

# EFEECTO DE PASTEURIZACIÓN SOBRE CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y CONTENIDO DE VITAMINA C EN JUGOS DE FRUTAS

## EFFECT OF PASTEURIZATION ON SENSORY CHARACTERISTICS AND CONTENT OF VITAMIN C IN FRUIT JUICES

## EFEITO DA PASTEURIZAÇÃO SOBRE CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E TEOR VITAMINA C EM SUCO DE FRUTAS

YESENIA VILLAREAL D.<sup>1</sup>, DIEGO FERNADO MEJÍA E.<sup>2</sup>, OSWALDO OSORIO M.<sup>3</sup>,  
ANDRÉS FELIPE CERÓN C.<sup>4</sup>

### RESUMEN

*En esta investigación se evaluó el efecto de distintos tratamientos de pasteurización sobre las características sensoriales y el contenido de vitamina C de cuatro jugos de fruta: mora de castilla (MC), mango costeño (MAC), naranja Valencia (NV) y tomate de árbol tamarillo (TA). Los resultados mostraron que el proceso de pasteurización adecuado, definido como aquel que mostrara ausencia de actividad de peroxidasa (POD) medida cualitativamente para cada jugo fue 80°C por 120 segundos (MC), 80°C por 90 segundos (MAC), 75°C por 90 segundos (NV) y 80°C por 90 segundos (TA); el efecto del procesamiento sobre el color, olor y sabor de los jugos se evaluó mediante análisis sensorial por un panel entrenado y reveló que no hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las características evaluadas antes y después del tratamiento térmico. Las pérdidas de vitamina C*

**Recibido para evaluación:** 30/10/2011. **Aprobado para publicación:** 23/04/2013

- 1 Ingeniera Agroindustrial. Universidad de Nariño. Facultad Ingeniería Agroindustrial. Pasto, Colombia.
- 2 Ingeniero Agroindustrial. MSc. Ciencias Agrarias. Docente Investigador Universidad de Nariño.
- 3 Ingeniero Agroindustrial. PhD. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Docente Investigador Universidad de Nariño.
- 4 Ingeniero Agroindustrial. Universidad de Nariño. Grupo de Investigación Tecnologías Emergentes en Agroindustria (TEA). Pasto, Colombia.

**Correspondencia:** osorio\_oswaldo@udenar.edu.co; osorio\_oswaldo@hotmail.com

provocadas por el tratamiento de pasteurización, se cuantificaron mediante el método de Mohr encontrándose valores de 84,67% (MC), 89,82% (MAC), 99,43% (NV) y 87,72% (TA). El tratamiento aplicado prolongó la vida útil de los jugos de 10 a 12 días a temperatura de refrigeración, sin cambios apreciables en sus características sensoriales.

## ABSTRACT

*This study evaluated the effect of different pasteurization treatments on sensory characteristics and content of vitamin C of four fruit juices: Blackberry cv. Castilla (MC), Mango cv. Costeño (MAC), Orange cv. Valencia (NV) and Tree tomato cv. Tamarillo (TA). The results showed that the suitable pasteurization process, defined as that who showed lack of peroxidase (POD) activity, measured qualitatively for each juice, was 80°C for 120 seconds (MC), 80°C for 90 seconds (MAC), 75°C for 90 seconds (NV), and 80°C for 90 seconds (TA); the effect of processing on the color, smell and taste of juices was assessed using sensory analysis by a trained panel and revealed that there were no significant differences ( $p < 0,05$ ) among characteristics evaluated before and after heat treatment. The pasteurization treatment-induced losses of vitamin C, were quantified using Mohr method, exhibited values of 84,67% (MC), 89,82% (MAC), 99,43% (NV) and 87,72% (TA). The treatment applied, prolonged the shelf life of the juice from 10 to 12 days at refrigeration temperature, without appreciable changes in sensory characteristics.*

## RESUMO

*Neste estudo avaliou o efeito de diferentes tratamentos de pasteurização sobre as características sensoriais e teor de vitamina C quatro sucos de frutas: Mora de Castilla (MC), Manga cv. costeira (MAC), Valencia laranja (NV) e tomate de árvore tamarillo (TA). Os resultados mostraram que o processo de pasteurização apropriada, definida como uma que não mostrou nenhuma atividade da peroxidase (POD), como qualitativamente para cada sumo era de 80°C durante 120 segundos (MC), a 80°C durante 90 segundos (MAC) e 75°C durante 90 segundos (NV) e 80°C durante 90 segundos (TA), o efeito do processamento sobre a cor, cheiro e sabor dos sucos foram avaliados por análise sensorial por um painel treinado não revelou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as características avaliadas antes e após o tratamento térmico. Vitamina C perdas causadas pelo tratamento de pasteurização, foram medidas pelo método de Mohr encontrar os valores de 84,67% (MC), 89,82% (MAC), 99,43% (NV) e 87,72% (TA). O tratamento foi prolongado a vida do suco durante 10 a 12 dias a temperaturas de refrigeração, sem alterações significativas nas suas características sensoriais.*

## INTRODUCCIÓN

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [1] el Departamento de Nariño por su ubicación y heterogeneidad climática, presenta condiciones adecuadas para el desarrollo de frutales tanto de clima cálido como de cli-

### PALABRAS CLAVES:

Peroxidasa, Refrigeración, Análisis Sensorial.

