

EVOLUCION DEL COLOR, LA PERDIDA DE AGUA Y LA GANANCIA DE SOLUTOS DURANTE LA CINETICA DE OSMODESHIDRATACION DE TOMATE DE ÁRBOL

¹Rojas, A.M.
¹Arango, L.A.
²Pinzón, M.I.
 16/04/20

RESUMEN

El proceso de conservación del tomate por deshidratación osmótica constituye una alternativa de industrialización para prolongar su vida útil y en concordancia con las exigencias del consumidor, puesto que los cubos deformados osmodeshidratados de tomate de árbol tienen aplicación en las industrias de pastelería, producción de cereales, de yogurts, snacks, confites, entre otros. El agua, como componente mayoritario de las frutas causa el deterioro de éstas después de su periodo de recolección, y en la búsqueda de reducir la pérdida de materia prima se da como alternativa el método de deshidratación osmótica (OD) el cual reduce el contenido de agua mediante la inmersión de las frutas en una solución de sacarosa que evita el contacto con el aire y al mismo tiempo se observa una ganancia significativa de azúcares procedentes de la solución, basándose en un mecanismo de transferencia de materia denominado "mecanismo hidrodinámico" que puede ser utilizado para obtener productos aptos como ingredientes alimentarios, mas atractivos sensorialmente y menos sensibles a las pérdidas nutritivas, es decir, manteniendo en mejores condiciones sus atributos originales (Fito, et al 1998). Para este trabajo se han evaluado los cambios de color durante la cinética de osmodeshidratación con pulso de vacío (ODPV), utilizando cubos deformados de ~1x1x0.5 cm. de tomate de árbol, *Cyphomandra betacea* (Cav) Sendtn, procesados en solución de sacarosa de 65 °Brix aplicando un pulso de vacío antes de iniciar la OD, a temperatura ambiente. Se analizaron, tanto en las muestras frescas como en las procesadas, los cambios en las coordenadas CIE L*, a* y b* de color, se calculó la pérdida neta de agua y la ganancia de sólidos con respecto al tiempo durante los diferentes tiempos de tratamiento. Se estableció que a 240 minutos se obtenía la mayor pérdida de agua de los trozos de tomate de árbol y no se encontraron diferencias significativas de los parámetros de color L*, a* y b*; como tampoco se encontraron diferencias significativas en el cromatismo y el tono para los cubos deformados en los diferentes tiempos analizados.

Palabras claves: Osmodeshidratación (OD); osmodeshidratación con pulso de vacío (ODPV); tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav) Sendtn; color CIE L*, a*, b*, C*_{ab}, h*_{ab};

INTRODUCCIÓN

Enfocados en la demanda progresiva de los mercados internacionales de tomate de árbol, *Cyphomandra betacea* (Cav) Sendtn, se han desarrollado estrategias, para el aprovechamiento de este fruto, que inhiben las oxidaciones y cambios de sabor que se presentan por el efecto del almacenamiento y procesado (López et al 2002).

Los productos mínimamente procesados o adecuados se refieren a la comercialización y presentación de éstos, que ofrezcan conveniencia al consumidor y proporcionen un producto similar al fresco, de

¹ Estudiantes de Trabajo de Grado, Programa de Química, Laboratorio de Investigaciones en Postcosecha Universidad del Quindío.

² Directora (e) Laboratorio de Investigaciones en Postcosecha, Universidad del Quindío. A.A. 460 Armenia, Quindío. Colombia. E-mail: postcosecha@uniquindio.edu.co

vida útil prolongada y que mantengan una sólida calidad sensorial y nutritiva. La remoción de agua por inmersión en una solución de sacarosa a una concentración adecuada que marque la diferencia de actividad de agua y provoque la migración de agua de la fruta hacia la solución concentrada y la penetración de sólidos hacia el fruto, permite conservar productos perecederos (Yao, et al 1996; Fito, et al., 1998) como el tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav) Sendt. En este tratamiento las células del tejido vegetal experimentan diferentes cambios fisiológicos y modificaciones en su composición

