

COMPORTAMIENTO DEL COLOR EN BULBOS DEL FRUTO DE LA JACA (*Artocarpus heterophyllus*) AUTO ESTABILIZADOS EN FRASCOS DE VIDRIO POR LA TECNOLOGÍA DE OBSTÁCULOS COLOR BEHAVIOR IN JACK FRUIT (*Artocarpus heterophyllus*) BULBS SELF STABILIZED IN GLASS JARS BY HURDLE TECHNOLOGY

J. A. Ulloa , P. Rosas-Ulloa , J. R. Flores , B. E. Ulloa-Rangel & H. Escalona

To cite this article: J. A. Ulloa , P. Rosas-Ulloa , J. R. Flores , B. E. Ulloa-Rangel & H. Escalona (2007) COMPORTAMIENTO DEL COLOR EN BULBOS DEL FRUTO DE LA JACA (*Artocarpus heterophyllus*) AUTO ESTABILIZADOS EN FRASCOS DE VIDRIO POR LA TECNOLOGÍA DE OBSTÁCULOS COLOR BEHAVIOR IN JACK FRUIT (*Artocarpus heterophyllus*) BULBS SELF STABILIZED IN GLASS JARS BY HURDLE TECHNOLOGY, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5:5, 372-378, DOI: [10.1080/11358120709487715](https://doi.org/10.1080/11358120709487715)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/11358120709487715>



Copyright Taylor and Francis Group, LLC



Published online: 02 Oct 2009.



[Submit your article to this journal](#)



Article views: 186



[View related articles](#)



Citing articles: 1 [View citing articles](#)

COMPORTAMIENTO DEL COLOR EN BULBOS DEL FRUTO DE LA JACA (*Artocarpus heterophyllus*) AUTO ESTABILIZADOS EN FRASCOS DE VIDRIO POR LA TECNOLOGÍA DE OBSTÁCULOS

COLOR BEHAVIOR IN JACK FRUIT (*Artocarpus heterophyllus*) BULBS SELF STABILIZED IN GLASS JARS BY HURDLE TECHNOLOGY

Ulloa, J. A.^{1*}; Rosas-Ulloa P.¹; Flores, J. R.¹; Ulloa-Rangel, B.E.¹; Escalona, H.²

¹Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma de Nayarit. Edificio de Tecnología de Alimentos, Ciudad de la Cultura Amado Nervo, Tepic, Nayarit, 63160, México. ²CIATEJ, A.C. Avenida Normalistas No. 800, Colinas de la Normal, Guadalajara, Jalisco, 44270 México.

Recibido/Received 17-4-2007; aceptado/accepted 5-6-2007

*Autor para la correspondencia/Corresponding author. E-mail: arulloa@nayar.uan.mx

Abstract

The effect of sodium bisulphite, ascorbic acid, and salt as ingredients of syrups on the color of jack fruit bulbs self-stabilized in glass jars by hurdle technology, during 120 days of storage, was studied. The formulations of 8 assayed syrups were obtained following a 2³ factorial design. According to the results, the sodium bisulphite yielded a minimal variation of hue angle (*h*), but it caused a substantial decrease in the blue-yellow chromatism (*a**), whereas the salt influenced a small increase of chroma (*C*), in congruity with the increase of the green-red chromatism (*b**) by effect of ascorbic acid. Both, the ascorbic acid and salt, had a stabilizing effect on the lightness (*L**). Therefore, the sodium bisulphite, ascorbic acid and salt in small quantities generated benefits in the color stability during storage.

Resumen

Se estudió el efecto del bisulfito de sodio, ácido ascórbico y sal, empleados como ingredientes de jarabes, sobre el color de los bulbos del fruto de la jaca auto estabilizados en frascos de vidrio por la tecnología de obstáculos, durante 120 días de almacenamiento. La formulación de los 8 jarabes evaluados se realizó mediante un diseño factorial 2³. De acuerdo a los resultados obtenidos, el bisulfito de sodio generó una variación pequeña del ángulo de matiz (*h*), pero una considerable variación en el cromatismo azul-amarillo (*a**), mientras que la sal influyó en un aumento pequeño de la croma (*C*), en congruencia con el aumento del cromatismo verde-rojo (*b**) por efecto del ácido ascórbico. Tanto el ácido ascórbico como la sal ejercieron un efecto estabilizador en la luminosidad (*L**). En consecuencia, cantidades pequeñas de bisulfito de sodio, ácido ascórbico y sal generaron beneficios en la estabilidad del color durante el almacenamiento.

Keywords: Color, jack fruit, hurdle technology, self-stabilization

Palabras clave: Color, jaca, tecnología de obstáculos, auto estabilización

INTRODUCCIÓN

La jaca (*Artocarpus heterophyllus*) es un árbol tropical de hoja perenne nativo de la India que pertenece a la familia de las *Moraceae*. La jaca se cultiva ampliamente en el sur de Asia, Indonesia, Brasil, Malasia y otras regiones tropicales (Che Man y Taufik, 1995; Rahman *et al.*, 1995; Rahman *et al.*, 1999).

