

ESTABILIDAD DE UNA BASE DULCE DE TAMARILLO (*Cyphomandra betacea*) CONSERVADA POR MÉTODOS COMBINADOS

G. Preciado-Iñiga^{a*}, G.G. Amador-Espejo^b y M.E. Bárcenas-Pozos^a

^a Maestría en Ciencia de Alimentos, Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla. ^b CONACYT-Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada-IPN.*grace.preciadoia@udlap.mx

RESUMEN:

Con la intención de mejorar el proceso de conservación de una base dulce de tamarillo (*Cyphomandra betacea*) elaborada en un estudio previo, en la cual se aplicó la tecnología de métodos combinados (pH bajo, actividad de agua reducida, adición de benzoato de sodio, y almacenamiento en refrigeración y con protección del oxígeno y la luz), se decidió adicionar sorbato de potasio y escaldar la fruta. De la base dulce, se evaluaron las propiedades antioxidantes (compuestos fenólicos totales, antocianinas monoméricas totales y capacidad antioxidante), el desarrollo de la carga microbiana (BMA y mohos y levaduras) y el cambio de color durante 63 días de almacenamiento en refrigeración. Los resultados mostraron que la base dulce mantuvo la carga microbiana bajo los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana, con cambios mínimos en los compuestos antioxidantes y el color.

ABSTRACT:

To improve the preserving process by hurdle technology (in which, low pH, reduced aw, sodium benzoate addition, temperature reduction and light and oxygen protection were applied) of a sweet compote of Tamarillo (*Cyphomandra betacea*), developed in a previous study, fruit blanching and addition of a mix of chemical antimicrobial compounds (potassium sorbate:sodium benzoate 50:50 weight) were used. In the samples, the antioxidant properties (total phenolic compounds, monomeric anthocyanins and antioxidant capacity), microbial growth (mesophilic aerobic bacteria and molds and yeast), and color change were evaluated during 63 days under refrigerated conditions. The results show that blanching and antimicrobial mix were able to reduce the microbial load with minor changes in antioxidant properties and color.

Palabras clave: Tamarillo, Métodos combinados, Escaldado

Key words: Tamarillo, hurdle technology, Blanching

ÁREA: Frutas y hortalizas

INTRODUCCIÓN

El tamarillo (*Cyphomandra betacea*), conocido también como tomate de árbol, es una fruta subtropical, con altos niveles de producción y consumo en América del Sur. La importancia nutricional de este fruto radica en su notable contenido de compuestos antioxidantes (Alvarado, Coronado, Prósperi y Guerra, 2011).

Aunque su principal forma de consumo es como fruta fresca, también se utiliza para la preparación de jugos, compotas, conservas dulces, jaleas, gelatinas, mermeladas y concentrados congelados (FAO, 2006). Sin embargo, el proceso aplicado para la

elaboración de estos productos involucra algún tipo de tratamiento térmico, el cual puede afectar seriamente a los compuestos antioxidantes (Dewanto, 2002).

En un estudio previo, Villegas-Ruíz *et al.* (2013) evaluaron el uso de la tecnología de métodos combinados, para elaborar un producto a base de tamarillo. En ese estudio se empleó el pH naturalmente bajo del tamarillo (3.7), con una reducción de la a_w (0.9) (mediante la adición de sacarosa), el uso de benzoato de sodio como agente antimicrobiano, el envasado en recipientes protegidos de la luz y el almacenamiento en refrigeración. Esta combinación de métodos de conservación permitió que la carga de mohos, levaduras y bacterias de la base dulce, se mantuviera 30, 42 y 57 días, respectivamente, dentro de las especificaciones establecidas por la Norma Oficial Mexicana para productos con alto contenido de azúcares (NOM-130-SSA1-1995).

