

## EFFECTO DE RECUBRIMIENTOS SOBRE LA POSTCOSECHA Y LA EVOLUCIÓN DEL COLOR DEL ZUMO DE LA FRUTA DEL NARANJO<sup>1</sup>

### EVALUATION OF THE EFFECT OF POSTHARVEST PROTECTORS IN ORANGE JUICE OVER THE TIME<sup>1</sup>

Willian Materano\*, Anne Valera\*\*, Judith Zambrano\*, Miguel Maffei\*\* y Claudia Torres\*\*\*

<sup>1</sup> Trabajo financiado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes. (Código NURR-C-338-03-01-C)

\*Profesores, \*\*Ingenieros investigadores y \*\*\*Lic. Biología asociada a la Investigación. ULA. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Grupo de Investigación de Fisiología de Poscosecha. Trujillo. Venezuela. E-mail: materano@ula.ve; zjudithe@ula.ve

#### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la cera Primafresh® y cubierta de policloruro de polivinilo (PVC) de 32 micras de espesor en frutas de naranja (Valencia), *Citrus sinensis* L. Osbeck, almacenados bajo refrigeración, sobre el contenido de carotenoides (CC) y los parámetros de color (L., Cromo y Hue) del zumo durante el período de comercialización. Un lote de frutos fue sumergido en Primafresh® a la concentración original 20% de sólidos y colocados en bandejas de anime. Otro lote colocado en bandejas de anime y recubierto con PVC. Posteriormente se almacenaron a 8 °C ( $\pm 0,5$  °C), 80-85% HR durante 21 días, realizándose evaluaciones a intervalos de 7 días. Frutos no tratados se utilizaron como control. Durante cada evaluación se determinó la pérdida de peso, CC totales y los parámetros de color. Los tratamientos con recubrimiento redujeron la pérdida de humedad, Primafresh® (1,22%) y cubierta de PVC (1,11%), dando lugar a menor pérdida de masa fresca de los frutos, en comparación con el grupo control (5,17%). Se encontró una razón de cambio de CC de 0,4426 mg l<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> para el control y para los frutos tratados con Primafresh® y PVC de 0,2605 mg l<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> y 0,1991 mg l<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, respectivamente. En cuanto al color se obtuvo una razón de 0,1085 unidades de Cromo por día en el tratamiento control, en Primafresh® (0,0564 unid día<sup>-1</sup>) y PVC (0,0480 unid día<sup>-1</sup>). El estudio demostró que el uso de ceras Primafresh® y cubiertas PVC influyó en el cambio de color y en el CC.

**Palabras Clave:** Naranja; *Citrus sinensis* L.; Primafresh®; PVC; ceras; carotenoides; calidad.

#### SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effect of the Primafresh® wax and cover with polyvinyl policloruro (PVC) of 32 microns of thickness in the content of total carotenoids and the parameters of color (L., Chroma and Hue) of the juice, during the period of commercialization, of 'Valencia' orange fruits, *Citrus sinensis* L. Osbeck, stored under refrigeration. A group of fruits was submerged in Primafresh® at the original concentration of 20% and placed in polypropylene trays. Another group was placed in polypropylene trays and covered with PVC. No treated fruits were used as a control. The fruits were stored at 8 °C ( $\pm 0,5$  C), 80-85% HR during 21 days, and the lost of weight, total carotenoids, and color were evaluated at intervals of 7 days. The treatments with covering reduced the lost of humidity (1.22 and 1.11% for Primafresh® and PVC respectively), and there was a lower lost of weight of the fruits, while in the control group there was lost of humidity of 5.17%. It was found a rate of change of carotenoid concentration of 0.4426 mg l<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> for the control, and of 0.2605 and 0.1991 mg l<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> for the tratments with Primafresh® and PVC respectively. Moreover, the rate of change of the color was 0.1085 units of Chroma by day<sup>-1</sup> in the control treatment, and 0.0564 and 0.0480 units day<sup>-1</sup> for the tratments with Primafresh® and PVC. The study shown that the use of Primafresh® wax and PVC covers influenced the changes of color and carotenoid content of the orange.

