

## Evaluación del contenido de vitamina C, taninos condensados y capacidad antioxidante después de un tratamiento a tres temperaturas de los frutos de carambola (*Averrhoa carambola* L.)

Evaluation of the content of vitamin C, condensed tannins and antioxidant capacity after a three temperature treatment of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruits

E. Teófilo Chire M.<sup>1</sup>; Roberto Dávila T.<sup>2</sup>; Elva Ríos R.<sup>3</sup>

### Resumen

En este trabajo de investigación se determinó el contenido de vitamina C, taninos condensados y capacidad antioxidante de la carambola, después del tratamiento térmico. La carambola fue sometida a diferentes formas de pre cocción: En forma de rodajas pre cocidas en agua caliente, pre cocida, licuada en agua caliente y colocada en recipientes abiertos sin adicionar agua o en recipientes de vidrio color ámbar y sellados herméticamente. Cada forma de pre cocción fue tratada con diferentes temperaturas y tiempos de pre cocción: 60 °C por 10 minutos, 80 °C por 5 minutos y 95 °C por 5 minutos, respectivamente. Los resultados de las evaluaciones de cada tratamiento fueron analizados mediante un experimento factorial 3x3x3 por un diseño completamente al azar (DCA) y la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). La evaluación del análisis de variancia para un nivel de significación del 5 %, de las formas de pre cocción y temperaturas de pre cocción, determinó que el mejor tratamiento de pre cocción fue el de 60 °C por 10 minutos y la mejor forma de pre cocción fue la carambola pre cocida, licuada y colocada en recipientes de color ámbar sellados herméticamente. Estos tratamientos, estadísticamente, fueron los mejores porque disminuyó, en menor porcentaje, la cantidad de vitamina C y los taninos condensados. Además, porque la capacidad antioxidante disminuyó en menor medida en comparación con los otros tratamientos estudiados.

**Palabras clave:** carambola; taninos; vitamina C; capacidad antioxidante.

### Abstract

In this research we determined the content of vitamin C, condensed tannins and antioxidant capacity of carambola after a thermal treatment. The carambola was treated to different forms of precooking: Slices of carambola precooked in hot water, liquefied carambola precooked in hot water in open containers without adding water, and liquefied carambola precooked in hot water placed in amber glass containers hermetically sealed. Each precooking method was subjected to different temperatures and times of precooking: 60 °C for 10 minutes, 80 °C for 5 minutes and 95 °C for 5 minutes respectively. The results of the evaluations of each treatment were analyzed using a 3x3x3 factorial experiment in a completely randomized design and the Tukey test ( $p < 0,05$ ). The evaluation of the analysis of variance, for a significance level of 5 %, of the way of precooking and precooking temperatures, determined that the best thermal treatment was at 60 °C for 10 minutes and the best way of precooking was as liquefied carambola precooked in hot water placed in amber glass containers hermetically sealed. These treatments were statistically the best because the amount of condensed tannins and vitamin C decreased less in the carambola. Furthermore, because the antioxidant capacity decreased less compared to the other treatments studied.

**Keywords:** carambola; tannins; vitamin C; antioxidant capacity.

### 1. Introducción

Actualmente, existe un mayor interés hacia los “alimentos funcionales”, que además de los nutrientes tradicionales que contienen, pueden proporcionar un beneficio adicional para la salud. Por ejemplo, la zanahoria, el tomate y la carambola, son considerados alimentos funcionales porque son ricos en componentes fitoquímicos como el betacaroteno, el licopeno y la catequina (taninos condensados), respectivamente.

