

Rev. FCA UNCuyo. Tomo XLI. N° 2. Año 2009. 13-21.

Tecnologías emergentes aplicadas a la conservación de porotos (*Phaseolus vulgaris* L.)

Emergent technologies for conservation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.)

Esteban F. Sluka ¹
Elena Fernández de Rank ¹
Susana del Valle Monserrat ¹

Marina Susana Condorí ²
Osvaldo Arce ³

Originales: Recepción: 19/03/2009 - Aceptación: 28/05/2009

RESUMEN

La conservación de alimentos por tecnología de barreras es una alternativa de procesamiento, en la cual se aplican las técnicas de conservación tradicionales pero de una manera menos intensa, mediante una combinación de obstáculos a fin de mantener las cualidades organolépticas en el producto final. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un método de conservación de porotos con la aplicación de tecnología de bajo costo y de aceptabilidad comparable al método convencional (Método Appert). La metodología que se empleó en la elaboración de conservas de porotos por tecnologías de barrera fue la siguiente: selección, lavado, remojado durante 24 horas, escurrido, cocinado a presión en salmuera al 0,5% durante cinco minutos a 121°C. Posteriormente se envasaron en recipientes esterilizados, se agregó la solución de relleno en ebullición (vinagre 7,50%, ácido láctico 0,30%, ácido ascórbico 0,35%, ácido cítrico 0,35%, sal 1,00% y azúcar 0,50%). No se esterilizó y se dejó enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente. La determinación de la calidad de las conservas elaboradas se realizó a los seis meses de almacenadas rea-

SUMMARY

Food conservation through barrier technology is an alternative processing, method for maintaining the flavour and quality of foods in which the traditional conservation techniques are applied less intensively, usually by subjecting the food product to a series of obstacles to microbial growth. The objective of this work was to develop a method for conservation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) applying a low cost technology and of comparable acceptability to the conventional (Appert Method). A method was developed for the production of bean conserves, which included the selection of beans; washing, soaking for 24 hours; dripping followed by heating -under pressure- at 121°C in a 0.5% NaCl solution during five minutes. Then, the beans were put in sterile bottles and a filling solution (7.50 % vinegar, 0.30% lactic acid, 0.35% ascorbic acid, 0.35% citric acid, 1.00% salt and 0.50% sucrose) at boiling temperature was added. No sterilization was done and the bottles were cooled down at ambient temperature. After six months of storage, quality determinations of the bean conserves were performed, and included microbiological assays, as well as physical-chemical and

- 1 Cát. de Industrias Agrícolas. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Av. Roca 1900. (4000) San Miguel de Tucumán. Argentina. esteban@faz.unt.edu.ar
- 2 Laboratorio Microbiología Bromatología. Sistema Provincial de Salud (Si.Pro.Sa.). Pasaje Dorrego1080. (4000) San Miguel de Tucumán. Argentina.
- 3 Cát. de Biometría y Diseño Experimental.

lizando una evaluación microbiológica, físico-química y sensorial. La conserva obtenida es aceptable, inocua y puede ser preservada a temperatura ambiente.

sensory evaluations. The conserves obtained by this method were acceptable, innocuous and they were well preserved at ambient temperature.

Palabras clave

tecnología • porotos • economía • conservas

Keywords

technology • beans • economy • conserves

INTRODUCCIÓN

Para la actual cosecha en la región de noroeste argentino (NOA) se estima una producción total de porotos de 300000 toneladas, con un rendimiento promedio de 1,13 tn/ha. Prácticamente la totalidad de la producción argentina de poroto se destina a la exportación. En Argentina no existe el hábito de consumo de porotos, incluso es uno de los más bajos del mundo, 0,120 kg/hab/año; sólo el poroto variedad Alubia es el que más se consume: aproximadamente 5 mil toneladas.

Los porotos son una buena fuente de proteínas vegetales, fibras dietéticas solubles y minerales como el hierro, el magnesio y el cinc; son ricos en ácido fólico y representan una buena fuente no-láctea de calcio. Además, los nuevos estudios establecen que los porotos constituyen un rico aporte en antioxidantes, con beneficios para la salud similares a los de algunas frutas, tales como las uvas, las manzanas y los arándanos (4).

