

Efecto de la escaldadura en la vida útil y aspectos químicos de los productos de piña de humedad intermedia.^{1,2}

Humberto Vega-Mercado,³ Isabel Beauchamp de Caloni,⁴ Noemí Díaz⁴
y José R. Cruz⁵

RESUMEN

Se estudió el efecto de la escaldadura sobre la vida útil y las características químicas y físicas de dos productos de humedad intermedia de piña de la variedad Española Roja. La escaldadura se efectuó antes de sumergir las rodajas de piña en un almíbar de sacarosa con sorbata de potasio y bisulfito de sodio. Los productos se empaquetaron en bolsas de polipropileno transparentes y almacenaron a la temperatura ambiente (28° C. a 30° C.) fuera del alcance de la luz solar. Los productos escaldados presentaron una mayor estabilidad en cambios químicos y físicos que los no escaldados. La vida útil de los productos escaldados fué más de 30 días.

ABSTRACT

Blanching, shelf life and chemical and physical properties of intermediate moisture products from Red Spanish pineapple

The effect of blanching on the shelf life and chemical and physical properties of intermediate moisture products of Red Spanish pineapple was analyzed. Fruits were blanched before being immersed in a sucrose syrup containing potassium sorbate and sodium bisulfite. The final pineapple products were packaged in polypropylene bags and stored at room temperature (28° to 30° C) away from direct sunlight. The blanched products were more stable than the non-blanched in terms of shelf life, chemical and physical properties. Shelf life of blanched products exceeded 30 days.

INTRODUCCIÓN

El almacenamiento de frutas frescas está limitado por el grado de madurez de la fruta, temperatura en el almacén y la humedad relativa (4). El período de almacenamiento que toleran las piñas en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa es de alrededor de 15

¹Manuscrito sometido a la Junta Editora el 20 de junio de 1990.

²Expresamos nuestro agradecimiento al Sr. Angel Rodríguez, Sr. Luis Silva y a la Sra. Ruth Rodríguez por su ayuda en los análisis de laboratorio. Además, agradecemos a la Autoridad de Tierras de Puerto Rico por suplirnos con piñas maduras y al programa CYTED-D-AHI, Grupo de Frutas y Hortalizas por su respaldo técnico.

³Investigador Asistente, Laboratorio de Tecnología de los Alimentos.

⁴Investigadora, Laboratorio de Tecnología de los Alimentos.

⁵Investigador, Laboratorio de Tecnología de los Alimentos.

días a partir de la cosecha como fruta verde, pero fisiológicamente madura. Si se piensa congelar las tajadas, éstas requieren almíbar y escaldadura para desactivar los complejos enzimáticos (12).

En el caso de fruta fresca, el corto tiempo de almacenamiento útil limita la venta del producto. Para el producto congelado, el consumo de energía eléctrica y el costo de los equipos necesarios son factores que limitan el uso de este método de conservación. Ante esta situación, es necesaria una alternativa que permita tener un producto de larga vida útil sin tener que refrigerarlo y que a su vez sea posiblemente lo más parecido al producto fresco.

El uso de la técnica de deshidratación osmótica permite obtener un producto de humedad intermedia que no requiere refrigeración. La teoría se basa en la ley de Raoult (11) e incorpora modelos desarrollados para productos específicos tales como la ecuación de Norrish. Este modelo se usa con sistemas de soluciones anelectrolíticas (5, 14) para estimar la actividad de agua final del producto.

La definición de productos de humedad intermedia varía entre los autores (7). Por esta razón, para definir este tipo de producto se usa, además de la actividad del agua y la humedad del producto, su estabilidad al almacenarlo fuera de refrigeración (en un empaque sellado herméticamente), y la adición de compuestos que inhiban el crecimiento microbiano y las reacciones de oxidación.

El uso de los principios de deshidratación osmótica con azúcar permiten ajustar la actividad del agua del producto sin aplicar altas temperaturas. Esto promueve la conservación de aromas, sabores y color. Simultáneamente con la pérdida de agua baja la acidez del producto que, junto al azúcar que se le incorpora, resulta en un producto más suave al paladar en términos de textura y astringencia (10). Productos de hortalizas y frutas como piñas, aceitunas, manzanas, uvas, guineos, mangó y papayas se han elaborado usando este tipo de técnica (2, 3, 6, 8).

Cuando la actividad de agua de un producto es más de 0.09, se piensa añadir agentes que inhiban el crecimiento de microorganismos y las reacciones de oxidación. El sorbato de potasio y el bisulfito de sodio son los que más se usan. Alzamora y cols. (2) mencionan un producto de piña de humedad intermedia con una actividad de agua de 0.97 en el cual se usa sorbato de potasio y metabisulfito de sodio para inhibir los microorganismos; también se ajusta el pH de la solución con ácido cítrico. A estas modificaciones a la solución osmótica se les llama método combinado de factores para preservación. El método combinado se rige por los principios de la deshidratación osmótica, pero además incorpora los otros factores antes mencionados para estabilizar y alargar la duración en almacén de alimentos de humedad intermedia.

