

## Cuantificación de vitamina C, taninos condensados y capacidad antioxidante en frutos de carambola (*Averrhoa carambola L.*) Después de un prensado

### Quantification of vitamin C, condensed tannins and antioxidant capacity in carambola fruits (*Averrhoa carambola L.*) after one pressing

E. Teófilo Chire Murillo<sup>1</sup>; Roberto Dávila Trujillo<sup>2</sup>; Elva Ríos Ríos<sup>3</sup>

#### Resumen

En esta investigación se determinó el contenido de vitamina C, taninos condensados y la capacidad antioxidante de la carambola después de un prensado. El proceso de prensado fue manual y mecánico, lo cual permitió obtener dos componentes: El jugo y la torta (bagazo) de carambola. Se ha encontrado que después de los prensados (prensado manual y mecánico) la torta tuvo mayor capacidad antioxidante y mayor concentración de taninos condensados. Después del prensado mecánico, la torta tuvo mayor capacidad antioxidante (30,12 uMoleq-Trolox/g) que el jugo (3,54 uMoleq-Trolox/g) y también que la torta contuvo mayor cantidad de taninos (4.994,48 mg catequina/100 g de peso fresco) que el jugo (196,34 mg catequina/100 g de peso fresco). Se aplicó un diseño completamente al azar. El análisis de variancia con un nivel de significación de  $p < 0,05$ , indicó que entre los tipos de prensado, el mecánico fue mejor porque se obtuvo los productos (jugo y torta) con mayores cantidades de fitoquímicos (vitamina C y taninos condensados) y mayor capacidad antioxidante que en la torta y el jugo del prensado manual.

**Palabras clave:** carambola (*Averrhoa carambola L.*); taninos; vitamina C; capacidad antioxidante; prensado.

#### Abstract

This study determined the content of vitamin C, condensed tannins and antioxidant capacity after one pressing of carambola. The pressing process was manual and mechanical, which yielded two components: the juice and the cake (bagasse). It was found that after pressing (pressing manual and mechanical); the cake had greater antioxidant capacity and a greater concentration of condensed tannins. After mechanical pressing, the cake had higher antioxidant capacity (30,12 uMol-eqTrolox/g) than the juice (3,54uMol – Troloxeq/g). Also, the cake had a larger amount of tannins (4.994,48 mg catequina/100g fresh weight) than the juice (196,34 mg catequina/100g fresh weight). We used a completely randomized design. Analysis of variance with a significance level of  $p < 0,05$ , indicated that between the types of pressing, the mechanical pressing was better because the products obtained (juice and cake) had greater amount of phytochemicals (vitamin C and tannins) and higher antioxidant capacity than the cake and juice from the manual pressing.

**Keywords:** carambola (*Averrhoa carambola L.*); tannins; vitamin C; antioxidant capacity; pressing.

#### 1. Introducción

Actualmente, hay consenso acerca de la importancia de los vegetales y las frutas por su contenido de compuestos bioactivos o fitoquímicos (taninos, flavonoides, vitamina C, etc.). Hay estudios epidemiológicos que indican que las dietas ricas en frutas, vegetales y hierbas están correlacionadas con bajas incidencias de cáncer y enfermedades cardíacas (Plumb *et al.*, 1996 y Plumb *et al.*, 1997).

Los radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado o libre, por tanto son muy reactivos y tienden a captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su equilibrio. Una vez que el radical libre ha conseguido quitar el electrón que necesita, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye las células. Cuando se produce un

exceso de radicales libres debido a contaminantes externos, que provienen principalmente de la contaminación atmosférica, el humo del cigarrillo, consumo de aceites vegetales hidrogenados, etc., se producen enfermedades degenerativas, siendo las más comunes el cáncer y las enfermedades cardíacas, entre otras.

Los antioxidantes son sustancias capaces de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres liberando electrones en la sangre, los cuales son captados por los radicales libres. Una forma de suministrar antioxidantes a nuestro organismo es a través del consumo de alimentos que contienen estas sustancias (Tabla 1). Se sabe que durante el transporte y almacenamiento de las frutas estas se deterioran rápidamente ocasionando pérdidas económicas. Esto se agrava por los procesos de desinfectado, pelado, cortado, prensado, etc. que se realiza durante la industrialización. Por ejemplo, el prensado de frutas produce dos efectos colaterales indeseables: a) al presionar

1 Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. E-mail: [tchire@lamolina.edu.pe](mailto:tchire@lamolina.edu.pe)

2 Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de La Selva, Tingo María, Perú.