El método más difundido actualmente para conservar porotos es el método Appert, 1809: consiste en calentar los porotos junto al líquido de relleno (agua adicionada con sal) en recipientes bromatológicamente aptos, cerrados herméticamente, de tal modo que por acción del calor se consigue la esterilización comercial del producto permitiendo que pueda conservarse a temperatura ambiente y satisfacer los controles microbiológicos establecidos como estándares para alimentos. La posibilidad de usar métodos de conservación basados en más de un principio reduce la intensidad del tratamiento térmico y mantiene las cualidades organolépticas en el producto final (6).

En el presente trabajo, con el método que se propone, se consiguen los mismos resultados, logrando además reducir el consumo de energía térmica y eléctrica; tampoco hay consumo de agua de enfriamiento, lo que evita la posibilidad de contaminación microbiana del producto y de polución en la evacuación de afluentes.

El tratamiento térmico, además de ablandar el producto, se realiza a fin de inactivar enzimas, eliminar microorganismos y evitar la pérdida de textura (13). El escaldado inhibe las enzimas presentes, entre ellas la peroxidasa que se inactiva a 71°C; ésta es una de las enzimas más resistentes al calor y su inactivación asegura la destrucción de las más lábiles (18).

El pH es la barrera más selectiva y su reducción se logra mediante la adición de ácidos al alimento. Los ácidos orgánicos débiles: láctico, acético, ascórbico, cítrico, fumárico, son usados como efecto barrera que inhiben el crecimiento microbiano. Muchos de ellos aparecen de forma natural en los alimentos debido a la fermentación, o bien se añaden durante el procesado. Los ácidos orgánicos suelen ser más efectivos a pH bajo y a constantes de disociación (pKa) ácidas (5). El principal objetivo del agregado de los ácidos orgánicos en la solución de relleno es ajustar el pH por debajo de 4,5, que es el pH mínimo para el crecimiento y esporulación del *Clostridium botulinum* (6).

El análisis microbiológico en los alimentos ácidos tiene por finalidad buscar la presencia o ausencia de los principales microorganismos productores de alteraciones de las conservas: bacterias esporuladas (*Clostridium pasteurianum*, *C. butircum*, *Bacillus coagulans*), bacterias no esporuladas (*Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus* y *Pediococcus*), levaduras y hongos.

Existen numerosos antecedentes para frutas y hortalizas procesadas por métodos combinados, entre los que cabe citar los siguientes: tomate (8), pimiento, chaucha y berenjena (9), frutas y hortalizas (10), champiñones (16). En ellos se demostró que por efecto combinado de ácidos orgánicos a concentraciones no mayores de 0,30% de pulpa y temperatura, 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 (14).

Objetivo

Lograr la conservación de porotos mediante la aplicación de alternativas de procesamientos simples y económicos con el fin de apoyar el desarrollo de las economías regionales.

MATERIAL Y MÉTODO

El material de estudio fueron porotos secos (*Phaseolus vulgaris* L.). La tecnología de barreras se basó en la aplicación de temperatura, composición y reducción del pH de la solución de relleno mediante el agregado de ácidos orgánicos y tiempo de enfriado de los envases a temperatura ambiente.

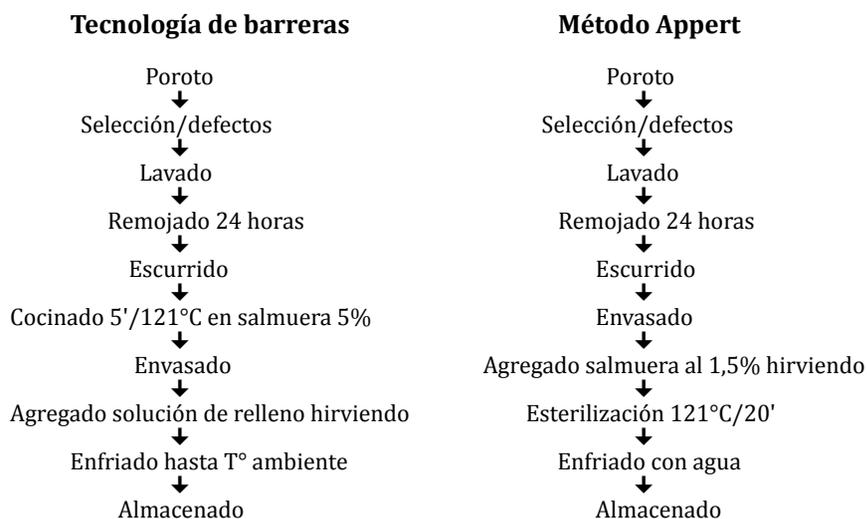
En el método Appert, usado como método comparativo, se trabajó con una solución de relleno constituida por salmuera (Cl Na) al 1,5%, esterilización a 121°C, durante 20 minutos y enfriamiento con agua (C.A.A. Art. 935) (7).

