

Efecto del remojo con ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio en la calidad fisicoquímica y microbiológica de jaca mínimamente procesada

Effect of soaking conditions with citric acid, ascorbic acid and potassium sorbate on the physicochemical and microbiological quality of minimally processed jackfruit

J. A. Ulloa , J. R. Aguilar-Pusian , P. Rosas-Ulloa , K. M. del C. Galavíz-Ortíz & B. E. Ulloa-Rangel

To cite this article: J. A. Ulloa , J. R. Aguilar-Pusian , P. Rosas-Ulloa , K. M. del C. Galavíz-Ortíz & B. E. Ulloa-Rangel (2010) Efecto del remojo con ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio en la calidad fisicoquímica y microbiológica de jaca mínimamente procesada Effect of soaking conditions with citric acid, ascorbic acid and potassium sorbate on the physicochemical and microbiological quality of minimally processed jackfruit, *CyTA - Journal of Food*, 8:3, 193-199, DOI: [10.1080/19476330903348791](https://doi.org/10.1080/19476330903348791)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/19476330903348791>



Copyright Taylor and Francis Group, LLC



Published online: 23 Sep 2010.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 699



View related articles [↗](#)

Efecto del remojo con ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio en la calidad fisicoquímica y microbiológica de jaca mínimamente procesada

Effect of soaking conditions with citric acid, ascorbic acid and potassium sorbate on the physicochemical and microbiological quality of minimally processed jackfruit

J.A. Ulloa^{a*}, J.R. Aguilar-Pusian^b, P. Rosas-Ulloa^a, K.M. del C. Galavíz-Ortíz^b and B.E. Ulloa-Rangel^b

^aCentro de Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura Amado Nervo, Tepic, Nayarit, 63190 México; ^bUnidad Académica de Ciencias Químico Biológicas y Farmacéuticas, Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, 63190 México

(Received 22 August 2009; final version received 3 September 2009)

The effect of soaking conditions on the physicochemical and microbiological quality of jackfruit was evaluated. First, jackfruit pieces were disinfected by 10 min immersion in a solution of 150 mg/L of free chlorine; the jackfruit bulbs were disinfected by 5 min immersion in a solution of 150 mg/L of free chlorine. Then four lots of jackfruit bulbs were generated by immersion in the following aqueous solutions by 5 min: 1.5 g/L potassium sorbate (PS), 1.5 g/L PS + 10 g/L citric acid (CA), 1.5 g/L PS + 10 g/L ascorbic acid (AA), and 1.5 g/L PS + 10 g/L CA + 10 g/L AA. Each lot was packed in polypropylene boxes and stored at 6 °C. At 12 days were observed significant ($P < 0.05$) changes on pH, titratable acidity and reducing sugars by effect of soaking solutions. The combined effect of PS, CA and AA influenced significantly ($P < 0.05$) on the best control of microbial counts.

Keywords: jackfruit; minimally processing; physicochemical quality; microbiological quality; soaking conditions

Se evaluó el efecto del remojo en la calidad fisicoquímica y microbiológica de jaca. Las piezas de jaca se desinfectaron por 10 min de inmersión en una solución de 150 mg/L de cloro libre y los bulbos obtenidos del fruto se desinfectaron igualmente. Se generaron cuatro lotes por inmersión durante 5 min en las siguientes soluciones acuosas: 1,5 g/L sorbato de potasio (SK), 1,5 g/L SK + 10 g/L ácido cítrico (AC), 1,5 g/L SK + 10 g/L ácido ascórbico (AA) y 1,5 g/L SK + 10 g/L AC + 10 g/L AA. Cada lote fue empacado en cajas de polipropileno y almacenado a 6 °C. A los 12 días se observaron cambios significativos ($P < 0,05$) en pH, acidez titulable y azúcares reductores por efecto de las soluciones de remojo. El efecto combinado del SK, AC y AA influyó significativamente ($P < 0,05$) sobre el mejor control de las cuentas microbianas.

Palabras clave: jaca; procesamiento mínimo; calidad fisicoquímica; calidad microbiológica; condiciones de remojo

Introducción

La jaca (*Artocarpus heterophyllus*) es una fruta exótica ampliamente cultivada en el sur de Asia, Indonesia, Brasil, Malasia y en los trópicos de muchas partes del mundo (Che Man & Taufik, 1995; Rahman, Huq, Mian, & Chesson, 1995; Rahman, Vahar, Mian, & Moshuzzaman, 1999). El fruto de la jaca se aprecia por lo sabroso y aromático de sus bulbos dulces, los cuales representan en promedio el 30% del peso total (Jacob John & Narasimham, 1993). Los bulbos de jaca son ricos en azúcares y proporcionan aproximadamente 2 MJ de energía por kg de peso húmedo, además de que contienen altos niveles de proteínas, lípidos, almidón, calcio, carotenos y tiamina (Selvaraj & Pal, 1989; Burkill, 1994), presentando en su estado de madurez comestible una coloración atractiva que varía

desde un amarillo claro hasta un anaranjado intenso, dependiendo de la variedad de la fruta (Punan et al., 2000).

Una sola pieza de jaca generalmente alcanza de 10–25 kg de peso, lo cual no es un tamaño de fruta apropiada para llevar a casa y consumir en fresco, especialmente si se trata de familias pequeñas, sin embargo, sí para la elaboración de porciones de fruta lista para consumo.