3 Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

los tejidos se producen rupturas de las células internas, liberándose las enzimas endógenas, las cuales aceleran la autodescomposición del producto y b) con el prensado se rompe la pared exterior (cáscara) de la fruta con lo cual el medio interno aséptico queda en contacto con el medio externo rico en microorganismos, que alteran rápidamente el producto.

Se ha reportado que la piña, después de seis días de almacenamiento, había perdido la calidad comercial y la concentración de carotenos y vitamina C había disminuido en 25 y 10 %, respectivamente. En algunas frutas tropicales como el plátano, carambola, etc., se desconoce si las operaciones como el cortado, pelado, deshuesado, prensado, etc., afecta la concentración de los antioxidantes. Además, se desconoce si estas variaciones son significativas con relación al producto intacto (nativo). El presente trabajo tiene como objetivo determinar la capacidad antioxidante del fruto de carambola (*Averrhoa carambola L.*) y evaluar el contenido de algunas sustancias antioxidantes como vitamina C y taninos condensados después del prensado.

## 2. Materiales y métodos

La investigación se realizó en los laboratorios y planta piloto de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

**Materia prima.** Se utilizó carambolas (*Averrhoa carambola L.*) de la variedad ácida Golden Star, provenientes de los cultivares de la localidad de Supte – Tingo María en la zona del Alto Huallaga, departamento de Huánuco, Perú.

**Reactivos.** Catequina, código C-1251 (Sigma); Vainillina Código V-2375 (Sigma); Trolox (ácido-6-hidroxi-2, 5, 7, 8 tetrametilcromano-2-carboxílico) fue adquirido de Sigma Aldrich; Folin – Ciocalteu (Sigma Aldrich); Ácido clorogénico (Sigma); Metanol y Etanol al 95 % (Sigma);

DPPH (Sigma Aldrich, Catalogo número: D21140-0); ácido l(+)-ascórbico (Sigma) y reactivos para los análisis físicos y químicos.

**Métodos de análisis.** Los métodos de análisis utilizados en el control y desarrollo del presente trabajo fueron:

- Análisis físico-químicos. pH, sólidos solubles y acidez (AOAC, 2000).

- Vitamina C. Se determinó cuantitativamente por el método espectrofotométrico, basado en la reducción del colorante 2-6 diclorofenolindofenol por medio de una solución de ácido ascórbico a una longitud de onda de 515nm (AOAC, 2000).

- Taninos condensados. Se empleó el método espectrofotométrico de la vainillina modificado y la catequina (Ricco *et al.*, 2004).

- Fenólicos totales. Se determinaron con el reactivo de Folin-Ciocalteu, usando como estándar el ácido clorogénico (Gao *et al.*, 2000).

- Capacidad antioxidante. Se utilizó el método espectrofotométrico basado en una reacción con el 2,2 – Diphenil – 1 – picrilhidracil (DPPH) (Brand-Williams modificado por Jimenez-Escrig *et al.*, 2001).

**Procedimiento experimental.** Se realizaron algunas operaciones previas al prensado con la finalidad de preservar sus propiedades antioxidantes, como se observa en la Fig. 1.

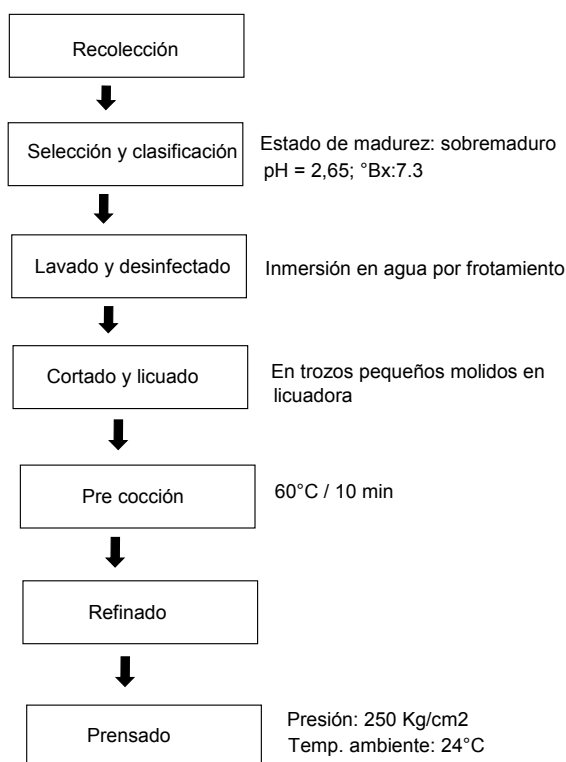
**Recolección.** La investigación se inició con el marcado de 20 árboles de 6 años de edad, distribuidos en una parcela de media hectárea, en los cultivos de la localidad de Supte, Tingo María, en Huánuco, Perú. La unidad experimental y la recolección fueron al azar simple.