El proceso desarrollado para la elaboración de conservas de porotos por tecnología de barreras fue el siguiente: selección, lavado, remojado durante 24 horas,

escurrido, cocinado a presión en salmuera al 0,5% durante cinco minutos a 121°C. Posteriormente se envasó en recipientes esterilizados de vidrio de 170 cm³ y se agregó la solución de relleno de pH 2,15 hirviendo constituida por ácido acético al 5% (7,50%), ácido láctico 0,30%, ácido ascórbico 0,35%, ácido cítrico 0,35%; sal 1,00% y azúcar 0,50%. Previo al cierre del envase se agregó ácido ascórbico, no se esterilizó y se dejó enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente.

Para controlar cómo disminuía la temperatura en el interior del frasco, en la parte central de la tapa se realizó una perforación del diámetro del termómetro; posteriormente se introdujo el mismo y se selló dicha abertura por ambos lados de la tapa con material sellante. Inmediatamente de colocada la solución de relleno hirviendo, al frasco control se lo tapó y se lo ubicó rodeado de otros frascos llenados de igual modo para lograr condiciones similares de almacenamiento. Se controló la variación de temperatura y los tiempos al tapar el mismo y posteriormente cada 10 minutos.

En el siguiente diagrama se indica el proceso desarrollado para obtener una conserva de porotos por: tecnología de barreras y método Appert con esterilización a altas temperaturas.



En la tabla 1 se consigna la composición de la solución de relleno empleada en ambas tecnologías.

Solución de relleno	Tecnología de barreras	Método Appert
Ácido acético 5%	7,50%	-
Ácido láctico	0,30%	-
Ácido ascórbico	0,35%	-
Ácido cítrico	0,35%	-
Sal	1,00%	1,50%
Azúcar	0,50%	-
pH	2,15	6,20

Tabla 1. Composición de la solución de relleno para los dos tipos de conservas de porotos elaboradas.

Table 1. Composition of the filling solutions used in both methods of producing beans conserves.

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

En el **análisis microbiológico** se siguió la metodología analítica BAM-AOAC (3): se llevaron a cabo las siguientes determinaciones analíticas.

Primera parte

Se realizó un ensayo de incubación a 37°C y otro grupo de conservas a 55°C, ambos durante 10 días.

Segunda 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%; se dejó secar y se abrieron (al lado de un mechero encendido); se determinó el pH de la conserva y como tenía un pH ≤ 4,6 se siguió la marcha analítica para "conservas ácidas".

Marcha analítica: se pesaron 10 g (tomados del centro del bote con una cuchara esterilizada a la llama); se agregaron 90 ml de agua peptonada al 0,1%; se homogeneizó en stomaker; se inocularon 10 ml de la dilución anterior (correspondiente a 1 g de producto) en cada uno de 8 tubos con caldo ácido doble concentración. En los tubos en los que se buscó bacterias anaerobias mesófilas se les agregó una capa de vaspar (vaselina-parafina) y en los tubos en que se buscó bacterias anaerobias termófilas se agregó además del vaspar, un tapón de Agar SPS (Agar Sulfito Polimixina Sulfadiazina). Los tubos se incubaron de la siguiente manera:

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

Tercera parte

Al terminar la incubación se observó la presencia o ausencia de desarrollo en todos los tubos sembrados. Como no se observó desarrollo se informó "ausencia en un gramo".

Cuarta parte

Para la búsqueda de mohos y levaduras se empleó la técnica ISO 1998 (11): se sembró por duplicado 1 ml de la dilución 1/10 en caja de Petri, se agregó el agar HyL (agar Hongos y Levaduras) fundido y atemperado a 44-45°C, se mezcló para homogeneizar el inóculo en el agar. Se dejó solidificar y se incubó 5 días a 25°C. Finalizada la incubación se contaron las colonias de mohos y las levaduras. Se informó UFC de mohos y levaduras/g de muestra.

En relación con los **análisis físico-químicos**, las determinaciones de materia seca, hidratos de carbono, lípidos, fibra cruda, cenizas y proteína fueron realizadas mediante análisis proximal (2). Los resultados se expresaron en valores promedio obtenidos de tres determinaciones. El pH se midió en un peachímetro digital.

