

Evaluación microbiológica y fisicoquímica de néctares pasteurizados elaborados con pulpa de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth)

Mario José Moreno Alvarez, Nathaly Girán, Karla Serrano, David García y Douglas R. Belén Camacho

Laboratorio de Biomoléculas, Ingeniería de Alimentos, Universidad Simón Rodríguez, Canoabo, Estado Carabobo, Venezuela

RESUMEN. El tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth) es una especie originaria de las regiones tropicales altas. En Venezuela se cultiva en los estados andinos y Aragua, sin embargo su consumo está restringido como fruto fresco a pesar de su potencial agroindustrial y alimentario en especial como fuente de provitamina A. El objetivo de esta investigación es la elaboración de cuatro néctares acondicionados con ácido ascórbico (I: 0%; II: 0,5%; III: 1,0 y IV: 1,5%) con una relación de 1 L de pulpa: 4 L de agua (1:4). Los néctares pasteurizados (60°C durante 30 min) se conservaron bajo refrigeración a $7,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$ en envases ámbar de 250 mL. Se evaluaron semanalmente durante 21 días bacterias mesófilas, hongos, levaduras, coliformes totales (NMP/mL), pH, °Brix, acidez titulable, carotenoides totales, vitamina C y azúcares totales. El recuento de bacterias mesófilas para todas las formulaciones en el primer día evaluado fue < 200 UFC/mL. Los recuentos de hongos y levaduras fueron < 10 UFC/mL y para el NMP/mL de coliforme totales fue < 3 hasta la tercera evaluación. No se determinaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en los parámetros: pH, °Brix y azúcares totales. Se determinaron diferencias significativas en el contenido de vitamina C y carotenoides totales ($P < 0,05$). Las evaluaciones sensoriales efectuadas con el panel no entrenado, indicaron que no existieron diferencias significativas entre las formulaciones para los atributos olor y sabor. En cambio el atributo color fue discriminado durante las cuatro evaluaciones. La formulación I (sin ácido ascórbico) fue preferida mayoritariamente por su color. Se concluye que los néctares elaborados presentaron una vida útil de 14-21 días bajo las condiciones de almacenamientos antes señaladas debido a la adecuada calidad microbiológica y fisicoquímica del producto.

Palabras clave: Tomate de árbol, *Cyphomandra betaceae*, néctares, pasteurización.

INTRODUCCION

El tomate de árbol, tamarillo o tomate francés (*Cyphomandra betaceae* Sendth) es una Solanaceae originaria de las regiones andinas del Perú y se encuentra distribuido en los ambientes de las tierras alta tropicales del mundo (1). En Venezuela se cultiva en los estados andinos y

SUMMARY. Microbiological and physicochemical evaluation of pasteurized nectars elaborated with tree tomato (*Cyphomandra betaceae* Sendth) pulp. Tree tomato (*Cyphomandra betaceae* Sendth) is a species from high tropical regions. In Venezuela, it is cultivate at the Andean and Aragua state but its consumption is restricted as fruit-fresh, though it a nutritious and industrial potential due its provitamin A content. In this research four nectars were elaborated in proportion 1 L pulp/4 L of water (1:4) and addition of ascorbic acid (I: 0%; II: 0.5%; III: 1.0 y IV: 1.5%). The nectars were pasteurized (60°C for 30 min), tuned into amber bottle, and stored under refrigeration conditions ($7,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$). Weekly during 21 days the mesophilic bacteria, molds, yeasts, total coliforms (MPN/mL), pH, °Brix, acidity, total carotenoids, vitamin C and total sugars were evaluated. The mesophilic bacteria content was < 200 UFC/mL for every formulation on the first day the evaluation. molds and yeasts were < 10 UFC/mL and the total coliforms (NPN/mL) < 3 until the third evaluation. No significant differences ($P > 0,05$) were founded on : pH, °Brix and total sugars. Significant differences ($P < 0,05$) were founded in vitamin C and total carotenoids content. Sensorial analysis did not show significant differences between formulations for the smell and flavor attributes, when the color was discriminate during the evaluations. The formulation I (without acid ascorbic) had more preference due its color. In conclusion, the nectars showed useful life of 14-21 days under refrigeration condition storage due to the adequate physicochemical and microbiological quality of the product.