**Selección y clasificación.** Las frutas de carambola fueron seleccionadas manualmente, en forma visual, retirando los frutos deteriorados, picados por insectos y con roturas. La clasificación de la fruta de carambola se realizó en forma manual y en función al índice de color (Galán y Menini, 1991).

**Tabla 1.** Compuestos con actividad antioxidante y su fuente alimentaria

ANTIOXIDANTE	FUENTE ALIMENTARIA
Vitamina C	Naranja, mango, kiwi, carambola, fresa, piña, papaya, tomate, espinacas, etc.
Carotenoides	Beta caroteno: verduras y frutas amarillas y anaranjadas, verduras verde oscuro. Alfa caroteno: zanahoria Licopeno: tomate
Vitamina E	Aceites vegetales, germen de trigo y de maíz, almendras, nuez, maní, palta, apio, etc.
Polifenoles (taninos), catequinas	Té verde, té negro.
Polifenoles (taninos)	Aceitunas
Quercetina, camferol	Cebolla
Ácidos fenólicos, polifenoles (taninos)	Vino tinto

**Lavado y desinfectado.** Se realizó por inmersión y frotamiento de los frutos de carambola en agua,



**Figura 1.** Flujograma para la obtención de jugo y torta de carambola

con la finalidad de eliminar las partículas extrañas. Posteriormente, fue desinfectado con una solución Tego51 al 0,5 % por 15 minutos para reducir la carga microbiana (Guevara, 1991).

**Cortado y licuado.** El cortado se realizó en láminas delgadas (rodajas en estrella) con un cuchillo de acero inoxidable, en forma manual y, posteriormente, se trituraron en una licuadora de cuatro velocidades. La exposición de la fruta fue de manera total, incluyendo cáscara, semilla y pulpa, en ambos pasos con la finalidad de exponer mayores áreas de la pulpa para los posteriores tratamientos.

**Pre cocción.** Este tratamiento se realizó a 60 °C/10 minutos con la finalidad de realizar el ablandamiento, eliminación de oxígeno e inactivación de enzimas. Además, para facilitar la molienda, el prensado y la disminución de la carga bacteriana.

**Refinado.** Se realizó una molienda con la finalidad de facilitar la separación de la parte líquida (jugo) de la parte sólida (torta) del fruto de carambola durante la operación del prensado.

**Prensado.** Esta operación sirve para separar los componentes de carambola, tales como el jugo y la torta. El prensado se realizó con frutos de carambola refinados. Se estudiaron dos tipos de prensado (**Fig. 2**) para determinar cuál de ellos daría mejores resultados, tanto en jugo como en torta. Además, en ambos tipos de prensado se determinó la cantidad de vitamina C, taninos condensados y capacidad antioxidante. Para determinar el mejor tipo de prensado en

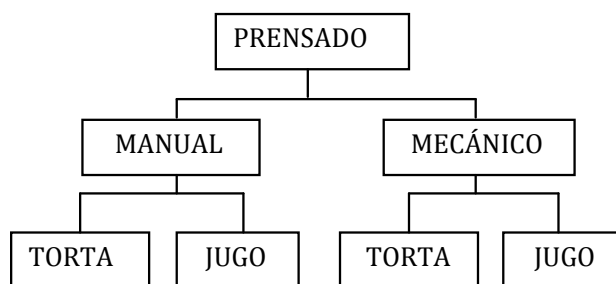
### 3. Resultados y discusión

#### Prensado manual

Después de realizar el prensado manual, se obtuvo el jugo y la torta de carambola. Tanto en el jugo como en la torta se cuantificó la vitamina C, taninos condensados y se determinó la capacidad antioxidante (Tabla 2).