**Key Words:** Orange; *Citrus sinensis* L.; Primafresh®; PVC; waxes; carotenoids; quality.

RECIBIDO: diciembre 20, 2006

APROBADO: abril 22, 2007

## INTRODUCCIÓN

Los frutos de naranja, *Citrus sinensis*, producidos en Trujillo-Venezuela, por lo general, no cumplen con las exigencias de calidad del mercado tanto para la industria o mercado fresco; esto es debido en gran medida a deficiencias en el manejo general del cultivo, y de manera muy acentuada a las prácticas inapropiadas de cosecha y recolección, maltrato por empaque y transporte inadecuado. A nivel de mercado mayorista y minorista, el producto es manejado inapropiadamente; se almacena a temperatura ambiente, la cual se hace mayor debido al aumento de la actividad fisiológica del fruto disminuyendo la vida útil del mismo, presentándose pérdidas postcosecha de hasta 20-40 por ciento (Tariq *et al.*, 2001).

Dado que la naranja es un fruto pericarpio es importante alargar su vida de almacenamiento, manteniendo su calidad, tanto de los frutos que se destinan a consumo fresco como aquellos dirigidos a uso industrial. Uno de los procedimientos utilizados para prolongar la vida de los frutos una vez cosechados es a través del almacenamiento refrigerado; sin embargo, temperaturas inferiores a 10 °C pueden ocasionar daños por frío en refrigeración convencional.

Las frutas cítricas presentan acentuada pérdida de las cualidades visuales durante el almacenamiento refrigerado debido a su transpiración excesiva, por lo tanto para reducir estos daños se sugiere el uso de técnicas de atmósfera modificadas tal como el uso de ceras, películas de polietileno de baja densidad y de PVC; del mismo modo embalajes plásticos posibilitan una forma de estas atmósferas que retardan la senescencia, mantienen la firmeza y turgencia de las frutas. El uso de recubrimientos epidermales como aceites, ceras y plásticos cambia la atmósfera interna de los frutos, disminuyendo el metabolismo, y frena la pérdida de agua en poscosecha (Ceretta *et al.*, 1999; Couey, 1982; Ben-Yehoshua, 1985; Baldwin, 2001).

Las ceras protectoras al aplicarse en la superficie de los frutos bloquean los estomas y reducen la permeabilidad de la cutícula al oxígeno, lo cual disminuye la tasa de respiración y en consecuencia, aminora la velocidad normal de maduración. Las bajas concentraciones de oxígeno (O<sub>2</sub>) y altas de dióxido de

carbono (CO<sub>2</sub>) reducen la tasa respiratoria y la producción de etileno originando retardo en los cambios de color, consistencia, aroma y sabor de los frutos (Kader, 1995), además están relacionadas con la permeabilidad de los envoltorios (Aular *et al.*, 2001).

El color es una de las cualidades más importantes del jugo de naranja y es principalmente debido a los pigmentos carotenoides. Los frutos cítricos en general son una fuente importante de estos pigmentos naturales (Gross, 1987). Varios estudios han demostrado la importancia del color como parámetro de la calidad en productos de los frutos cítricos en general. Así, en los Estados Unidos, por ejemplo, esta cualidad se utiliza para la clasificación comercial del jugo de naranja (Huggart *et al.*, 1977-1979; Tepper, 1993).

Según Gama y Sylos (2005), las naranjas Valencia son una de los principales cultivares de naranja dulce usadas en la producción de jugo debido a su color intenso en comparación con otros materiales. En consecuencia, la determinación de los carotenoides contenidos (CC) en el zumo de esta fruta tiene gran interés por la decisiva contribución de estas sustancias al color del zumo, así como por su actividad biológica, destacando en este sentido su naturaleza de provitamina A.

En la preferencia del consumidor se encontró una alta correlación ( $r = 0,903$ ) entre el CCT y la intensidad del color del zumo (Casas *et al.*, 1976). Del mismo modo, Cortes *et al.* (2006) encontraron una estrecha relación lineal entre estos parámetros.

El CC varía considerablemente con la madurez de los productos vegetales y con la pérdida de clorofila. De todos los carotenoides identificados en la naturaleza, aproximadamente 115 se encuentran en los cítricos. Cabe indicar que los carotenoides, además de servir como precursores de vitamina A en el organismo humano, también cumplen una función biológica protectora contra la formación y la acción de los radicales libres.