El fruto de la jaca generalmente alcanza de 10-25 kg de peso y está formado por 3 partes principales: (a) los bulbos, (b) las semillas (envueltas en los bulbos) y (c) la piel, corteza, corazón y partes florales no fertilizadas. 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 y Narasimham, 1993). Los bulbos de la jaca son ricos en azúcares y proporcionan aproximadamente 2 MJ de energía por kg de peso húmedo, además de que contienen altos niveles de proteína, lípidos, almidón, calcio, carotenos y tiamina (Selvaraj y Pal, 1989; Burkill, 1997).

Normalmente el fruto de jaca se consume en forma fresca pero también se procesa para obtener bulbos enlatados, fruta deshidratada, bebidas y piel o «cuero de fruta», producto obtenido a través de la deshidratación de una capa de puré de la fruta para formar una película delgada (Berry y Kalra, 1988; Che Man y Taufik, 1995; Che Man y Sanny, 1997; Jacob John *et al.*, 1993; Bala *et al.*, 2005).

Los bulbos del fruto de la jaca en el estado de madurez comestible presentan una coloración atractiva que varía desde un amarillo claro hasta un anaranjado intenso, dependiendo de la variedad de la fruta (Punan *et al.*, 2000). Dicha coloración se debe principalmente a la presencia de carotenoides (Burkill, 1997), por lo que su estabilidad resulta indispensable para mantener una apariencia y calidad deseables en los productos procesados durante su almacenamiento.

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 mayoría de la producción del fruto de la jaca del estado de Nayarit se exporta a los Estados Unidos de América. Una gran parte de la misma no cumple con los estándares de calidad, los cuales están principalmente relacionados con el tamaño y forma de la fruta. Por lo tanto deben tomarse las medidas apropiadas para su comercialización en fresco, tanto a nivel regional o nacional o bien para su transformación en productos industrializados.

Dado lo reciente del cultivo de la jaca en México, aún no se han implementado los procesos de transformación adecuados, por lo que resulta necesario y conveniente la aplicación de métodos de procesamiento económicos y simples que coadyuven al aprovechamiento de dicho recurso.

Por otra parte, la tecnología de obstáculos ha demostrado ser una herramienta económica y muy efectiva en la producción de frutas procesadas, siempre y cuando se seleccionen las condiciones adecuadas de proceso que aseguren tanto la calidad microbiológica como la de apariencia del producto, durante un periodo razonablemente aceptable de almacenamiento (Alzamora *et al.*, 1995; Leistner, 1995; Tapia de Daza *et al.*, 1996).

El color contribuye de manera esencial a la apariencia atractiva de las frutas. La mayoría de los cambios relacionados con la alteración del color en las frutas procesadas se asocian a reacciones de oscurecimiento tanto enzimático como no enzimático, así como a la destrucción de sus pigmentos (Cornwell y Wrolstad, 1981; Jayaraman *et al.*, 1999; Soliva-Fortuny *et al.*, 2002). Esas reacciones, además de dañar el color, también modifican el olor, sabor y disminuyen el valor nutritivo de los alimentos (Toribio y Lozano, 1986).

Por lo tanto la determinación del color por métodos objetivos resulta importante para la descripción de cambios de color y como una herramienta útil en el control de calidad de los productos alimenticios (Garza *et al.*, 1999; Maskan, 2001).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento del color en bulbos del fruto de la jaca auto estabilizada en frascos de vidrio, por la tecnología de obstáculos, durante su almacenamiento por efecto de la composición del jarabe.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de la materia prima

Se utilizaron frutos maduros de jaca adquiridos en el 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). Los bulbos o perinatos de los frutos, se obtuvieron manualmente con la ayuda de un cuchillo, para enseguida separarles las semillas. A los bulbos del fruto de la jaca se les determinó el valor °Brix con un Refractómetro de Abbe Atago modelo DR-A1 (Bellavue, WA, U.S.A.), cuyo promedio de 7 determinaciones fue de 19,2 (±0.1). Los bulbos de los frutos se escaldaron en agua caliente a 80 °C por 8 min con una relación fruta:agua de 1:3 antes de evaluar el color.

Formulación y preparación de los jarabes para el envasado

La formulación de los jarabes o líquidos de cobertura se obtuvieron mediante un diseño factorial 2³ (Montgomery, 2002), considerando al bisulfito de sodio, ácido ascórbico y sal (cloruro de sodio) como factores. Para el caso del bisulfito de sodio y el ácido ascórbico, el nivel alto se estableció tomando en cuenta las dosis generalmente empleadas en el procesamiento de frutas por la tecnología de obstáculos (Alzamora *et al.*, 1995). Para garantizar la conservación y buena calidad sensorial de los productos envasados, se incluyeron en la formulación de los jarabes tanto sorbato de potasio (0,5 g/kg), como ácido cítrico (1,0 g/kg) y sacarosa (250 g/kg). Todos los ingredientes utilizados en la preparación de los jarabes fueron grado alimenticio (Almacén de Drogas La Paz, S.A. de C.V., Guadalajara, Jalisco, México). Los ingredientes de cada formulación se disolvieron en el volumen correspondiente de agua a 80 °C. En la Tabla 1 se muestra la composición de cada jarabe para el envasado de los bulbos del fruto de la jaca.