En la **Fig. 3**, se puede observar que después del prensado manual, el jugo reportó 17,26 mg de ácido ascórbico/100g de peso fresco, un poco más que en la torta, cuya concentración fue de 13,71 mg ácido ascórbico/100g de peso fresco. La vitamina C es un compuesto hidrosoluble, razón por la que el jugo de carambola tuvo mayor contenido de vitamina C (Cheftel y Cheftel, 1989).

La **Fig. 4** presenta la concentración de taninos, donde la torta contiene mayor cantidad de taninos, 3.080,79 mg catequina/100g de peso fresco y el jugo solamente 234,53 mg catequina/100g de base húmeda. Resultados similares se reportan para arándanos, es decir, la torta contuvo mayor cantidad de taninos (Lee *et al.*, 2002). Este resultado se debe a que los taninos condensados son insolubles en agua



**Figura 2.** Esquema de la operación de prensado

función a la capacidad antioxidante de sus componentes, se realizó un diseño estadístico completamente al azar, simple, con tres repeticiones.

**Prensado manual.** Se realizó con un material de tela tipo tocuyo con el cual se hizo un torque en forma manual para extraer el jugo; esto, y a su vez, permitió separar la torta de carambola. La operación se llevó a cabo a una temperatura ambiente promedio de 24 °C.

**Prensado mecánico.** Se realizó con una prensa tipo hidráulica a una temperatura ambiente promedio de 24 °C y una presión de prensado de 250 kg/cm<sup>2</sup>. Se obtuvo dos componentes, la torta y el jugo de carambola.

**Diseño estadístico.** Se consideró un diseño completamente al azar con tres repeticiones:

El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_{ij} + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Resultados del contenido de vitamina C, taninos condensados y capacidad antioxidante.

$U$  = Media poblacional.

$T_{ij}$  =  $i$ -ésima formas de prensado y productos del prensado.

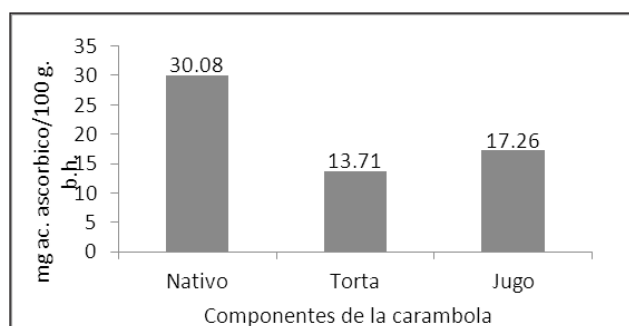
$e_{ij}$  = Error del  $i$ -ésima unidad experimental.

Para la interpretación de los resultados experimentales se utilizó el software SAS y la prueba de medias de Tukey al 5 % para establecer la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

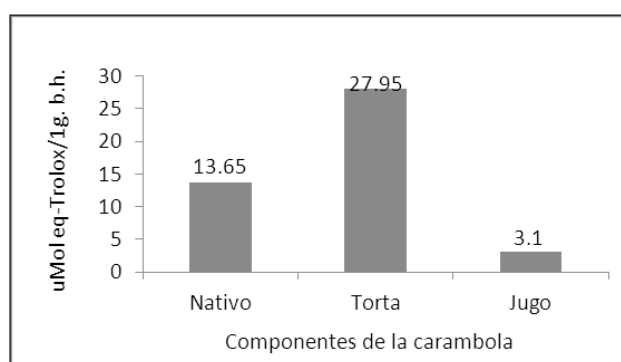
**Tabla 2.** Propiedades antioxidantes de la carambola después del prensado manual

Fruto de carambola	Rendimientos (%)	Humedad (%)	Vitamina C		Taninos		Capacidad antioxidante	
			mg Ac. Ascórbico		mg Catequina		uMoleq-Trolox	
			100 g de muestra		100 g de muestra		g de muestra	
			Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca
NATIVO	100	90,96	30,08	332,74	1908,96	21116,81	13,65	150,99
TORTA	13,61	80,38	13,71	69,87	3080,79	15702,29	27,95	142,48
JUGO	86,39	94,92	17,26	339,76	234,53	4616,73	3,10	61,14

Nativo: Muestra de carambola sin tratamiento.