Se realizó la **evaluación sensorial** de las conservas elaboradas aplicando la Prueba de Aceptabilidad; dicha prueba se realizó para determinar si el producto desarrollado puede competir con el producto elaborado mediante el método Appert. 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; "no me gusta" obtiene un valor negativo -1 (1).

Para la realización de esta prueba se contó con diez jueces semientrenados y las pruebas se llevaron a cabo en las cabinas con las que cuenta el laboratorio de la Cátedra de Industrias Agrícolas de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán.

Las muestras fueron evaluadas en los horarios de 11 a 13 horas. En todos los casos se realizaron tres repeticiones, para evaluar la consistencia en la respuesta de un mismo juez. Los resultados se analizaron estadísticamente usando análisis de la varianza. Para determinar si la acidez del producto elaborado cambia al ser sometido a ebullición (100°C), durante 1' se compararon los valores de pH.

Durante todos los procesos de elaboración se respetaron las Buenas Prácticas de Manufactura (15). El producto elaborado se denominó **Conservas de porotos (*Phaseolus vulgaris* L.) por tecnología de barreras**.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis físico-químicos aplicando tecnología de barreras y método Appert se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Composición química de las conservas expresada en g/100 g en peso seco.
Table 2. Chemical composition of the conserves expressed as g/100 g dry weight.

Conservas	Humedad X(1)±(2)	pH X(1)±S(2)	H de C X(1)±(2)	Lípidos X(1)±(2)	Proteínas X(1)±S(2)	Fibra X(1)±S(2)	Cenizas X(1)±S(2)
Tecnología de barreras	12,70±0,85 ^a	3,90±0,12 ^a	61,42±0,15 ^a	0,85±0,12 ^a	19,76±1,88 ^a	1,30±0,50 ^a	3,97±0,45 ^a
Método Appert	12,91±0,75 ^a	6,20±0,35 ^b	60,29±0,38 ^a	0,90±0,11 ^a	20,56±1,73 ^a	1,25 ±0,33 ^a	4,09±0,39 ^a

(1) Media aritmética.

(2) Desvío estándar.

ab Por columnas, letras distintas indican diferencias significativas, P < 0,05.

Se observan diferencias significativas en los valores de pH de las conservas, las cuales están directamente relacionadas con el porcentaje de ácidos de la solución de relleno. Por otra parte, el pH de la solución de relleno en el tiempo de almacenaje se mantuvo estable por el efecto buffer (19).

En cuanto a la actividad enzimática, en todos los casos dio resultado negativo, lo cual indica la efectividad del cocinado. La inactivación enzimática en el caso de las legumbres es importante tanto para prolongar la vida útil como también para la destrucción de los compuestos antinutritivos (12).

Los análisis microbiológicos de las conservas procesadas se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis microbiológicos de la conserva de porotos por tecnología de barreras.
Table 3. Microbiological analysis of the beans conserves obtained by the barrier technologies method.

	Conservas de porotos
Determinación de pH	4,20
Observación microscópica	Normal
Aerobios mesófilos a 30°C	Ausencia en 1 g
Aerobios termófilos a 55°C	Ausencia en 1 g
Anaerobios mesófilos a 30°C	Ausencia en 1 g
Anaerobios termófilos a 55°C	Ausencia en 1 g
Mohos	35 UFC
Levaduras	Ausencia en 1 g
Clasificación	Apto

Cabe señalar que las muestras fueron clasificadas como aptas, lo cual indica la seguridad del método de conservación aplicado.

Con la tecnología propuesta se logró la esterilización comercial al trabajar con un producto que llega inocuo al recipiente estéril y es sometido posteriormente a la acción de una solución de relleno de pH 2,15 y temperatura entre 95-90°C durante cinco minutos hasta alcanzar los 75°C (temperatura de pasteurización) al cabo de los treinta y cinco minutos.

Estos márgenes de tiempo y temperaturas son más que suficientes de acuerdo con lo que establece la bibliografía: "Los alimentos cuyo pH es menor de 4 generalmente no sufren más alteraciones que las originadas por bacterias no esporuladas, levaduras y mohos, por lo que, en consecuencia, no necesitan tratamientos térmicos a presión. Para tales productos no es conveniente el empleo de temperaturas de referencia de 121°C, por lo que los valores D (Dosis de Reducción Porcentual) de estos microorganismos más significativos se dan a temperaturas generalmente menores, como 65 o 70°C aproximadamente de 0,5 a 1 minuto" (14, 17).

En la tabla 4 se presentan los resultados del análisis sensorial.

