

CONSERVACIÓN DE XILOPODIO DE UMBUCERO (*Spondias tuberosa* ARR. CAM.) POR FERMENTACIÓN LÁCTICA

R. H. Luchese¹, A. R. C. Alves², S. V. Borges¹ y N. B. Cavalcanti³

RESUMEN

El umbucero es una importante fruta nativa de la región semiárida del noreste brasileño que además de los frutos suministra tuberas radicales conocidas como xilopodio que son dulces y ricas, en agua y sales minerales. El xilopodio puede ser utilizado para la preparación de pickles, siendo ésta una alternativa al aprovechamiento del umbucero. Los objetivos de este trabajo fueron la adaptación de la metodología de la fermentación de vegetales al xilopodio y la evaluación de la aceptabilidad del producto. Fueron testados dos procesos de fermentación (con y sin adición de tampón de acetato de sodio) y realizadas pruebas sensoriales de aceptación del producto con diferentes tiempos de almacenamiento. La fermentación con adición del tampón fue exitosa, la bacteria del inóculo (*Lactobacillus plantarum*) ejerció control sobre el desarrollo de los contaminantes y produjo un nivel de acidez deseado. No fue detectada diferencia significativa ($P > 0,05$) de preferencia entre las muestras almacenadas en diferentes tiempos. Para los atributos de textura y apariencia, la mayor parte de los probadores atribuyó nota 7 (me gustó regularmente) y para el sabor nota 6 (me gustó ligeramente).

Palabras-clave: raíz, umbu, fermentación.

SUMMARY

Presevation of brazilian plum (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) xylopodium by latic fermentation

The brazilian plum is an important fruit tree native from semi-arid northeast region in Brazil that beside the fruits furnish tubers in their roots called xylopodium that are sweet and rich in water and mineral salts. The xylopodium may be pickled processed as an alternative source of food and income. The aims of the study were to adapt the vegetable fermentation technology to the roots and to evaluate the product acceptance. Two fermentation procedures were tested (with and without addition of sodium acetate buffer) and the acceptance of the product stored for different times was evaluated using the hedonic scale test. The fermentation with buffer addition was successful, since the starter bacteria (*Lactobacillus plantarum*) controlled microbial contamination and produced the desirable acidity. It was not detected significant difference ($P > 0.05$) of preference between samples of different storage times. For the texture and aspect attributes the higher percentage of the judges attributed the score 7 (regularly like) and the taste attribute score 6 (lightly like).

Key word: «umbu» roots, *Spondias tuberosa*, fermentation, *Lactobacillus plantarum*

1. INTRODUCCIÓN

El umbucero (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) es una fruta nativa importante de la región semiárida del noreste brasileño, sus frutos, en su hábitat natural, son consumidos por los animales silvestres y las poblaciones rurales. Se destaca por la posibilidad de ser cultivado en gran escala, pudiendo ser aprovechado de diversas formas, tanto en la alimentación

humana como en la suplementación alimentaria de animales, especialmente caprinos y bovinos, que constituyen los rebaños de esta región. En el período de la recolección, la cosecha y venta de los frutos es la principal fuente de renta y de absorción de mano de obra de la región (Cavalcanti et al., 1999).

En las plantas jóvenes, con 30 días de edad, la raíz principal llega a una longitud en torno a 12 cm y un diámetro en la porción tuberculada de 20 mm. Se recomienda la retirada del xilopodio anualmente para facilitar el crecimiento de nuevos xilopodios y garantizar la supervivencia de la planta. El xilopodio es rico en calcio, magnesio, potasio y en agua (Lima, 1994). Esta reserva nutritiva

del umbucero está siendo una de las alternativas para muchos agricultores en períodos de largas sequías (Mendes, 1990; Silva et al., 1984).