Se han identificado muchos fitoquímicos no nutrientes (metabolitos vegetales secundarios presentes en pequeñas cantidades como flavonoides, antocianinas, etc.) en frutas y vegetales, con beneficio fisiológico demostrado. Esto explica, en gran parte, la variada evidencia epidemiológica que asocia el aumento del consumo de frutas y vegetales con la reducción del riesgo de cáncer (Stanner *et al.*, 2004). Los antioxidantes naturales se encuentran en la mayoría de las frutas, tales como la carambola que es rica en

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

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

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

vitamina C, vitamina A, flavonoides, taninos condensados (catequina), etc., lo que indica que tiene un alto valor de capacidad antioxidante, es decir, posee la capacidad de neutralizar los radicales libres que son causantes de diversos padecimientos como la carcinogénesis, el envejecimiento y los desórdenes de tipo neurológico como la epilepsia, entre otros. Las frutas y vegetales que contienen taninos condensados (catequina) se reconocen organolépticamente por su astringencia. En la industrialización de la carambola, esta generalmente se somete a un proceso de escaldado (pre cocción), que consiste en una inmersión en agua caliente a temperaturas entre 60 °C y 98 °C. El escaldado (pre cocción) se realiza con el objetivo de inhibir la acción enzimática (peroxidasa y catalasa que producen oscurecimiento en la fruta); expulsar los gases (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>); facilitar las operaciones preliminares como el pelado, cortado, extracción de pulpa, etc.; remover los sabores y olores no deseables de la carambola; reducir el número de microorganismos contaminantes, principalmente mohos, levaduras y algunas bacterias; entre otros. El proceso de escaldado (pre cocción) tiene como inconvenientes inevitables la destrucción de ciertos nutrientes y la pérdida de cualidades organolépticas como el color y aroma propios de la fruta. Por tanto, la presente investigación tiene los siguientes objetivos: Evaluar la forma de pre cocción que conserve mayor cantidad de vitamina C, taninos condensados y capacidad antioxidante de la carambola y determinar el tratamiento térmico de pre cocción que destruya o descomponga menor cantidad de vitamina C, taninos condensados y capacidad antioxidante de la carambola.

## 2. Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios y en la planta piloto de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

### Materia prima

Se utilizó como materia prima la carambola (*Averrhoa carambola* L.) tipo ácido Golden Star, de la zona del Alto Huallaga, en 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 (AOAC, 2000).

- Taninos condensados (Ricco, Sena, Vai, Wagner y Gurni, 2004)

- Capacidad antioxidante (Jiménez-Escrig, Rincón, Pulido y Saura-Calixto, 2001).

## Procedimiento experimental

### Recolección

La investigación se inició con el marcado de 20 árboles de seis años de edad, distribuidos en una parcela de media hectárea, con 25 árboles, en los cultivos de la localidad de Supte, Tingo María, 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 que presentaron signos de deterioro. La clasificación de la fruta se realizó también en forma manual. El estado de madurez de la carambola fue sobre maduro con un pH de 2,65 y 7,3 °Bx de sólidos solubles.

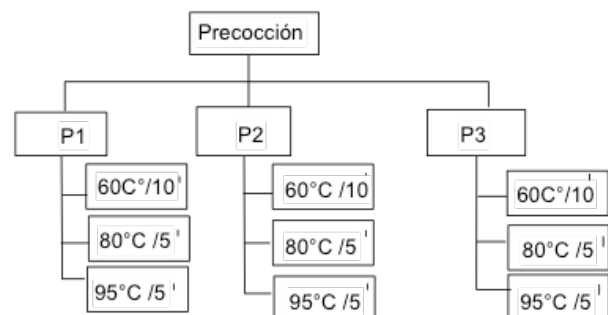
### Pre cocción

La pre cocción se realizó mediante la exposición de los frutos enteros con cáscara, pulpa y semillas al calor y evaluados en tres formas, como se aprecia en la **Fig. 1**. Las frutas fueron sometidas a diferentes temperaturas y tiempos de pre cocción: 60 °C por 10 minutos, 80 °C por 5 minutos y 95 °C por 5 minutos, respectivamente. Estos valores se eligieron en función a los métodos convencionales de pre cocción existentes. Después de cada tratamiento se llevaron a cabo los siguientes análisis: Análisis físico-químicos (pH, sólidos solubles y acidez), cuantificación de vitamina C, determinación de taninos condensados (catequina) y determinación de la capacidad antioxidante.