### KEYWORDS:

Peroxidase, Cooling, Sensory analysis

### PALAVRAS-CHAVE:

Peroxidasa, Refrigeração, análise sensorial

ma frío. El volumen total de producción de frutas para los años 2009 y 2010 fue de 267843,5 y 296736,5 toneladas, respectivamente [2].

La producción de frutas objeto de este estudio se encuentra distribuida así: cítricos 29,5%, tomate de árbol 5,2%, mora 4,6%, y mango 1,0% [2].

Estas frutas tienen aplicaciones en la transformación agroindustrial, obtención de pulpas [3] y jugos naturales, muy apreciados por los nuevos consumidores que prefieren productos con aromas y sabores innovadores y al mismo tiempo saludables [4, 5].

Actualmente se considera como relevantes las características fisicoquímicas, nutricionales y funcionales de los alimentos por contribuir directamente al bienestar y calidad de vida; se han encontrado diversidad de compuestos con capacidad antioxidante en los derivados de frutas, que al ser consumidos en forma regular sin ser indispensables para el desarrollo, crecimiento y mantenimiento del organismo humano influyen en uno o más procesos fisiológicos según sea su interacción con otros constituyentes [6].

Según Valero *et al.*, [7], el aumento en el consumo de frutas y vegetales ha sido asociado con la disminución de enfermedades crónico-degenerativas como obesidad, cáncer y aquellas relacionadas con el envejecimiento; Sánchez *et al.*, [8] afirma que las bebidas de frutas poseen muchos componentes bioactivos como el ácido ascórbico, los tocoferoles, carotenoides y polifenoles, que ejercen efectos antioxidantes y anticancerígenos.

Salamanca *et al.*, [9] mencionan que para la obtención de jugos, néctares, conservas, compotas y mermeladas se requiere encontrar la mezcla óptima de ingredientes que permita generar un producto con características funcionales y alto valor nutricional, en los que se mantengan propiedades organolépticas de aroma y sabor deseables.

Zuleta *et al.*, [10] afirman que el principal desafío en la elaboración de una bebida es preservar sus nutrientes y hacerlo atractivo desde el punto de vista sensorial, razón por la cual se busca conocer y estudiar la composición química, enzimática y nutricional de las frutas con el fin de encontrar el mejor proceso [11].

Los tratamientos térmicos son los métodos más utilizados para estabilizar productos porque tienen la capacidad de destruir microorganismos e inactivar

enzimas [12]. Entre estos tratamientos el más comúnmente usado es la pasteurización; considerado como un procedimiento relativamente suave, que contribuye con el aumento de la vida útil del alimento sobre el que se aplica [13].

Sin embargo se debe encontrar la relación temperatura - tiempo adecuado que inactive la enzima para conservar la mayor cantidad de características.

La POD es de gran interés en la tecnología de alimentos, debido a su influencia sobre la calidad de frutas y vegetales crudos y procesados [14]; la facilidad con la que se determina su actividad y por su estabilidad al calor comparada con otras enzimas, la POD es usada como indicador de la calidad de los tratamientos térmicos [15].

Asimismo los estudios de retención de vitaminas, para evaluar los efectos de los tratamientos son de gran importancia.

El contenido de vitamina C, resulta ser muy variable tanto por causas genotípicas como de manejo pre y poscosecha [16], por lo cual se ha utilizado como indicador de calidad [17], debido a que es un compuesto bioactivo sensible, actuando como un criterio válido para otros componentes nutricionales u organolépticos.

En este contexto se planteó una investigación cuyo objetivo general fue determinar el efecto de la pasteurización sobre las características sensoriales y el contenido de vitamina C en jugos naturales de frutas.

## MÉTODO

### Localización

La investigación se llevó a cabo en la Planta Piloto de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial (Universidad de Nariño) sede Torobajo Pasto (Nariño), localizada a 2527 msnm., con temperatura promedio de 14°C y una humedad relativa de 70%.

### Materia prima

Las frutas fueron proporcionadas por la empresa INPADENA, dedicada a la obtención de pulpas en el municipio de Pasto, Departamento de Nariño, la cual suministró frutas en grado óptimo de madurez.