El objetivo de este trabajo fué evaluar el efecto de escaldar rodajas de piña de la variedad Española Roja antes de elaborarlas como producto

de humedad intermedia a partir de un proceso de deshidratación osmótica en el que se usa el método combinado de preservación. Además, se evaluaron dos grados de actividad del agua: 0.97 y 0.95.

MATERIALES Y MÉTODO

Se utilizó una muestra de 100 piñas de la variedad Española Roja a dos estados de madurez: 3/4 de maduras y completamente maduras. La corona y el fondo de las frutas se separaron manualmente; la cáscara y el corazón se les quitaron mecánicamente con una ginaca. Los cilindros resultantes se rebanaron en rodajas de 1.0 cm. de espesor. Un grupo de rodajas se sumergió en almíbar tal y como salieron de la rebanadora. Otro grupo de rodajas se colocó en un túnel de vapor a una temperatura de 100° C. por 2 minutos. Las rodajas se enfriaron por 1.5 minutos a temperatura de salón (28° a 30° C.) y luego se sumergieron en el almíbar.

El almíbar se preparó con agua y sacarosa al 50%; se le añadieron 1,000 p.p.m. de sorbato de potasio (grado alimenticio, Pfizer, New York, NY)⁶ para inhibir el crecimiento de microorganismos y 150 p.p.m. de bisulfito de sodio (grado analítico, Fisher, Fair Lawn, NJ) para prevenir reacciones de oxidación y pardeamiento no enzimático.

Para cada grupo de rodajas (escaldadas y sin escaldar), la inmersión en almíbar se hizo de manera que se obtuvieran dos valores distintos de actividad de agua en el producto final: 0.95 y 0.97. El ajuste se hizo con el modelo de Norrish (5):

$$a_w = \text{EXP}(K \times X_2^2)$$

de donde, a_w es la actividad de agua para el sistema; X_1 y X_2 son las fracciones molares de agua y no-electrolito. La constante K depende del no-electrolito que se use como depresor de la actividad de agua. La razón de almíbar a fruta en el caso de actividad del agua de 0.95 fué de 2.59 kg. de almíbar/kg. de fruta; en el caso de actividad del agua de 0.97 fue de 1.95 kg. de almíbar/kg. de fruta.

La inmersión del producto en todos los casos se llevó a cabo a la temperatura ambiente (28 a 30° C.) por 24 horas en envases tapados sin agitación. Al finalizar el período de espera, se sacaron las rodajas de la solución, se escurrieron y se empacaron en bolsas de polipropileno transparente.

El producto empacado se almacenó a temperatura ambiente (28 a 30° C.) por 55 días en cajas de cartón, protegidas de la luz solar. Semanalmente se realizaron los siguientes análisis químicos y físicos: actividad de agua, humedad, pH, color, Brix, acidez y azúcares (reductoras y totales) siguiendo las recomendaciones del la A.O.A.C. Un grupo de 8 a 10

⁶Las marcas registradas sólo se usan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico ni endoso sobre otros productos o equipo que no se mencionan.

personas no entrenadas evaluó el producto en pruebas de análisis sensorial. Se hizo un análisis microbiológico del producto recién empacado para constatar la presencia microbiana inicial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas 1 y 2 presentan los resultados de los análisis químicos y físicos de los productos no escaldados y escaldados en la actividad del agua ajustada de 0.95 y 0.97. Cuando comparamos los parámetros de color "L" y "a" de la escala Hunter, se observa la estabilidad en color de los productos evaluados. En el caso de "L", que se utiliza para evaluar la proporción de blanco a negro en el producto, se refleja un descenso mucho más notable en el producto no escaldado que en el escaldado, independientemente de la actividad del agua. Se nota que el cambio en la proporción de blanco a negro (valor "L") para el producto no escaldado comienza temprano durante el almacenamiento a diferencia del comportamiento en el producto escaldado. El cambio en "L" es notable luego de 30 días para el producto escaldado. De igual manera, el parámetro "a", que mide la proporción de verde a rojo, presenta un comportamiento similar al de "L".