**Figura 3.** Contenido de Vitamina C de los componentes de carambola (jugo y torta), después del prensado manual

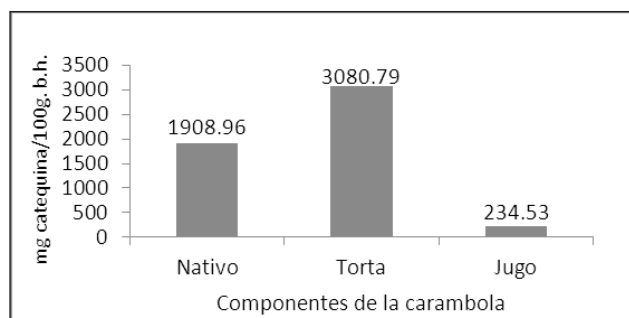


**Figura 5.** Capacidad antioxidante de los componentes de carambola (jugo y torta), después del prensado manual

y frente a una fuerza de prensado estos van a permanecer dentro de las estructuras celulósicas y de lignina.

En cuanto a la capacidad antioxidante, en la **Fig. 5** se observa que la torta de carambola contiene mayor capacidad antioxidante (27,95 uMoleq-Trolox/g de base húmeda) que el jugo (3,10 uMoleq-Trolox/g base húmeda). Estudios con la uva reportaron resultados similares (Wang, Cao y Prior, 1996).

Por lo expuesto, se puede decir que después del prensado manual de los frutos de carambola, la torta contiene



**Figura 4.** Contenido de taninos condensados de los componentes de carambola (jugo y torta), después del prensado manual.

menor cantidad de vitamina C, pero mayor concentración de taninos y mayor capacidad antioxidante. Resultados similares fueron encontrados en la torta de arándanos, es decir, esta contuvo mayor cantidad de taninos que el jugo del mismo fruto (Lee *et al.*, 2002).

### Prensado mecánico

Luego de realizar el prensado mecánico, se obtuvo el jugo y la torta (bagazo) de carambola. En la Tabla 3 se presentan, tanto en jugo como en torta, los resultados de la cuantificación de vitamina C, taninos condensados y la determinación de la capacidad antioxidante.

Según la **Fig. 6**, se aprecia que el jugo contiene 19,55 mg ácido ascórbico/100g de muestra en base húmeda, mientras que la torta contiene solo 9,65mg ácido ascórbico/100g de peso fresco. Esto se debe a la mayor solubilidad de la vitamina C en agua en comparación con los taninos condensados.

En la **Fig. 7**, se puede observar que la torta contiene 4.994,48 mg catequina/100g de peso fresco, mientras que el jugo solo contiene 196,34 mg catequina/100g de peso fresco.

