

Efecto del porcentaje de ácido cítrico sobre los cambios fisicoquímicos de *Cyphomandra betacea* s. en poscosecha

Effect of the percentage of citric acid on the physicochemical changes of *Cyphomandra betacea* s. postharvest

Jenner Espejo Pingus¹, Erick Auquiñivin Silva², Elías Alberto Torres Armas³

RESUMEN

Se estudió el efecto que produjo el porcentaje del ácido cítrico sobre los cambios fisicoquímicos del tomate de árbol en el periodo poscosecha, para alargar el tiempo de vida útil. Para ello se destinaron tratamiento I, tratamiento control (agua destilada), y los tratamientos II, III y IV con una solución de 0.5, 1 y 2% de ácido cítrico respectivamente, donde se colocó los frutos de tomate de árbol en inmersión por un tiempo 120 minutos, posteriormente se hizo un secado y almacenado a temperatura ambiente. Se evaluaron parámetros físicos químicos (pH, acidez total titulable, °Brix, índice de madurez, vitamina C, pérdida de peso, índice de respiración, color y textura), en función del tiempo con la finalidad de determinar el mejor tratamiento. Los tratamientos evaluados presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$). El mejor resultado se obtuvo mediante el uso de ácido cítrico al 2%, pues se logró mantener °Brix de 10.77; un índice de madurez de 7.9; una pérdida de peso de 80.95; una vitamina C de 0.643 mg y una intensidad respiratoria de 0,027 mg CO₂/Kg, H., una acidez titulable de 1.28; un pH de 3.96, aumentando así el tiempo de vida útil del fruto en 8 días con respecto a los frutos considerados como controles.

Palabras clave: Ácido cítrico; tomate de árbol.

ABSTRACT

The effect produced by the percentage of citric acid on the physicochemical changes of the tree tomato in the postharvest period was studied, in order to extend the useful life time. For this, treatment I, control treatment (distilled water), and treatments II, III and IV were used with a solution of 0.5, 1 and 2% citric acid respectively, where the tree tomato fruits were placed in immersion by a time 120 minutes, subsequently it was dried and stored at room temperature. Chemical physical parameters (pH, total titratable acidity, ° Brix, maturity index, vitamin C, weight loss, respiration index, color and texture) were evaluated as a function of time in order to determine the best treatment. The evaluated treatments presented significant differences ($P < 0.05$). The best result was obtained through the use of 2% citric acid, since it was possible to maintain ° Brix of 10.77; a maturity index of 7.9; a weight loss of 80.95; a vitamin C of 0.643 mg and a respiratory intensity of 0.027 mg CO₂ / Kg, H., a titratable acidity of 1.28; a pH of 3.96, thus increasing the useful life of the fruit by 8 days with respect to the fruits considered as controls.

Keywords: Citric acid, tree tomato.

¹Br. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. UNTRM, e-mail: jespejojenner@gmail.com

²Dr. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. UNTRM, e-mail: erick.auquinivin@untrm.edu.pe

³Dr. Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnista. UNTRM, e-mail: Elias.Torres@untrm.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

En el proceso de comercialización de las frutas frescas existen importantes pérdidas por falta de un adecuado manejo, ya que éstas maduran con gran rapidez durante su transporte y distribución al centro de comercialización. De igual manera, algunos factores tales como las prácticas de cultivo, el clima y composición del suelo, influyen considerablemente en el rendimiento y características físicas químicas. El Zeftawi et al, señalan la necesidad de establecer algunas medidas prácticas para evaluar su maduración en la poscosecha, cambios pigmentarios y aceptabilidad del consumo como fruta fresca, por lo que se requiere la utilización de algunos métodos o técnicas orientadas hacia la conservación del fruto, aumentando así el período o tiempo de maduración poscosecha y controlando los cambios pigmentarios ocurridos durante dicho período. (Alvares, et al, 2011).

Las frutas frescas constituyen fuentes importantes de carbohidratos, minerales, proteínas, vitaminas y fibra, son tejidos vivos que están sujetos a continuos cambios después de la cosecha, se estiman considerables pérdidas en cantidad y calidad de la producción anual de frutas; se estima que el 34.5% de pérdidas ocurren entre la cosecha y el consumo, pérdidas ocasionadas básicamente por condiciones de producción inadecuada, causas mecánicas, desórdenes fisiológicos, enfermedades por microorganismos y desconocimiento del uso de tratamientos poscosecha para la conservación de la fruta. (Reina, 1998).