Según Mendes (1990) la importancia socioeconómica del umbucero para las poblaciones rurales de la región semiárida del noreste, está retratada en la oferta de frutos sabrosos, nutritivos y por las tuberas radicales dulces y ricas en agua. Esa importancia, también fue confirmada por Castro et al. (1947), cuando constataron que tanto el fruto como la raíz del umbucero son ricos en vitamina C (ácido ascórbico) y sales minerales.

El xilopodio puede ser utilizado para la confección de pickles, siendo así otra

¹ Profesoras del DTA/UFRRJ-km 47 da Antiga Rodovia Rio-SP-23-970-Seropédica-Rio de Janeiro-RJ-Brazil, e-mail: svborges@ufrj.br;

² Alumna del curso de Eng. Alimentos, Bolista FAPERJ

³ Investigador del CPATSA/EMBRAPA-PE.



alternativa para el aprovechamiento del umbucero, contribuyendo en su preservación y para la mejora de las condiciones de vida de los agricultores, a través de la renta obtenida con esta actividad (Cavalcanti et al, 1999; Cavalcanti et al, 2001).

Como la superficie de los vegetales frescos tiene una variada microbiota, que incluye microorganismos deterioradores, además de una pequeña población de bacterias ácido lácticas, la conservación por fermentación se torna posible por la reunión de varios factores.

La utilización de solución de salmuera con la fermentación, ayuda a dirigir el curso de la misma, previniendo el crecimiento de microorganismos responsables de la deteriorización y favoreciendo la estabilización de la población de bacterias ácido lácticas, que utilizaran los carbohidratos fermentecibles del vegetal, produciendo ácidos y otros productos finales, que disminuyen el pH del medio, siendo este otro factor para la conservación del vegetal (Pederson, 1975; Guillou et al., 1992).

La mayoría de los principios involucrados en la fermentación exitosa de vegetales incluye la presencia de cantidad apropiada de sal; conversión de carbohidratos fermentecibles por ciertas bacterias y/o levaduras en ácidos y otros productos finales que dan cualidades organolépticas e inhibición de microorganismos deteriorantes.

La sal y el ácido son responsables de la inhibición de la actividad de enzimas que causan el ablandamiento de los tejidos vegetales (Fleming, 1982), y por tanto influyen directamente en la textura del pickles, además del sabor y el aroma del mismo (Kim et al., 1999). Es común también la utilización de cloruro de calcio o de ácidos complejos con sodio y calcio, para mejorar la textura y el color del pickles de pepino (Buescher y Hamilton, 2000; Lee y Bae, 1997).

Propiedades inherentes al vegetal, particularmente en su susceptibilidad al ablandamiento, dictan la concentración de sal necesaria para su conservación. La concentración de sal influye mucho en el tipo y la extensión de la acción microbiana. Otros factores que afectan al crecimiento microbiano incluyen temperatura, grado de exposición al aire, propiedades del vegetal y de la salmuera en que esta mantenido (ex. nivel

de carbohidratos fermentables, capacidad tampón, pH, acidez, compuestos inhibidores naturales y disponibilidad de nutrientes en la salmuera). Todos los factores que gobiernan el crecimiento secuencial de las bacterias ácido lácticas no son conocidos, se sabe que el tamaño de la población inicial, la rapidez de crecimiento en la salmuera, y valores límites de pH son altamente importantes. El *Lactobacillus plantarum* es una especie más ácido tolerante y, juntamente con *Pediococcus cerevisiae* (probablemente *Pediococcus pentosaceus*, según la clasificación más reciente) son los mayores responsables de la fermentación de vegetales, especialmente aquellos en salmuera (Fleming, 1982).

Basado en lo expuesto este trabajo tiene como objetivos: adaptar la metodología de fermentación de vegetales al xilopodio de umbucero utilizando el cultivo comercial Vegetart y evaluar la aceptabilidad sensorial del producto.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los xilopodios de mudas de umbucero con 120 días de crecimiento fueron obtenidos del Centro de Investigaciones de Frutas Tropicales de Embrapa en Petrolina, PE, Brasil. El producto fue transportado vía aérea en cajas térmicas con hielo. Fue utilizado un cultivo comercial para procesamiento de vegetales de la Christian Hansen (Vegetart).