En México, en el estado de Nayarit, el cultivar de la jaca se introdujo en 1997. Desde ese tiempo se ha observado un gran aumento en la superficie de tierra que se destina a su cultivo. Actualmente, la mayor parte de la producción de jaca del estado de Nayarit se exporta a Estados Unidos de Norteamérica en forma fresca, generándose excedentes que no cumplen las normas de calidad en términos de forma y tamaño,

*Corresponding author. Email: arulloa@nayar.uan.mx

pero que la parte comestible del fruto no tiene problemas de calidad (Ulloa, Rosas-Ulloa, Flores, Ulloa-Rangel, & Escalona, 2007).

En las zonas productoras de jaca en Nayarit es una práctica común la venta de bulbos de jaca listos para consumo sin ningún tratamiento, a excepción del lavado con agua corriente y el empaqueo en platos de polipropileno cubiertos con películas plásticas. Bajo esas condiciones, tal producto tiene una vida útil limitada a 1–2 días, presentando a partir de dicho tiempo síntomas de deterioro que se manifiestan a través cambios de color, sabor, aroma y viscosidad de la fruta. Por otra parte, la vida de anaquel de la jaca lista para consumo podría aumentarse significativamente al aplicar los tratamientos que han resultado benéficos en la elaboración de frutas mínimamente procesadas (Millán-Trujillo, López-Pla, Roa-Tavera, Tapia, & Cava, 2001), especialmente por la combinación de dos o más factores de conservación que además de favorecer los atributos de un producto fresco, garantizan su inocuidad y calidad sensorial y nutricional (Robles-Sánchez et al., 2007; Salinas-Hernández, González-Aguilar, Pirovani, & Ulan-Montejo, 2007; Saxena, Singh Bawa, & Raju, 2008).

Dentro de los aditivos que se utilizan para el tratamiento de remojo de alimentos vegetales mínimamente procesados, destacan aquellos con función antioxidante y antimicrobiana, particularmente el ácido cítrico, el ácido ascórbico y el sorbato de potasio (Pilizota & Sapers, 2004; Quevedo-Preciado, Villegas-Ochoa, González-Ríos, & Rodríguez-Félix, 2005), los cuales permiten aumentar considerablemente la vida útil del producto.

Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del remojo con ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio y sus combinaciones, en la calidad fisicoquímica y microbiológica de jaca mínimamente procesada durante su almacenamiento.

Materiales y métodos

Preparación de la materia prima

Se utilizó jaca en un estado de madurez apropiado de la variedad R-15, la cual se adquirió del Rancho “La Reata” ubicado en el poblado de El Llano, Municipio de San Blas, Nayarit, México (21° 22' 30" latitud norte, 105° 07' 30" longitud oeste). Las piezas de frutas se limpiaron con aire comprimido y se lavaron con agua y detergente para eliminar el material adherido en la superficie exterior. Enseguida se trataron por inmersión en una solución acuosa de 150 mg/L de cloro libre por 10 minutos. Posteriormente la fruta se cortó con cuchillos de acero inoxidable y de ella se obtuvieron sus bulbos, a los que se les separó la semilla para únicamente dejar la parte comestible. Finalmente, los bulbos de la fruta se sumergieron en una solución de 150 mg/L de cloro libre por un tiempo de 5 minutos.

Tratamientos de remojo y empaque

Los bulbos de jaca obtenidos mediante el procedimiento anterior, se dividieron en cuatro lotes de 4 kg cada uno para someterse al tratamiento de remojo, por un tiempo de 5 min, en una proporción de fruta-solución de 1:4 (Tabla 1). El tratamiento control solamente implicó el remojo de la fruta con la solución de cloro. El ácido cítrico, ácido ascórbico y el sorbato de potasio de las soluciones de remojo fueron grado alimenticio (Almacén de Drogas La Paz, S.A. de C.V., Guadalajara, Jal., México).

Después de que los bulbos de jaca recibieron el tratamiento de remojo, se estilaron y depositaron en porciones de 200 g en cajas ranuradas de poliestireno, las cuales se almacenaron a 6 °C, para su posterior análisis cada cuatro días por un periodo de 12 días.

Análisis fisicoquímicos

El pH se midió con un potenciómetro Denver Instrument modelo 250 (Denver, CO, USA) y la actividad de agua (a_w) con un equipo Aqualab CX-2 (Decagon Devices Inc., Pullman, WA, USA). El contenido de sólidos solubles se determinó con un refractómetro digital tipo Abbe (Spectronic Instrument, Lincoln, NE, USA) y el contenido total de ácido por el método de acidez titulable (como ácido cítrico anhidro) de acuerdo a la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (AOAC, 2000). Para el contenido de azúcares totales se utilizó una versión modificada (Moreno et al., 2007) del método del ácido fenol-sulfúrico (Dubois, Guilles, Hamilton, Rebers, & Smith, 1956); la absorbancia del color característico amarillo-anaranjado se midió con un espectrofotómetro UV-Visible Carry 50 Bio (Varian Inc., Palo Alto, CA, USA) a 490 nm. El contenido de azúcares reductores se determinó por espectrofotometría mediante el método del ácido dinitro-salicílico (Miller, 1959); la absorbancia fue registrada con el mismo espectrofotómetro utilizado para azúcares totales, pero la longitud de onda se ajustó a 575 nm. Todos los análisis fisicoquímicos se realizaron por triplicado.