Envasado de los bulbos del fruto de la jaca

Los bulbos escaldados del fruto de la jaca se envasaron en frascos de vidrio de 250 mL de capacidad. En cada frasco se depositaron 150 g de los bulbos de la fruta y el jarabe necesario a 80 °C para cubrirlos completamente. Después de la adición del jarabe, los frascos se cerraron y almacenaron a temperatura ambiente (25 °C) para el posterior análisis de color.

Análisis del color

El análisis de color se realizó sobre el punto central de la superficie de los bulbos del fruto de jaca, en cada uno de los productos envasados correspondiente a cada formulación de jarabe. La lectura del color se realizó cada 30 días durante un periodo de 120 días. El color se midió con un colorímetro Minolta modelo CR-300 (Minolta, Ltd. Co., Ltd., 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

Tabla 1. Composición de los jarabes (g/kg) para envasar los bulbos del fruto de la jaca.**Table 1.** Syrup composition (g/kg) used in the packaging of jack fruit bulbs.

Jarabe	Sacarosa	Sorbato de potasio	Ácido cítrico	Bisulfito de sodio	Ácido Ascórbico	Sal
111	250	0,5	1,0	0	0	0
112	250	0,5	1,0	0	0	1,5
121	250	0,5	1,0	0	0,5	0
122	250	0,5	1,0	0	0,5	1,5
211	250	0,5	1,0	0,25	0	0
212	250	0,5	1,0	0,25	0	1,5
221	250	0,5	1,0	0,25	0,5	0
222	250	0,5	1,0	0,25	0,5	1,5

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 de la escala gris, entre el negro y el blanco, incluyendo valores en el rango de 0-100. (Meléndez-Martínez *et al.*, 2003). Adicionalmente, a partir de los valores de a^* y b^* se calcularon los valores de ángulo de matiz o tonalidad (h) y croma (C), de acuerdo a las siguientes ecuaciones descritas por Ahmed *et al.*, (2005):

$$h = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (1)$$

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (2)$$

El parámetro C es el atributo que permite la determinación del grado de diferencia en comparación a un color gris con la misma luminosidad para cada ángulo de matiz o tonalidad, por lo que representa el atributo cuantitativo de la pureza o saturación del color. El parámetro h es el atributo de acuerdo al cual los colores se han definido tradicionalmente como rojizos, verdosos, etc. Este es el atributo que permite a un color distinguirse con referencia a un color gris con la misma luminosidad, y está relacionado a la absorbancia a diferentes longitudes de onda y se considera el atributo cualitativo del color (Meléndez-Martínez *et al.*, 2003).

Análisis estadístico

Todos los datos de color se obtuvieron del promedio de siete mediciones realizadas a igual número de bulbos del fruto de la jaca. Para determinar el efecto de los factores principales, los datos se trataron mediante análisis de varianza ($P < 0,05$). La comparación múltiple de medias, por efecto de las formulaciones de los jarabes, se realizó mediante la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) a un nivel de confianza del 95 %. El análisis

estadístico se efectuó con el paquete estadístico Statgraphics Versión 4.0 Plus (Manugistics, Inc., Rockville, Md., USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores iniciales de L^* , a^* y b^* para los bulbos del fruto de la jaca en este estudio fueron $59,29 \pm 3,17$, $2,67 \pm 1,48$ y $54,00 \pm 3,67$, respectivamente. El parámetro de color h en los bulbos del fruto de la jaca, durante el periodo de almacenamiento de 120 días, se muestra en la Tabla 2. Las formulaciones de los jarabes que no incluyeron al bisulfito de sodio (111, 112, 121 y 122) generaron una disminución pequeña del valor de h ($2,75^\circ$), con lo cual los bulbos del fruto de la jaca se alejaron significativamente ($P < 0,05$) del eje del color amarillo, desde un valor promedio de $87,38^\circ$ hasta el valor de $84,63^\circ$. Por el contrario, las formulaciones de los jarabes que contenían al bisulfito de sodio provocaron un aumento de h de solo $2,09^\circ$ en los bulbos del fruto de la jaca, desde un valor promedio de $86,99^\circ$ hasta un valor promedio final de $89,08^\circ$ durante los 120 días de almacenamiento. De acuerdo a la magnitud de los cambios de h anteriormente descritos, los bulbos del fruto de la jaca obtenidos a partir de las diferentes formulaciones de jarabes quedaron ubicados dentro del mismo cuadrante del color amarillo. Sin embargo, los bulbos en jarabes con bisulfito de sodio experimentaron una variación menor para acercarse más al eje del color amarillo, en comparación con aquellos cuyos jarabes no contenían bisulfito.