Algunos cultivares de naranja tienen un sabor y aroma excelente, pero presentan el problema de la producción de un jugo de color pálido, otro problema es el cambio de pigmentación con las estaciones.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los recubrimientos (cera Primafresh® y cubierta de PVC) sobre la postcosecha y la evolución del color del zumo de la fruta del naranjo Valencia refrigerados, evaluando los parámetros de calidad pérdida de peso, CC, luminosidad, Croma y Hue.

## MATERIALES Y MÉTODOS

De una siembra comercial ubicada en Santa Ana (900 m.s.n.m.), estado Trujillo se cosecharon frutos de naranja Valencia destinados a la comercialización con valores promedios de 11,9; 2,86 y 1,62 correspondientes a °Brix, pH y acidez titulable respectivamente; se seleccionaron 432 frutos de acuerdo a los siguientes criterios: a) tamaño homogéneo, b) ausencia de daños por plaga, enfermedades y/o mecánicos y c) color de la corteza verde-amarillo.

Los frutos se lavaron y desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 5% y se secaron al aire. Un lote de 144 frutos fue sumergido en Primafresh® a la concentración original 20% de sólidos y colocados por triplicado en bandejas de anime (12 frutos/replica). De igual forma, otro lote de 144 frutos fue colocado en bandejas de anime y recubierto con PVC. Posteriormente se almacenaron a 8 °C ( $\pm 0,5$  °C), 80-85% HR durante 21 d, realizándose evaluaciones de la pérdida de peso, CC y los parámetros de color (L, Croma y Hue) del jugo a los 0, 7, 14 y 21 d. Frutos no tratados se utilizaron como controles, almacenándose bajo las mismas condiciones.

La pérdida de masa fresca se obtuvo pesando los frutos de naranja durante cada evaluación en una balanza electrónica marca METTLER CJ 4000, y se calculó en base al porcentaje de peso perdido. Se aplicó la fórmula  $Pp = [(peso\ inicial - peso\ final) / (peso\ inicial)] \times 100$ .

El color fue medido usando un colorímetro Minolta Chroma Meter CR 300 utilizando los términos luminosidad (L), a y b de la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). Los valores a y b obtenidos en el colorímetro fueron usados para calcular  $Hue = \tan^{-1} b/a$ ,  $Croma = (a^2 + b^2)^{1/2}$  (Francis, 1969).

El CCT se midió en 10 ml de muestra de zumo bajo extracción con una mezcla de acetona:hexano (6:4

v/v) y posterior saponificación con KOH. Se realizaron repetidos lavados con agua destilada y la fase CC se secó con sulfato de sodio anhidro. Finalmente se midió la absorbancia de la solución a 450 nm, empleando como blanco una solución de hexano-acetona (Casas *et al.*, 1976).

Con los valores del CC y del Croma (color) del zumo se determinó la ecuación de regresión de tendencia exponencial del tipo  $Y = A \cdot X^n$  para el CC y Croma como representación de la curva de maduración; para la interpretación de los resultados se utilizó la linealización a fin de hallar la ecuación que rige cada parámetro y así encontrar la pendiente de ésta, que representa la tasa de cambio mediante la transformación de la función en una línea recta del tipo  $Y = mx + b$ . (Gutiérrez *et al.*, 2003).

Los resultados para todas las evaluaciones fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza y prueba de rango Múltiple de Duncan utilizando el paquete estadístico SAS® (2001). Los datos cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

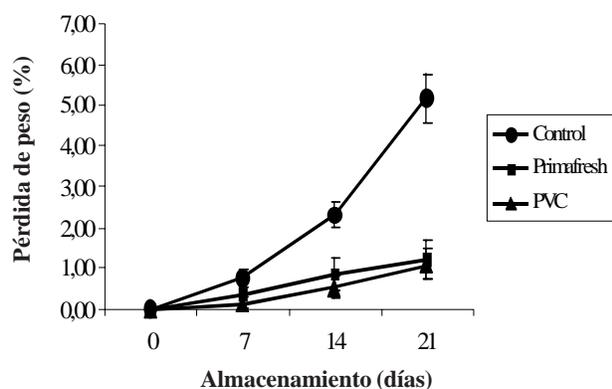
En el Cuadro 1 se puede observar que la mayor pérdida de masa fresca la exhibieron los frutos control con porcentajes de 0,78 2,32 y 5,17 durante las evaluaciones a los 7, 14 y 21 días, respectivamente. A los 21 d de almacenamiento el análisis estadístico reveló diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ) entre los promedios del porcentaje de pérdida de masa fresca de los frutos control respecto a los frutos tratados con Primafresh® y PVC, mientras que estos últimos no difieren estadísticamente.