Para este trabajo se han evaluado los cambios de color durante la cinética de osmodeshidratación con pulso de vacío (ODPV), utilizando cubos deformados ~1x1x0.5 cm de tomate de árbol, *Cyphomandra betacea* (Cav) Sendt, procesados en solución de sacarosa de 65 °Brix aplicando un pulso de vacío antes de iniciar la deshidratación osmótica (DO), a temperatura ambiente. Se analizaron, tanto en las muestras frescas como en las procesadas, los cambios en las coordenadas CIE L*, a* y b* de color, se calculó la pérdida neta de agua y la ganancia de sólidos con respecto al tiempo durante los diferentes tiempos de tratamiento. Se estableció que a 240 minutos se obtenía la mayor pérdida de agua de los trozos de tomate de árbol y no se encontraron diferencias significativas de los parámetros de color L*, a* y b*; como tampoco se encontraron diferencias significativas en el croma y el tono para los cubos deformados en los diferentes tiempos analizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos de tomate de árbol, *Cyphomandra betacea* (Cav.) Senth., obtenidos de la Finca La Arabia, vereda Palogrande Bajo, Municipio de Salento, Quindío (Colombia) ubicada a 1550 msnm, con una temperatura promedio de 17°C, se seleccionaron en grado de madurez 4, de acuerdo con la Tabla de Color (ICONTEC 1994), la acidez titulable y la intensidad respiratoria. Se procesaron cubos deformados de pulpa de tomate de árbol sin semillas, con dimensiones de ~1x1x0.5 cm., previo lavado con solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm durante 15 minutos, y enjuague con agua; luego se sometieron los frutos enteros a un escaldado por inmersión en agua a 95°C durante tres minutos y posterior enfriamiento a 4°C durante 10 minutos, para facilitar el pelado, inhibir el pardeamiento enzimático y obtener la firmeza adecuada de los cubos.

Se utilizó como agente osmótico una solución de sacarosa de 65 °Brix adicionando 1000 ppm de ácido cítrico y 500 ppm de ácido ascórbico como agentes conservantes. La DO se realizó a temperatura ambiente (25°C), con un pulso de vacío (DOPV) de 380 mm de Hg durante 5 minutos al inicio del proceso; la cinética de DO se controló a 30, 60, 120, 180 240 y 300 minutos.

El color de los cubos de tomate de árbol fresco y procesado se midió por reflectancia con un espectrocolorímetro marca Minolta CR-10, con observador 10° e iluminante D 65. Los parámetros medidos fueron L*, a*, b*. Para obtener estas medidas, los trozos de tomate de árbol se cubrieron con un vidrio de protección. Se tomaron tres zonas de medida de los cubos y se realizaron tres medidas de cada una de ellas (Pinzón, 2000).

La evaluación del color se realizó utilizando el sistema uniforme de espacio de color Hunter; en donde L* representa la luminosidad, a* la variación rojo-verde y b* la variación amarillo-azul (Chiralt et al., 1998). La diferencia de color del producto elaborado respecto del fruto fresco, tomado como referencia, se calculó mediante la aplicación de la ecuación siguiente.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Los sólidos solubles se determinaron por la medida del índice de refracción mediante un refractómetro portátil marca Mettler Toledo Refracto 30 P, escala de 0 a 85°Brix (AOAC 932.012). El peso se determinó en una balanza analítica, marca Precisa 40SM – 200 A, sensibilidad ± 0.00001 . La determinación de la humedad se realizó mediante el uso de una balanza de infrarrojo marca Precisa 310m Swiss Quality precisa HA 300. Todas las medidas se realizaron a 0, 30, 60, 90, 120, 240, 300 minutos.