Tabla 1. Composición de las soluciones de remojo para la preparación de jaca mínimamente procesada.

Table 1. Composition of soaking solutions for the preparation of minimally processed jackfruit.

Tratamientos	Aditivos (g/L)		
	Sorbato de potasio (SK)	Ácido cítrico (AC)	Ácido ascórbico (AA)
Control	0,0	0,0	0,0
SK	1,5	0,0	0,0
SK + AC	1,5	10,0	0,0
SK + AA	1,5	0,0	10,0
SK + AC + AA	1,5	10,0	10,0

El análisis de color se realizó sobre el punto central de la superficie de los bulbos de la jaca con un colorímetro Minolta CR-300 (Minolta Ltd. Co., Chuo-Ku, Osaka, Japan), para los valores de CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) de L^* , a^* y b^* . El parámetro a^* (cromatismo verde-rojo) toma valores positivos para colores rojizos y valores negativos para colores verdosos, mientras que el parámetro b^* (cromatismo azul-amarillo) toma valores positivos para colores amarillentos y valores negativos para colores azulados. L^* es una medición aproximada de luminosidad, la cual es una propiedad mediante la que cada color puede ser considerado como el equivalente a un punto en la escala gris, entre el negro y el blanco, incluyendo valores en el rango de 0–100 (Meléndez-Martínez, Vicario, & Heredia, 2003). Adicionalmente, a partir de los valores de a^* y b^* se calculó el ángulo de matiz o tono (h) a partir de la ecuación $h = \tan^{-1}(a^*/b^*)$. La determinación de cada uno de los parámetros de color se realizaron en siete réplicas.

Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó para la cuenta total de mesófilos aerobios, hongos y levaduras a través de las técnicas de las normas oficiales expedidas por la Secretaría de Salud de México (Secretaría de Salud, 1994a, 1994b, 1994c). Para ello se tomaron 10 g de jaca de cada tratamiento y se le agregaron 90 mL de solución de amortiguador de fosfatos agitando por 5 min. Mediante este procedimiento se obtuvo la solución madre y enseguida las soluciones seriales para los análisis microbiológicos. Para el caso de microorganismos mesófilos aerobios, de cada dilución serial se depositó 1 mL en las cajas de Petri además de 10 a 15 mL de agar cuenta en placa, aplicando movimientos circulares a las cajas para lograr la homogenización del medio y la muestra. Una vez que el medio solidificó, se invirtieron las cajas y se almacenaron a 35 °C por 48 horas. El conteo se efectuó en las cajas que mostraron un crecimiento de 25 a 250 colonias. El número de las colonias se multiplicó por la dilución de la muestra. Los resultados se reportaron en unidades formadoras de colonia por gramo de muestra (ufc/g). Para el caso de hongos y levaduras, de las soluciones seriales también se depositó 1 mL en las cajas Petri y se les añadió de 12 a 15 mL de agar papa dextrosa acidificado con ácido tartárico al 10%. El medio se homogenizó, se dejó solidificar y se incubó a 25 °C durante 5–7 días, siguiendo los mismos criterios para el conteo como en el caso de microorganismos mesófilos aerobios. Los análisis microbiológicos se realizaron por duplicado.

Análisis estadístico

Los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos fueron sometidos al análisis de varianza y comparación múltiple de medias con la prueba de

diferencia mínima significativa (LSD) a un nivel de confianza del 95%, utilizando el paquete estadístico Statgraphics Version 4.0 Plus (Manugistics Inc., Rockville, MD, USA).

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se presentan los resultados del comportamiento de las características fisicoquímicas evaluadas por efecto del tratamiento de remojo en los bulbos de jaca mínimamente procesados, durante su almacenamiento. Al final del periodo de almacenamiento no se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) por efecto del tratamiento de remojo en los valores de a_w , °Brix y azúcares totales. En cambio los parámetros fisicoquímicos que sí mostraron variaciones significativas ($P < 0,05$) por efecto del tratamiento de remojo fueron el pH, acidez titulable y azúcares reductores. La principal variación observada durante el periodo de almacenamiento en los bulbos de jaca mínimamente procesados por efecto de los tratamientos de remojo, se presentó para °Brix y azúcares totales, aunque dicha variación no fue mayor de 1,4 °Brix y 6,0 g/kg de azúcares totales en contraste con lo observado en los tratamientos control de 1,3 °Brix y 0,0 g/kg, respectivamente. La disminución en los azúcares pudiera deberse a la actividad respiratoria posterior al pelado y cortado, durante la cual los azúcares pueden ser usados como sustratos en los procesos metabólicos (Rocha, Brochado, Kirby, & Morales, 1995).

La Tabla 3 muestra los resultados del efecto de los tratamientos de remojo en el comportamiento de los parámetros de color en los bulbos de jaca mínimamente procesados, durante su almacenamiento a 6 °C.