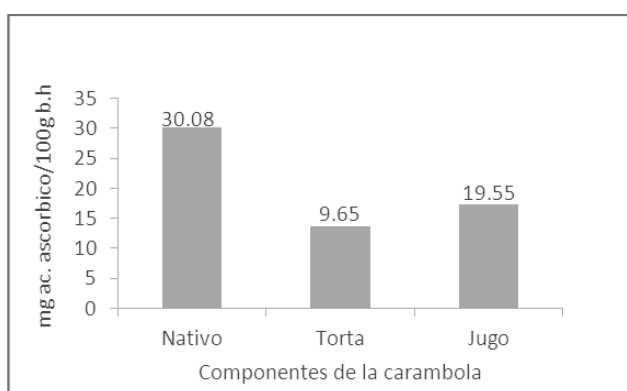
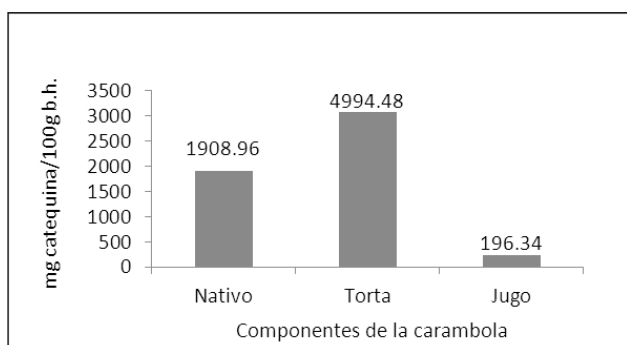
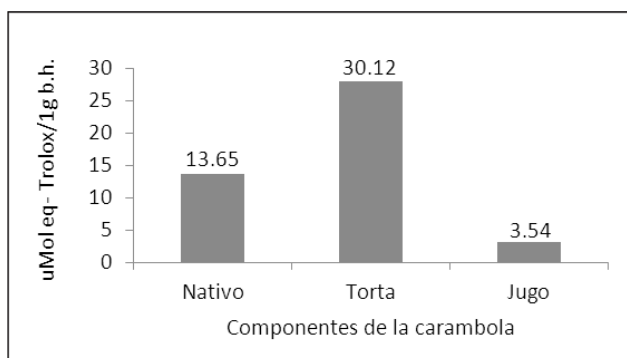
La **Fig. 8** presenta el resultado de la capacidad antioxidante de los componentes de carambola, donde la torta tiene 30,12 uMoleq-trolox/g en base húmeda y el jugo solamente 3,54 uMol-eq-trolox/g de peso fresco. En estudios previos con el jugo y la torta de arándanos se encontraron resultados similares a la carambola (Lee *et al.*, 2002 y Skrede *et al.*, 2000).

Comparando los dos tipos de prensado, el mecánico fue mejor porque tanto en el jugo como en la torta de carambola, tuvieron mayor capacidad antioxidante. Esto porque el prensado mecánico permitió separar mayor cantidad de jugo y por lo tanto mayor cantidad de compuestos hidrosolubles y, dentro de ellos, la vitamina C. Además, es importante resaltar que la torta de carambola tuvo una

**Tabla 3.** Propiedades antioxidantes de la carambola después del prensado mecánico

Fruto de carambola	Rendimientos (%)	Humedad (%)	Vitamina C		Taninos		Capacidad antioxidante	
			mg Ac. Ascórbico		mg Catequina		uMoleq-Trolox	
			100 g de muestra Base húmeda	100 g de muestra Base seca	100 g de muestra Base húmeda	100 g de muestra Base seca	g de muestra Base húmeda	g de muestra Base seca
NATIVO	100	90,96	30,08	332,74	1908,96	21116,81	13,65	150,99
TORTA	6,89	76,82	9,65	41,63	4994,48	25456,06	30,12	129,94
JUGO	87,86	93,04	19,55	280,89	196,34	2820,97	3,54	50,86

Nativo: Muestra de carambola sin tratamiento.

**Figura 6.** Contenido de vitamina C de los componentes de carambola (jugo y torta), después del prensado mecánico**Figura 7.** Contenido de taninos condensados de los componentes de carambola (jugo y torta), después del prensado mecánico**Figura 8.** Capacidad antioxidante de los componentes de carambola (jugo y torta), después del prensado mecánico

elevada actividad antioxidante, 30,12 uMoleq-Trolox/g de peso fresco.

En la Tabla 4, se presentan los resultados de la prueba de comparación de medias (Tukey) evaluados después del análisis de variancia (ANVAR) con un nivel de significación de 5 %. Según este cuadro, estadísticamente el prensado mecánico es el mejor prensado por su alto valor en la capacidad antioxidante de los componentes de carambola (torta y jugo) en comparación con los componentes (torta y jugo) del prensado manual.

Según las Tablas 5, 6 y 7, el prensado mecánico es estadísticamente el mejor según la cantidad de taninos condensados y vitamina C, es decir, la torta y el jugo del prensado mecánico de la carambola tuvo mayor cantidad de taninos condensados y vitamina C que la torta y el jugo del prensado manual.

**Tabla 4.** Prueba de comparación de medias en el prensado

En el tipo de prensado		En sus productos	
Capacidad antioxidante		Capacidad antioxidante	
Prensado	Medias	Prensado	Medias
Pme	16,83 a	Torta	29,09 a
Pma	15,52 b	Jugo	3,32 b

Pme: Prensado mecánico.

Pma: Prensado manual.