Para el estudio y análisis de los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza, utilizando el programa Statistics versión 7.0. El diseño experimental utilizado fue un diseño multifactorial estudiando cada una de las variables con respecto a los factores de variación.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Teniendo en cuenta la geometría elíptica del fruto entero de tomate de árbol y su morfología interna se estableció someter a DO cubos deformados obtenidos de la pulpa sin semilla de 1 x 1 x 0.5 cm, dimensiones establecidas mediante análisis preliminares. Se seleccionó la solución de sacarosa de 65 °Brix, aplicando un pulso de vacío (PVDO) al inicio del proceso, debido a que los cubos deformados de tomate de árbol comportaron mejores características sensoriales: color, textura y sabor, respecto de los trozos de frutas DO en jarabe de 55 °Brix a presión atmosférica y con pulso de vacío.

De otra parte, los trozos de fruta alcanzaron el equilibrio osmótico en la solución de 65° Brix a 240 minutos, tendiendo a estabilizarse y conservando las características sensoriales iniciales.

En el estudio del color, las figuras 1.a, 1.b y 1.c representan la evolución de los valores promedio de las coordenadas L^* , a^* y b^* de trozos de tomate de árbol fresco y sometidos al proceso de DOPV, a 30, 60, 120, 180, 240 y 300 minutos. La luminosidad de los trozos de fruto fresco presenta valores similares para cada una de las muestras analizadas, a diferencia del comportamiento durante el avance de la OD en donde se produce un aumento de la luminosidad a los 30 minutos, el cual puede ser explicado por la penetración de jarabe a través del tejido del fruto expandido, por el pulso de vacío inicial al cual fue sometido; para luego disminuir y permanecer estable hasta el final del proceso, alcanzando una luminosidad tan sólo similar a la del fruto fresco. A diferencia del comportamiento reportado para otros frutos, como el kiwi (Charco et al., 1994), en donde se reporta una disminución permanente de la luminosidad durante la DO respecto del fruto fresco, debido a la extracción de agua y la consecuente concentración de los componentes del color haciéndolo más oscuro y menos luminoso; al parecer, en el caso de los cubos de tomate de árbol la ganancia de sólidos (Figura 3) y la disolución de los componentes del color en el jarabe (amarillo oscuro) durante la DO, explicaría el comportamiento de la luminosidad a partir de los 30 minutos, que aunque disminuye, no se alcanzan valores inferiores a los de la fruta fresca.

Los parámetros a^* y b^* aumentan progresivamente a medida que transcurre la OD, (Figuras 1b, 1c) fenómeno coherente con un aumento en la reflectancia de las muestras. Sin embargo, los valores de a^* presentan un comportamiento irregular, a diferencia de los valores de b^* , intensidad del color amarillo, que aumentan progresivamente durante todo el tiempo de procesado.

En la figura 1d se representa la ubicación de las muestras en el plano cromático a^*b^* donde se pueden ver los locus cromáticos de la fruta fresca y osmodeshidratada; se resalta la dirección de la trayectoria del color durante el avance del proceso de DOPV desde tonos amarillo claro al inicio, hasta tonos naranja a los 300 minutos, aumentando cada vez más la pureza del color, coherente con la disminución de la luminosidad L^* (Figura 1.a).