Para el procesamiento por fermentación los xilopodios fueron higienizados en agua clorada a $200 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ y sufrieron blanqueamiento a 100°C durante 8 min. Fueron usados dos procedimientos de fermentación: F1) uso de salmuera al 8% acidificada a pH 4,6 con ácido acético glacial y después de 72 horas para la difusión y equilibrio de la sal fue hecha la inoculación del starter sin adición de tampón; F2) utilización de salmuera al 8% acidificada a pH 2,8 con cerca de 0,16% de ácido acético y un tiempo de 24 h para la difusión de la sal y del ácido, tamponada con acetato de sodio para aumentar el pH hasta 4,6. Se continuó con la adición de cultivo láctico en la proporción de 10^8 células para cada litro de xilopodio en salmuera. El tenor de sal en la salmuera durante la fermentación fue mantenido en el 8%

con reposición de sal cuando era necesario para compensar el agua existente en los xilopodios, la condición de anaerobiosis durante la fermentación fue conseguida, a través de la colocación de bolsas de plástico con agua en la superficie de la salmuera de los recipientes de fermentación. La fermentación fue conducida a 25°C hasta estabilización (pH 3,6 a $3,4 \pm 0,4$ a 1% de ácido láctico). Al final de la fermentación el líquido era drenado y substituído por la salmuera esterilizada conteniendo 2,5% de cloruro de sodio y pH ajustado hasta 4,0 con ácido láctico. Después del calentamiento a 90°C durante 2-4 min. Los recipientes fueron cerrados herméticamente y tratados térmicamente para inactivación de la microbiota ($100^\circ\text{C}/30 \text{ min.}$), enfriados y almacenados en temperatura ambiente, para posterior realización de pruebas de vida en estantería.

En el procesamiento de los xilopodios en conserva sin fermentación, éstos fueron seleccionados, higienizados y sufrieron blanqueamiento de la misma manera que los fermentados. Después del enfriamiento y drenaje fueron colocados en recipientes, adicionando salmuera a 80°C (2,5% de cloruro de sodio acidificado a pH 4,0 con ácido láctico) con espacio libre. Después del calentamiento a 90°C durante 2 a 4 min. los recipientes fueron cerrados herméticamente, esterilizados a 100°C durante 30 min, enfriados a 35°C y almacenados a temperatura ambiente, para posterior estudio de vida en estantería.

Los análisis físico-químicos realizados en la materia prima fueron: humedad y azúcares reductores (IAL, 1976); en los pickles, para acompañar la fermentación, fueron hechas determinaciones de pH y acidez titulable (IAL, 1976) en la salmuera.

La determinación del tiempo de blanqueamiento para la inactivación enzimática fue verificada por la formación del complejo rojo-ladrillo, formado por las cenizas activas con el guayacol y el peróxido de hidrógeno (IAL, 1976).

Los análisis microbiológicos efectuados fueron de acuerdo con la metodología de Vanderzant y Splittstoesser (1992) para los siguientes grupos de microorganismos: número total de microorganismos para determinar la eficiencia de la pasteurización, conteo de bacterias lácticas; bacterias coliformes, mo-

hos y levaduras.

La prueba de aceptabilidad del producto fue realizada con 30 degustadores no entrenados, para evaluar la textura, sabor y apariencia del producto, según una escala de 9 puntos (1-no gustó nada a 9-me gusta muchísimo) y sobre luz blanca (Della-Modesta, 1994).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los xilopodios de umbucero presentaron un valor medio de humedad de 94,8% y un tenor de azúcares reductores de 3,3%. El tiempo de inactivación enzimática fue de 8 min a 96 °C. Basandonos en este resultado optamos por un tiempo de blanqueamiento de 8 min a 100 °C. Además, se optó por el procesamiento de pickles con reposición de salmuera, pues como no existen en el mercado brasileño pickles denominados «genuinos», donde los vegetales son fermentados y envasados sin proceso adicional, y sin reposición de salmuera que al final de la fermentación presentan una apariencia turba (Pederson, 1975) diferente de la salmuera limpia encontrada en los productos fabricados en el país.