En la Tabla 3 se muestra el comportamiento de los valores de C de los bulbos del fruto de la jaca durante el almacenamiento. Aunque los resultados obtenidos para este parámetro no permiten establecer una tendencia clara del efecto de la composición del jarabe sobre los valores de C , la sal fue el ingrediente que determinó la mayor variación en los bulbos del fruto de la jaca, considerando los valores iniciales y finales en el periodo de almacenamiento. Los jarabes 112, 122, 212 y 222 observaron una diferencia en los valores de C de 2,61, 1,11, -4,00 y

Tabla 2. Valores de ángulo de matiz (h) de los bulbos del fruto de la jaca procesados por la tecnología de obstáculos durante el almacenamiento. Las medias en la misma columna seguidas por las mismas letras no son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Table 2. Hue angle (h) values of the jack fruit bulbs processed by hurdle technology during storage. Means in the same column followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$).

Jarabe	Días de almacenamiento				
	0	30	60	90	120
111	87,41 ^{ab}	84,41 ^a	81,97 ^a	82,68 ^{ab}	84,08 ^a
112	87,03 ^{ab}	83,48 ^a	84,42 ^{bc}	83,84 ^{ab}	86,86 ^b
121	87,45 ^{ab}	86,27 ^b	83,22 ^{ab}	81,92 ^a	83,73 ^a
122	87,63 ^{ab}	84,36 ^a	85,62 ^{cd}	88,14 ^b	83,83 ^a
211	88,56 ^b	88,99 ^c	89,19 ^e	90,51 ^c	90,12 ^d
212	86,43 ^a	88,01 ^c	87,83 ^e	89,44 ^c	89,36 ^{cd}
221	86,33 ^a	89,06 ^c	88,38 ^e	89,92 ^c	88,57 ^{cd}
222	86,64 ^a	87,55 ^{bc}	87,16 ^{de}	89,36 ^c	88,28 ^{bc}

Tabla 3. Valores de croma (C) de los bulbos del fruto de la jaca procesados por la tecnología de obstáculos durante el almacenamiento. Las medias en la misma columna seguidas por las mismas letras no son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Table 3. Chroma (C) values of the jack fruit bulbs processed by hurdle technology during storage. Means in the same column followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$).

Jarabe	Días de almacenamiento				
	0	30	60	90	120
111	55,23 ^{bc}	55,26 ^{abc}	54,61 ^{ab}	54,25 ^b	55,32 ^{bc}
112	53,68 ^{abc}	55,14 ^{abc}	52,25 ^a	54,32 ^b	56,29 ^c
121	54,10 ^{abc}	58,07 ^c	53,42 ^{ab}	48,04 ^a	53,61 ^{abc}
122	54,37 ^{abc}	56,80 ^{bc}	56,72 ^a	54,49 ^b	55,48 ^{bc}
211	51,96 ^{ab}	56,28 ^{abc}	54,64 ^{ab}	55,99 ^b	51,64 ^a
212	56,83 ^c	54,79 ^{ab}	54,27 ^{ab}	56,73 ^b	52,83 ^{ab}
221	55,16 ^{bc}	53,65 ^a	56,12 ^b	53,90 ^b	54,74 ^{abc}
222	51,32 ^a	56,99 ^{bc}	57,05 ^b	56,74 ^b	56,42 ^c