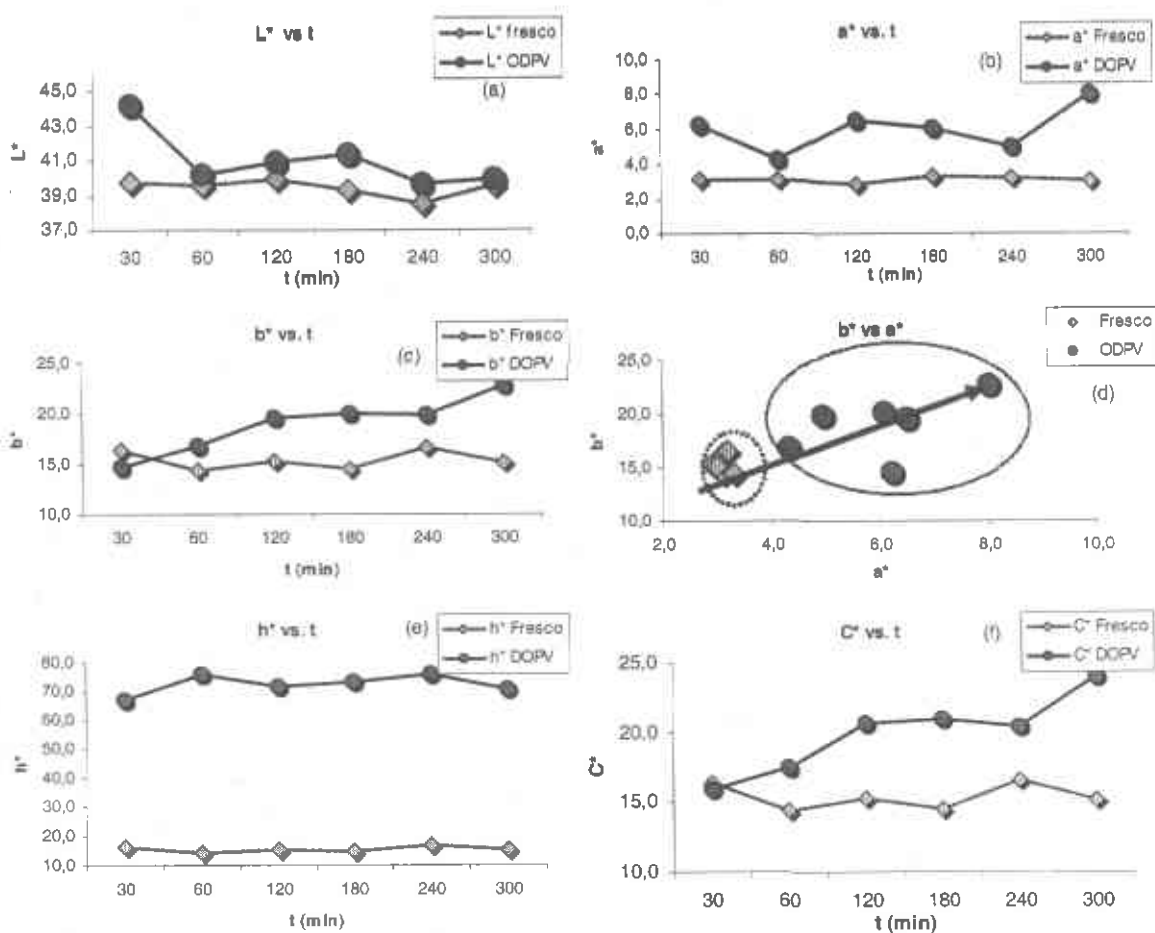


Figura 1. Evolución de los parámetros de color durante la cinética de DOPV de cubos deformados de tomate de árbol, *Ciphomandra betacea* (Cav) Send

Los cubos deformados de tomate de árbol frescos presentan un tono amarillo anaranjado ($h^*_{ab} = 78.6^\circ$) poco saturado y con una leve variación a lo largo del tiempo de procesado (figura 1.e). El cromatismo (C^*_{ab}) o saturación del color aumenta a medida que avanza la DOPV hacia tonos más anaranjados (Figura 1.f), muy atractivos al consumidor. La diferencia de color, ΔE , de las muestras durante el procesado, respecto del fruto fresco tomado como referencia, permite establecer la diferencia máxima admitida para considerar el producto de buena calidad organoléptica. Lo cual se hace teniendo en cuenta la percepción humana y decidiendo para qué valor de diferencia de color el producto es rechazable (Charco et al., 1994).