Key words: Tree tomato, *Cyphomandra betaceae*, nectars, pasteurization.

en el estado Aragua de forma ornamental careciéndose de datos sobre producción nacional. Los frutos presentan importantes valores de minerales, especialmente calcio, fósforo y hierro, contiene adecuados niveles de vitaminas A, B6, C, Niacina y es fuente valiosa de pectinas que favorecen la elaboración de jaleas y mermeladas (2); sin embargo en el país su consumo está limitado como fruto fresco y en la

elaboración de productos artesanales, careciendo totalmente de industrialización adecuada, lo cual no ha permitido una salida comercial de estos frutos que logre estimular desarrollos locales sustentables, para garantizar la masificación de una bebida alimenticia con importante fuente de vitamina A y con capacidad antioxidante. Estudios efectuados por el INN (3) señalan al tomate de árbol con valores de Vitamina A en el orden de 93,0 E.R. por 100 g de alimento lo cual le confiere atributos como antioxidante natural.

El objetivo de esta investigación es la formulación de cuatro néctares pasteurizados acondicionados con ácido ascórbico (I: 0%; II: 0,5%; III: 1,0 y IV: 1,5%). Se evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que puedan estar asociados a la degradación de carotenoides. Debido a la inexistencia de productos con estas características en el mercado nacional, esta investigación permitió evaluar la factibilidad técnica de la confección de un nuevo producto con valores nutricionales importantes y con nula explotación industrial en el país.

MATERIALES Y METODOS

Etapas preliminares

Se trasladaron $17,800 \pm 0,001$ kg de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth) variedad rojo morada, provenientes de La Colonia Tovar, estado Aragua, Venezuela al laboratorio de Biomoléculas, municipio Canoabo. Los criterios de selección fueron: presentar madurez de consumo, color rojo homogéneo, sin rastros de deterioro y pertenecientes a la cosecha Octubre-2002. El transporte se efectuó mediante cajas de cartón acondicionadas para tal fin. Las muestras fueron lavadas con agua corriente y secada posteriormente con papel absorbente. Se cortaron con cuchillos de acero inoxidable en trozos de tamaño variable, para ser procesados en un despulpador (marca Dixie Canner®, modelo 17 con malla 0,60 mm). Se obtuvo $15,800 \pm 0,001$ g de pulpa.

Caracterización fisicoquímica de la pulpa

La acidez titulable, humedad y azúcares totales se determinaron mediante metodología AOAC (4). Los sólidos solubles (SST) se expresaron como °Brix y se evaluaron mediante refractómetro Baush & Lomb modelo ABBE-3L. El pH se determinó mediante potenciómetro HANNA Instruments, modelo pHep® 1. El índice de madurez se calculó mediante relación SST/acidez. El contenido de carotenoides se evaluó mediante curva de calibración $Y: 0,029 + 38,138 X$ a 440 nm con un espectrofotómetro marca Baush & Lomb, modelo Spectronic 20 y la determinación de vitamina C mediante el método de titulación con 2,6 dicloro indofenol (5) Todos los parámetros evaluados se analizaron por triplicado.

Formulaciones de los néctares

En esta investigación se formulan cuatro néctares manteniendo una relación de 1 L de pulpa: 4 L agua (1:4), acondicionados con 0%(I); 0,5%(II); 1,0%(III) y 1,5% (IV) de ácido ascórbico respectivamente. La cantidad de sacarosa comercial añadida fue de 1,280 kg para un volumen final de 8 L y un valor de 14 °Brix por tratamiento.

Proceso de pasteurización

Las diferentes formulaciones se pasteurizaron mediante equipo piloto Marca DOVER, Modelo TDB/7-20 de 18 L de capacidad, a una temperatura de $60,0 \pm 0,1$ °C durante 30 min. Las muestras se envasaron en recipientes de vidrio con capacidad de 250 mL previamente esterilizados y tapados herméticamente. Se codificaron y mantuvieron en refrigeración durante 21 días a una temperatura de $7,0 \pm 0,1$ °C.

Evaluaciones fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales a los néctares.