Por otro lado, después de 60 días de almacenamiento, se observó una disminución del 39% en la capacidad antioxidante, y del 52% y 58% en los contenidos de antocianinas y compuestos fenólicos, respectivamente, la cual fue parcialmente atribuida, a la actividad enzimática de peroxidasas presentes en el fruto. Por otro lado, el escaldado de frutas y verduras ha demostrado ser una herramienta útil para el mantenimiento de algunas propiedades en el producto tratado como son el color y la actividad antioxidante.

Debido a esto, el propósito del este trabajo fue evaluar la estabilidad microbiológica, de antioxidantes (compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante y concentración de antocianinas monoméricas totales) y de color, de una base dulce de tamarillo, en la cual se aplicó escaldado, pH y a_w reducidos, la adición de una mezcla de antimicrobianos (sorbato de potasio y benzoato de sodio), protección del oxígeno y la luz, y refrigeración, como tecnología de métodos combinados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Tamarillo (*Cyphomandra betacea*) cosechado en Teziutlán, Puebla.

Escaldado

Se realizó por inmersión directa del tamarillo en agua en ebullición (93°C) durante 12 minutos. Posteriormente, los frutos fueron escurridos y enfriados con agua corriente.

Base dulce

Los tamarillos fueron pelados manualmente, y luego triturados haciendo uso de una batidora (Ostermod 2616, Sunbean Mexicana, México). Posteriormente, se elaboró la base dulce mezclando el triturado (47.9%), azúcar (52%) y la mezcla de antimicrobianos (0.1%). La proporción de antimicrobianos en la mezcla contenía 50% de sorbato de sodio y 50% de benzoato de potasio (Reactivos Meyer, México). A continuación, la base dulce fue distribuida en porciones de 130 g, en recipientes de plástico con cierre hermético. Éstos fueron cubiertos con una película de polietileno negro, para proteger la base dulce de tamarillo de la luz, y luego fueron almacenados en refrigeración (4°C), durante 63 días.

Color

Se determinó mediante la escala de Hunter, utilizando un colorímetro Colorgard System/05 (BYK Gardner, Alemania) en modo de reflectancia. La determinación se realizó por triplicado. También se determinó el cambio neto de color (ΔE), utilizando la Ec.1 (Villegas-Ruiz *et al.*, 2013):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde: $\Delta L=L-L_1$; $\Delta a=a-a_1$; $\Delta b=b-b_1$; L_1 , a_1 , b_1 : datos de color de la referencia; L , a , b : datos de color de la muestra

Determinación de capacidad antioxidante

Obtención del extracto. Se pesaron 10 g de base dulce de tamarillo, los mismos que se aforaron a 50 mL con etanol al 60% (Reactivos Meyer, México). La mezcla se dejó en reposo durante 24 horas, en la obscuridad a 4°C. Posteriormente, fue filtrada al vacío con papel Whatman No.4. La solución alcohólica obtenida fue separada mediante un rotavapor (Buchi RE 114., Suiza), durante 7 minutos, para la separación del solvente presente en la muestra. Durante este último proceso, se mantuvo a 53°C. El residuo obtenido se consideró como el extracto. Para realizar la determinación por triplicado, se obtuvieron tres extractos por tratamiento.

Compuestos fenólicos totales. Se determinaron de acuerdo al método reportado por Singleton *et al.* (1999) midiéndose la absorbancia a 765 nm con un espectrofotómetro (UNICO, United Products and Instruments, Inc., EE.UU.). Se elaboró una curva de calibración estándar de ácido gálico. El contenido de compuestos fenólicos fue expresado como miligramos de ácido gálico por 100 gramos de muestra. La determinación se realizó por triplicado.