Tabla 4. Análisis sensorial de las conservas en porcentajes.

Table 4. Sensory evaluations of the beans conserves.

Opinión	Tecnología de barreras (%)	Método Appert (%)
"Me gusta"	92	98
"Ni me gusta ni me disgusta"	7	2
"No me gusta"	1	0

Al analizar el total de encuestas realizadas a los diez jueces se pudo observar que más del 90% de los mismos consideraron "me gusta".

Para evaluar los resultados se empleó la prueba estadística de χ^2 para igualdad de proporciones. La prueba resultó no significativa ($\chi^2 = 0,35$, $P = 0,5536$), lo cual indica que no hay una preferencia respecto de uno de los métodos.

Los porotos conservados según la tecnología aplicada y luego sometidos a ebullición durante un minuto manifiestan un aumento de pH de 3,90 a 4,20.

CONCLUSIÓN

Se concluye que la conserva de poroto obtenida aplicando la tecnología propuesta es de bajo costo de producción, inocua, aceptable y puede ser preservada por seis meses a temperatura ambiente.

Por ser ligeramente ácida se aconseja su uso en forma directa en la elaboración de ensaladas, caso contrario hervir durante 1 minuto a ebullición antes de la preparación de otros platos.

Con este método se elimina la esterilización a altas temperaturas: al no ser necesaria la transmisión del calor es posible envasar en recipientes de mayor tamaño; al no usar agua de enfriamiento se economiza agua y se elimina la posible contaminación del producto envasado por succión de agua de enfriamiento en aquellos envases con cierre defectuoso

BIBLIOGRAFÍA

1. Anzaldúa Morales, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia, S. A. España. 197 p.
2. AOAC. 1996. Official methods of analysis of the AOAC. 16th ed. Washington DC. USA. Association of Official Agricultural Chemist. Inc. 40.085.
3. Bacteriological Analytical Manual AOAC. 16th Ed. Arlington, VA. 1995. Official Methods of Analysis. Sec. 975.55.

4. Beninger, W.; Hosfield, G. 2003. Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(26): 7879-7883.
5. Branen, A. L. 1993. Introduction to use of antimicrobial. *Antimicrobial in foods*. New York. Dadvinson and Branen eds. 1-27.
6. Caps, A.; Abril, J. 1999. *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid, España. Ed. Mundi-Prensa. 494 p.
7. Código Alimentario Argentino. 1996. Buenos Aires, Argentina, Ministerio de Salud y Acción Social. Secretaría de Políticas de la Salud y Regulación Sanitaria. Art. 935.
8. Fernández de Rank, E. E.; Monserrat, S.; Sluka, E. 2005. Tecnologías emergentes en el desarrollo de productos de tomate. Cuarta Reunión Producción Vegetal y Segunda de Producción Animal del NOA. Tucumán. CDD 338.16.
9. _____; Monserrat, S.; Sluka, E. 2005. Tecnologías de conservación por métodos combinados en pimiento, chaucha y berenjena. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 37(2): 73-81.
10. _____; Monserrat, S.; Sluka, E. 2008. Conservación de frutas y hortalizas por método de acción combinado. In: Cáceres, D. *Catálogo de tecnologías para pequeños productores agropecuarios 1*. PROINDER Ed. Ministerio de Economía y Producción. Argentina: 121-122.
11. ISO 7954. 1988. Microbiology general guidance for enumeration of yeast and moulds colony count technique at 25°C. International Organization for Standardization.
12. López Bellido, L. 1996. Nuevas técnicas para determinar la calidad de las legumbres. *Revista Distribución y Consumo*. España. Año nº 6, Nº 25:7 p.
13. Pischetsrieder, M. 1996. Reaction of L-ascorbic acid with L-arginine derivatives. *Journ. Agric. Food Chem.* 44: 2061-2081.
14. Rees, J.; Bettison, J. 1994. *Procesado térmico y envasado de los alimentos*. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 288 p.
15. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA). 2001. Boletín de difusión. Buenas prácticas de manufactura. Programa de calidad de los alimentos argentinos: 16 p.
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. Tucumán, Argentina. CD 500/504.
17. Stumbo, C. R. 1973. *Thermobacteriology in food processing*. 2nd ed. Academic Press, London. 197 p.
18. Vanaclocha, A.; Requena, J. 1999. *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid, España. Ed. Mundi-Prensa. 494 p.
19. Wong, D. W. 1995. *Química de los alimentos: mecanismo y teoría*. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 476 p.