Las muestras se evaluaron después del proceso de pasteurización y consecutivamente a los 7, 14 y 21 días. La acidez titulable se determinó mediante metodología AOAC (4). Los sólidos solubles se expresaron como °Brix y se evaluaron en un refractómetro Baush & Lomb modelo ABBE-3L. El pH se determinó en un potenciómetro HANNA instruments, modelo pHep® 1. El contenido de carotenoides totales y vitamina C se determinó por los métodos señalados para la caracterización de la pulpa. Se realizaron recuentos de hongos, levaduras, organismos aeróbicos mesófilos y coliformes totales (NMP/mL) según procedimiento descritos por COVENIN (6-8). La evaluación sensorial se efectuó siguiendo la escala hedónica propuesta por el CIEPE (9). El número de panelistas no entrenado fue de cuarenta. Los atributos evaluados fueron: color, sabor y olor.

Análisis estadísticos

Los resultados de cada uno de los tratamientos se evaluaron mediante análisis de varianza ($P < 0,05$), el análisis sensorial se evaluó mediante la prueba no paramétrica de Friedman al 95% de confianza y un valor de alfa de 0,05, utilizando el paquete estadístico SAS (10).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la evaluación de la materia prima se presentan en la Tabla 1, siendo similares los parámetros: humedad, pH, acidez, sólidos solubles e índice de madurez a los señalados por Hernández y Moreno-Alvarez (11) y Durán y Moreno-Alvarez (12), para frutos cosechados en la misma localidad geográfica. En relación al resto de los atributos evaluados presentaron diferencias con respecto a los reportados por INN (3). Estas diferencias pudieran estar

asociadas a grados de maduración de los frutos, efectos geográficos o condiciones culturales propias de la especie.

TABLA 1
Caracterización fisicoquímica de la pulpa de tomate de árbol

Parámetro	Valor
Humedad (%)	87,17
Acidez (%)*	1,15
pH	3,9
Azúcares totales (%)	5
Sólidos solubles (SST)	10
Índice de madurez (SST/acidez)	8,70
Carotenoides totales+	60,00
Vitamina C**	15,84

* g de ácido cítrico/100 g de pulpa

+ mg / 100 g de pulpa

**mg de ácido ascórbico / en 100 g de pulpa

En la Tabla 2 se presentan los valores obtenidos de pulpa y residuos del fruto de tomate de árbol. En dicho proceso se pudo evidenciar que la pulpa representa el 88,76% del total del peso fresco (para las condiciones de madurez señaladas en el apartado anterior), siendo superior a los valores determinados por Hernández (2).

TABLA 2

Rendimiento aprovechable del fruto de tomate de árbol

Materia prima	Peso (kg)	% de Rendimiento
Frutos	17,800	100
Pulpa	15,800	88,76
Residuos	1,895	10,65

En la Tabla 3 se representan los valores de las evaluaciones fisicoquímicas de los néctares acondicionados con ácido ascórbico. Los parámetros acidez titulable (A), pH, azúcares totales (AT) y sólidos solubles (SST) no cambiaron significativamente ($P>0,05$) para las cuatro formulaciones durante los 21 días de estudio. Los valores de acidez titulable fueron estables significativamente ($P>0,05$) para todas las evaluaciones hasta el día 14 a excepción de la formulación I. En relación al contenido de carotenoides totales y vitamina C se detectaron cambios significativos independientes de la concentración de ácido ascórbico utilizado ($P<0,05$). Las degradaciones observadas están relacionadas con la presencia de oxígeno en los espacios libres de los envases, presencia de radicales libres y trazas de minerales que aceleran la degradación de estos metabolitos (13). Se pudo determinar que el contenido de carotenoides totales fue mayor en relación a los valores de ácido ascórbico añadido a las formulaciones, lo cual permite evidenciar un efecto protector. Estudios recientes evidencian que el ácido ascórbico permite la quelación de iones, es considerado como buen estabilizante y un adecuado antioxidante (14).

TABLA 3
Evaluación fisicoquímica de néctares de tomate de árbol acondicionados con ácido ascórbico