El manejo poscosecha tiene como fin mantener la calidad de los productos cosechados, generar mayor valor agregado y abrir nuevas oportunidades de mercado. El objetivo más importante del manejo poscosecha es el mantenimiento de la calidad, pues las altas pérdidas de producto que se reportan en esta fase son la principal barrera para el crecimiento de la gran mayoría de cadenas frutícolas y el tomate de árbol no es la excepción. (CORPOICA, 2008)

En la región Amazonas no se han realizado estudios específicos sobre pérdidas poscosecha en tomate de árbol, siendo de vital importancia el desarrollo de esta investigación al permitir aplicar tecnologías como el uso de ácido cítrico que ayude a conservar las propiedades del producto ya cosechado contribuyendo de esta forma a reducir pérdidas poscosecha de la fruta.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Material biológico

Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* S.) proveniente del distrito de Levanto, provincia de Chachapoyas, región Amazonas, con indicador de

color 4 (80% rojo) y una textura de 5 (muy firme).

2.2. Insumos

Ácido cítrico elaborado y comercializado por industrias Arca, S.A.C, Trujillo.

2.3. Operaciones poscosecha del tomate de árbol

En la Figura 1 se muestra el procedimiento del experimento en estudio.

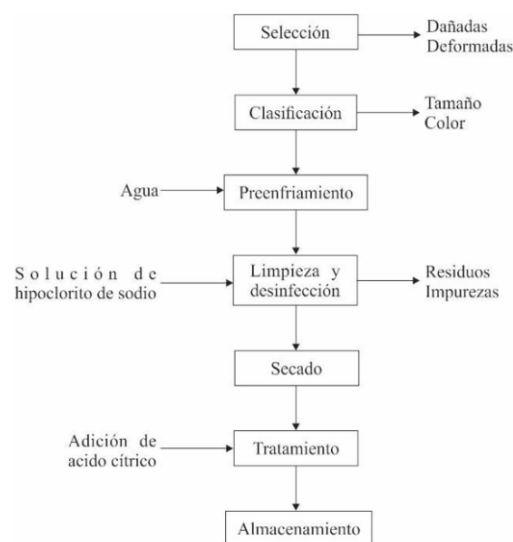


Figura 1. Operaciones poscosecha del tomate de árbol

2.4. Metodología para la recolección de datos

a) % Acidez titulable. Se realizó cada cuatro días por un periodo de 16 días y se tomó en cuenta como varía con respecto al patrón y a la primera prueba realizada a la fruta en estado fresco, por el método de titulación con NaOH e indicador, el resultado se expresa como ácido ascórbico.

Dónde:

B = mL de NaOH

N = normalidad del NaOH

E = peso equivalente del ácido

W = peso muestra en mg o mL.

$$\% \text{ Acidez} = B \cdot N \cdot E \cdot 100 / W$$

b) °Brix. Se realizó cada cuatro días por un periodo de 16 días y se tuvo en cuenta como varía con respecto al patrón y a la primera prueba realizada a la fruta en estado fresco, se utilizó el brixómetro digital, previa calibración del mismo.

c) Color. Se realizó cada cuatro días por un periodo de 16 días y se tuvo en cuenta como varía con respecto al patrón y al primer ensayo realizado a los 30 minutos, se realizó teniendo en cuenta la escala hedónica.

d) Índice de madurez. Es la relación °Brix/ acidez titulable, se evaluó cada cuatro días por un periodo de 16 días, y se consideró como varía con respecto al patrón y a la primera prueba realizada a la fruta en estado fresco.

e) Pérdida de peso. Se evaluó cada cuatro días por un periodo de 16 días, se tuvo en cuenta la variación con respecto al patrón y a la primera prueba realizada a la fruta en estado fresco, se utilizó una balanza digital de 300 gramos.

f) pH: Se realizó cada cuatro días por un periodo de 16 días y se tuvo en cuenta como varió con respecto al patrón y a la primera prueba realizada a la fruta en estado fresco, se utilizó el pH-metro digital escala 1-14 previo una calibración del mismo.

g) Cantidad de vitamina C. Se realizó cada cuatro días por un periodo de 28 días y se tendrá en cuenta como varía con respecto al patrón y a la primera prueba realizada a la fruta en estado fresco, por el método de cuantificación de ácido ascórbico (vitamina C) utilizando Iodo.

$$\left[\frac{g}{L} \right]_{\text{cant.vit.C}} = 0.424 \times \frac{V_{\text{yodo}}}{V_{\text{muestra}}}$$

h) Intensidad respiratoria. El índice de respiración (mg CO₂/h kg) se determinó a partir de una modificación del método químico de Petenkoffer. Se pesaron seis tomates de árbol y se introdujeron en un recipiente hermético; posteriormente el producto de su respiración (CO₂) fue neutralizado con una solución de NaOH (0.1 N).