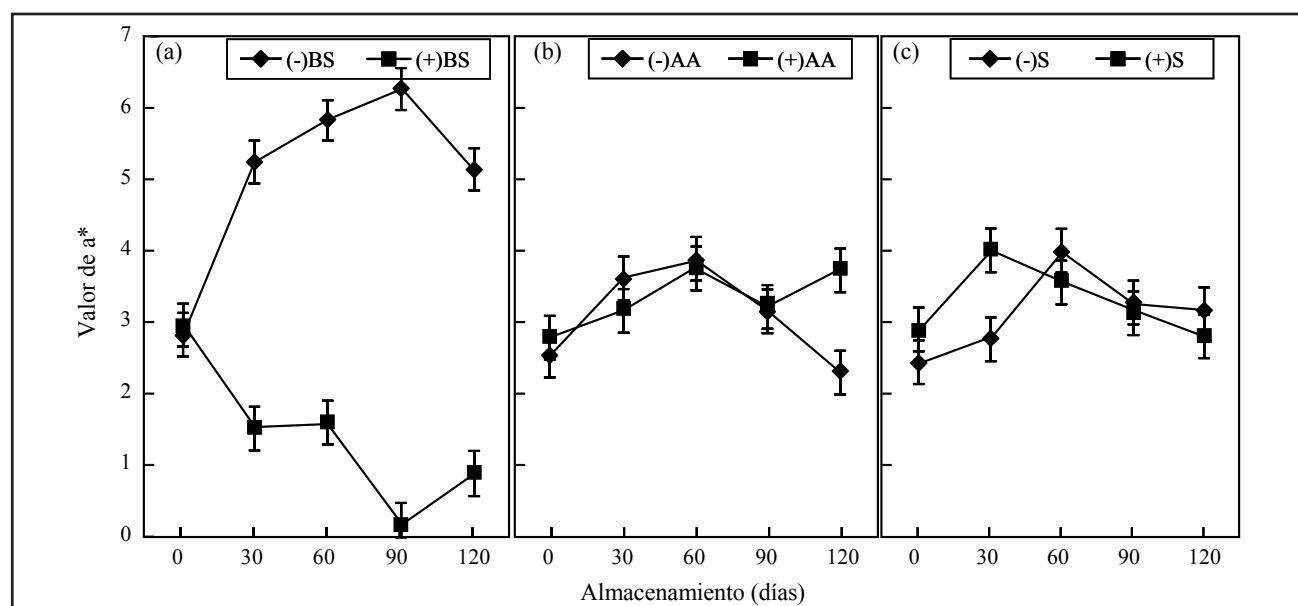


Figura 1. Comportamiento de a^* en los bulbos del fruto de la jaca procesados por la tecnología de obstáculos durante el almacenamiento por efecto del bisulfito de sodio (BS), ácido ascórbico (AA) y sal (S); (-) significa sin y (+) significa con.

Figure 1. Behavior of a^* in the jack fruit bulbs processed by hurdle technology during storage for effect of sodium bisulphite (BS), ascorbic acid (AA) and salt (S); (-) means without and (+) with.

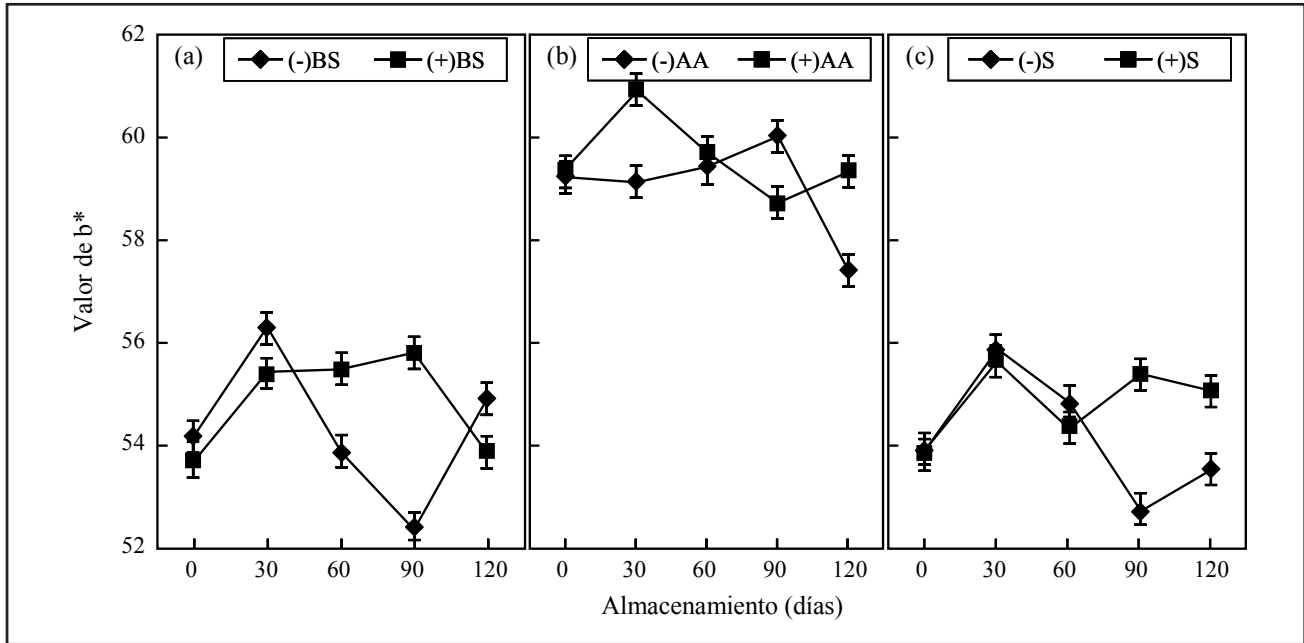


Figura 2. Comportamiento de b^* en los bulbos del fruto de la jaca procesados por la tecnología de obstáculos durante el almacenamiento por efecto del bisulfito de sodio (BS), ácido ascórbico (AA) y sal (S); (-) significa sin y (+) significa con.

Figure 2. Behavior of b^* in the jack fruit bulbs processed by hurdle technology during storage for effect of sodium bisulphite (BS), ascorbic acid (AA) and salt (S); (-) means without and (+) with.