Capacidad antioxidante. Se determinó conforme al método de Brand-Williams *et al.* (1995), midiéndose la absorbancia (A_{Final}) a una longitud de onda de 515 nm con un espectrofotómetro (UNICO, United Products and Instruments, Inc., EE.UU.). Se usó etanol como blanco y la determinación se realizó por triplicado. Con los datos obtenidos, se calculó el porcentaje de inhibición del radical de acuerdo a la Ec.2:

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{A_{\text{inicial}} - A_{\text{final}}}{A_{\text{inicial}}} \times 100 \quad (\text{Ec.2})$$

Los resultados obtenidos se expresaron como equivalentes de Trolox por 100 g de la muestra. La cuantificación se realizó por medio de una curva estándar de Trolox.

Antocianinas monoméricas totales. Se determinaron de acuerdo al método de pH diferencial de Guisti y Wrolstad (2001). Para cada solución se midió la absorbancia a 520 y 700 nm en un espectrofotómetro (UNICO, United Products and Instruments, Inc., EE.UU.). Las absorbancias obtenidas se sustituyeron en la Ec.3:

$$A = (A_{500nm} - A_{700nm})_{pH1.0} - (A_{500nm} - A_{700nm})_{pH4.5} \quad (\text{Ec.3})$$

Posteriormente, el valor de la absorbancia calculado (A) se sustituyó en la Ec.4, para obtener la concentración de antocianinas monoméricas totales (AMT) (mg/L) en la muestra:

$$AMT = \frac{A \cdot PM \cdot FD \cdot 1000}{\epsilon \cdot 1} \quad (\text{Ec.4})$$

Donde: PM (g/mol): peso molecular de la cianidina-3-glucósido (449.2 g/mol); ϵ (L/mol*cm): absorptividad molar de la cianidina-3-glucósido (18800 L/mol*cm); FD: factor de dilución (volumen total de buffer y extracto /volumen extracto). Los resultados fueron expresaron como mg de cianidina 3-glucósido por g de base dulce de tamarillo. La determinación se llevó a cabo por triplicado (Rodríguez, 2012).

Determinación de la carga microbiana. Para determinar el contenido de bacterias mesófilas aerobias (BMA), mohos y levaduras, se prepararon diluciones seriadas a 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} de las muestras, con agua peptonada (NOM-110-SSA1-1994). Las siembras se realizaron por triplicado para cada dilución. El recuento se expresó como unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (UFC/g).

Análisis estadístico. Los resultados se analizaron por ANOVA y posteriormente por una prueba de Tukey para determinar diferencias entre las muestras, a una $P < 0.05$. El análisis se llevó a cabo utilizando el software Minitab 16 (Minitab Inc., EE.UU).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Color. El color del tamarillo depende, principalmente, de compuestos como antocianinas, flavonoides y carotenoides, los mismos que son afectados por el grado de maduración del fruto (Hurtado, 2005; Cuesta *et al.*, 2013). Uno de los parámetros para analizar la variación de color en los alimentos es el cambio neto de color (ΔE), ya que refleja el cambio total en los parámetros L_h , a_h y b_h .

En la Tabla I se muestran los valores de ΔE de la base dulce, durante su almacenamiento; los valores correspondientes al tiempo cero (L_h 13.61 ± 1.23 , a_h 16.15 ± 0.79 y b_h 5.66 ± 0.92), fueron usados como referencia para el cálculo de este parámetro. En la tabla I, es posible observar un incremento en el ΔE a medida que el tiempo de almacenamiento fue mayor; sin embargo, no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los valores obtenidos.

En un estudio realizado por Ratseewo *et al.* (2016), en el que se evaluaron los cambios en las propiedades antioxidantes de hojas de lima kaffir por procesos de cocción, los autores afirman que el escaldado inactiva enzimas que catalizan reacciones responsables del oscurecimiento (como peroxidasa y polifenoloxidasas), durante el procesamiento y almacenamiento, las mismas que causan reacciones indeseables de deterioro, produciendo aromas y sabores desagradables, y degradación de antocianinas (Mahsa Ziabakhsh *et al.*, 2016; Hong-Wei *et al.* 2014).