Procedimiento para medir respiración.

Constó de las etapas siguientes:

- Se montó el respirómetro según el diagrama adjunto en la figura 2.
- Se pesó y se colocó la fruta u hortaliza (promedio de 1000 g) en el reactor.
- Se colocó 90 ml de KOH al 9% en las trampas.
- Se reguló el flujo de aire de la bomba de pecera.
- Se efectuó el barrido en las cámaras durante 10 minutos.
- Se colocó 60 ml de Ba(OH)₂ en las trampas.
- Se dejó las frutas respirando durante 15 a 25 minutos.
- Se suspendió el paso de aire.
- Se pasó a un erlenmeyer limpio la solución de Ba(OH)₂.
- Se tituló rápidamente con solución de ácido oxálico 0.1N.
- Se comparó con una muestra en blanco para cada determinación.
- Se calculó la intensidad respiratoria según la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{(Vb - Vm) \times N \times 22 \times 60}{W \times t}$$

Dónde:

V_m= Volumen de ácido oxálico para titular la muestra (ml)

V_b = Volumen de ácido oxálico para titular el blanco (ml)

N = Normalidad del ácido oxálico (meq/L)

W = Peso de la muestra

T = Tiempo de barrido

60 = Factor de conversión para el tiempo (min/Hr)

22 = Peso miliequivalente del CO₂ (g/meq)

I.R. = Intensidad respiratoria (mg CO₂/Kg.Hr.

III. RESULTADOS

Tabla 1. Porcentaje de ácido cítrico en la acidez del tomate de árbol.

% Acidez titulable del tomate de árbol				
TIEMPO	Porcentaje de ácido cítrico			
	T1 0.0 %	T2 0.5%	T3 1.0%	T4 2.0%
30 min	1.46	2.32	1.65	1.73
4 días	1.82	1.83	1.36	1.45
8 días	1.35	1.20	1.07	1.25
12 días	1.34	1.30	1.01	1.59
16 días	1.34	1.54	1.32	1.15

Tabla 2. Porcentaje de ácido cítrico en el color del tomate de árbol.

Color del tomate de árbol				
TIEMPO	Porcentaje de ácido cítrico			
	T1 0.0 %	T2 0.5%	T3 1.0%	T4 2.0%
30 min	4	4	4	4
4 días	5	4	5	5
8 días	5	5	5	5
12 días	5	5	5	5
16 días	5	5	5	5

Tabla 3. Porcentaje de ácido cítrico en el índice de madurez del tomate de árbol.

Índice de madurez del tomate de árbol				
TIEMPO	Porcentaje de ácido cítrico			
	T1 0.0 %	T2 0.5%	T3 1.0%	T4 2.0%
30 min	8.92	4.30	5.54	5.17
4 días	5.50	6.23	9.50	8.39
8 días	8.30	9.66	11.53	9.30
12 días	8.07	9.85	11.64	7.34
16 días	8.12	6.97	8.70	9.30

Tabla 4. Porcentaje de ácido cítrico en la textura del tomate de árbol

Textura del tomate de árbol				
TIEMPO	Porcentaje de ácido cítrico			
	T1 0.0 %	T2 0.5%	T3 1.0%	T4 2.0%
30 min	5	5	5	5
4 días	4	5	4	5
8 días	4	5	4	4
12 días	3	3	4	4
16 días	3	3	3	4

Tabla 5. Porcentaje de ácido cítrico en la vitamina "C" del tomate de árbol.

Vitamina C del tomate de árbol				
TIEMPO	Porcentaje de ácido cítrico			
	T1 0.0 %	T2 0.5%	T3 1.0%	T4 2.0%
30 min	0.775	1.003	0.770	0.703
4 días	0.631	0.631	0.537	0.529
8 días	0.617	0.705	0.670	0.693
12 días	0.693	0.443	0.700	0.617
16 días	0.772	0.525	0.779	0.672

Tabla 6. Porcentaje de ácido cítrico en la pérdida de peso del tomate de árbol.

