Zaragoza .España. Ed. Acribia: 304.
- Fernández de Rank, E.E.; Monserrat, S.; Sluka, E. (2005). Tecnología de conservación por métodos combinados aplicadas a pimiento, chaucha y berenjena. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias U.N. Cuyo. Mendoza. ISSN 0370 -4661. XXXVII, 2: 73-81.
- Fernández de Rank, E. E.; Monserrat, S.; Sluka, E. (2008). Conservación de frutas y hortalizas por método de acción combinado. E. Catálogo de tecnologías para pequeños productores agropecuarios 1. D. Cáceres. PROINDER Ed. Ministerio de Economía y Producción. Argentina. ISBN: 978-987-9184-53-3: 121- 122.
- Francis, G.A.; Thomas, C.; O' beirne, D.(1999). The microbiological safety of minimally processed vegetables. International Journal of Food Science and Technology v. 34, pp. 1-22
- Hincapié, J.G. (1993). Fertilización mineral del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 91p.
- Holdsworth, S.D. (1988). Conservación de frutas y hortalizas. Zaragoza, España, Ed. Acribia: 186.
- ISO 7954. (1998). Microbiology General guidance for enumeration of yeast and moulds colony count technique at 25°C. International Organization for Standardization.
- Leistner L. (2002). Métodos combinados de conservación de alimentos. En: Shafiur Rahman M (Eds). Manual de de conservación de los alimentos. Acribia, Zaragoza, España.
- Leistner, L.; Gould, G. (2002). Hurdle Technologies: Combination Treatments for Food Stability, Safety and Quality. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Matsumoto, T. (1996). Studies on the genetical control of the mitochondrial DNA polymorphisms in hiratake, *pleurotus ostreatus*. The totori-Mycological Institute, 34: 1-97.
- Medina, R. (2004). Producción Mundial de Hongos Comestibles. *Micotec*(3). Pp.23-29.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (Edición 2005 y revisión 2010) Guía de Buenas Prácticas para la elaboración de conservas vegetales. Argentina.
- Nacional Canners Association, Laboratory manual for food Canners and Processors (1968). Vol. 1- Microbiology and Processing, AVI, Westport, CT.
- Ohlsson, T.; Bengtsson, N. (2002). Minimal processing Technologies in the food industry. *Cambridge England Woodhead*. Pp. 124-174.
- Pascual Anderson M. del Rosario y Vicente Calderón y Pascual (2000) Microbiología alimentaria Metodología analítica para alimentos y bebidas. Ed. Diaz de Santos, S. A. España.
- Pischetsrieder, M. (1996). Reaction of L-ascorbic acid with L-arginine derivatives. Journ. Agric. Food Chem., 44: 2061-2081.
- Rees, J.; Bettison, J. (1994). Procesado térmico y envasado de los alimentos. Zaragoza, España. Ed. Acribia: 288.
- SAGPyA. (2001). Boletín de difusión. Buenas prácticas de manufactura. Programa de calidad de los alimentos argentinos: 16.
- Sluka, E., Fernández de Rank, E. E; Monserrat, S. (2007). Conservas de Champiñones (*Agaricus bisporus*) por Tecnologías de Barreras. V Reunión de la Producción Vegetal del NOA y III de Producción Animal del NOA Panelista. Tucumán, Argentina. CD 500/504.
- Soliva-Fortuny R. (2010). Effects of pulsed light treatments on quality and antioxidant properties of fresh-cut mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biology and technology*.56, 216-222.
- Steineck, H. (1987). Cultivo comercial del champiñón. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 142p.
- Vanaclocha, A.; Requena, J. (1999). Procesos de Conservación de Alimentos. Madrid, España. Ed. Mundi Prensa: 494.