### Diseño estadístico

Se consideró un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 3x3 con tres repeticiones y dos factores: *Factor A: Formas de pre cocción con tres niveles: P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> y P<sub>3</sub>*.

*Factor B: Temperatura de pre cocción con tres niveles: (60*



P1 = En forma de rodajas pre cocidas en agua caliente.

P2 = En forma de carambola licuada pre cocida en agua caliente en recipientes abiertos y sin adicionar agua.

P3 = En forma de carambola licuada pre cocida en agua caliente colocada en recipientes de vidrio color ámbar y sellados herméticamente.

**Figura 1.** Esquema del estudio de los tratamientos de pre cocción

°C)/10', (80 °C)/5' y (95 °C)/5'.

El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = U + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ij}$$

Donde:

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

U = Media poblacional.

$A_i$  = i-ésima formas de pre cocción.

$B_j$  = j-ésima temperaturas de pre cocción.

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

$AB_{ij}$  = Es el efecto de la interacción de la i-ésima forma de pre cocción y la j-ésima temperatura de pre cocción.

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

### 3. Resultados y discusión

#### Tratamiento en forma de rodajas de carambola, pre cocidas en agua caliente

En la Tabla 1 se presentan los valores de pH, acidez y

sólidos solubles (°Bx) de carambola antes y después de la pre cocción de la fruta expuesta en forma de rodajas en agua caliente. Los sólidos solubles disminuyeron en comparación con la fruta nativa (carambola sin tratamiento) debido a que las rodajas de carambola adquirieron agua del medio externo. Asimismo, el pH y la acidez también disminuyeron.

En la Tabla 2 y la Figura 2 se presentan los valores de contenido de vitamina C, taninos condensados y capacidad antioxidante de la carambola sin tratamiento y después de la pre cocción, en forma de rodajas. Se evaluaron tres tratamientos: (60 °C)/10', (80 °C)/5' y (95 °C)/5'.

En la **Fig. 2** se puede apreciar el contenido de vitamina C para cada uno de los tratamientos, notándose que a la temperatura de 60 °C por 10 minutos se conservó mejor, llegando a un valor de 28,15 mg de ácido ascórbico/100 g de peso fresco, resultando lo contrario a mayor temperatura. Por tanto, las pérdidas de vitamina C para esta forma de pre cocción estuvieron en el orden de 22,5 %, 53,7 % y 63,7 %, para  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  respectivamente.

Es decir, a mayor temperatura y mayor tiempo de exposición de la carambola a la pre cocción, mayor es la pérdida

**Tabla 1.** Efecto de la pre cocción de la fruta de carambola expuesta en forma de rodajas sobre el pH, acidez y sólidos solubles

| Tratamientos |                  |                  | Ph   | Acidez (%) | Sólidos solubles (°Bx) | Humedad (%) |
|--------------|------------------|------------------|------|------------|------------------------|-------------|
| Ti           | Temperatura (°C) | Tiempo (Minutos) |      |            |                        |             |
| Nativo       | ----             | ---              | 2,65 | 0,73       | 7,3                    | 91,16       |
| $T_1$        | 60               | 10               | 2,57 | 0,39       | 6,5                    | 92,86       |
| $T_2$        | 80               | 5                | 2,56 | 0,63       | 6,8                    | 92,65       |
| $T_3$        | 95               | 5                | 2,54 | 0,70       | 6,9                    | 92,87       |

----- Ningún control de temperatura y tiempo.

Nativo: Carambola sin tratamiento.