Estos resultados ponen de manifiesto que los recubrimientos reducen la pérdida de humedad de los frutos durante el almacenamiento. En la Figura 1 se aprecia la evolución de la pérdida de peso siendo mucho mayor en el tratamiento control respecto a los recubrimientos. Esta diferencia en cuanto a la pérdida de peso puede atribuirse a que la cera Primafresh® y la envoltura de PVC actúan como barreras protectoras que limitan la pérdida de humedad por transpiración; resultados semejantes han sido observados por Ceretta *et al.* (1999).

**CUADRO 1.** Comparación de las medias del porcentaje de pérdida de masa fresca, contenido de carotenoides ( $\text{mg l}^{-1}$ ) y color (luminosidad, Croma y Hue) del zumo de la fruta de naranjo Valencia tratados con cera Primafresh®, envoltura de PVC y control almacenadas a  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), 80-85% HR durante 21 días.

Tratamiento	7días									
	% Masa fresca		Carotenoides $\text{mg l}^{-1}$		Luminosidad		Croma		Hue	
Control	0,78	a	26,80	a	55,44	a	59,01	a	86,93	a
Primafresh	0,35	a	20,26	b	53,00	a	56,56	b	87,21	a
PVC	0,12	a	18,32	b	55,44	a	56,21	b	87,92	a
SIG		N.S.	**		N.S.		**		N.S.	
Tratamiento	14días									
	% Masa fresca		Carotenoides $\text{mg l}^{-1}$		Luminosidad		Croma		Hue	
Control	2,32	a	33,04	a	54,00	a	61,78	a	86,93	a
Primafresh	0,85	b	27,82	b	54,67	a	58,23	b	87,36	a
PVC	0,53	b	26,77	b	55,00	a	58,89	b	87,71	a
SIG		*	*		N.S.		*		N.S.	
Tratamiento	21días									
	% Masa fresca		Carotenoides $\text{mg l}^{-1}$		Luminosidad		Croma		Hue	
Control	5,17	a	31,63	a	55,22	a	63,45	a	86,91	b
Primafresh	1,22	b	27,56	b	55,37	a	58,89	b	87,11	a
PVC	1,11	b	26,09	b	56,33	a	58,36	b	88,81	a
SIG		**	*		N.S.		**		*	

Medias de cada grupo acompañada de diferente letra difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan. N.S. = no significante, \* = significativa a  $P \leq 0,05$ , \*\* = Significante a  $P \leq 0,001$ .



**FIGURA 1.** Comportamiento del porcentaje de pérdida de peso, en zumo de frutas de naranja Valencia tratadas con cera Primafresh®, envoltura de PVC y tratamiento control almacenadas a  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 21 días.

Asimismo, Gómez (2000) estudiando la influencia de ceras en la actividad respiratoria en frutos de parchita, *Passiflora edulis* var *flavicarpa*, observando que estas prolongaron la vida en almacén del producto, redujeron la pérdida de peso y permitieron mantener una adecuada apariencia externa. Resultados similares fueron señalados por Aular *et al.* (2001) evaluando el efecto de diferentes envolturas plásticas en *P. edulis* Sims.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del CC cuyos valores oscilan entre 18,32 y 33,08  $\text{mg l}^{-1}$  de jugo correspondiendo los mayores promedios al jugo de los frutos del tratamiento control presentando diferencias significativas al compararse con el CC del jugo de los frutos tratados con cera Primafresh® y envoltura de PVC. El contenido de CT aumentó con el tiempo de almacenamiento en todos los tratamientos.

diferencias significativas entre el CC del zumo de los frutos recubiertos respecto al control.