Una disminución en el valor de L^* y un aumento en el valor de a^* se asocia generalmente al oscurecimiento de frutas, el cual es quizá el principal problema de apariencia que se presenta en esta clase de alimentos (Rojas-Graü, Sobrino-López, Tapia, & Martín-Belloso, 2006). De acuerdo a otros autores, una disminución en el valor de L^* y un valor más bajo de h indica oscurecimiento en frutas mínimamente procesadas (Oms-Oliu, Aguiló-Aguayo, & Martín-Belloso, 2006). Los resultados obtenidos en este estudio muestran que al final de los 12 días de almacenamiento no se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) por efecto de los distintos tratamientos de remojo y que las diferencias entre los valores iniciales y finales de L^* , variaron de 4,1 (control) a 0,4 unidades (SK + AC), equivalentes a un reducción del 6,25% y 0,65%, respectivamente, lo cual se considera realmente de bajo impacto y daño en la apariencia del producto.

Esa baja disminución de los valores de L^* puede deberse al poco daño superficial de los tejidos de los bulbos de jaca y a la baja exposición de los mismos al corte, ya que solamente se realizaron aquellos necesarios para eliminarles las semillas de su interior, con lo que se consiguió prácticamente tejidos intactos,

Tabla 2. Efecto de los tratamientos de remojo en el pH, acidez titulable, a_w , °Brix, azúcares totales y azúcares reductores en jaca mínimamente procesada durante su almacenamiento a 6 °C^a.Table 2. Effect of soaking treatments on the pH, titratable acidity, a_w , °Brix, and total and reducing sugar in the minimally processed jackfruit during storage at 6 °C^a.

Parámetros fisicoquímicos	Tratamiento de remojo	Días de almacenamiento			
		0	4	8	12
pH	Control	5,24 ^{aA}	5,22 ^{aA}	5,21 ^{aA}	5,25 ^{aA}
	SK	5,16 ^{aA}	5,22 ^{aA}	5,25 ^{aA}	5,27 ^{aA}
	SK + AC	5,25 ^{aA}	5,22 ^{aA}	5,09 ^{aA}	4,98 ^{bA}
	SK + AA	5,24 ^{aA}	5,31 ^{aA}	5,32 ^{aA}	5,15 ^{aA}
	SK + AC + AA	5,09 ^{aA}	5,12 ^{aA}	5,11 ^{aA}	4,97 ^{bA}
Acidez titulable (g/kg)	Control	2,9 ^{aA}	2,9 ^{aA}	2,9 ^{aA}	2,9 ^{aA}
	SK	2,9 ^{aA}	2,9 ^{aA}	2,9 ^{aA}	2,6 ^{bB}
	SK + AC	2,9 ^{aA}	2,9 ^{aA}	2,9 ^{aA}	2,6 ^{bB}
	SK + AA	2,9 ^{aA}	2,9 ^{aA}	2,9 ^{aA}	2,6 ^{bB}
	SK + AC + AA	2,9 ^{aA}	2,9 ^{aA}	2,9 ^{aA}	2,6 ^{bA}
a_w	Control	0,984 ^{aA}	0,985 ^{aA}	0,982 ^{abA}	0,978 ^{aA}
	SK	0,982 ^{aA}	0,981 ^{abA}	0,983 ^{aA}	0,979 ^{aA}
	SK + AC	0,979 ^{aA}	0,980 ^{abA}	0,978 ^{bcA}	0,979 ^{aA}
	SK + AA	0,980 ^{aA}	0,976 ^{bA}	0,977 ^{cA}	0,978 ^{aA}
	SK + AC + AA	0,980 ^{aA}	0,981 ^{abA}	0,978 ^{bcA}	0,979 ^{aA}
Brix	Control	19,4 ^{aA}	18,7 ^{aB}	18,5 ^{aB}	18,1 ^{aB}
	SK	19,3 ^{abA}	18,6 ^{aB}	18,4 ^{aB}	17,9 ^{aB}
	SK + AC	19,0 ^{abA}	18,7 ^{aA}	18,7 ^{aA}	18,0 ^{aB}
	SK + AA	18,6 ^{bA}	18,2 ^{aA}	19,1 ^{aA}	18,0 ^{aB}
	SK + AC + AA	19,0 ^{abA}	18,6 ^{aA}	18,5 ^{aA}	18,0 ^{aB}
Azúcares totales (g/kg)	Control	136,4 ^{aA}	136,4 ^{aA}	136,3 ^{aA}	136,3 ^{aA}
	SK	132,3 ^{aA}	132,3 ^{aA}	133,2 ^{aA}	133,1 ^{aA}
	SK + AC	134,2 ^{aA}	134,2 ^{aA}	135,1 ^{aA}	134,4 ^{aA}
	SK + AA	142,4 ^{aA}	139,4 ^{aA}	140,1 ^{aA}	138,4 ^{aA}
	SK + AC + AA	141,3 ^{aA}	140,4 ^{aA}	139,4 ^{aA}	135,4 ^{aB}
Azúcares reductores (g/kg)	Control	77,4 ^{aA}	77,4 ^{aA}	77,3 ^{aA}	77,3 ^{aA}
	SK	82,1 ^{bcA}	80,4 ^{abA}	80,4 ^{aA}	80,3 ^{bA}
	SK + AC	85,1 ^{cdA}	85,1 ^{bcA}	85,1 ^{bA}	85,0 ^{bcA}
	SK + AA	89,1 ^{eA}	89,1 ^{cA}	88,4 ^{bA}	88,4 ^{cA}
	SK + AC + AA	79,4 ^{abA}	76,1 ^{aA}	77,0 ^{aA}	77,0 ^{aA}