**Tabla 2.** Efecto de la pre cocción de carambolas expuestas en forma de rodajas, sobre el contenido de vitamina C, taninos y capacidad antioxidante

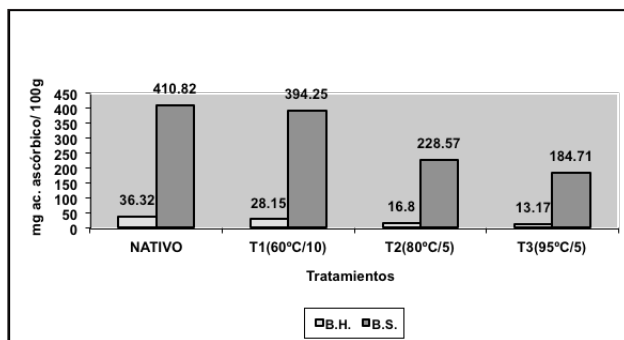
| Tratamientos      |            |                  | Vitamina C   |           | Taninos       |           | Capacidad antioxidante |           |
|-------------------|------------|------------------|--------------|-----------|---------------|-----------|------------------------|-----------|
| mg. Ac. Ascórbico |            |                  | mg Catequina |           | uMoleq-Trolox |           |                        |           |
| 100g de muestra   |            |                  | 100g muestra |           | 1 g muestra   |           |                        |           |
| Ti                | Temp. (°C) | Tiempo (Minutos) | Base húmeda  | Base seca | Base húmeda   | Base seca | Base húmeda            | Base seca |
| Nativo            | -----      | -----            | 36,32        | 410,82    | 2173,17       | 24583,37  | 19,44                  | 239,79    |
| $T_1$             | 60         | 10               | 28,15        | 394,25    | 1411,04       | 19762,46  | 9,92                   | 139,00    |
| $T_2$             | 80         | 5                | 16,80        | 228,57    | 840,42        | 11434,28  | 919                    | 125,03    |
| $T_3$             | 95         | 5                | 13,17        | 184,71    | 541,98        | 7601,40   | 8,52                   | 119,63    |

---- Ningún control de temperatura y tiempo.

Nativo: Carambola sin tratamiento.

de la vitamina C, esto se debe a que esta vitamina es un compuesto termolábil e inestable. Similar comportamiento ocurre durante la degradación de la vitamina C en el jugo de frutas, como es el caso del maracuyá (Castillo y Miranda, 2009).

Los alimentos con alto contenido de vitamina C, durante la pre cocción, pierden cantidades que van del 10 % hasta el 20 %, como también pueden perder hasta el 100 % cuando el tratamiento térmico es drástico (Erdman y Klein, 1982). En la **Fig. 3** se observa el contenido de taninos condensados para cada uno de los tratamientos. En el tratamiento de 95 °C por 5 minutos, se observa una mayor degradación de taninos reduciéndose hasta 541,98 mg catequina/100g de muestra húmeda. El tratamiento térmico que conservó mejor la concentración de taninos fue el de 60 °C por 10 minutos, obteniéndose un valor de 1.411,04 mg de catequina/100g de peso fresco. Los porcentajes de pérdida de taninos fueron de 35,1 %, 61,3 % y 75,1 % para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, respectivamente. El mismo comportamiento se presenta en muchos alimentos vegetales, como en el caso de las papas



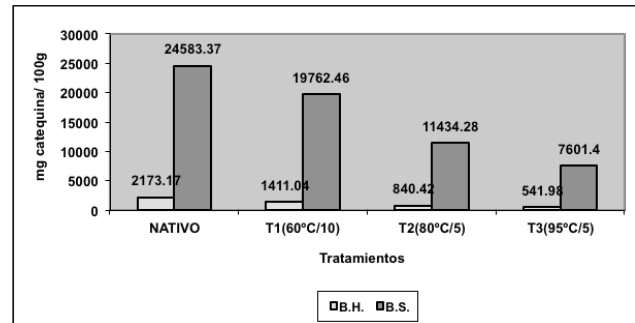
**Figura 2.** Contenido de vitamina C en la carambola en forma de rodajas después de pre cocción en agua caliente

crudas cuando son sometidas a agua hervida, el contenido de polifenoles totales, incluyendo los taninos, disminuyen alrededor del 60 % (Dao y Friedman, 1992).