Entre los dos procedimientos de fermentación estudiados (F1 y F2), el primero presenta una caída muy rápida del pH, por la falta de tampón, provocando la muerte de las bacterias lácticas, antes de que el medio consiguiese la acidez titulable deseada. Después de 7 días de fermentación el pH ya era de 3,29 y la acidez de apenas 0,08% (figura 1). El xilopodio es un producto con un elevado tenor de humedad y la falta de sólidos con características tamponables transforman el medio inadecuado al desarrollo del lactobacilo, lo que puede comprometer la seguridad y la calidad sensorial del producto. La acidificación final producida por las bacterias lácticas dependerá de la concentración de la sal, del pH inicial y de la calidad de los azúcares fermentecibles en el producto. Durante la fermentación en salmuera, una acidificación de 1,0%, calculada en ácido láctico, raramente es alcanzada (Pederson, 1975).

El procedimiento F2 fue repetido integralmente en 4 ocasiones diferentes con resultados muy similares (figura 2). Este procedimiento resultó en una fermentación exitosa de la bacteria del

starter (*Lactobacillus plantarum*) que ejerció control sobre el desarrollo de contaminantes, produciendo la acidez deseada. El producto presentaba olor característico de fermentación láctica, y la raíz (xilopodio) que inicialmente presenta coloración blanquizca opaca se transformó en translúcida después del periodo de fermentación. con este procedimiento, valores de pH de 3,8 y una acidez titulable de 0,38 fueron alcanzados después de 20 días de fermentación, mientras que a pH 3,6 y acidez titulable de 0,44 fueron observados después de 30 días de fermentación. El aumento de acidez y la caída del pH fue también documentado por KIM et al. (1999) para el seguimiento del proceso

fermentativo del pepino, consiguiendo pH estable de 3,7 después de 4 a 7 días de fermentación, utilizando concentraciones de sal de 10 a 20% respectivamente. El resultado obtenido por esos autores fue similar al obtenido con la fermentación del xilopodio sin la adición del tampón de acetato de sodio (F1). Ya el procedimiento sin tampón fue considerado no adecuado pues aún que el pH estuviese bastante bajo (menor que 3,6 después de 4 días), la acidez formada no era suficiente para garantizar la calidad del producto. Para pickles acidificados de pimienta, Tchiegang et al. (1999) el pH alcanzó valores de 3,44 después de 11 días de almacenam

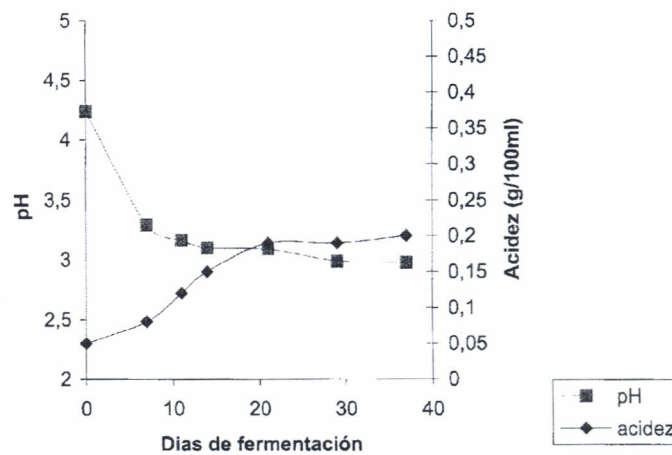


Fig. 1. Valores de pH y acidez titulable para pickles de umbu fermentado sin tampón acetato de sodio (F1).