Nota: ^aLas medias en la misma columna seguidas por las mismas letras minúsculas no son significativamente diferentes ($P < 0,05$). Las medias en el mismo renglón seguidas por las mismas letras mayúsculas no son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Note: ^aValues within a column followed by the same small letter indicate that mean values are not significantly different ($P < 0,05$). Values within the same line followed by the same capital letter indicate that mean values are not significantly different ($P < 0,05$).

reduciéndose así la descompartimentalización de enzimas y sustratos, en beneficio de un limitado desarrollo del oscurecimiento enzimático y consecuentemente de la producción del color oscuro indeseable relacionado a la actividad de la polifenol-oxidasa, enzima que cataliza la oxidación de monofenoles y la oxidación de *o*-fenoles a sus correspondientes quinonas en presencia de oxígeno (Soliva-Fortuny, Grigelmo-Miguel, Odriozola-Serrano, Gorinstein, & Martín-Belloso, 2001).

En relación a los parámetros de color a^* , b^* y h tampoco se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los bulbos de jaca mínimamente procesados por efecto de los distintos tratamiento de remojo a los 12 días de almacenamiento a 6 °C. De lo anteriormente señalado, se deduce que los tratamientos de remojo con los antioxidantes ensayados (ácido cítrico y ácido ascórbico), comparados con el control, no incidieron significativamente ($P < 0,05$) en ninguno de los cuatro parámetros de color estudiados.

En las Figuras 1, 2 y 3 se muestran los resultados del comportamiento microbiológico de jaca mínimamente procesada durante su almacenamiento. En general, los recuentos microbianos aumentaron significativamente ($P < 0,05$) para cada tratamiento conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento.

Los recuentos de bacterias mesofílicas aerobias para los tratamientos control, SK, SK + AC, SK + AA rebasaron los valores de 10^5 ufc/g a los 12 días de almacenamiento, mientras que el tratamiento SK + AC + AA rebasó ligeramente el valor de 10^3 ufc/g (Figura 1). Esa misma tendencia se observó para el caso de los recuentos de hongos y levaduras, aunque el tratamiento SK + AC + AA observó valores ligeramente inferiores a 10^3 ufc/g (Figura 2 y Figura 3), lo que demuestra que existe una diferencia significativa ($P < 0,05$) en el control de la carga microbiana por efecto de la composición de la solución de remojo.

El efecto sobre el mejor control del crecimiento microbiano durante el almacenamiento en los bulbos

Tabla 3. Efecto de las soluciones de remojo en los valores de L^* , a^* , b^* y h en jaca mínimamente procesada durante su almacenamiento a 6 °C^a.

Table 3. Effect of soaking solutions in L^* , a^* , b^* and h values on minimally processed jackfruit during storage at 6 °C^a.

Parámetros de color	Tratamientos de remojo	Días de almacenamiento			
		0	4	8	12
Valor de L^*	Control	65,6 ^{bA}	58,6 ^{aB}	57,8 ^{aB}	61,5 ^{aB}
	SK	63,7 ^{abA}	58,4 ^{abB}	59,3 ^{abB}	60,0 ^{abB}
	SK + AC	60,7 ^{aA}	58,7 ^{aA}	62,8 ^{cA}	60,3 ^{aA}
	SK + AA	60,1 ^{aA}	57,5 ^{aA}	64,5 ^{cB}	58,2 ^{aA}
	SK + AC + AA	61,5 ^a	58,2 ^a	62,4 ^c	63,6 ^a
Valor de a^*	Control	-2,14 ^{aA}	-2,70 ^{aA}	-1,97 ^{aA}	-2,18 ^{aA}
	SK	-2,88 ^{aA}	-2,42 ^{aA}	-2,45 ^{aA}	-2,30 ^{aA}
	SK + AC	-2,43 ^{aA}	-2,90 ^{aA}	-2,57 ^{aA}	-2,61 ^{aA}
	SK + AA	-2,75 ^{aA}	-1,88 ^{aA}	-2,15 ^{aA}	-2,21 ^{aA}
	SK + AC + AA	-3,06 ^{aA}	-2,77 ^{aA}	-2,15 ^{aA}	-1,91 ^{aA}
Valor de b^*	Control	56,7 ^{bA}	49,0 ^{aB}	48,6 ^{aB}	47,9 ^{aB}
	SK	56,6 ^{abA}	54,3 ^{bA}	52,7 ^{abB}	50,8 ^{aB}
	SK + AC	52,1 ^{aA}	48,7 ^{aA}	52,1 ^{aA}	47,8 ^{aA}
	SK + AA	52,3 ^{abA}	52,5 ^{abA}	58,6 ^{aA}	47,6 ^{aB}
	SK + AC + AA	54,1 ^{abA}	53,0 ^{abA}	55,5 ^{abA}	55,5 ^{aA}
Valor de h	Control	92,2 ^{aA}	93,2 ^{aA}	92,3 ^{aA}	92,6 ^{aA}
	SK	92,9 ^{aA}	92,6 ^{aA}	92,7 ^{aA}	92,6 ^{aA}
	SK + AC	92,7 ^{aA}	93,4 ^{aA}	92,8 ^{aA}	93,1 ^{aA}
	SK + AA	93,0 ^{aA}	92,1 ^{aA}	92,1 ^{aA}	92,7 ^{aA}
	SK + AC + AA	93,2 ^{aA}	93,0 ^{aA}	92,2 ^{aA}	92,0 ^{aA}

Nota: ^aLas medias en la misma columna seguidas por las mismas letras minúsculas no son significativamente diferentes ($P < 0,05$). Las medias en el mismo renglón seguidas por las mismas letras mayúsculas no son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Note: ^aValues within a column followed by the same small letter indicate that mean values are not significantly different ($P < 0,05$). Values within the same line followed by the same capital letter indicate that mean values are not significantly different ($P < 0,05$).