Tabla I. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre el cambio neto de color, compuestos fenólicos totales, antocianinas y capacidad antioxidante de la base dulce de tamarillo conservada por métodos combinados^{1,2}

| TIEMPO (días) | CAMBIO NETO DE COLOR (ΔE) ³ | COMPUESTOS FENÓLICOS | ANTOCIANINAS | CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (DPPH) |
|---------------|--|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 0 | | 347.96 ± 16.00 ^b | 1.23 ± 0.07 ^a | 272.98 ± 15.10 ^c |
| 14 | 3.98 ± 3.72 ^a | 348.50 ± 14.44 ^b | 1.14 ± 0.05 ^a | 274.03 ± 7.25 ^c |
| 28 | 6.06 ± 2.45 ^a | 350.69 ± 11.16 ^b | 1.16 ± 0.05 ^a | 288.91 ± 2.02 ^{abc} |
| 35 | 5.58 ± 2.88 ^a | 370.09 ± 11.91 ^b | 1.09 ± 0.05 ^a | 283.88 ± 5.04 ^{bc} |
| 42 | 6.30 ± 2.96 ^a | 424.46 ± 5.01 ^a | 1.15 ± 0.05 ^a | 286.39 ± 3.84 ^{bc} |
| 49 | 7.96 ± 1.48 ^a | 407.52 ± 11.89 ^a | 1.21 ± 0.13 ^a | 300.86 ± 2.21 ^{ab} |
| 56 | 7.29 ± 2.63 ^a | 414.90 ± 11.63 ^a | 1.10 ± 0.01 ^a | 311.97 ± 1.58 ^a |
| 63 | 8.20 ± 1.50 ^a | 420.91 ± 8.67 ^a | 1.14 ± 0.03 ^a | 162.50 ± 14.94 ^d |

1. Media ± DS; n= 3 réplicas; 2. Letras iguales en la misma columna indican que no existe diferencia significativa ($p>0.05$) debida al tiempo de almacenamiento; 3. Como referencia para el cálculo del cambio neto de color se tomaron los valores del tiempo cero.

Propiedades antioxidantes

Compuestos fenólicos totales. En la Tabla I se presenta el contenido de compuestos fenólicos totales de la base dulce, el cual presentó un incremento significativo ($p<0.05$), a partir de los 42 días de almacenamiento. Este comportamiento fue observado también por Ratseewo *et al.* (2016) en su estudio con hojas de lima kaffir, las cuales fueron sometidas a escaldado.

Antocianinas monoméricas totales. En este caso, la base dulce no presentó diferencias significativas ($p>0.05$) debidas al tiempo de almacenamiento (Tabla I). Estos resultados son similares a los reportados por Villegas-Ruíz *et al.* (2013), para una base dulce de tamarillo sin escaldar y con benzoato de sodio después de 60 días de almacenamiento en refrigeración.

Capacidad antioxidante. No se observaron diferencias significativas hasta los 42 días de almacenamiento. Después de este periodo, existieron cambios, pero forma irregular (Tabla I). Rodríguez (2012) reporta que la capacidad antioxidante de una base dulce elaborada con tamarillo sin escaldar y benzoato de sodio, tendió a disminuir durante su almacenamiento (63 días).

Carga microbiana. Se observó que la base presentó una carga de BMA inferior a 50 UFC/g, durante los 63 días de almacenamiento, la cual es el límite máximo de estos microorganismos establecido por la NOM-130-SSA1-1995. Con respecto a los mohos y levaduras, la carga fue menor al valor máximo establecido por la misma norma (10 UFC/g), durante 56 días.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, es posible afirmar que el color de la base dulce no sufrió cambios significativos durante el almacenamiento del producto. También puede decirse que la combinación de métodos usada para conservar la base dulce,