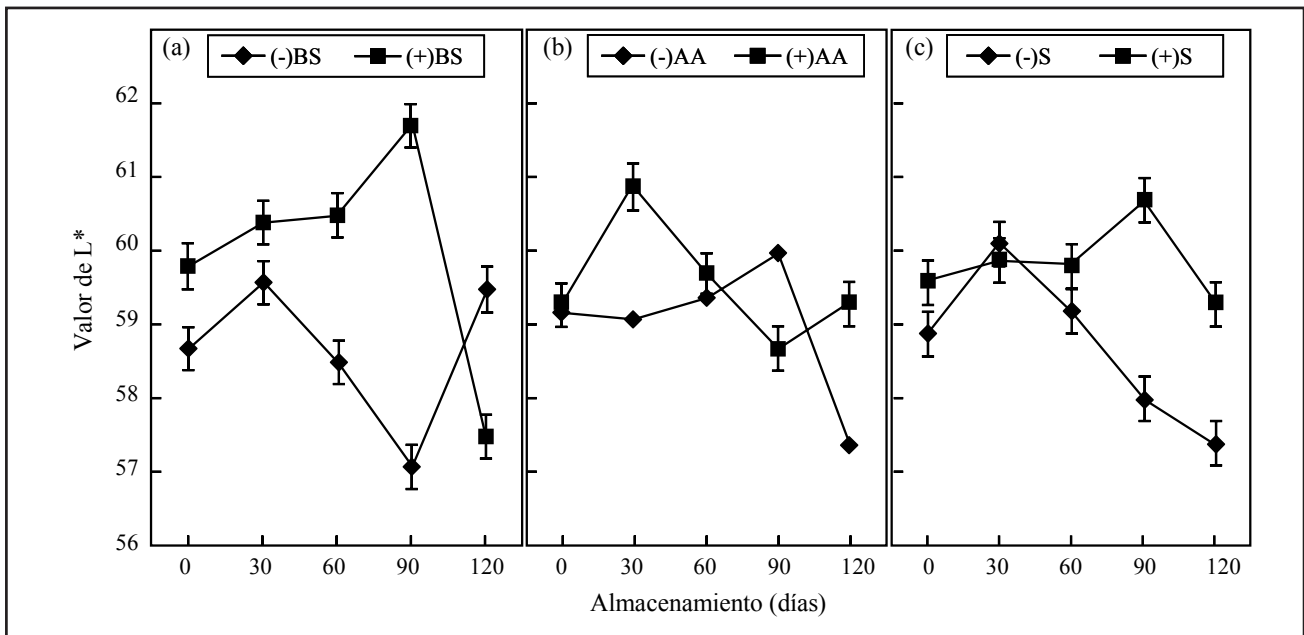


Figura 3. Comportamiento de L^* en los bulbos del fruto de la jaca procesados por la tecnología de obstáculos durante su almacenamiento por efecto del bisulfito de sodio (BS), ácido ascórbico (AA) y sal (S); (-) significa sin y (+) significa con.

Figure 3. Behavior of L^* in the jack fruit bulbs processed by hurdle technology during storage for effect of sodium bisulphite (BS), ascorbic acid (AA) and salt (S); (-) means without and (+) with.

5,10, respectivamente, en contraste a los valores de 0,09, -0,49, -0,32 y -0,42, para los jarabes 111, 121, 211 y 221, respectivamente, es decir, la sal contribuyó a lograr una

mayor saturación del color amarillo en los bulbos del fruto de la jaca, excepto para el tratamiento 212.

El efecto del bisulfito de sodio, ácido ascórbico y sal, en los valores de a^* , b^* y L^* de los bulbos del fruto

de la jaca procesados por la tecnología de obstáculos, durante 120 días de almacenamiento, se muestran en las Figuras 1, 2 y 3.

El bisulfito de sodio de los jarabes empleados para el procesamiento de los bulbos del fruto de la jaca mostró un efecto significativo ($P < 0,05$) en a^* , el cual se caracterizó por producir un color amarillo más claro, durante todo el periodo de almacenamiento, en contraste con lo observado en los bulbos del fruto de la jaca procesados con jarabes sin bisulfito (Figura 1a). Al final del periodo de almacenamiento, el ácido ascórbico favoreció también un valor significativamente ($P < 0,05$) más alto de a^* (Figura 1b), a diferencia de la sal que solo incidió en aumentar significativamente ($P < 0,05$) este mismo parámetro en el periodo de almacenamiento de 30 días (Figura 1c).

En la Figura 2 se muestra el efecto del bisulfito de sodio, ácido ascórbico y sal de los jarabes en los valores de b^* en los bulbos del fruto de la jaca procesados por la tecnología de obstáculos durante el almacenamiento. En términos generales, la presencia del ácido ascórbico en la formulaciones de los jarabes produjo valores de b^* más altos. Mientras que los valores de b^* oscilaron entre 53,80-55,70 y 53,90-55,20 para las formulaciones con bisulfito de sodio y sal, respectivamente (Figuras 2a y 2c), en las formulaciones con ácido ascórbico el rango de los valores de b^* osciló entre 59,20 y 59,30 (Figura 2b), durante el almacenamiento.