#### 4. Conclusiones

Con respecto al tipo de prensado, se ha encontrado que el prensado mecánico es más productivo que el prensado manual porque se obtiene los productos (jugo y torta) con mayores cantidades de fitoquímicos (vitamina C y taninos condensados) y mayor capacidad antioxidante.

**Tabla 5.** Análisis de variancia de la vitamina C después del prensado

Fuente	G.L.	Vitamina C				Pe >F
		S.C.	C.M.	Fc		
Tratamientos	3	168,26	56,08	3,86	**	
Error	8	14,08	1,76			
Total	11	182,34				
c.v. (%)	8,82					

**Tabla 6.** Análisis de variancia de taninos condensados después del prensado

Taninos condensados					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pe >F
Tratamientos	3	49357904,1	16452634,7	3107,69	**
Error	8	42353,32	5294,165		
Total	11	49400257,4			
c.v.(%)	3,42				

**Tabla 7.** Análisis de variancia de la capacidad antioxidante después del prensado

Capacidad antioxidante					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pe >F
Tratamientos	3	1985,15	661,71	243,27	**
Error	8	21,82	2,72		
Total	11	2006,96			
c.v. (%)	16,84				

La torta de carambola del prensado, sea manual o mecánico, se puede considerar como una fuente rica de antioxidantes naturales, porque obtuvo mayor capacidad antioxidante (30,12 uMoleq-Trolox/g) que en el jugo (3,54 uMoleq-Trolox/g).

La torta (bagazo) de la fruta, frecuentemente inutilizable o considerada como una fuente de residuos sólidos, debe utilizarse como un alimento funcional y como fuente rica de fibra alimentaria, porque después del prensado mecánico o manual de la carambola, se encontró que esta contiene mayor cantidad de taninos (4.994,48 mg catequina/ 100 g de peso fresco) que el jugo (196,34 mg catequina/ 100g de peso fresco).

## 5. Literatura citada

**Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. 2000.** *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists.* Washington D.C., USA: Editado por Sydney Williams.

**Cheftel, J. y Cheftel, H. 1989.** *Introducción a Bioquímica y Tecnología de Alimentos.* Vol. I. Zaragoza, España: Edit. Acribia.

**Gao, X.; Ohlander, M.; Jeppsson, N.; Bjork, L. y Traljkovski, V. 2000.** Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea L. during maturation Buckthorn (*Hippophaerhamnoides*), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 1485-1490.

**Guevara, A. 1991.** *Industrialización de la carambola.* Lima, Perú: Instituto Nacional de Investigación Agraria y agroindustrial.

**Jiménez-Escrig, A.; Rincón, M.; Pulido, R. y Saura-Calixto, F. 2001.** Guava fruit (*Psidium guajava L.*) as a new source of antioxidant dietary fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11): 5849-53

**Lee, J.; Durst, R. y Wrolstad, R. 2002.** Impact of Juice Processing On blueberry anthocyanins and polyphenols: comparison of two pretreatments. *Journal Food and chemical toxicology*, 67: 1660-1667.

**Martínez-Valverde, I.; Periago, M. y Ros, G. 2000.** Significado Nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Journal Nutr.*, 50(1): 5-15

**Plumb, G.W.; Lambert, N.; Chambers, S.J.; Wanigatunga, S.; Heany, R. K.; Plumb, J. A.; Aruoma, O. I.; Halliwell, B. y Williamson, G. 1996.** Are extracts and purified glucosinolates from cruciferous vegetables antioxidants? *Free Rad. Res.*, 25: 75-86.

**Plumb, G. W.; Price, K.R.; Rhodes, M.J.C., Y Williamson, G. 1997.** Antioxidant properties of the major polyphenolic compound in broccoli. *Free Rad. Res.*, 4: 429-435.

**Ricco, R.; Sena, G.; Vai, V.; Wagner, M. y Gurni, A. 2004.** Determinación de la presencia de Taninos condensados en *Ephedraamericana* Humb. *Acta Farmacéutica bonaerense.* 23(1): 1-5.

**Skrede, G.; Wrolstad, R. y Durst, R. 2000.** Changes in anthocyanins and polyphenols during juice processing of Highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum L.*). *Journal Food Science*, 65: 357-363.

**Wang, S.; Cao, G. y Prior, R. 1996.** Total antioxidant capacity of fruits. *Journal Agric. Food Chem.*, 44: 701-705.