La inestabilidad de los productos no escaldados está asociada al hecho de que las reacciones de oxidación que ocurren desde un principio alteran la composición química del producto. En el caso de los productos escaldados, la actividad de las reacciones de oxidación se ve limitada debido a la inactivación de las enzimas, lo que redundaría en una mayor estabilidad (12). Ejemplo de esto son las variantes observadas en la acidez del producto y en el contenido de azúcares totales y reductoras. La diferencia en los valores de azúcares reductoras y totales para los productos no escaldados y los escaldados se puede atribuir al surgimiento de compuestos químicos que interfieren en la determinación de los azúcares. Estos compuestos pueden ser consecuencia de las reacciones de oxidación como del pardeamiento no enzimático. Compuestos tales como reductonas, que tienen la capacidad de reducir a metales libres los iones respectivos [ej. cobre (II) y cobre (I)], pueden encontrarse temprano durante la etapa de almacenamiento y contribuir a valores aparentemente mayores de azúcares en el producto. Esto pudo provocar el fenómeno observado para el producto no escaldado (9, 13). Si se compara la razón de azúcares reductoras a totales, el efecto de interferencia puede evadirse. Los valores observados para los productos no escaldados resultan ser más altos que para los productos escaldados. Esto está asociado a las reacciones de degradación que entre otras cosas, facilitan la hidrólisis del azúcar. Hemos observado una razón de azúcares para fruta fresca de 0.59. Este valor está cerca del promedio de 0.64 para los productos escaldados y contrasta con el valor medio de 0.96 para los productos no escaldados. La reducción en la razón de azúcares observada para los productos escal-

TABLE 1.—*Evaluación química y física de los productos de humedad intermedia sin escaldar*
 A. Producto con 0.95 de actividad de agua

Tiempo (días)	Aw	pH	Brix	L	Color		% Hum	% acidez ¹ (A. C.)	Azúcares		Razón Red./Tot.
					a	b			Tot.	Red.	
0.00	0.96		29.20	69.92	-1.11	22.81					
3.00	0.97	4.43	28.30	60.12	-0.60	17.89	68.04	0.54			
8.00	0.95	3.29	30.20	62.89	0.83	18.52	69.60	0.64	23.34	22.61	0.97
15.00	0.94	3.27	26.80	50.84	2.73	21.34	68.15	0.64			
23.00	0.95	3.27	30.30	48.78	3.28	17.56	61.95	0.51	29.99	28.36	0.95
31.00	0.95	3.49	30.20	52.91	3.39	17.87	67.79	0.48			
36.00	0.95	4.06	29.00	52.63	3.06	18.34	68.53	0.30	25.50	24.63	0.97
44.00	0.96	3.45	29.10	47.58	4.57	16.66	68.14	0.54			

B. Producto con 0.97 de actividad del agua

Tiempo (días)	aw	pH	Brix	L	Color		% Hum	% acidez ¹ (A. C.)	Azúcares		Razón Red./Tot.
					a	b			Tot.	Red.	
0.00	0.96		32.20	62.72	0.21	21.01					
3.00	0.99	3.54	28.40	63.49	-0.65	16.33	68.65	0.58			
8.00	0.96	3.28	28.80	67.67	0.41	18.76	67.50	0.64	22.33	18.41	0.82
15.00	0.96	3.36	32.60	56.83	1.59	18.73	65.25	0.58			
23.00	0.96	3.41	28.80	49.87	4.43	17.29	64.55	0.50	29.97	28.89	0.96
31.00	0.95	3.11	28.00	54.78	4.44	18.78	69.33	0.97			
36.00	0.95	3.68	27.70	52.76	4.45	18.68	70.51	0.43	28.82	27.71	0.96
44.00	0.96	3.09	28.20	40.39	6.24	14.63	67.27	1.07			

¹Acidez en términos de % ácido cítrico.