- En cuanto a los parámetros de color, en la luminosidad no se observaron efectos estadísticamente significativos entre los tratamientos y en el hue se observaron diferencias significativas sólo a los 21 días de almacenamiento. En relación al croma, el zumo extraído de los frutos control resultó estadísticamente diferente al zumo de los frutos tratados con cera Primafresh® y envoltura de PVC.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aular, J., C. Ruggiero y J. Durigan. 2001. Efecto de la envoltura plástica y el tiempo de almacenamiento sobre el comportamiento poscosecha de frutos de parchita maracayá. *BIOAGRO* 13(1):15-21.
- Baldwin, E. 2001. New coating formulations for the conservation of tropical fruits. Consultado Diciembre, 2006, en <http://technofruits2006.cirad.fr/pdf/baldwin.pdf>
- Ben-Yehoshua, S. 1985. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film-A new postharvest technique. *HortScience* 20(1):32-37.
- Casas, A., D. Mallent y R. Montoro. 1976 Evaluación rápida del contenido de carotenoides totales en el zumo de naranja. *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.* 16:503-506
- Ceretta, M., E. D. Gonçalves, L. F. Dutra, M. M. Rinaldi and C. V. Rombaldi. 1999. Filme de polietileno e cera na qualidade da naranja "valência" frigoarmazenada *Rev. Bras. de Agrociência*, 5(1):35-37.
- Cortes, C., M. J. Esteve, D. Rodrigo, F. Torregrosa, and A. Frigola. 2006. Changes of colour and carotenoids contents during high intensity pulsed electric field treatment in orange juices. *Food and Chemical Toxicology* 44:1932-1939.
- Couey, H. M. 1982. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. *HortScience* 17(2):162-165.
- Francis, F. J. 1969. Pigment content and color in fruits and vegetables *Food Technol.* 23:32-36.
- Gama, J. J. T. and C. M. Sylos. 2005. Major carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice: identification and quantification by HPLC. *Food Research International*, 38:899-903.
- Gomez, P. K. 2000. Efecto de la temperatura de almacenamiento y uso de cera sobre la actividad respiratoria y algunos atributos de calidad de frutos de parchita *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener cv "Maracuya" *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 17(1):1-9.
- Gross, J. 1987. *Pigments in fruits*. London: Academic Press, 303 p.
- Gutiérrez, P., C. Tellez, y M. del C. Temblador. 2003. Análisis y Diseño de Experimentos. México. Mc Graw Hill 571 p.
- Huggart, R. L., D. R., Petrus and B. S. Buslig. 1977. Color aspects of Florida commercial grapefruit juices, 1976-77. *Proceedings of the Florida State Horticulture Society*, 90, 173-175.
- Huggart, R. L., P. J. Fellers, G. de Jager and J. Brady. 1979. The influence of color on consumer preferences for Florida frozen concentrated grapefruit juices. *Proceedings of the Florida State Horticulture Society*, 92:148-151.
- Kader, A. 1995. Regulations of fruit physiology by controlled y modified atmospheres. *Acta Horticulturae* 398: 59-67.
- Lee, H. S. and A. G. Coates. 2003. Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color and pigments. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 36:153-156.
- Lye J., M. L., R. A. Kluge, A. P. Jacomino and S. Tavares. 2003. Conservação refrigerada de lima ácida 'Tahiti': Uso de -metilciclopropeno, Ácido Giberélico e Cera. *Brasileira de Fruticultura* 25(3):406-409.
- SAS® 2001. SAS Institute Inc. Version 8e. Cary, NC: SAS Institute, Inc. Cary N.C.
- Sepúlveda, E., C. Sáenz, A. Navarrete, and A. Rustom 1996. Parámetros de color del jugo de granadilla ("*Passiflora edulis*" Sims): influencia de la época de cosecha de la fruta. *Food Science and Technology International* 2(1):29-33.

Tariq, M. A., Tahir, F. M., Asi, A. A. and M. A. Pervez.  
2001. Effect of Curing and Packaging on Damaged Citrus Fruit Quality On Line Journal of Biological Sciences 1(1):13-16.

Tepper, B. J. 1993. Effects of a slight color variation on consumer acceptance of orange juice. Journal of Sensory Studies, 8:145-154.