## Selección y acondicionamiento de materia prima

Los parámetros de calidad para la selección de las frutas de calidad extra se establecieron de acuerdo a las normas técnicas colombianas correspondientes para mango (NTC 1266) [18], Tomate de árbol (NTC 4105) [19], Mora de Castilla (NTC 4106) [20], y Naranja Valencia (NTC 4086) [21].

Posteriormente, las frutas fueron lavadas con agua potable y desinfectadas con hipoclorito de sodio en concentración de 30 ppm por 5 minutos; enseguida se trocearon antes de ser homogenizadas en forma de puré en una despulpadora JAVAR. El puré obtenido se recolectó en un tanque de acero inoxidable.

## Formulación de los jugos

El porcentaje de pulpa y la cantidad de edulcorante (sacarosa), para cada jugo se determinó con base en un estudio de preferencia hecho con un panel de degustación entrenado (resultados no mostrados).

Se mezcló cada una de las pulpas con agua potable, en relación pulpa:agua 16:84, a excepción del zumo de naranja que no se diluyó. Se adicionó sacarosa hasta alcanzar 11°Brix para los jugos de mora y mango, 15°Brix para zumo de naranja y 10°Brix para el jugo de tomate de árbol.

## Tratamiento térmico

Se construyó un pasteurizador de laboratorio (figura 1) utilizando un baño termostático Eyela OSB 2000, con precisión de  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ , seguido de enfriamiento en

un baño de agua hielo a  $5^\circ\text{C}$ , con el fin de someterlas a un brusco choque térmico [22]. La temperatura se registró utilizando un Datalogger.

Los factores de estudio fueron la temperatura en 4 niveles ( $75^\circ\text{C}$ ,  $80^\circ\text{C}$ ,  $85^\circ\text{C}$  y  $90^\circ\text{C}$ ) y tiempo de tratamiento (30, 60, 90 y 120 segundos).

Se utilizó un diseño multi nivel factorial en cuatro niveles  $4^2$  completamente aleatorizado; las pruebas se hicieron por triplicado, con el fin de determinar el efecto de la temperatura y el tiempo sobre las variables de respuesta: Actividad enzimática de POD, propiedades sensoriales (color, olor y sabor) y contenido de vitamina C, comparando los resultados antes y después de los tratamientos térmicos seleccionados.

El diseño experimental y el análisis de resultados se realizaron con ayuda del programa Statgraphics Centurion® Plus versión XVII. Mediante el cual se realizó el análisis de varianza y una prueba de comparación mediante la LSD de Fisher a un nivel de significancia del 5%.

## Determinación de actividad enzimática

La presencia de la enzima POD se determinó de manera cualitativa en los zumos pasteurizados según el diseño experimental, mediante la metodología descrita por Talcott [23].

El buffer de reacción se preparó de acuerdo al método propuesta por Latorre *et al.*, [14]; a 99,8 ml de buffer fosfato (pH 6,5; 0,1M), se adicionó 0,1 mL guayacol y 0,1 mL de peróxido de hidrógeno y se mezcló con 120 mL de jugo tratado térmicamente.

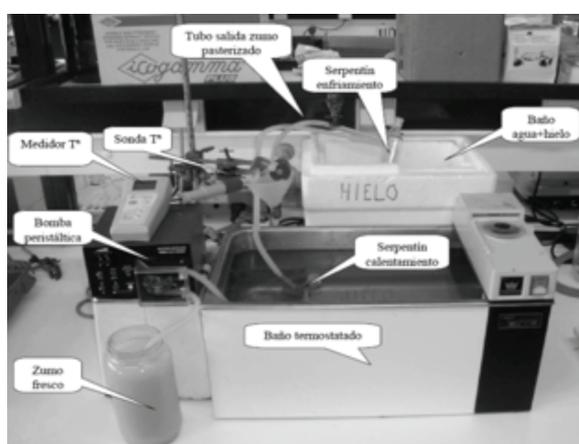
## Evaluación sensorial

Se realizó con la participación de un panel entrenado de 14 personas de ambos sexos, según la metodología descrita por Anzaldúa [24], siguiendo el método de Escala Hedónica.

Se hicieron 3 valoraciones; en la primera se evaluaron jugos sin edulcorante para determinar el porcentaje de pulpa en la preparación de jugos; en la segunda se determinó el porcentaje de sacarosa a adicionar y en la tercera se compararon las características sensoriales de los jugos frescos frente a los pasteurizados.

Cada juez eligió entre las siguientes opciones y puntajes: me gusta mucho (5), me gusta (4), me es indiferente (3), me disgusta (2) y me disgusta mucho (1).

Figura 1. Pasteurizador de laboratorio



### Determinación de vida útil de los jugos

Los jugos pasteurizados se almacenaron a 4°C y se hizo un seguimiento durante 15 días midiendo la reactivación de POD. Al cabo del tiempo máximo de almacenamiento para cada jugo, definido por el cambio de sus propiedades sensoriales, se midió el contenido de Vitamina C.