El efecto del bisulfito de sodio, ácido ascórbico y sal de los jarabes sobre L^* en los bulbos del fruto de la jaca procesados por la tecnología de obstáculos durante el almacenamiento se muestra en la Figura 3. Este parámetro, cuya disminución se ha asociado fundamentalmente con el oscurecimiento, define en mucho la percepción que los consumidores tienen sobre la calidad de las frutas procesadas, principalmente de aquellas que se encuentran en envases transparentes, donde se valora esta característica antes de su adquisición. De acuerdo a la Figura 3a, el bisulfito de sodio ejerció un efecto estabilizador en L^* durante los primeros 60 días de almacenamiento en los bulbos del fruto de la jaca, para luego experimentar un aumento significativo ($P < 0,05$) a los 90 días de almacenamiento y finalmente sufrir una disminución súbita significativa ($P < 0,05$). El efecto estabilizador tanto del ácido ascórbico como de la sal contenidos en los jarabes, sobre L^* de los bulbos del fruto de la jaca queda de manifiesto, ya que los valores iniciales y finales de este parámetro del color no son significativamente distintos ($P < 0,05$) en el periodo completo de almacenamiento (Figuras 3b y 3c).

La degradación de los carotenoides es el principal problema que afecta la calidad durante el almacenamiento de los productos de frutas de color amarillo procesadas por la tecnología de obstáculos. La acción benéfica de los sulfitos como antioxidantes en la estabilización de carotenoides se debe a la remoción del oxígeno en el

sistema (Sapers, 1993). Jarayaman *et al.*, (1999) reportaron una baja oxidación de carotenoides en productos de alta humedad desarrollados a partir de mango y papaya estabilizados por la tecnología de obstáculos. En general, los sulfitos aún son aditivos importantes que se usan frecuentemente en el pretratamiento de vegetales deshidratados, sobre todo para la protección del color (Latapi y Barrett, 2006; Kinsgly *et al.*, 2007). De igual manera, el ácido ascórbico tiene aplicaciones como antioxidante y es ampliamente utilizado para la protección del color de las frutas procesadas (Sawamura *et al.*, 2000; Guerrero-Beltrán *et al.*, 2006). En congruencia con los reportes anteriormente señalados, en este estudio se demostró tanto la efectividad del bisulfito de sodio como la del ácido ascórbico, en la conservación del color de los bulbos del fruto de jaca auto estabilizados en el envase por la tecnología de obstáculos durante el almacenamiento.