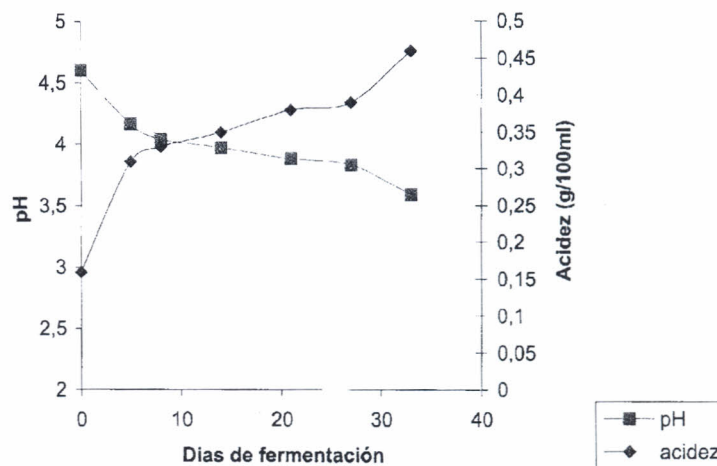


Fig. 2. Valores de pH y acidez titulable para pickles de mumbú fermentado con adición de tampón acetato de sodio (F2).

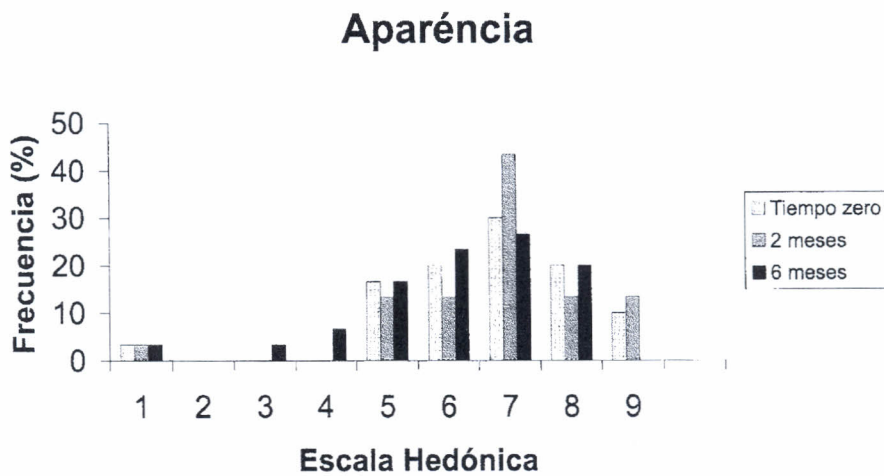
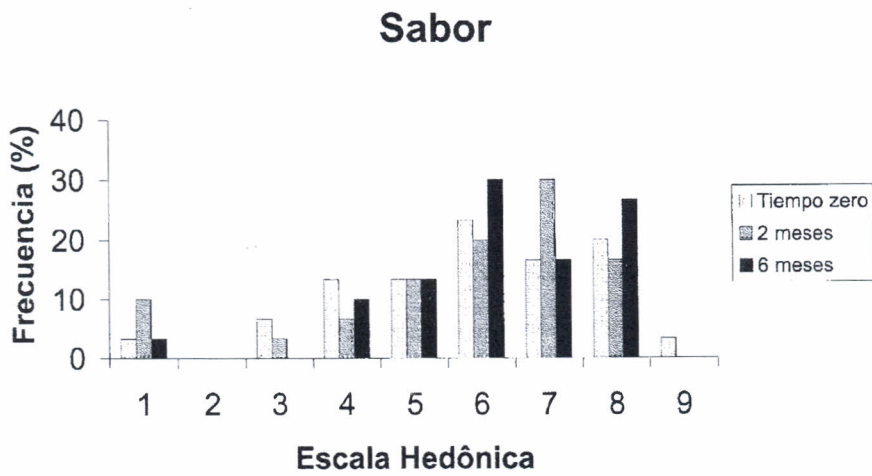
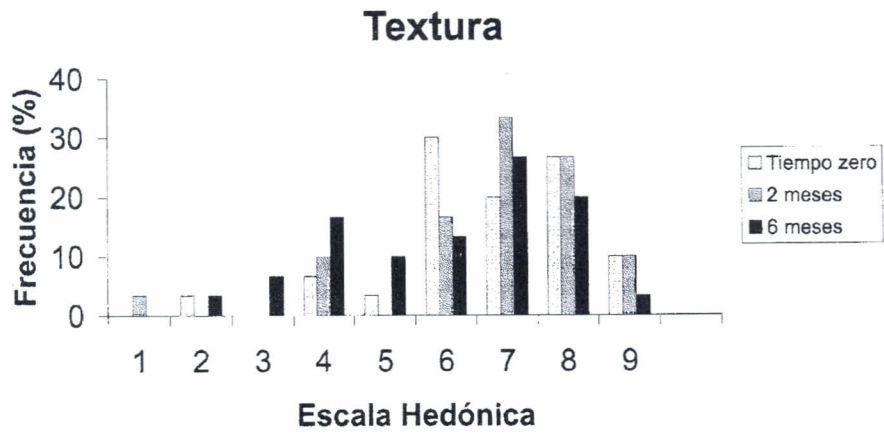