### Cuantificación de vitamina C

Se evaluó la concentración final de Vitamina C, por el método de Mohr, utilizando un espectrofotómetro Thermo Genesys UV VIS con escaneo de 6 celdas.

## RESULTADOS

### Efecto de los tratamientos térmicos sobre la presencia de la enzima POD

El tratamiento de pasteurización adecuado se definió como aquel en el cual no se observó actividad enzimática de POD.

En el cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos de las pruebas de pasteurización para cada jugo. El

**Cuadro 1.** Efecto tratamientos térmicos sobre la enzima POD

Tratamiento	Jugo				
Temperatura (°C)	Tiempo (Seg)	MC	MAC	NV	TA
75	30	+	+	+	+
80	30	+	+	+	+
85	30	+	+	-	+
90	30	+	+	-	+
75	60	+	+	+	+
80	60	+	+	+	+
85	60	+	+	-	-
90	60	-	+	-	-
75	90	+	+	-	+
80	90	+	+	-	-
85	90	-	+	-	-
90	90	-	-	-	-
75	120	+	+	-	+
80	120	-	+	-	-
85	120	-	-	-	-
90	120	-	-	-	-

MC: Mora Castilla, MAC: Mango Costeño, NV: Naranja Valencia, TA: Tomate de Árbol.

signo (+), muestra presencia residual de la enzima POD, e indica que el tratamiento fue insuficiente para inactivarla, por lo tanto los tratamientos así marcados fueron descartados.

Según Shafiur, [25] los jugos con acidez elevada ( $\text{pH} < 4,0$ ) pueden pasteurizarse a temperaturas bajas, dado que las bacterias patógenas no proliferan a estos valores de pH. Por lo tanto, el objetivo del tratamiento térmico es solamente la destrucción de microorganismos causantes de alteraciones y la inactivación de enzimas deteriorativas.

En el cuadro 2 se muestran las temperaturas y tiempos adecuados para la pasteurización de cada jugo. Se seleccionó aquellos que presentaron menor temperatura y mayor tiempo de conservación luego del proceso.

Los tratamientos aplicados se encuentran dentro del rango de otros reportados en literatura para jugos de naranja (85°C por 25 s [26]; 90°C por 15 s [27]; 85°C por 66 s [28]; y 98°C por 21 s [29]).

En pulpa de tomate de árbol se han reportado tratamientos de 81,5°C por 91s [30], que brindan estabilidad al producto durante 30 y 42 días de almacenamiento refrigerado, respectivamente.

El calentamiento con microondas se ha utilizado en jugo de mango procesado a temperaturas entre 40°C y 52°C, durante 224s logrando una reducción del 89% en la carga microbiana [31] en la preparación de una bebida a partir de mango inmaduro se utilizó un tratamiento de  $75 \pm 2^\circ\text{C}$  por 15 min, adicionado con 100 ppm de benzoato de sodio, y fue almacenado durante 30 días bajo refrigeración [32]. Rodajas de mango se procesaron durante 3 min con vapor logrando un 91,67% de inactivación de la POD al cabo de 20 días de almacenamiento [33].

Los resultados de la determinación de vida útil del producto en almacenamiento refrigerado (4°C) se muestran en el cuadro 3. El análisis permite concluir que

**Cuadro 2.** Condiciones adecuadas de pasteurización

Jugo	Temperatura (°C)	Tiempo (segundos)
Mora	80	120
Mango	85	120
Tomate de árbol	80	90
Naranja	75	90

**Cuadro 3.** Seguimiento de los jugos pasteurizados

Día	Característica	Mango	Mora	Tomate árbol	Naranja
Día 3	Color	1	1	1	1
	olor	1	1	1	1
	sabor	1	1	1	1
Día 6	Color	1	1	1	1
	olor	1	1	1	1
	sabor	1	1	1	1
Día 9	Color	2	1	2	2
	olor	1	1	1	1
	sabor	1	1	1	1
Día 12	Color	2	2	2	2
	olor	1	1	1	1
	sabor	1	1	1	1
Día 15	Color	3	2	2	3
	olor	1	1	1	1
	sabor	1	1	1	1

1: no hay cambio en el jugo; 2: hay cambio leve, que no afecta el consumo; 3: se presenta cambio que altera el jugo y no es apto para consumo.

la vida útil de los jugos es diferente para cada fruta, así: 10 días (MAC), 12 días (MC); 12 días (TA) y 10 días (NV). Como se pudo observar estos periodos son inferiores a los reportados en literatura.