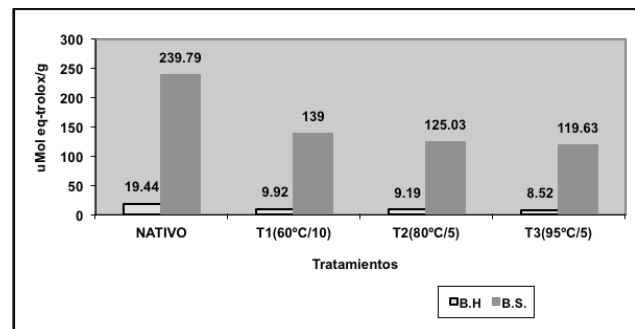
En la **Fig. 4** se presentan los resultados de la capacidad antioxidante, donde se aprecia que a mayor temperatura disminuye la capacidad antioxidante de la carambola en rodajas, llegando hasta 8,52 uMoleq-Trolox/g de tejido en base húmeda, es decir, que a 95 °C por 5 minutos hay mayor degradación de compuestos antioxidantes. El mejor tratamiento fue el de 60 °C por 10 minutos, donde hay menor disminución de capacidad antioxidante. Resultados similares se obtuvieron con los antioxidantes de los arándanos, durante su procesamiento y específicamente en la operación de pre cocción (Lee *et al.*, 2002).

#### Tratamiento en forma de carambola licuada, pre cocida en agua caliente en recipientes abiertos y sin adicionar agua

En la Tabla 3 se presenta el efecto de pre cocción sobre los cambios del pH, sólidos solubles, acidez y humedad. Los sólidos solubles aumentaron en comparación con la fruta nativa (fruta sin tratamiento) debido a la pérdida



**Figura 3.** Contenido de taninos en la carambola en forma de rodajas después de pre cocción en agua caliente



**Figura 4.** Capacidad antioxidante de la carambola en forma de rodajas después de pre cocción en agua caliente

de agua durante la pre cocción. Con el incremento de la temperatura, aumenta la evaporación del agua y la variación de las características físicas. Este comportamiento se debe al fenómeno de la concentración de sólidos del producto durante la pre cocción (Castillo y Miranda, 2009).

En la Tabla 4 se observan los efectos de pre cocción en carambola licuada y colocada en recipientes abiertos sobre el contenido de vitamina C, taninos y capacidad antioxidante.

La **Fig. 5** muestra una mayor cantidad de vitamina C después de la pre cocción de 60 °C por 10 minutos, obteniéndose 30,88 mg de ácido ascórbico/100 g de muestra en base húmeda. La degradación de la vitamina C estuvo en el orden de 15 %, 33,7 % y 41,2 % para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, respectivamente. Durante el procesamiento térmico la concentración de vitamina C se reduce por efecto del calor, porque en estas condiciones esta vitamina se descompone (Gregory, 1996).

En la **Fig. 6** se muestra la concentración de taninos condensados para cada uno de los tratamientos, siendo el proceso de 60 °C por 10 minutos el mejor, por presentar mayor contenido de taninos, equivalente a 2.130,21 mg catequina/100 g de base húmeda. Hay una disminución de taninos cuando las frutas y vegetales son tratados por calor. Por ejemplo, en la pulpa de manzana determinaron que la pérdida de los compuestos polifenoles fue cerca del 20 % (Lee *et al.*, 2002).

La **Fig. 7** muestra que el tratamiento (60 °C por 10 minutos)

**Tabla 3.** Efecto de la pre cocción sobre el pH, acidez y sólidos solubles de la carambola licuada tratada en recipientes abiertos

| Tratamientos   |            |                  | pH   | Acidez (%) | Sólidos solubles (°Bx) | Humedad (%) |
|----------------|------------|------------------|------|------------|------------------------|-------------|
| Ti             | Temp. (°C) | Tiempo (Minutos) |      |            |                        |             |
| Nativo         | ----       | ---              | 2,65 | 0,73       | 7,3                    | 91,16       |
| T <sub>1</sub> | 60         | 10               | 2,64 | 0,78       | 9,2                    | 89,34       |
| T <sub>2</sub> | 80         | 5                | 2,63 | 0,86       | 10,1                   | 89,14       |
| T <sub>3</sub> | 95         | 5                | 2,62 | 0,91       | 11,2                   | 88,49       |

----- Ningún control de temperatura y tiempo.