Fig. 3. Efecto del almacenamiento sobre diferentes atributos sensoriales del pickles mumbú fermentado.

to y se mantuvo estable durante 30 días.

Kim et al. (1999) verificaron que la concentración máxima de sal en pickles de pepino fue alcanzada después de 24 a 36 horas en salmuera. En este experimento fueron necesarios de 2 a 4 incrementos de sal para compensar el agua presente en los xilopodios. La estabilización de la concentración de sal en 8% fue conseguida en 7 días.

No fue detectada la presencia de coliformes (NMP < 0,3/g), mesófilos aeróbicos y facultativos, mohos, levaduras y bacterias lácticas (<10 ufc/g) en los pickles recién fermentados, ni en el almacenamiento durante 2 a 6 meses.

El principal objetivo de la acidificación de conservas vegetales a pH final de equilibrio de 4,6 o menos, es la

de prevenir el crecimiento de *Clostridium botulinum* y reducir la resistencia térmica de los microorganismos, lo que consecuentemente lleva a una reducción en el tiempo y/o temperatura del procesamiento. En cuanto al producto no fermentado, este procedimiento se mostró inadecuado para la conservación del xilopodio. La salmuera acidificada a pH 4,0 con ácido láctico no fue suficiente para mantener el pH en los niveles adecuados después del procesamiento térmico y el almacenamiento. A pesar de la buena apariencia del producto embotellado, hasta después de 6 meses, el pH superior a 4,5 define el riesgo que este ofrece y lo inadecuado del proceso adoptado, siendo necesario corregir la cantidad de ácido en la salmuera a través de una curva de acidez del produc-

to (tabla 1). Además los análisis microbiológicos acusaron el crecimiento de mesófilos aeróbicos, mohos, levaduras y bacterias lácticas después de 2 a 6 meses de almacenamiento (tabla 2).

Los resultados de los análisis sensoriales son mostrados en la tabla 3. No fue detectada diferencia significativa ($P > 0,05$) de preferencia entre muestras almacenadas durante diferentes tiempos para cualquier atributo. Con respecto a eso, se observa, por el índice de aceptabilidad, que la textura fue más apreciada que el sabor, y que la apariencia general fue la que resultó con mayores índices. Índices superiores al 50% indican que el producto tiene buena aceptabilidad. La figura 3 muestra el histograma para estos atributos. Por otro lado, considerándose que éste es un producto nuevo, y que los degustadores no están habituados a consumir vegetales fermentados, los resultados fueron bastante satisfactorios, siendo que para los atributos textura y apariencia el mayor porcentaje de los degustadores calificó con nota 7 (me gustó regular) y para el sabor, nota 6 (me gustó ligeramente).