### Reactivación de la enzima

Los jugos con las condiciones adecuadas de pasteurización, fueron sometidos a refrigeración durante 15 días, para observar los cambios de color, olor, sabor y determinar la vida útil. Si la reactivación se presenta

en los jugos, no se logrará el efecto deseado tras la aplicación del tratamiento térmico aplicado [28].

A partir de esta información, se determinó la vida útil, a temperatura de refrigeración 4°C (Cuadro 3). Jugo de mango: 10 días; Jugo de mora: 12 días; jugo de tomate de árbol: 12 días; jugo de naranja: 10 días.

### Evaluación sensorial

En el cuadro 4 se observan los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de los jugos, los cuales evidencian que no hay cambios significativos ( $\alpha=0,05$ ), en las características sensoriales (color, olor y sabor) de los jugos pasteurizados frente a los jugos frescos. Según los coeficientes de variación, la mayoría de las calificaciones de los jueces para los jugos con y sin tratamiento se encuentran dentro del rango de homogéneos, permitiendo afirmar la veracidad de los resultados.

Sin embargo se evidenció mayor dificultad por parte del panel de catación en la variable de respuesta olor, presentando coeficientes de variación superiores al 15%.

Otras investigaciones concluyeron que el color de rodajas de mango no cambió significativamente al aplicar un tratamiento de calentamiento con vapor por 3, 5 y 7 minutos después de 20 días [33]. Similares resultados se reportan en jugo de mango inmaduro [32]. Sin embargo, al procesar jugo de mango de las variedades Keitt y Tommy Atkins, se observó un cambio apreciable en la composición de los carotenoides [34], responsables del color en este jugo [35],

**Cuadro 4.** Evaluación sensorial de los jugos pasteurizados

Jugo	Color	Olor	Sabor	Valoración Global.			
	Prom*.	C.V.(%)	Prom*.	C.V.(%)	Prom*.	C.V.(%)	
Mora 1	4,5 <sup>a</sup>	11,53	4,0 <sup>a</sup>	9,80	4,3 <sup>a</sup>	14,26	4,27
Mora 2	4,6 <sup>a</sup>	10,70	4,3 <sup>a</sup>	16,94	4,3 <sup>a</sup>	10,93	4,40
Mango 1	4,2 <sup>b</sup>	10,10	4,6 <sup>b</sup>	10,70	4,6 <sup>b</sup>	10,70	4,47
Mango 2	4,4 <sup>b</sup>	11,59	4,7 <sup>b</sup>	9,94	4,7 <sup>b</sup>	9,94	4,60
Tomate de árbol 1	4,1 <sup>c</sup>	8,76	4,0 <sup>c</sup>	13,86	4,4 <sup>c</sup>	14,53	4,17
Tomate de árbol 2	4,1 <sup>c</sup>	12,90	4,3 <sup>c</sup>	19,25	4,6 <sup>c</sup>	11,23	4,33
Naranja 1	4,8 <sup>d</sup>	8,89	4,1 <sup>d</sup>	8,76	4,7 <sup>d</sup>	9,94	4,53
Naranja 2	4,6 <sup>d</sup>	11,23	4,0 <sup>d</sup>	16,98	4,6 <sup>d</sup>	10,70	4,40

1: Pasteurizado; 2: Fresco

\*Valores promedio (n= 15), para cada atributo, letras no comunes implican diferencias entre promedios, según prueba de LSD de Fisher a un 95% de confianza.

En jugo de tomate de árbol los jueces entrenados no observaron diferencias significativas en la intensidad de los atributos, color, sabor, olor y acidez entre jugo fresco y pasteurizado [36].

Con respecto al jugo de naranja, la evaluación sensorial de la intensidad de sabor fresco no mostró diferencias apreciables entre el jugo procesado térmicamente 60°C por 15s y el jugo fresco. La fracción de pulpa se pasteurizó a 85°C durante 15 s y a 90°C por 30s y no se encontraron diferencias entre el jugo no pasteurizado y la mezcla de jugo y pulpa pasteurizados. Ambas muestras presentaron un sabor más fresco que el del jugo tratado a 90°C por 30 s [37].

Igual resultados se reportaron en jugo de naranja con zanahoria, el cual no presentó diferencias en color y características sensoriales entre un jugo pasteurizado térmicamente y un jugo procesado mediante pulsos eléctricos (PEF). Además, el jugo pasteurizado mostró mayor porcentaje de inactivación de microorganismos que el jugo procesado por PEF [29]. En contraste, en jugo de naranja y leche si se observó que el jugo procesado por PEF, retenía mejor el color que el procesado térmicamente, aunque ambos jugos tuvieron una vida útil similar de 2,5 y 2 semanas, respectivamente [28]. En purés de fresa y mora, se obtuvo menores pérdidas de color rojo utilizando un proceso de Altas Presiones (AP) en comparación con un tratamiento térmico de 70°C durante 2 min [38].