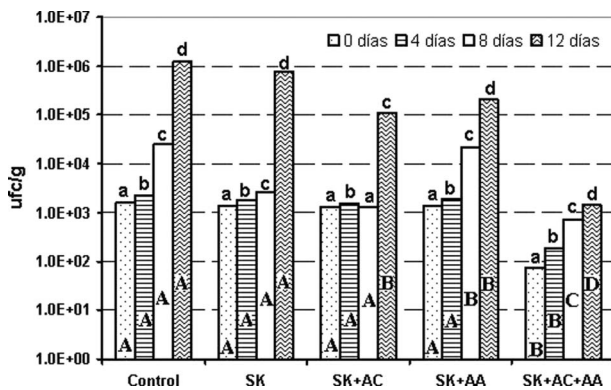


Figura 1. Efecto de los tratamientos de remojo en el comportamiento de microorganismos mesófilos aerobios en jaca mínimamente procesada durante su almacenamiento a 6 °C (SK = 1,5 g/L sorbato de potasio, AC = 10 g/L ácido cítrico, AA = 10 g/L ácido ascórbico). Letras minúsculas diferentes sobre las barras para cada tratamiento de remojo indican diferencias significativas ($P < 0,05$) para los diferentes periodos de almacenamiento. Letras mayúsculas diferentes dentro de las barras para los distintos tratamientos al mismo tiempo de almacenamiento indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Figure 1. Effect of soaking treatments on the growth of aerobic mesophilic bacteria on minimally processed jackfruit during storage at 6 °C (SK = 1,5 g/L potassium sorbate, AC = 10 g/L citric acid, AA = 10 g/L ascorbic acid). Different lower case letters on the bars for each soaking treatment indicate significant differences ($P < 0,05$) for the different periods of storage. Different capital letters in the bars for different treatments at the same period of storage indicate significant differences ($P < 0,05$).

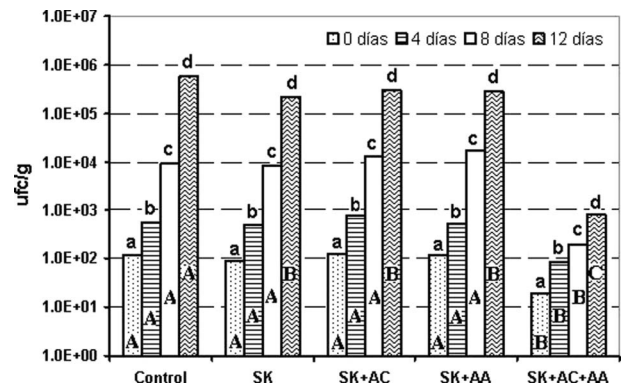


Figura 2. Efecto de los tratamientos de remojo en el comportamiento de hongos en jaca mínimamente procesada durante su almacenamiento a 6 °C (SK = 1,5 g/L sorbato de potasio, AC = 10 g/L ácido cítrico, AA = 10 g/L ácido ascórbico). Letras minúsculas diferentes sobre las barras para cada tratamiento de remojo indican diferencias significativas ($P < 0,05$) para los diferentes periodos de almacenamiento. Letras mayúsculas diferentes dentro de las barras para los distintos tratamientos al mismo tiempo de almacenamiento indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Figure 2. Effect of soaking treatments on the growth of molds on minimally processed jackfruit during storage at 6 °C (SK = 1,5 g/L potassium sorbate, AC = 10 g/L citric acid, AA = 10 g/L ascorbic acid). Different lower case letters on the bars for each soaking treatment indicate significant differences ($P < 0,05$) for the different periods of storage. Different capital letters in the bars for different treatments at the same period of storage indicate significant differences ($P < 0,05$).

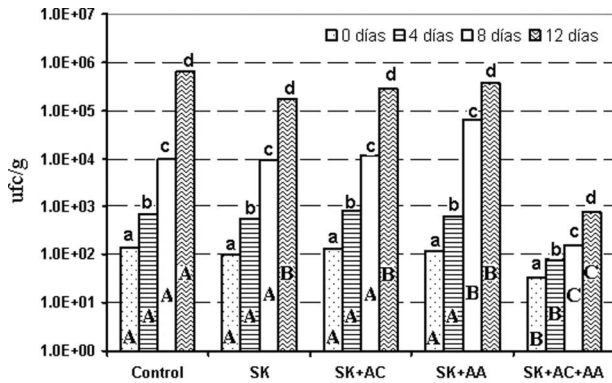


Figura 3. Efecto de los tratamientos de remojo en el comportamiento de levaduras en jaca mínimamente procesada durante su almacenamiento a 6 °C (SK = 1,5 g/L sorbato de potasio, AC = 10 g/L ácido cítrico, AA = 10 g/L ácido ascórbico). Letras minúsculas diferentes sobre las barras para cada tratamiento de remojo indican diferencias significativas ($P < 0,05$) para los diferentes periodos de almacenamiento. Letras mayúsculas diferentes dentro de las barras para los distintos tratamientos al mismo tiempo de almacenamiento indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Figure 3. Effect of soaking treatments on the growth of yeasts on minimally processed jackfruit during storage at 6 °C (SK = 1.5 g/L potassium sorbate, AC = 10 g/L citric acid, AA = 10 g/L ascorbic acid). Different lower case letters on the bars for each soaking treatment indicate significant differences ($P < 0.05$) for the different periods of storage. Different capital letters in the bars for different treatments at the same period of storage indicate significant differences ($P < 0.05$).