TABLA 1
Valores de pH y acidez (g ácido láctico/100 ml) de los pickles de xilopodio durante el tiempo de almacenamiento

	Producto no fermentado		Producto fermentado con reposición de salmuera	
	PH	Acidez	PH	Acidez
Recien procesado	5,70	0,04	4,05*	0,25*
2 meses	5,58	0,04	3,90	0,38
6 meses	5,70	0,04	4,13	0,24

* Valores de pH y acidez resultantes de la reposición de la salmuera acidificada a pH 4,0 con ácido láctico. El pH y la acidez del producto fermentado durante 33 días fue de 3,6 y 0,46 respectivamente

TABLA 2
Determinaciones de coliformes (NMP · g⁻¹), conteo total de mesófilos aeróbicos y facultativos (ufc · g⁻¹), mohos y levaduras (ufc · g⁻¹), y bacterias lácticas (ufc · g⁻¹) en pickles no fermentados en diferentes periodos de almacenamiento.

	Recien procesado	2 meses	6 meses
Coliformes a 35 °C	<0,3	<0,3	<0,3
Coliformes a 45 °C	<0,3	<0,3	<0,3
Contaje Total	<10	2,8 × 10 ³	1,6 × 10 ⁴
Mohos y levaduras	<10	1,4 × 10 ³	>3,0 × 10 ⁴
Bacterias lácticas	<10	1,5 × 10 ³	1,0 × 10 ⁴

TABLA 3
Efecto del almacenamiento sobre la preferencia de los pickles de umbu fermentado

Tiempo (meses)	Textura	Sabor	Apariencia	Índice aceptabilidad (%)		
				Textura	Sabor	Apariencia
0	6,73a	5,83a	6,67a	74,78	64,78	74,11
2	6,20a	5,77a	6,80a	68,89	64,11	75,56
6	6,00a	6,20a	6,10a	66,67	68,89	67,78

4. CONCLUSIÓN

Se consiguió un método adecuado para la conservación de la tubera de umbu, y con una buena aceptabilidad, la cual podría ser excelente, al incrementar una etapa de desalinización, antes de embotellar, ya que fue la principal razón de la disminución de puntos de los degustadores al comparar con pickles con salmuera más elaborados, con condimentos, que aumentarían el valor del producto. Una alternativa al uso de altos tenores de sal para conseguir mantener una estructura rígida, sería el uso de tampón de acetato de calcio sustituyendo al de sodio.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Buescher, R.; Hamilton, C. (2000): «Protection of cucumber pickle quality by CaNa-EDTA». *Journal of Food Quality*, 23 (4), 429-441.
- Cavalcanti, N. B.; Santos, C.A.F.; Resende, G.M.; Brito, L. T. L. (1999): «Productividad de xilopodio en plantas nativas de úmbucero (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) en la región semiárida del nordeste». *Ana-*