Los cuatro jugos pasterizados fueron calificados con un puntaje o valor promedio superior a 4,00 que corresponde al segmento hedónico "Me gusta" en cualquiera de sus características, determinando que todos los jugos cumplen el parámetro de los consumidores, por lo tanto estos tratamientos se pueden tener en cuenta para el procesamiento de jugos a escala industrial.

### Evaluación vitamina C, en jugos pasterizados

Se determinó el contenido de vitamina C al cabo de la vida útil de cada jugo. En el cuadro 5 se indica el porcentaje de retención y pérdida.

En jugo de naranja con leche se compararon los cambios de calidad y parámetros nutricionales procesado mediante tres métodos: térmicamente (90°C por 15 s); alta presión (400 MPa a 42°C por 5 min) y pulsos eléctricos (25 kV/cm a 57°C por 280  $\mu$ s) y almacenados a 4°C. Los autores concluyeron que las diferencias significativas observadas en la disminución de Ácido Ascórbico (Vitamina C) en el jugo procesado, se debió al tiempo de almacenamiento y no al tratamiento aplicado, pues no hubo diferencias significativas entre ellos [27].

La retención de ácido ascórbico fue mayor en muestras con menor tratamiento térmico pero disminuyó significativamente su vida útil. El efecto se atribuye a que la vitamina C puede degradarse fácilmente por exposición al calor y por oxidación [32, 39],

La degradación de vitamina C en purés de fresa, mora y tomate procesados a altas presiones (400 a 600 MPa/10 a 30°C por 15 min) se comparó con un tratamiento térmico (70°C por 2 min). En todos los casos, la pérdida fue menor (entre 5 y 9%) para los purés tratados por AP comparado con el tratamiento térmico (22%) [38,40].

Estudios afirman, que durante las primeras siete horas de preparado el jugo, la cantidad de ácido ascórbico permanece inalterable. Tomando en cuenta factores como: temperatura, ausencia de aire, adecuada inactivación de la enzima, ausencia de trazas de cobre en el equipo de proceso y buen diseño de la línea, puede

**Cuadro 5.** Porcentaje de Retención de Vitamina C en jugos pasteurizados

Jugo	Contenido inicial de Vitamina C (mg/100 g)*	Contenido final de Vitamina C (mg/100 g)	% de Retención de Vitamina C	% de Pérdidas de Vitamina C
TA	6,4	0,786	12,28%	87,72%
MAC	7,2	0,733	10,18%	89,82%
NV	55	0,315	0,57%	99,43%
MC	2,4	0,368	15,33%	84,67%

TA: Tomate de Árbol, MAC: Mango Costeño, NV: Naranja Valencia, MC: Mora Castilla

\*Tabla de composición de alimentos colombianos 2005. Vitaminas hidrosolubles. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

lograrse condiciones bajo las cuales se reduce la pérdida [41]; sin embargo, según Domínguez *et al.*, [42], operaciones como el cortado, pelado o la desestructuración de las frutas, implican pérdidas considerables de vitamina C, por acción de la temperatura, el oxígeno, la luz, la presión, los iones metálicos, los azúcares reductores y el pH [43].

## CONCLUSIONES

Se determinó, los tiempos y temperaturas adecuadas para inactivar la enzima peroxidasa: jugo de mora: T=80°C y t=120 segundos; jugo de mango: T=85°C y t=120 segundos; jugo de tomate de árbol: T=80°C y t=90 segundos y finalmente en jugo de naranja: T=75°C y t=90 segundos.

Con la inactivación de la enzima peroxidasa, se pueden llegar a conservar los zumos de 10 a 12 días a temperatura de refrigeración, la pérdida de vitamina C en los zumos al cabo de este tiempo fue: jugo de tomate de árbol 87,72%, jugo de mango 89,82%, jugo de naranja 99,43% y jugo de mora 84,67%.