permitió que el perfil antioxidante se mantuviera estable durante el almacenamiento, así como mantener la carga de BMA, mohos y levaduras, por debajo del límite máximo establecido por la norma, durante 56 días de almacenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, C., Coronado, M., Prósperi, F., y Guerra, M. 2011. Desarrollo de yogurt con capacidad antioxidante elaborado con leche de cabra (*Capra hircus*) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendtn.). Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2(2), 293-312.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. y Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science and Technology 28(1), 25-30.
- Cuesta, L., Andrade, M. J., Moreno, C. y Concellón, A. 2013. Contenido de compuestos antioxidantes en tres estados de maduración de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) cultivado a diferentes alturas (m.s.n.m.). Enfoque UTE, 4(1), 32-49.
- Dewanto, V., Xianzhong, W., Kafui K, A. y Rui Hai, L. 2002. Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. Journal of agricultural and Food chemistry, 50(10), 3010-3014.
- Food and Agriculture Organization. 2006. Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*). Adquirido el 16 de octubre de 2013, de ICCA:http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/TOMATEDEARBOL.HTM
- Giovanelli, G., Brambilla, A., Rizzolo, A. y Sinelli, N. 1995. Effects of blanching pre-treatment and sugar composition of the osmotic solution on physico-chemical, morphological and antioxidant characteristics of osmodehydrated blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). Food Research International 49(2012), 263-271.
- Guisti, M. y Wrolstad, R. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. En "Current Protocols in Food Analytical Chemistry". R.E., Wrostad, T.E., Acree, E.A., Decker, J.H, Penner, D.S., Reid, S.J., Swart, C.F. Shoemaker, D.M., Smith y P. Sporns. F1.2.1. John Wiley and Sons, Inc. EE.UU.
- Hong-Wei, X., Jun-Wen, B., Da-Wen, S. y Zhen-Jiang G. 2014. The application of superheated steam impingement blanching (SSIB) in agricultural products processing – A review. Journal of Food Engineering, 132(1), 39 - 47.
- Hurtado, H., Morales, A., Duque, C., Vicario, I. y Heredia, F. 2005. Caracterización y actividad antioxidante de antocianinas aisladas del fruto de tamarillo (*Cyphomandra betacea* Sent). Revista Cubana de Química, 17(3), 215-216.
- Mahsa, D., Russly, R., Chin, Tan., Jamilah, B. y Lasekan, O. 2016. Effect of blanching on enzyme activity, color changes, anthocyanin stability and extractability of mangosteen pericarp: A kinetic study. Journal of Food Engineering, 178(2016), 12 - 19.
- NOM-092-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Secretaría de Salud. México. Disponible: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/092ssa14.html>. Adquirido: 10 de marzo 2014.

- NOM-110-SSA1-1994 Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Secretaría de Salud. México. Disponible: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/110ssa14.html>. Adquirido: 4 de mayo 2014.
- NOM-092-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta mohos y levaduras en alimentos. Secretaría de Salud. México. Disponible: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/111ssa14.html>. Adquirido: 9 de marzo 2014.
- NOM-130-SSA1-1995 Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Secretaría de Salud. México. Disponible: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/133ssa15.html>. Adquirido: 25 de mayo 2015.
- Ratsewo, J., Tangkawanit, E., Meeso, N., Kaewseejan, N., y Siriamornpun, S. 2016. Changes in antioxidant properties and volatile compounds of kaffir lime leaf as affected by cooking processes. *International Food Research Journal*, 23(1), 188-196.
- Rodríguez, D.N. 2012. Estabilidad durante el almacenamiento de una base dulce de tamarillo (*Cyphomandra betacea*) conservada por métodos combinados. Tesis de Maestría, Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México.
- Singleton, V., Orther, R., y Lamuela-Raventós, R. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 299:152-178.
- Villegas-Ruíz, X., Rodríguez-Armas, D. N., Guerrero-Beltrán, J. A. y Bárcenas-Pozos, M. E. 2013. Estabilidad de un producto dulce de tamarillo (*Cyphomandra betacea*) conservado por métodos combinados. *Scientia Agropecuaria*, 4 (2013), 89-100.