de jaca mínimamente procesada, del tratamiento de remojo que incluyó al sorbato de potasio, ácido cítrico y ácido ascórbico, puede derivarse de una más alta acidificación del medio por la presencia de los dos tipos de ácido, y en consecuencia una mayor disminución del pH (Tabla 2), lo que permitió que el sorbato de potasio ejerciera una mejor función antimicrobiana al encontrarse en una mayor proporción en su forma sin disociar que es la forma activa (Baduí-Dergal, 2006).

De acuerdo a las especificaciones sanitarias de la norma oficial mexicana relativa a la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos, las ensaladas crudas preparadas a partir de verduras o frutas no deben rebasar recuentos de mesófilos aerobios de 10^5 ufc/g (Secretaría de Salud, 1994d). En España, conforme a las norma de higiene para la elaboración, distribución y comercio de comidas preparadas, se ha establecido que para las comidas preparadas envasadas a base de vegetales crudos (como es el caso de las frutas mínimamente procesadas) el recuento total de aerobios mesófilos, para una muestra de cinco unidades, sólo dos de ellas pueden tener un valor de entre 10^5 y 10^6 ufc/g el día de su fabricación y entre 10^6 y 10^7 ufc/g para el de caducidad y el resto deberá estar por debajo del límite inferior; además, ninguna de las muestras podrá superar las 10^6

ufc/g en el primer caso y 10^7 ufc/g en el segundo caso (Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria, 2001). En Chile, el Reglamento Sanitario de los Alimentos, establece para las frutas y otros vegetales comestibles pre-elaborados, listos para el consumo, un valor de mesófilos aerobios de 5×10^4 ufc/g, valor para el cual o por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud, pero si de cinco unidades de muestras solamente una se encuentra entre 5×10^4 a 5×10^5 ufc/g, el alimento todavía se considera aceptable (Ministerio de Salud, 2008). La legislación francesa, establece que para que un vegetal mínimamente procesado sea apto para consumo, el límite aceptado para microorganismos psicrótrofos, levaduras y hongos es 10^7 , 10^5 y 10^3 ufc/g, respectivamente (Centre National d'Etudes et Recherches en Nutrition Appliquée-Centre National de Recherche Scientifique (CNERNA-CNRS), 1996). Los resultados obtenidos en este estudio, demuestran que el tratamiento de remojo con sorbato de potasio, ácido cítrico y ácido ascórbico es adecuado para generar bulbos de jaca mínimamente procesados, cumpliendo cabalmente con los límites máximos permitidos por diversas legislaciones para el recuento de microorganismos mesófilos aerobios, durante el periodo generalmente aceptable de almacenamiento para este tipo de alimentos.

Conclusiones

Se demostró un efecto benéfico del uso combinado en solución acuosa del ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio para el control microbiano de bulbos de jaca mínimamente procesados durante su almacenamiento. Por lo tanto, el tratamiento de remojo en una solución con estos tres aditivos se recomienda para generar productos que durante al menos 12 días cumplen con la generalidad de normatividad aplicable a frutas mínimamente procesadas, en términos del límite máximo de recuento de microorganismos mesófilos aerobios. Los aditivos empleados en los distintos tratamientos de remojo no influyeron significativamente ($P < 0,05$) en beneficio del atributo de color en un periodo de almacenamiento de 12 días a 6 °C.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer el financiamiento que otorgó el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Nayarit para el desarrollo del proyecto "Optimización del proceso de conservación de frutas regionales tropicales por la tecnología de métodos combinados, auto estabilizados en el envase Nayarit 2003-C01-9468", de donde se deriva este trabajo. De igual forma se agradece el apoyo financiero otorgado por el Patronato Administrador del Impuesto Especial del 10% para la Universidad Autónoma de Nayarit.