## REFERENCIAS

- [1] MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Plan Frutícola Nacional: Desarrollo de la fruticultura en Nariño. Pasto (Colombia): 2006, 3 p.
- [2] OSORIO, M. Cadena Hortofrutícola. En: Plan Estratégico Departamental en CTel de Nariño, Potencializar la inteligencia, alcanzar el bienestar. Pasto (Nariño): Camara de Comercio de Pasto, 2012, p. 138-144.
- [3] CERÓN, A., OSORIO, O. y HURTADO, B. Identificación de ácidos grasos contenidos en los aceites extraídos a partir de semillas de tres diferentes especies de frutas. *Acta Agronómica*, 61 (2), 2012, p. 126-132.
- [4] CAICEDO, H. Estudio de factibilidad para la implementación de un centro de acopio y adecuación para naranja, guayaba, mora y tomate de árbol en el municipio de Consacá, Departamento de Nariño [Tesis pregrado]. Pasto (Colombia): Universidad de Nariño, Facultad de Ingeniería Agroindustrial, 2009, 210 p.
- [5] BUITRÓN F. Elaboración de una base deshidratada a partir de pulpa de tomate de árbol amarillo (*Solanum betacea*), para la preparación de una bebida hidratante para deportistas [Tesis pregrado ingeniería Agroindustrial]. Quito (Ecuador): Universidad de Quito, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, 2010, 146 p.
- [6] TERPINC, P. and ABRAMOVIC, H. Kinetic approach for evaluation of the antioxidant activity of selected phenolic acids. *Food Chemistry*, 121(2), 2010, p. 366-371.
- [7] VALERO, Y., COLINA, J. y INEICHEN, E. Efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (*Prunus domestica*). *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*, 62(4), 2012, p. 363-369.
- [8] SANCHEZ, N., SEPULVEDA, J., and ROJANO, B. Desarrollo de una bebida láctea con extractos de curuba (*Passiflora mollissima bailey*) como antioxidante natural. *Revista Bio Agro*, 1 (1), 2013, p. 164-173.
- [9] SALAMANCA, G., OSORIO, P. y MONTOYA, L. Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico a base de borjón (*Borojoa patinoi Cuatrec*). *Revista Chilena Nutrición*, 37 (1), 2010, p. 87-96.
- [10] ZULUETA, M., ESTEVE, A. and FRÍGOLA. Ascorbic acid in orange juice-milk beverage treated by high intensity pulsed electric fields and its stability during storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11, 2010, p. 84-90.
- [11] FARNWORTH, M., LAGACÉ, M. and YAYLAYAN, V. Thermal processing, storage conditions, and the composition and physical properties of orange juice. *Food Research International*, 34, 2001, p. 25-30.
- [12] CRUZ, M., VIEIRA, C. and SILVA, L. Effect of heat and thermosonication treatments on watercress (*Nasturtium officinale*) vitamin C degradation kinetics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9 (4), 2008, p. 483-488.
- [13] MACA, M., OSORIO, O. y MEJÍA, D. Inactivación térmica de pectinmetilesterasa en tomate de árbol (*Solanum betacea*). *Información Tecnológica*, 24(3), 2013, p.41-50.
- [14] LATORRE, L., PANTOJA, A., MEJÍA, D., OSORIO, O. y HURTADO, A. Evaluación de tratamientos térmicos para inactivación de enzimas en jugo de fique (*Furcraea gigantea Vent.*). *Revista Bio Agro*, 11(1), 2013, p.113-122.
- [15] MENDOZA, R. y HERRERA, A. Cinética de inactivación de la enzima peroxidasa, color y textura en papa criolla (*Solanum tuberosum Grupo phureja*) sometida a tres condiciones de escaldado. *Información Tecnológica*, 2012, 23(4), p. 73-82.