Pérdida de peso del tomate de árbol				
TIEMPO	Porcentaje de ácido cítrico			
	T1 0.0 %	T2 0.5%	T3 1.0%	T4 2.0%
30 min	70.11	85.13	65.05	73.57
4 días	65.70	79.00	67.37	83.55
8 días	70.56	80.25	66.05	73.71
12 días	69.70	80.44	66.26	83.46
16 días	67.28	79.92	60.07	71.86

Tabla 7. Porcentaje de ácido cítrico en la intensidad respiratoria del tomate de árbol.

Intensidad respiratoria del tomate de árbol (mg CO ₂ /Kg, Hr)				
TIEMPO	Porcentaje de ácido cítrico			
	T1 0.0%	T2 0.5%	T3 1.0%	T4 2.0%
30 min	0.046	0.023	0.013	0.004
4 días	0.061	0.054	0.072	0.032
8 días	0.028	0.045	0.047	0.037
12 días	0.021	0.024	0.070	0.017
16 días	0.025	0.043	0.059	0.047

VI. DISCUSIÓN

La tabla 1 de la acidez titulable del tomate de árbol en poscosecha evaluado a los 30 minutos de aplicación de ácido cítrico, indica que existe diferencia significativa entre los promedios (por lo menos uno de los porcentajes de ácido cítrico reporta una acidez del tomate de árbol diferente que los demás) de los tratamientos ($p=0.004<0.05$), y el tratamiento III con un porcentaje de acidez de 1,0 % nos da un valor de 1.28 de acidez titulable para el tomate de árbol. Tabares (2003); en lo que respecta al contenido de acidez titulable menciona que la acidez titulable para el tomate de árbol es de 1.15. la acidez titulable está estrechamente relacionada con el pH del tomate de árbol para el cual en la investigación se determinó que con el tratamiento II (0.5 % de ácido cítrico) se logra un pH de 3.96. Tabares et al (2003) manifestó que el pH para el tomate de árbol es de 3.7.

La tabla 2 nos muestra que color del tomate de árbol en poscosecha evaluado a los 30 minutos, 4, 8, 12, 16 días de la aplicación de ácido cítrico, indica que no existe diferencia significativa entre los promedios (por lo menos ninguno de los porcentajes de ácido cítrico reporta un color del tomate de árbol diferente

que los demás) de los tratamientos ($p > 0.05$); pues todos los tratamientos muestran una coloración de 5 que significa rojo. Márquez. (2007); menciona que la evaluación del color en la epidermis y en la pulpa, permitió evidenciar incremento de la cromaticidad roja en los días poscosecha y esto condujo a revalidar la tonalidad anaranjada observada, la cual se hace más acentuada con la maduración.

La tabla 3 muestra el índice de madurez del tomate de árbol en poscosecha evaluado a los 30 minutos de la aplicación de ácido cítrico, indica que existe diferencia significativa entre los promedios (por lo menos uno de los porcentajes de ácido cítrico reporta un índice de madurez del tomate de árbol diferente que los demás) de los tratamientos ($p = 0.004 < 0.05$), indicando que el tratamiento IV (2% de ácido cítrico) de ácido cítrico retarda la madurez de la fruta, dando un valor de 7.90 de índice de madurez; COORPOICA, 2008, indica que el índice de madurez apropiado para el tomate de árbol en poscosecha es de 10.

La tabla 4 reporta la pérdida de peso del tomate de árbol en poscosecha y el tratamiento II (0.5% de ácido cítrico) nos da un valor de pérdida de peso de 80.95. Tabares et al (2003) manifiesta que la pérdida de peso del tomate de árbol es de 85.41.

La tabla 5 reporta que el mejor tratamiento para la textura del tomate de árbol en poscosecha es el tratamiento III (1.0% de ácido cítrico) que da un valor de 3 ligeramente firme. Ciro V. (2004) manifiesta que el tomate de árbol es un material biológico frágil, en el cual su punto de biocedencia coincide con el punto de ruptura.

La tabla 6 nos indica que la vitamina C del tomate de árbol en poscosecha es de 0.779 g/mL y esto se logró con el tratamiento III (1.0% de ácido cítrico)

Se pudo evidenciar que la vida útil de los frutos aumentó seis días más con respecto a los controles, la tabla 7 muestra que con el tratamiento IV (2.0 % de ácido cítrico) se obtiene una intensidad respiratoria de 0,027 mg CO₂/Kg, Hr. Álvarez (2011); observó que a medida que va aumentando la concentración del ácido cítrico la disminución de la tasa de respiración del fruto es mayor, alcanzando así un valor de 1,18 mg CO₂.kg.h⁻¹ mediante el uso de ácido cítrico al 2%, mientras que en los frutos control presentó una tasa de respiración de 7,15 mg CO₂.kg.h⁻¹.

V. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos con ácido cítrico al 0.5 y 1% permitieron aumentar la vida útil del tomate de árbol en 12 días, el tratamiento con ácido cítrico al 2% aumenta la vida útil del tomate de árbol en 20 días.

2. Conservando una acidez titulable promedio de 1.28, siendo la acidez del tomate de árbol 1.15 evidenciando un aumento de su acidez en 0.13; un índice de madurez e 7.90, un pH requerido por los consumidores con un valor de 3.97 esto se logró con un tratamiento de inmersión en solución de ácido cítrico. La mayor disminución en la tasa de respiración del fruto se presenta mediante la aplicación del ácido cítrico al 2%, lo cual demuestra que con este tratamiento se logra inhibir la tasa respiratoria en un 16,5% con respecto al control, aumentando el tiempo de vida útil en 20 días. Las soluciones de ácidos cítricos presentan actividad antioxidante óptima inhibiendo los procesos respiratorios.

3. El tratamiento I con 0.0 % de ácido cítrico, el tomate de árbol presenta signos de deterioro a los 8 días de ser cosechados, mientras que con los tratamientos II, III y IV no presentan deterioro a los 16 días de ser cosechados, mostrando una clara evidencia de aumento en su vida útil.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M. J. (2011). *Efecto del ácido cítrico sobre la madurez del tomate de árbol*. Universidad Simón Rodríguez, Carrera de Ingeniería de Alimentos Carabobo - Venezuela.
- Anzaldúa, A. (2005). *Evaluación Sensorial de los alimentos en la teoría y práctica*. Zaragoza, España: Editorial Acribia. S.A.
- Ciro, V. (2004). *Estudio experimental de la fuerza de fractura en frutas tropicales: el tomate de árbol (Cyphomandra betacea S.)*, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín, Colombia.
- Márquez, C. (2007). *Cambios fisiológicos, texturales, fisicoquímicos y microestructurales del tomate de árbol (Cyphomandra betacea S.) en poscosecha*. Vol. 14. No 2. pp. 9-16 Universidad de Antioquia Medellín, Colombia.
- Meza, N. Manzano, J. (2009). *Características del fruto de tomate de árbol (Cyphomandra betacea S) basadas en la coloración del arilo, en la Zona Andina Venezolana*, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Revista UDO Agrícola. Trujillo, Venezuela
- Portela, S. (1999). *Fisiología y manejo de poscosecha del tamarillo (Cyphomandra betacea S)*. *Avances en horticultura, Department of Vegetable Crops*, University of California, Estados Unidos.

- Primo, Y. (1998). *Química de los alimentos*. España: Editorial Síntesis, S.A.
- Reina, E. Guzmán, M. (1998). *Manejo poscosecha y evaluación de la calidad para tomate de árbol que se comercializa en la ciudad de Nieva Universidad Sur colombiana, Facultad de Ingeniería*. Nieva, Colombia.
- Burgos, H. Chávez, C. Julca, J. (2006). *Tomate de árbol, Biodiversidad y Conservación de los Recursos Fitogenéticos Andinos. Gerencia Regional de Recursos Naturales y conservación del Medio Ambiente*. Trujillo, Perú.
- Vera, Diana G. (2013). *Determinación del tiempo de conservación del tomate de árbol (Cyphomandra betacea Sent), con sábila (Aloe vera) y melaza como recubrimiento comestible a temperatura ambiente y refrigeración*. Tulcán, Ecuador.
- CORPOICA. (2008). *Manual de manejo cosecha y poscosecha del tomate de árbol*. Bogotá, Colombia.
- Tabares, C. Velásquez, J. (2003). *Estudio de la vida de anaquel del tomate de árbol (Cyphomandra betacea Sent), osmodeshidratado empacado en atmósfera modificada*. Trabajo para Obtener el Título de Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Colombia Manizales, Colombia.
- Muñoz, A; Sáenz, A; López, L; Cantú, L; Baraja, L. (2014), *Ácido Cítrico: Compuesto Interesante*. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila, Volumen 6, No 12. Coahuila, México.