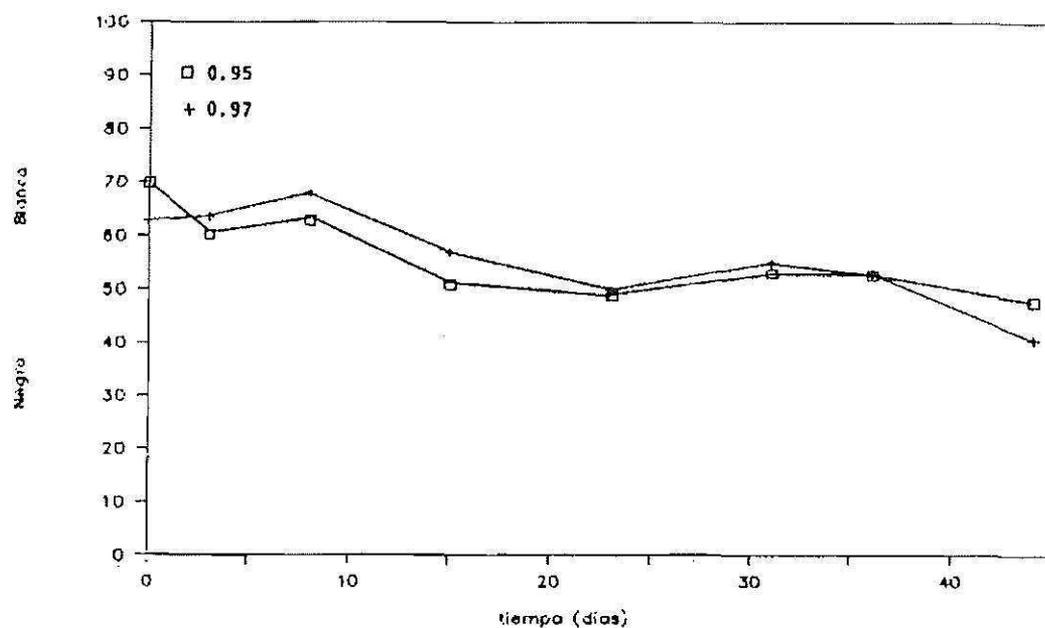
TABLE 2.—Evaluación química y física de los productos de humedad intermedia escaldados

Tiempo (días)	Aw	pH	Brix	Color			% Hum.	% acidez (A. C.)	Azúcares		
				L	a	b			Tot.	Red.	Razón Red./Tot.
0.00	0.96	3.53	33.80	65.71	-1.24	19.21	63.54	0.38	8.01	6.54	0.82
5.00	0.95	3.42	31.60	67.24	-1.51	19.19	57.81	0.45	8.01	6.54	0.82
13.00	0.93	3.62	30.30	69.89	-1.77	19.17	64.18	0.32	5.21	3.03	0.58
21.00	0.96	3.68	32.30	67.22	-1.63	20.38	64.31	0.32	9.69	6.91	0.71
26.00	0.95	3.52	32.90	68.27	-2.05	19.77	65.64	0.37	9.47	6.35	0.67
34.00	0.96	3.51	32.30	67.01	-0.90	17.39	60.00	0.33	9.57	4.06	0.42
42.00	0.96	3.62	31.30	62.79	-0.96	16.58	60.00	0.37			
47.00	0.98	3.56	33.80	62.19	-0.96	17.54	65.00	0.30			
55.00	0.95	3.58	32.60	61.80	-0.04	18.73	62.00	0.26			
62.00	0.96	3.58	29.90	59.08	-0.08	16.49	54.00	0.41			

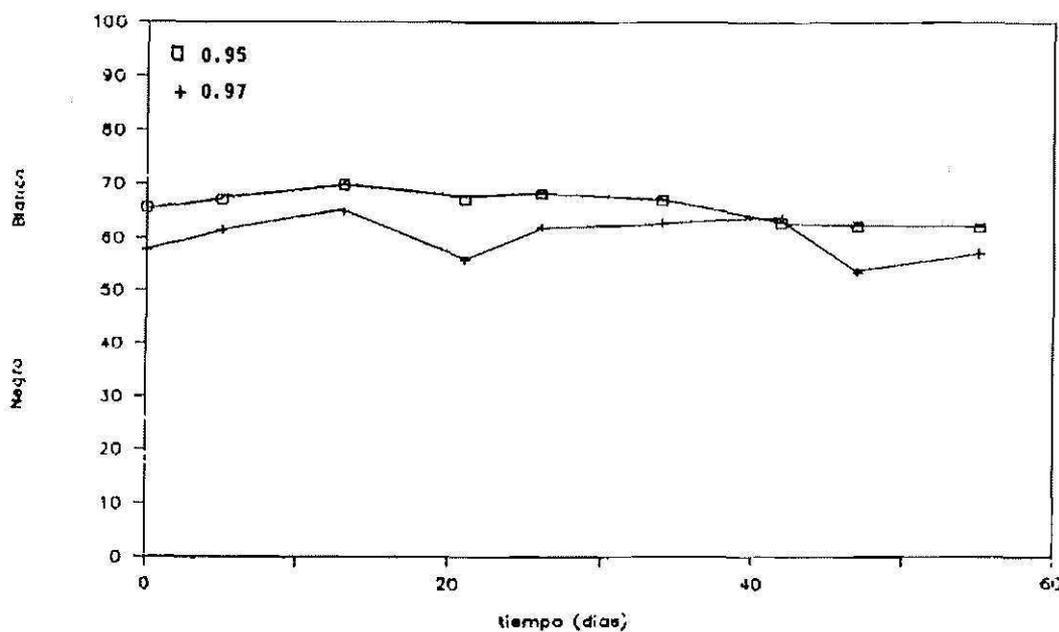
B. Producto con 0.97 de actividad de agua