Referencias

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (2000). *Official methods of analysis* (17a ed.). Washington, DC: Author.
- Baduı́-Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos* (4a ed.). México, DF: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
- Burkill, H.M. (1994). *The useful plants of west tropical Africa* (2a ed.). Richmond, England: Kew Publishing.
- Centre National d'Etudes et Recherches en Nutrition Appliquée-Centre National de Recherche Scientifique (CNERNA-CNRS) (1996). Produits de la IVe gamme. In En J.L. Jouve (Ed.), *La qualité microbiologique des aliments* (pp. 73–98). Paris: Polytechnica.
- Che Man, Y.B., & Taufik, Y.C.M. (1995). Development and stability of jack fruit leather. *Tropical Science*, 35, 245–250.
- Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria (2001). Normas de higiene para la elaboración, distribución y comercio de comidas preparadas (Real Decreto 3484/2000). Madrid: BOE.
- Dubois, M., Guilles, K., Hamilton, J., Rebers, P., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28, 350–256.
- Jacob John, P., & Narasimham, P. (1993). Processing and evaluation of carbonated beverages from jackfruit waste (*Artocarpus heterophyllus*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 16, 373–378.
- Meléndez-Martínez, A.J., Vicario, I.S., & Heredia, F.J. (2003). Application of tristimulus colorimetry to estimate the carotenoids content in unfrozen orange juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7266–7270.
- Millán-Trujillo, F.R., López-Pla, S., Roa-Tavera, V., Tapia, M.S., & Cava, R. (2001). Estudio de la estabilidad microbiológica de melón (*Cucumis melo* L.) mínimamente procesado por impregnación a vacío. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51, 173–179.
- Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31, 426–428.
- Ministerio de Salud (2008). *Reglamento sanitario de los alimentos* (Dto. No. 977/66). República de Chile: Diario Oficial 13/05/97.
- Moreno, M.A., Castell-Pérez, M.L., Gomes, C., Da Silva, P.F., Kim, J., & Moreira, R. (2007). Optimizing electron beam irradiation of Tommy Atkins mangoes (*Mangifera indica* L.). *Journal of Food Process Engineering*, 30, 436–457.
- Oms-Oliu, G., Aguiló-Aguayo, I., & Martín-Belloso, O. (2006). Inhibition of browning on fresh-cut pears wedges by natural compounds. *Journal of Food Science*, 71, 216–224.
- Pilizota, V., & Sapers, G.M. (2004). Novel browning inhibitors for fresh-cut apples. *Journal of Food Science*, 69, 140–143.
- Punan, M.S., Rahman, A.S.A., Nor, L.M., Muda, P., Sapii, A., Yon, R.M., & Som, F.M. (2000). Establishment of a quality assurance system for minimally processed jackfruit. In G.I. Johnson, L. van To, N. Duy Duc, N., & M.C. Webb (Eds.), *Quality assurance in agricultural produce. ACIAR proceeding 100* (pp. 115–122). Australia: ACIAR.
- Quevedo-Preciado, K.L., Villegas-Ochoa, M.A., González-Ríos, H., & Rodríguez-Félix, A. (2005). Calidad de nopal verdura mínimamente procesado. Efecto de temperatura e inhibidores de oscurecimiento. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 20, 261–270.
- Rahman, A.K.M.M., Huq, E., Mian, A.J., & Chesson, A. (1995). Microscopic and chemical changes occurring during the ripening of two forms of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). *Food Chemistry*, 52, 405–410.
- Rahman, M.A., Vahar, N., Mian, A.J., & Mosihuzzaman, M. (1999). Variation of carbohydrates composition of two forms of fruit from jack fruit tree (*Artocarpus heterophyllus* L.) with maturity and climatic conditions. *Food Chemistry*, 65, 91–97.
- Robles-Sánchez, M., Gorinstein, S., Martín-Belloso, O., Aztiarazán-García, H., González-Aguilar, G., & Cruz-Valenzuela, R. (2007). Frutos tropicales mínimamente procesados: Potencial antioxidante y su impacto en la salud. *Interciencia*, 32, 227–232.
- Rocha, A.M.C.N., Brochado, C.M., Kirby, R., & Morales, A.M.M.B. (1995). Shelf life of chilled cut orange determined by sensory quality. *Food Control*, 6, 317–322.
- Rojas-Graü, M.A., Sobrino-López, A., Tapia, M.S., & Martín-Belloso, O. (2006). Browning inhibition in fresh-cut Fuji apple slices natural antibrowning agents. *Journal of Food Science*, 71, 59–65.
- Salinas-Hernández, R.M., González-Aguilar, G.A., Pirovani, M.E., & Ulan-Montejo, F. (2007). Modelación del deterioro de productos vegetales frescos cortados. *Universidad y Ciencia*, 23, 183–196.
- Saxena, A., Singh Bawa, A., & Raju, P.S. (2008). Use of modified atmosphere packaging to extend shelf-life of minimally processed jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) bulbs. *Journal of Food Engineering*, 87, 455–466.
- Secretaría de Salud (1994a). *Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994 Bienes y Servicios. Métodos para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. México, DF: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Salud (1994b). *Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico*. México, DF: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Salud (1994c). *Norma Oficial Mexicana. NOM-111-SSA1-1994 Bienes y Servicios. Métodos para la cuenta en mohos y levaduras en alimentos*. México, DF: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Salud (1994d). *Norma Oficial Mexicana. NOM-093-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. Especificaciones sanitarias*. México, DF: Diario Oficial de la Federación.
- Selvaraj, Y., & Pal, D.K. (1989). Biochemical changes during the ripening of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 26, 304–307.
- Soliva-Fortuny, R.C., Grigelmo-Miguel, N., Odriozola-Serrano, I., Gorinstein, S., & Martín-Belloso, O. (2001). Browning evaluation of ready-to eat apples as affected by modified atmosphere packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 3685–3690.
- Ulloa, J.A., Rosas-Ulloa, P., Flores, J.R., Ulloa-Rangel, B.E., & Escalona, H. (2007). Comportamiento del color en bulbos del fruto de la jaca (*Artocarpus heterophyllus*) auto-estabilizados en frascos de vidrio por la tecnología de obstáculos. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5, 372–378.