- [16] PIGHÍN, A. y ROSSI DE R, A. Espinaca fresca, supercongelada y en conserva: contenido de vitamina c pre y post cocción. *Revista Chilena de Nutrición*, 37 (2), 2010, p. 201-207.
- [17] SANTOS, S. and SILVA, M. Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables – a review. *Drying Technology*, 26 (12), 2008, p. 1421-1437.
- [18] INSTITUTO COLOMBIANO NORMAS TÉCNICAS (ICONTEC). NTC 1266: Frutas frescas. Mangos Bogotá (Colombia): 1994, 9 p.
- [19] INSTITUTO COLOMBIANO NORMAS TÉCNICAS (ICONTEC): NTC 4105: Frutas frescas. Tomate de árbol, Especificaciones. Bogotá (Colombia): 1997, 15 p.
- [20] INSTITUTO COLOMBIANO NORMAS TÉCNICAS (ICONTEC): NTC 4106: Frutas frescas. Mora de Castilla, Especificaciones. Bogotá (Colombia): 1997, 15 p.
- [21] INSTITUTO COLOMBIANO NORMAS TÉCNICAS (ICONTEC): NTC 4086: Frutas frescas. Naranja Valencia, Especificaciones. Bogotá (Colombia): 1997, 17 p.
- [22] THONGSOOK, T. and BARRETT, D. Purification and partial characterization of broccoli (*Brassica oleracea* Var. Italica) peroxidases. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(8), 2005, p. 3206–14.
- [23] TALCOTT, S. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (4), 2003, p. 935-941.
- [24] ANZALDÚA, M.A. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica: en lengua española. Zaragoza (España): Acribia S. A, 1994, p. 123-157.
- [25] SHAFIUR, M. Manual de conservación de alimentos. 1 ed. Zaragoza (España): Acribia S.A., 2003, 863 p.
- [26] BULL, M., ZERDIN, K., HOWE, E., GOICOECHEA, D., PARAMANANDHAN, P., STOCKMAN, R., SELLAHEWA, J., SZABO, E., JOHNSON, R.L. and STEWART, C. The effect of high pressure processing on the microbial, physical and chemical properties of Valencia and Navel orange juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 5 (2), 2004, p.135-149.
- [27] ZULUETA, A., BARBA, F.J., ESTEVE, M.J. and FRÍGOLA, A. Changes in quality and nutritional parameters during refrigerated storage of an orange juice–milk beverage treated by equivalent thermal and non-thermal processes for mild pasteurization. *Food and Bioprocess Technology*, 2012, p. 1-13.
- [28] SAMPEDRO, F., GEVEKE, D.J., FAN, X., RODRIGO, D. and ZHANG, Q. Shelf-life study of an orange juice-milk based beverage after PEF and thermal processing. *Journal of food science*, 74 (2), 2009, p. 107–112.
- [29] RIVAS, A., RODRIGO, D., MARTÍNEZ, A., BARBOSA-CÁNOVAS, G. and RODRIGO, M. Effect of PEF and heat pasteurization on the physical–chemical characteristics of blended orange and carrot juice. *Food Science and Technology*, 39(10), 2006, p. 1163-1170.
- [30] RAMÍREZ, N. Optimización del proceso de elaboración de pulpa de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav), maximizando la retención de ácido ascórbico [Tesis pregrado Ingeniería de Industrias Agropecuarias]. Loja (Ecuador): Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ingeniería de Industrias Agropecuarias, 2008, 119 p.
- [31] VELÁSQUEZ, Á. and SÁNCHEZ, R. Use of microwaves in the treatment of mango juice. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 2008, p. 13-19.
- [32] RAVANI, A., and JOSHI, D. Standardization of processing parameters for the production of Ready-To-Serve unripe Mango beverage (Pana). *Journal Of Dairying Foods & Home Sciences*, 30(2), 2011, p. 94-98.
- [33] NDIAYE, C., YING XU, S. and WANG, Z. Steam blanching effect on polyphenoloxidase, peroxidase and colour of mango (*Mangifera indica* L.) slices. *Food Chemistry*, 113, 2009, p. 92–95.
- [34] MERCADANTE, A. and RODRIGUEZ-AMAYA, D. Effects of ripening, cultivar differences, and processing on the carotenoid composition of mango. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(1), 1998, p. 128-130.
- [35] SANTHIRASEGARAM, V., RAZALI, Z. and SOMASUNDRAM, C. Effects of thermal treatment and sonication on quality attributes of Chokanan mango (*Mangifera indica* L.) juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 20, 2013, p. 1276-1282.
- [36] MACA, M., MEJÍA, D. y OSORIO, O. Efecto del tratamiento térmico sobre las propiedades físico-químicas y sensoriales del zumo de tamarillo (*Solanum betaceum*). *Vitae*, 19 (1), 2012, p. 120-122.
- [37] TORRES, E., BAYARRI, S., SAMPEDRO, F. MARTINEZ, A. and CARBONELL, J. Improvement of the fresh taste intensity of processed clementine juice by separate pasteurization of its serum and

- pulp. *Food Science and Technology International*, 14(6), 2008, p. 525-529.
- [38] PATRAS, A., BRUNTON, N., DA PIEVE, S. and BUTLER, F. Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry and blackberry purées. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10, 2009, p. 308–13.
- [39] KUROZAWA, L., TERNG, I., HUBINGER, M. and PARK, K. Ascorbic acid degradation of papaya during drying: Effect of process conditions and glass transition phenomenon. *Journal of Food Engineering*, 123, 2014, p. 157-164.
- [40] PATRAS, A., BRUNTON, N., DA PIEVE, S., BUTLER, F. and DOWNEY, G. Effect of thermal and high pressure processing on antioxidant activity and instrumental colour of tomato and carrot purées *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10, 2009, p.16-22.
- [41] NARVÁEZ, C. Extracción y medida de peroxidasa en pulpa de arazá (*Eugenia stipitata* MC Vaugh). *Química Nova*, 3 (8), 2008, p. 2047-2951.
- [42] DOMÍNGUEZ, E., CASTELLO, M. y ORTOLA, D. Influencia de los tratamientos térmicos en La elaboración de productos untables de kiwi formulados con sacarosa o isomaltulosa-fructosa [Tesis MSc en gestión y seguridad alimentaria]. Valencia (España): Universidad Politécnica de Valencia, 2011, 16 p.
- [43] MUNYAKA, A., MAKULE, EE., OEY, I., VAN LOEY, A., and HENDRICKX M. Thermal stability of l-ascorbic acid and ascorbic acid oxidase in broccoli (*Brassica oleracea var. italica*). *Journal of Food Science*, 2010, 75 (4), p.336-340.