Tiempo (días)	Aw	pH	Brix	Color			% Hum.	% acidez (A. C.)	Azúcares		
				L	a	b			Tot.	Red.	Razón Red./Tot.
0.00	0.98	3.56	33.30	57.72	-0.04	21.09	59.63	0.32	3.94	3.25	0.82
5.00	0.97	3.57	31.80	61.44	-1.26	18.21	59.63	0.33	5.71	3.91	0.68
13.00	0.97	3.83	28.50	66.02	-1.34	18.21	65.68	0.41	12.27	9.92	0.81
21.00	0.97	3.75	31.20	55.77	0.90	21.64	62.00	0.24	7.65	4.84	0.63
26.00	0.97	3.62	32.70	61.85	-0.91	19.40	67.00	0.30	7.86	4.96	0.63
34.00	0.96	3.48	35.00	62.58	-1.04	21.42	62.00	0.26			
42.00	0.97	3.87	30.00	63.77	0.06	18.69	62.00	0.30			
47.00	0.96	3.70	33.40	53.38	0.31	16.68	67.00	0.26			
55.00	0.94	3.85	32.40	56.85	0.07	18.80	62.00	0.26			
62.00	0.97	3.85	32.20	62.00	0.61	17.80	62.00	0.26			

¹Acidez en términos de % ácido cítrico.



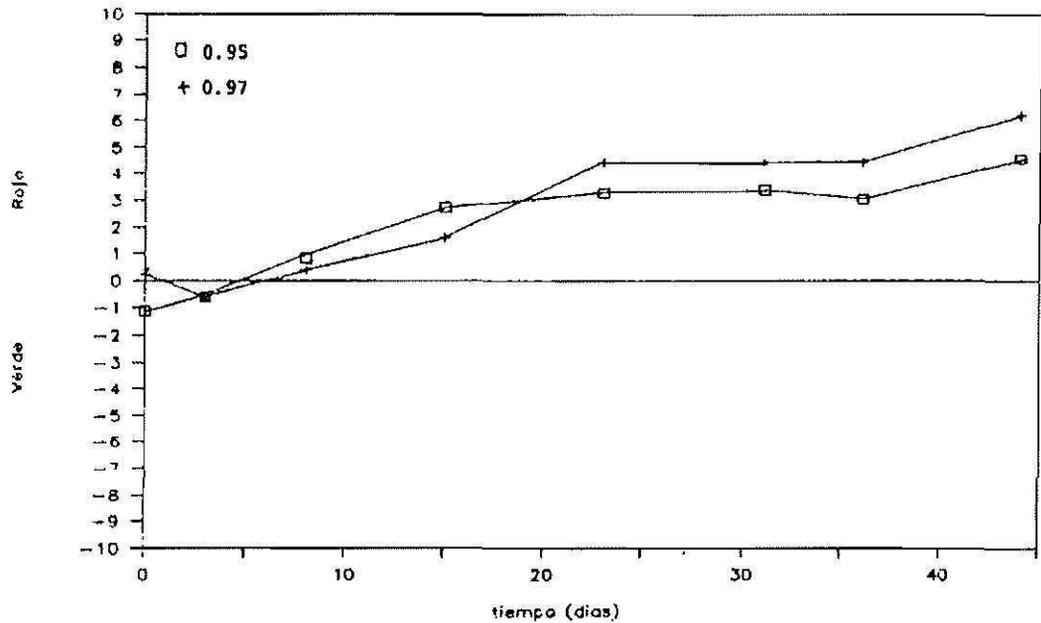
(a)



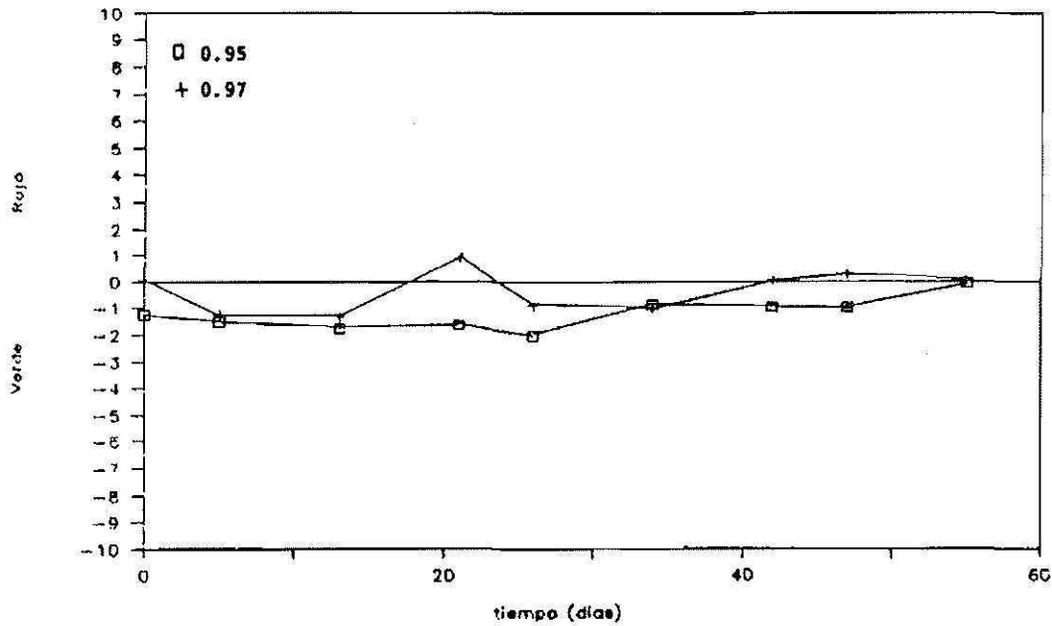
(b)