P	Formulación I				Formulación II				Formulación III				Formulación IV			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
A	0,27 ^a	0,27 ^a	0,27 ^a	0,29 ^b	0,39 ^a	0,41 ^b	0,46 ^c	0,48 ^d	0,62 ^a	0,61 ^a	0,62 ^a	0,63 ^b	0,72 ^a	0,73 ^a	0,73 ^a	0,77 ^b
pH	3,9 ^a	3,9 ^a	3,9 ^a	3,7 ^a	3,6 ^a	3,6 ^a	3,6 ^a	3,5 ^a	3,4 ^a	3,4 ^a	3,4 ^a	3,3 ^a	3,4 ^a	3,4 ^a	3,4 ^a	3,3 ^a
VC	1,92 ^a	1,92 ^a	0,96 ^b	0,48 ^c	21,92 ^a	21,44 ^a	20,80 ^b	18,24 ^c	43,84 ^a	41,76 ^b	40,48 ^c	36,96 ^d	52,64 ^a	51,84 ^b	43,68 ^c	42,24 ^d
CCT	6,49 ^a	6,49 ^a	5,79 ^b	4,05 ^c	6,67 ^a	6,58 ^a	6,06 ^a	4,84 ^b	7,98 ^a	7,89 ^a	7,63 ^b	6,49 ^c	9,47 ^a	8,68 ^b	7,36 ^c	6,93 ^d
AT	14,52 ^a	14,48 ^a	14,43 ^a	12,98 ^a	12,18 ^a	12,14 ^a	12,08 ^a	11,88 ^a	12,48 ^a	12,15 ^a	12,11 ^a	11,54 ^a	13,54 ^a	13,51 ^a	12,89 ^a	11,40 ^a
SST	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	13 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a

P: Parámetro

A: Acidez titulable g de ácido cítrico/100 mL de néctar

VC: Vitamina C: mg ácido ascórbico/100 mL de néctar

CCT: Contenido carotenoides totales expresados mg/mL x 10⁻³

AT: Azúcares totales (%)

SST: Sólidos solubles expresados como °Brix

Valores promedios de tres determinaciones

Letras diferentes en el superíndice indican diferencias significativas (Tukey, $P<0,05$)

Las evaluaciones microbiológicas de los productos pasteurizados se representan en las Tablas 4, 5, 6 y 7. Los parámetros evaluados cumplieron con las Normas COVENIN 1699 (15) y COVENIN 1337 (7). La cual establece valores máximos de 200 UFC/mL para organismos mesófilos en el primer día de pasteurización y 50 UFC/mL de hongos y 100 UFC/mL de levaduras. En todos los casos los valores estuvieron en los estándares adecuados lo cual indica que el proceso de pasteurización fue eficiente. Se establece para las formulaciones I y II 14 días de vida útil, debido a la importante carga microbiana detectada en el día 21; no así para las formulaciones III y IV que presentaron buena calidad microbiana durante todo el estudio.

TABLA 4
Evaluación microbiológica de la formulación I

Microorganismo	Tiempo 0	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3
Aerobios mesófilos				
UFC/mL	<10	<10	108	400
Hongos UFC/mL	<10	<10	<10	>200
Levaduras UFC/mL	<10	<10	<10	>200
NMP/mL coliformes	<3	<3	<3	<3

TABLA 5
Evaluación microbiológica de la formulación II

Microorganismo	Tiempo 0	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3
Aerobios mesófilos				
UFC/mL	<10	<10	<10	58
Hongos UFC/mL	<10	<10	<10	90
Levaduras UFC/mL	<10	<10	<10	>200
Coliformes totales (NMP/mL)	<3	<3	<3	<3

TABLA 6
Evaluación microbiológica de la formulación III

Microorganismo	Tiempo 0	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3
Aerobios mesófilos				
UFC/mL	<10	<10	<10	<200
Hongos UFC/mL	<10	<10	<10	1000
Levaduras UFC/mL	<10	<10	<10	800
Coliformes totales (NMP/mL)	<3	<3	<3	<3

TABLA 7
Evaluación microbiológica de la formulación IV

Microorganismo	Tiempo 0	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3
Aerobios mesófilos				
UFC/mL	<10	<10	<10	<200
Hongos UFC/mL	<10	<10	<10	30
Levaduras UFC/mL	<10	<10	<10	30
Coliformes totales (NMP/mL)	<3	<3	<3	<3

Las evaluaciones sensoriales efectuadas con el panel no entrenado, indicaron que no existieron diferencias significativas entre las formulaciones para los atributos olor y sabor. En cambio el atributo color fue discriminado durante las cuatro evaluaciones. La formulación I (sin ácido ascórbico) fue preferido mayoritariamente por su color, evidenciada a través de la prueba de comparación simple no paramétrica (16).