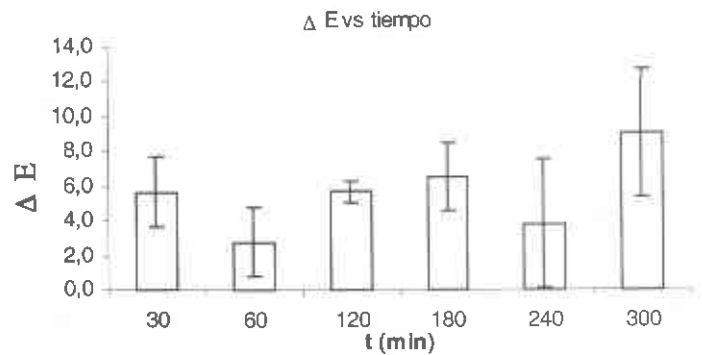


Figura 2. Diferencia de color de cubos deformados de tomate de árbol respecto del fruto fresco

Por otra parte, el estudio de la cinética de deshidratación de los cubos deformados de tomate de árbol se realizó modelizando la variación de peso de las muestras evaluadas durante cada tiempo de DOPV, en términos de la ganancia neta de solutos y agua (ΔM_s y ΔM_w , respectivamente). La figura 3 muestra estas variaciones calculadas a partir de las ecuaciones (2) y (3) en función de la raíz cuadrada del tiempo (Ruiz et al., 2001).

$$\Delta M_w = \frac{(m_t \cdot x_{wt}) - (m_0 \cdot x_{w0})}{m_0} \cdot 100 \quad (2)$$

$$\Delta M_s = \frac{(m_t \cdot x_{st}) - (m_0 \cdot x_{s0})}{m_0} \cdot 100 \quad (3)$$

Respecto del proceso de transferencia de materia, los cubos presentan un aumento progresivo en sus ^aBrix, con la consecuente disminución en su actividad de agua. Sin embargo, la transferencia de agua hacia la solución es mayor, presentando una apreciable pérdida de peso en el fruto durante la DOPV.

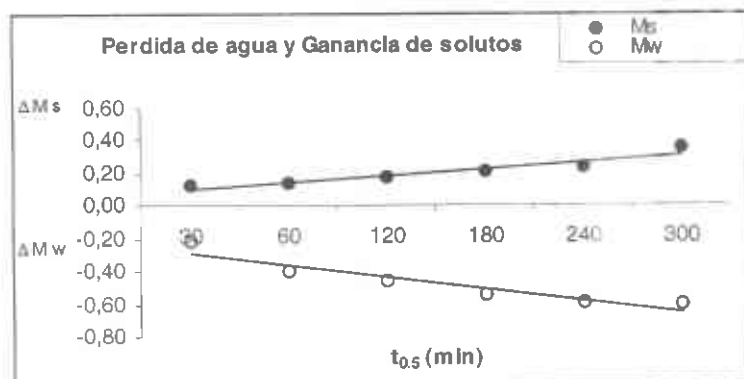


Figura 3. Ganancia neta de agua (M_w) y de solutos (M_s) durante la cinética de DOPV de cubos deformados de tomate de árbol

Este resultado concuerda con lo establecido previamente por diferentes autores (Palou et al., 1993; López-Malo et al., 1994; Palou, et al., 2001), en el sentido de que la DO en general promueve la salida de agua con una menor ganancia de sólidos, probablemente atribuible a los gradientes de concentración entre la sacarosa y la fruta, lo que promueve la deshidratación de los cubos deformados de tomate de árbol.

CONCLUSIONES

Durante la cinética de deshidratación osmótica, el color de los cubos deformados de tomate de árbol, evolucionó hacia valores mayores de b^* y menor luminosidad L^* , que corresponde a una intensificación del color amarillo anaranjado con respecto al fruto fresco, indicando una mayor pureza de color a los 300 minutos de DOPV.

La modelización de la cinética de DO con un pulso de vacío mostró una mayor pérdida de agua respecto de la ganancia de sólidos, atribuible a los gradientes de concentración entre la sacarosa y la fruta, lo que promueve la deshidratación de los cubos deformados de tomate de árbol.