Fig. 1.—Representación gráfica del parámetro “L” de la escala Hunter en función del tiempo de almacenamiento de los productos de humedad intermedia: (a) no escaldado; (b) escaldado.

datos se puede explicar por la formación de furfural como parte de las reacciones de oscurecimiento no enzimático (15). El cambio en la razón de azúcares fue más notable luego de los 30 días de almacenamiento, lo que coincide con los cambios en color del producto escaldado.



(a)



(b)

Fig. 2.—Representación gráfica del parámetro "a" de la escala Hunter en función del tiempo de almacenamiento de los productos de humedad intermedia: (a) no escaldado y (b) escaldado.

Las figuras 1 y 2 presentan los datos de "L" y "a" correspondientes a los productos elaborados. Podemos observar como los productos no escaldados presentan unos cambios mayores en color desde el comienzo del almacenamiento, comparado con dos productos escaldados.

La figura 3 presenta la relación entre el índice Hunter en función de tiempo de almacenamiento para los productos evaluados. El índice de color Hunter se define como:

$$\Delta E = \sqrt{(L_o - L)^2 + (a_o - a)^2 + (b_o - b)^2}$$

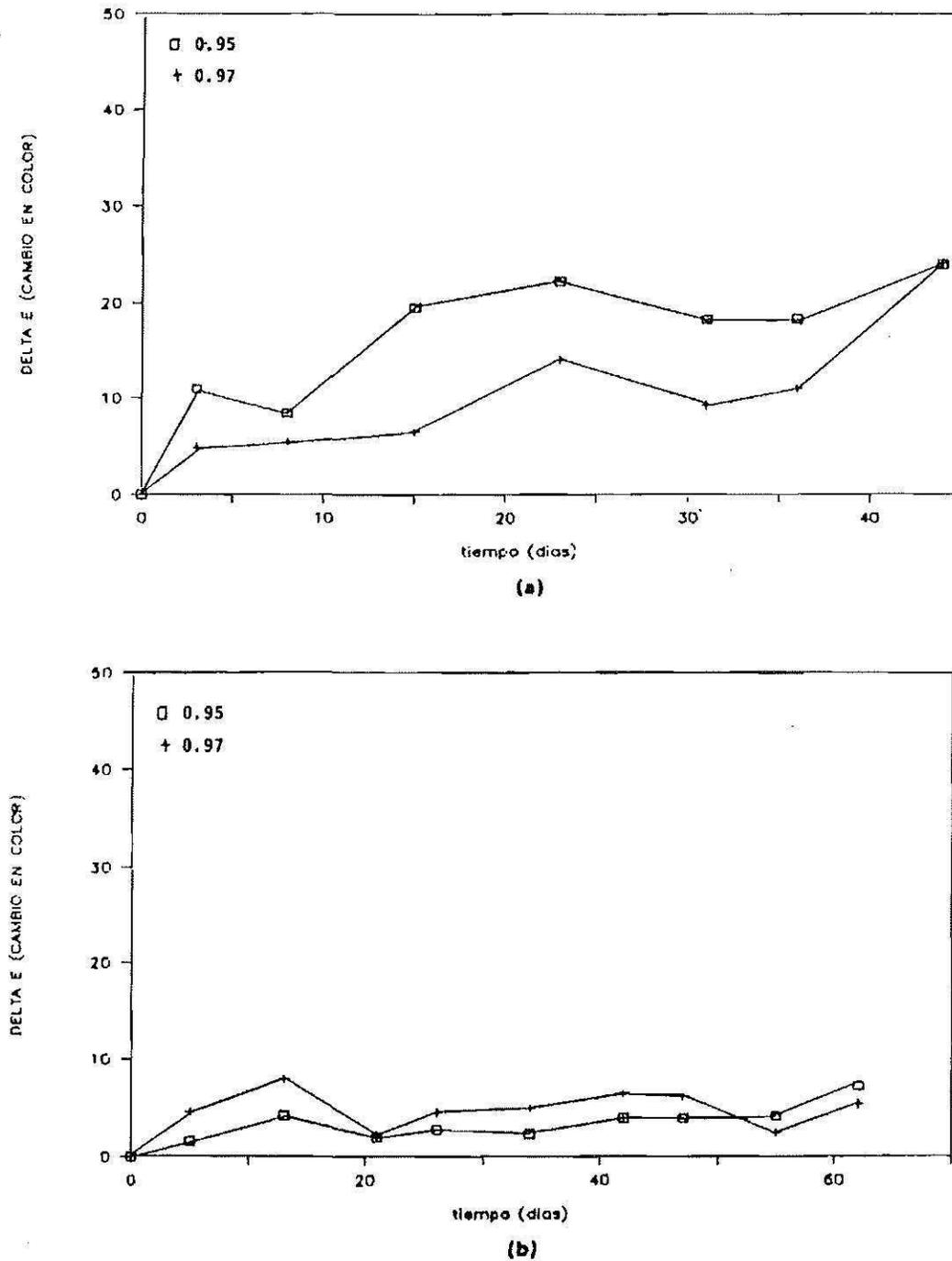


Fig. 3.—Representación gráfica del índice de color Hunter en función del tiempo de almacenamiento de los productos de humedad intermedia: (a) no escaldado y (b) escaldado.

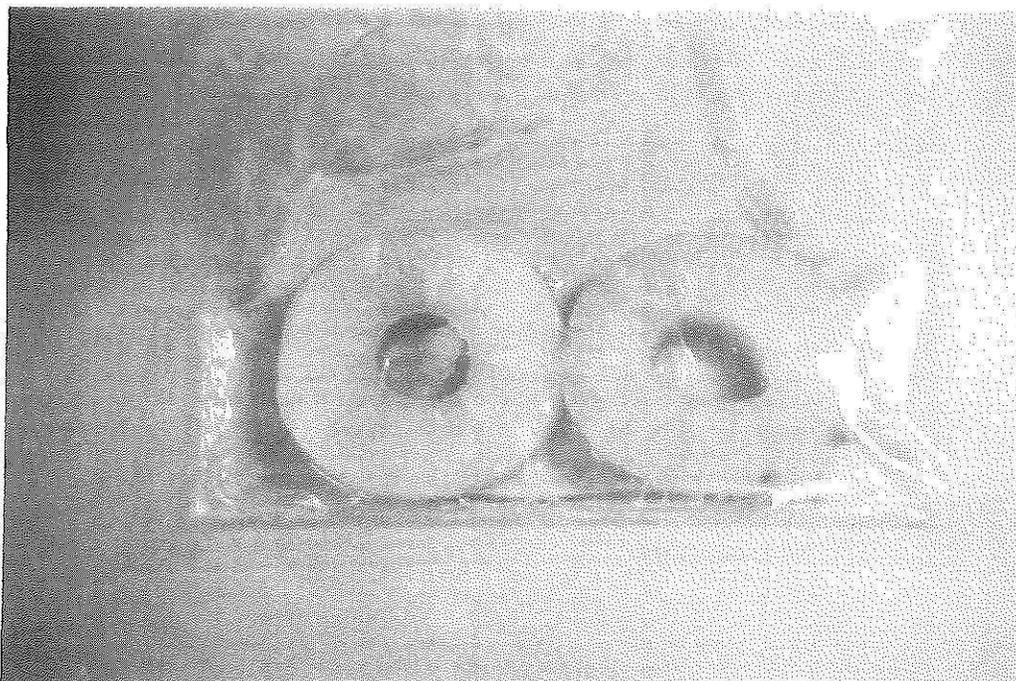


Fig. 4.—Apariencia de los productos de piña de humedad intermedia (escaldados y no escaldados) al momento del empaque.



Fig. 5.—Apariencia del producto de piña de humedad intermedia no escaldado a los 30 días de empaque.



Fig. 6.—Apariencia de los productos de piña de humedad intermedia escaldado a los 40 días de empacado.

de donde, L_0 , a_0 y b_0 son los parámetros para el tiempo cero y L , a y b son los valores a tiempo t . El índice Hunter toma en consideración el efecto de cambios en color en los tres parámetros (L , a y b) simultáneamente. Se puede observar cómo los productos no escaldados comienzan a modificar su color notablemente desde el comienzo del almacenamiento al compararlo con los cambios observados para los productos escaldados.