CONCLUSIONES

Los néctares elaborados presentaron una vida útil de 14 días bajo las condiciones de almacenamientos de $7 \pm 1^\circ\text{C}$ debido a la adecuada calidad microbiológica y fisicoquímica del producto. Los parámetros acidez titulable, pH, azúcares totales y sólidos solubles no cambiaron significativamente ($P>0,05$) durante el estudio. No así los parámetros carotenoides totales y vitamina C, que presentaron evidencias de oxidación. La formulación IV presentó los mayores valores de carotenoides totales evidenciándose el efecto antioxidante del ácido ascórbico (1,5% p/v). La calidad microbiológica presentada por los productos en el primer día de pasteurización demostró la eficiencia del proceso, ya que presentaron valores menores que los estándares establecidos en las norma venezolanas COVENIN de productos pasteurizados. Los parámetros acidez titulable (A), pH, azúcares totales (AT) y sólidos solubles (SST) no cambiaron significativamente ($P>0,05$) para las cuatro formulaciones durante los 21 días de estudio. Las evaluaciones sensoriales efectuadas con el panel no entrenado, indicaron que no existieron diferencias significativas entre las formulaciones para los atributos olor y sabor los panelistas en los diferentes tiempos. En cambio el atributo color fue discriminado durante las cuatro evaluaciones. La formulación I (sin ácido ascórbico) fue preferido mayoritariamente por su color. Se concluye que existe factibilidad técnica en la elaboración de néctares del tomate de árbol. La explotación agroindustrial de estos productos permitiría la utilización de una especie marginal en el país y de un adecuado valor nutricional. La vida útil de los productos se establecieron de 14 días para la

formulaciones I y II y de 21 días para las formulaciones III y IV.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Proyecto UNESR-FONACIT Pem-2001002271.

REFERENCIAS

1. Hume E and Winters H. The "Palo de Tomate" or tree tomato. *Econ Bot.* 1949; 3:140-142.
2. Hernández G. Extracción de carotenoides totales del pericarpio del tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendt) utilizando diferentes técnicas de secado [tesis]. Canoabo: Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez; 1999. 99 p.
3. Instituto Nacional de Nutrición (INN) Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico. Publicación N° 54., Serie Cuadernos Azules, Caracas, Venezuela. 2001. 97 p.
4. AOAC. Official Methods of Analysis. Ass. Agric. Chem. 15 th. Washington, D.C. 1990. 1298 p.
5. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) Norma Venezolana COVENIN: 1295. Determinación de Vitamina C. 1977.17 p.
6. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) Norma Venezolana COVENIN: 1337. Método para el recuento de hongos y levaduras. 1978. 6 p.
7. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) Norma Venezolana COVENIN: 902. Método para el recuento de microorganismos aeróbicos en placa de petri. 1978. 5 p.
8. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) Norma Venezolana COVENIN: 1104. Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli*. 1984. 21 p.
9. Fundación Centro de Investigación del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE). Evaluación Sensorial de los Alimentos. Serie Manuales No. 2, Segunda edición, CIEPE, San Felipe.1984. 136 p.
10. SAS. SAS User's Guide: Statistics. Cary, N.C.: SAS Institute. 1990.
11. Hernández G. y Moreno-Alvarez MJ. Efecto del secado y del ácido cítrico sobre la degradación de los carotenoides de tamarillo (*Cyphomandra betaceae* Sendt). *Cienc Tecnol Aliment.* 2000; 2(5): 29-33.
12. Durán MG y Moreno-Alvarez MJ. Evaluación de algunas mezclas de solventes en la extracción de carotenoides del pericarpio de tamarillo (*Cyphomandra betaceae* Sendt). *Cien Tecnol Aliment.* 2000; 3(1): 34-38.
13. Moreno-Alvarez M.J, Torrez V y Belén DR. Degradación cinética de carotenoides obtenidos de frutos de lechosa *Carica papaya*. *Rev Fac Agro. (LUZ).* 2003; 20(2): 232-237.
14. Martí N, Pérez-Vicente A and García-Viguera C. Influence of storage temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice. *J Sci Food Agric.* 2002; 82(2): 217-221.
15. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) Norma Venezolana COVENIN: 1699 Jugos de naranja pasteurizados requisitos. 1981. 7 p.
16. De Campos H. Estadística Experimental Ñao-paramétrica. Universidad de Sao Paulo, Piracicaba. 1983: pp 234-249.

Recibido:19-03-2003

Aceptado:23-07-2003