Se ha establecido 240 minutos como el tiempo óptimo de DOPV de cubos deformados de tomate de árbol en un jarabe de 65°Brix, teniendo en cuenta el tono (h^*_{ab}), la cromaticidad (a^*b^*) y la tendencia a la estabilización de la velocidad de deshidratación del fruto.

Las ventajas observadas en el fruto DOPV a 240 minutos, radica fundamentalmente en el hecho de que se conservan mejor sus propiedades organolépticas (color, sabor, aroma) tanto durante el procesado, como durante la posterior de conservación a temperatura de refrigeración.

BIBLIOGRAFÍA

CHARCO, M. L.; ESCRICHE, I.; SERRA, J.A. 1994. Estudio de la Evolución de Parámetros Físicoquímicos en Rodajas de Kiwi Conservadas por Métodos Combinados. En: anales de investigación del master en ciencia e ingeniería de alimentos. Editorial UPV, Valencia, España. Vol IV. pp 191 – 207.

CHIRALT A.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; CAMACHO M.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. 1998. Experimentos de Físicoquímica de Alimentos. Editorial UPV, Valencia España. pp. 145-153.

FITO P., CHIRALT A., BARAT J., SALVATORI J. 1998. Some Advances in Osmotic Dehydration of Fruit. Food Science Technology International. October. Edition Aspen Publishers Inc. pp. 329 – 338.

LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E.; WELTI, J.; CORTE, P.; ARGAIZ, A.1994. Shelf-Stable high Moisture Papaya Minimally Processed by Combined Methods. Food Res. Int., 27, 545 – 553.

LÓPEZ O., MONTES L., SERNA L., FRANCO G. 2002 . “Conservación del Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav) Sendt) Mínimamente Procesado por Deshidratación Osmótica”. IV Seminario Nacional de Frutales de Clima Frío Moderado. Medellín - Colombia 20 – 22 de noviembre de2002. Corpoica – Universidad Pontificia Bolivariana – C.D.T.F. (Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales). Editorial Impresos Begón Ltda. Medellín, Colombia. pp. 272–276.

PALOU, E.; LÓPEZ-MALO, A.; ARGAIZ, A.; WELTI, J. 1993. Osmotic Dehydration of Papaya. Effect of syrup concentration. Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment. 33 (6), 621 – 630.

PALOU, E.; LÓPEZ-MALO, A.; CORONA, Z. 2001. Cinética de Deshidratación Osmótica y Estabilidad de Trozos de Duraznos Conservados Mediante Métodos Combinados Utilizando Infusión Seca para Reducir la Actividad de Agua. III Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos. Primer Congreso Español de Ingeniería de Alimentos CIBIA. En: Ingeniería de Alimentos. Nuevas fronteras en el siglo XXI. Editorial UPV. Valencia, España. Tomo II. pp.285–290.

PINZÓN, M. 2000. Evolución en la Composición y Propiedades Físicas Durante el Crecimiento y Maduración de Híbridos de Lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Tesis doctoral, Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

RUIZ, G.; MARTINEZ-MONZÓ, J.; FITO, P.; CHIRALT, A. 2001. Deshidratación Osmótica con Pulso de Vacío de Rodajas de Naranja. III Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos. Primer Congreso Español de Ingeniería de Alimentos CIBIA. En: Ingeniería de Alimentos. Nuevas fronteras en el siglo XXI. Editorial UPV, Valencia, España. Tomo II. pp. 299 – 304.

YAO, Z., LE MAGUER, M. 1996. Osmotic Dehydration: An analysis of fluxes and shrinkage in cellular structure. American Society of Agricultural Engineers. Vol 39. Ontario. Canadá. pp. 2211 - 2216.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se desarrolló en el Laboratorio de Investigaciones en Postcosecha con el apoyo de la Dirección General de Investigaciones de la Universidad del Quindío, Armenia (Quindío) Colombia.