Las figuras 4, 5 y 6 ilustran fotográficamente la apariencia inicial y posterior a un período de almacenamiento de los productos escaldados y no escaldados.

Las evaluaciones sensoriales realizadas de los productos elaborados demuestran una mayor aceptabilidad del producto escaldado sobre el no escaldado. Los productos no escaldados fueron rechazados desde el comienzo del almacenamiento, mientras que los escaldados fueron rechazados luego de 30 días de almacenamiento. Estos resultados coinciden con la estabilidad química observada en función del período de almacenamiento.

En términos generales, se concluye que el producto de humedad intermedia a base de piña requiere que se escalde la fruta antes de hacer la inmersión en almíbar. El ajuste de la actividad del agua no indicó tener un efecto notable en cuanto al tiempo de vida útil del producto. El escaldado retrasa el cambio en color del producto empacado debido a la inac-

tivación de sistemas enzimáticos (bromelina y peroxidasa) informados por Sánchez y Hernández (12). Además, la escaldadura contribuye a bajar la presencia inicial de microorganismos en el producto recién empacado, de un contéo de placa estándar de 1.4×10^4 /ml. de homogenizado de piña a uno estimado de 15/ml. y de 2.8×10^3 mohos y levaduras por mililitro a menos de 10/ml. Esto es independientemente del ajuste de actividad del agua y la adición de sorbato de potasio y de bisulfito de sodio. El tiempo de almacenamiento a la temperatura ambiente (28-30 C) y fuera del alcance de la luz solar excede los 30 días para el producto escalado.

REFERENCIAS

1. A.O.A.C., 1984. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Arlington, Virginia.
2. Alzamora, S., L. Gerschenson, P. Cerruti, y A. Rojas, 1987. Shelf-stable pineapple for long-term nonrefrigerated storage. Comunicación interna del Departamento de Industria, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
3. Camirand, W. M., R. Forrey, K. Popper, F. P. Boyle, y W. L. Stanley, 1968. Dehydration of membrane coated foods by osmosis. *J. Sci. Fd. Agric.* 19, 472-74.
4. Cancel, H. L., 1974. Harvesting and storage conditions for pineapples of the Red Spanish variety. *J. Agric. Univ. P. R.* 58 (2): 162-69.
5. Chirife, J., C. Ferro-Fontan, y E. A. Benmergui, 1980. The prediction of water activity in aqueous solutions in connection with intermediate moisture foods. IV. Aw prediction in aqueous non-electrolite solution. *J. Food Technol.* 15, 59.
6. Chirife, J., 1982. Principios de la deshidratación osmótica de frutas. *An. Asoc. Quím. Argent.* 70, 913-32.
7. Erickson, L. E., 1982. Recent development in intermediate moisture foods. *J. Food Prot.* 45 (5): 484-91.
8. Flora, L., L. Beuchat, U. Rao, 1979. Preparation of a shelf stable, intermediate moisture food product from muscadine grape skins. *J. Food Sci.* 44, 854-56.
9. Hodge, J. E. y E. M. Osman, 1976. Carbohydrates. *En: "Principles of Food Science. Part 1. Food Chemistry"*. Editado por Owen R. Fennema. Capítulo 3, págs. 42-137. Marcel Dekker, Inc., New York, NY.
10. Ponting, J. D., G. G. Watters, R. R. Forrey, R. Jackson, and W. L. Stanley, 1966. Osmotic dehydration of fruits. *Food Technol.* 20, 1365-68.
11. Ross, K. D., 1975. Estimation of water activity in intermediate moisture foods. *Food Technol.* 29, 26-34.
12. Sánchez, F. y I. Hernández, 1977. Studies on the freezing of Puerto Rican Red Spanish and Smooth Cayenne pineapples. *J. Agric. Univ. P.R.* 61 (3): 354-60.
13. Triebold, H. O. y L. W. Aurand, 1963. Carbohydrates - Sugar and sugar products. *En: "Food Composition and Analysis"*. Capítulo 5, págs. 190-265. D. Van Nostrand Comp., Inc., New Jersey, NJ.
14. Vigo, M. S., J. Chirife, O. C. Scorza, P. Cattaneo, M. H. Bertoni y P. Sarrailh, 1979. Estudios sobre alimentos tradicionales de humedad intermedia elaborados en la Argentina. Determinación de la actividad acuosa, pH, humedad y sólidos solubles. *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.* 21 (1): 91-8.
15. White, A., P. Handler y E. L. Smith, 1968. The carbohydrates - I. *En: "Principles of Biochemistry"*. 4ta. edición. Capítulo 2, pag. 9-39. McGraw-Hill Book Comp., New York, NY.