CONCLUSIONES

Mediante el presente estudio se determinó que tanto el bisulfito de sodio, como el ácido ascórbico y la sal contenidos en las formulaciones de los jarabes empleados para la auto estabilización de los bulbos del fruto de la jaca en frascos de vidrio por la tecnología de obstáculos, influyeron de manera positiva sobre los principales parámetros del color durante el periodo de almacenamiento de 120 días. El bisulfito de sodio generó un cambio pequeño del valor de h pero considerable en el valor de a^* , mientras que la sal influyó para aumentar el valor de C , con lo que se logró una mejor saturación o pureza del color amarillo, en congruencia con el aumento del valor de b^* por efecto del ácido ascórbico. Tanto el ácido ascórbico como la sal ejercieron un efecto estabilizador de L^* . En consecuencia, pequeñas cantidades de bisulfito de sodio, ácido ascórbico y sal en el jarabe para el envasado del fruto de la jaca, por la tecnología de obstáculos, generaron beneficios para la estabilidad del color del producto, lo cual se deduce de las pequeñas variaciones detectadas en los parámetros del color estudiados y que no reflejaron alteraciones visualmente perceptibles del color amarillo característico de la fruta, por lo que se recomienda su uso en estos productos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el patrocinio para la realización de este trabajo del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado Nayarit, bajo el convenio Nayarit-2003-C01-9468, así como también del Patronato Administrador del Impuesto Especial del 10 % para la Universidad Autónoma de Nayarit.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, J.; Ramaswamy, H. S.; Hiremath, N. 2005. The effect of high pressure treatment on rheological characteristics and colour of mango pulp. *International Journal of Food Science and Technology* **40**, 885-895.
- Alzamora, S. M.; Cerruti, P.; Guerrero, S.; López-Malo, A. 1995. Minimally processed fruit by combined methods, pp. 576-602. En: Barbosa-Canovas, G.; Welti, J. (eds.), Food Preservation by Moisture Control. Fundamentals and Applications. ISOPOW Practicum II. Technomic Publishing, Lancaster.
- Bala, B. K.; Ashraf, M. A.; Uddin, M. A.; Janjap, S. 2005. Experimental and neural network prediction of the performance of a solar tunnel drier for drying jackfruit bulbs and leather. *Journal of Food Process Engineering* **28**, 552-566.
- Berry, S. K.; Kalra, C. L. 1988. Chemistry and technology of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). A review. *Indian Food Packer* **42**, 62-76.
- Burkill, H. M. 1997. The Useful Plants of West Tropical Africa. Vol. 4, 2nd. edition. Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 160-161.
- Che Man, Y. B.; Taufik. 1995. Development and stability of jack fruit leather. *Tropical Science* **35**, 245-250.
- Che Man, Y. B.; Sanny, M. M. 1997. Acceptance of jackfruit leather in Malaysia. *Tropical Science* **37**, 88-91.
- Cornwell, C. J.; Wrolstad, R. E. 1981. Causes of browning in pear juice concentrate during storage. *Journal of Food Science* **46**, 515-518.
- Garza S.; Ibarz, A.; Pagan, J.; Giner, J. 1999. Non-enzymatic browning in peach puree during heating. *Food Research International* **32**, 335-343.
- Guerrero-Beltrán, J. A.; Barbosa-Canovas, G. V.; Moraga-Ballesteros, G.; Moraga-Ballesteros, M. J. 2006. Effect of pH and ascorbic acid on high hydrostatic pressure-processed mango puree. *Journal of Food Processing and Preservation* **30**, 582-596.
- Jacob John, P.; Balasubramanyam, N.; Narasimham, P. 1993. Effect of packaging, processing and storage conditions on the quality of raw jack fruit curry in flexible pouches. *Journal of Food Processing and Preservation* **17**, 109-118.
- Jacob John, P.; Narasimham, P. 1993. Processing and evaluation of carbonated beverage from jackfruit waste (*Artocarpus heterophyllus*). *Journal of Processing and Preservation* **16**, 373-378.
- Jayaraman, K. S.; Vibhakara, H. S.; Ramanuja, M. N. 1999. Browning and carotenoid oxidation in some high moisture fruit slices prepared by hurdle technique as compared with intermediate moisture fruits during storage. *Journal of Food Science and Technology* **36**, 555-557.
- Kingsly, R. S.; Goyal, R. K.; Manikantan, M. R.; Ilyas, S. M. 2007. Effect of pretreatments and drying air temperature behaviour of peach slice. *International Journal of Food Science and Technology* **42**, 65-69.
- Latapi, G.; Barrett, D. M. 2006. Influence of pre-drying treatments on quality and safety on sun-dried tomatoes. Part I. Use of steam blanching, boiling brine blanching, and dips in salt or sodium metabisulfite. *Journal of Food Science* **71**, S24-S31.
- Leistner, L. 1995. Application of hurdle technology in developing countries, pp. 95-98. En: Leistner, L.; Gorris, L.G.M. (eds.), Food Preservation by Combined Methods. Final Report Flair Concerted Action No. 7, Subgroup B. Commission of the European Communities, The Netherlands.
- Maskan, M. 2001. Kinetic of colour change of kiwi fruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering* **48**, 169-175.
- Meléndez-Martínez, A. J.; Vicario, I. S.; Heredia, F. J. 2003. Application of tristimulus colorimetry to estimate the carotenoids content in unfrozen orange juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51**, 7266-7270.
- Montgomery, D. C. 2002. Diseño y Análisis de Experimentos, 2da. edición. Editorial Limusa, S. A. de C. V. México, D.F., pp. 218-302.
- Punan, M.S.; Rahman, A. S. A.; Nor, L. M.; Muda, P.; Sapii, A. R.; Yon, R. M.; Som, F. M. 2000. Establishment of a quality assurance system for minimally processed jackfruit, pp. 115-122. En: Johnson, G. I.; Van To, L.; Duy Duc, N.; Webb, M. C. (eds.), Quality Assurance in Agricultural Produce. ACIAR Proceedings 100, Australia.
- 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 carbohydrate composition of two forms of fruit from jack tree (*Artocarpus heterophyllus* L.) with maturity and climatic conditions. *Food Chemistry* **65**, 91-97.
- Sapers, G. M. 1993. Browning of foods: Control by sulfites, antioxidants and other means (Scientific status summary). *Food Technology* **47**, 75-83.
- Sawamura, M.; Nakagawa, T.; Katsuno, S.; Hamaguchi, H.; Ukeda, H. 2000. The effect of antioxidants on browning and on degradation products caused by dehydroascorbic acid. *Journal of Food Science* **65**, 20-23.
- 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.; Elez-Martínez, P.; Sebastián-Calderó, M.; Martín-Belloso, O. 2002. Kinetics of polyphenol oxidase activity inhibition and browning of avocado puree preserved by combined methods. *Journal of Food Engineering* **55**, 31-137.
- Tapia de Daza, M. S.; Alzamora, S. M.; Welti-Chanes, J. 1996. Combination of preservation factors applied to minimal processing of foods. *CRC Critical Review in Food Science and Nutrition* **36**, 629-659.
- Toribio J. L.; Lozano, J. E. 1986. Heat induced browning of clarified apple juice at high temperatures. *Journal of Food Science* **51**, 172-75, 79.