- les del 50 Congreso Nacional de Botânica. Blumenau: UFSC, p. 223-223.
- Cavalcanti, N. B.; Resende, G. M.; Borges, S. V.; Pinto, P. R.; Brito, L. L. (2001): «Formas alternativas para consumo del xilopódio de umbucero (*Spondia Tuberosa* Arr. Cam.)» Anales del IV Simpósio Latino Americano de Ciência de los Alimentos. Campinas: UNICAMP, p. 241-242.
- Fleming, H. P. Fermented Vegetables. En: Rose, A. H. (1982): «Fermented Foods». Londres: Academic Press, 1982, p. 227-258.
- Guillou, A. A.; Floros, J. D.; Cousin, M. A. (1992): «Calcium chloride and potassium sorbate reduce sodium chloride used during natural cucumber fermentation and storage». *Journal of Food Science*, 57 (6), 1364-1368.
- Instituto Adolfo Lutz. (1976): «Normas Analíticas del Instituto Adolfo Lutz». São Paulo: IAL.
- Kim, B. S.; Kang, S. T.; Park, K. H.; Hur, J. W. (1999): «Studies on the development of processed foods of greenhouse horticultural commodities in the south area. I-Effect of brine concentration on the quality of cucumber pickle». *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 28 (2), 390-395.
- Lee, Y. C.; Bae, S. K. (1997): «Effects of fermentation conditions on the texture of cucumber pickles». *Foods and Biotechnology*, 6(4), 239-243.
- Lima, R. S. (1994): «Estudio morfo-anatómico del sistema radicular de cinco espécies arbóreas de una área de Caatinga del municipio de Alagoinha-PE.» (Disertación de Maestría en Agronomía). Facultad de Agronomía, UFRPE. 103 p.
- Mendes, B. V. (1990): «Umbucero (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante frutera del semi-árido». Mossoró: ESAM. 66 p.
- Pederson, C. S.; Pickles y Sauerkraut. En: Luh, B. S.; Woodroof, J. G. (1975): «Commercial Vegetable Processing». Westport: The AVI Publishing, p. 457-488.
- Silva, H.; Silva, A. Q.; Roque, M. L.; Malavolta, E. (1984): «Composición mineral del umbucero (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)». Anales del VII Congreso Brasileiro de Fruticultura. Florianópolis: SBF/EMPASC, p. 1129-1134.
- Tchiegang, C.; Fewou, P. M.; Noutchougoue, V. K. (1999): «Study compary some chemical constituents of two types pepper (*Capsicum annum* L) during in acid pickle». *Journal of Food Engineering*, 42 (2), 117-123.
- Vanderzant, C.; Splittstoesser, D. E. (1992): «Compendium of methods for the microbiological examinations of foods. 3.ª ed.

Nota de la editorial de ALIMENTARIA

Aquí es aplicable el párrafo incluido en la página 49, que hace referencia a la confusión entre los idiomas español y brasileño en el momento de la redacción de los trabajos que nos envían los técnicos autores desde Brasil.

Esta nota no sólo es aplicable a los textos publicados en las páginas 107 a 114, sino también a los publicados en las páginas 115 a 118.

Dr. C. Barros

ARIEL

B COPY

EMAIL REQUEST
**COPYRIGHT FEE PAID
ONLY IF SENT BY E.D.D.**



29413464

R.D.
10-Nov-03145

P.D.
10-Nov-03153

Customer Code No.
06-5135

Shelfmark
NOT IDENT

POKA - 0787.88 me - (6) 1

ALIMENTARIA - MADRID
2003 VOL 347 PP 109-114
CONSERVACION DE XILOPODIO DE...
BORGES, S.V. ET AL.

OS NOT IDENT

D S

2003

06-5135



29413464

for RMS
use only

EMAIL: ARIEL@CPATSA.EMBRAPA.BR

International Loan, Return Airmail within 4
weeks of date of receipt unless recalled earlier.

Request Ref. No.
MZNMB12389 FXBK99

If no other library indicated please return loan to:-
The British Library Document Supply Centre, Boston Spa,
Wetherby, West Yorkshire, United Kingdom, LS23 7BQ

ARIEL

BRITISH LIBRARY

COPYRIGHT FEE PAID SERVICE

Delivering the world's knowledge

This document has been supplied by the British Library
www.bl.uk

The contents of the attached document are copyright works. Unless you have the permission of the copyright owner, the Copyright Licensing Agency Ltd or another authorised licensing body, you may not copy, store in any electronic medium or otherwise reproduce or resell any of the content, even for internal purposes, except as may be allowed by law.

If the document was sent from us to you by any electronic means (including fax transmission), you are agreeing to the terms of supply, which are available at www.bl.uk/services/document/edd.html