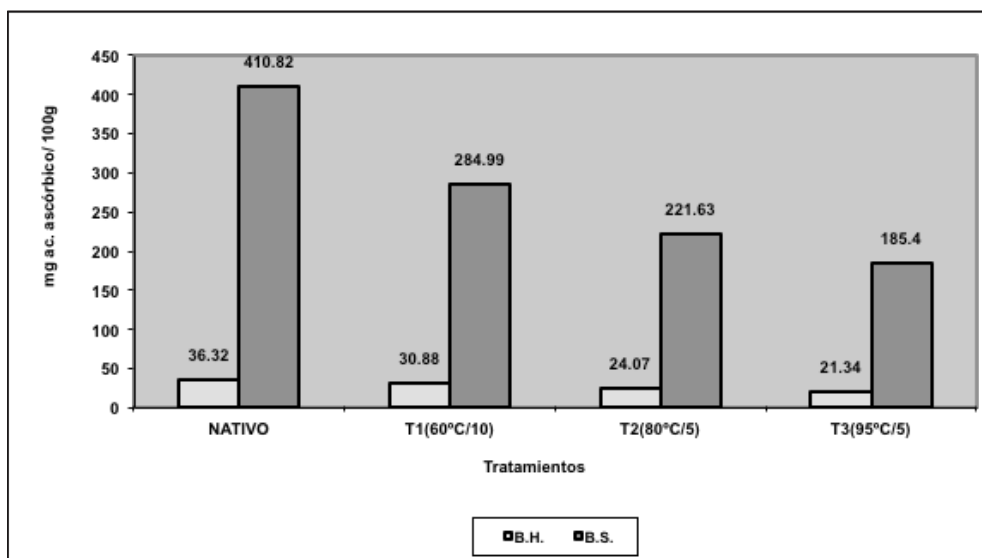
**Tabla 4.** Efecto de la pre cocción en carambola licuada, tratada en recipientes abiertos sobre el contenido de taninos, vitamina c y capacidad antioxidante\*

| Tratamientos     |            |                  | Vitamina C    |           | Taninos       |           | Capacidad antioxidante |           |
|------------------|------------|------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|------------------------|-----------|
| Mg Ac. Ascórbico |            |                  | Mg Catequina  |           | uMoleq-Trolox |           |                        |           |
| 100 g de muestra |            |                  | 100 g muestra |           | 1 g muestra   |           |                        |           |
| Ti               | Temp. (°C) | Tiempo (Minutos) | Base húmeda   | Base seca | Base húmeda   | Base seca | Base húmeda            | Base seca |
| Nativo           | -----      | -----            | 36,32         | 410,82    | 2173,17       | 24583,37  | 19,44                  | 239,79    |
| T <sub>1</sub>   | 60         | 10               | 30,88         | 284,99    | 213021        | 19983,20  | 14,38                  | 134,89    |
| T <sub>2</sub>   | 80         | 5                | 24,07         | 221,63    | 2050,01       | 18879,74  | 13,64                  | 125,59    |
| T <sub>3</sub>   | 95         | 5                | 21,34         | 185,40    | 1960,18       | 17030,23  | 12,76                  | 110,86    |

\*Recipientes de acero inoxidable (ollas de acero inoxidable, sin taparlas).

----- Ningún control.

Nativo: fruta sin tratamiento.



**Figura 5.** Contenido de vitamina C en carambola licuada y tratada en recipientes abiertos después de pre cocción en agua caliente

reportó un mayor valor de capacidad antioxidante, igual a 14,38  $\mu\text{Mol eq-Trolox/g}$ . De acuerdo con estos resultados podemos mencionar que a mayor temperatura hay mayor disminución de la actividad antioxidante, esto debido a la pérdida de los componentes como la vitamina C, polifenoles y otros generadores de la capacidad antioxidante. Un comportamiento similar se reportó en el blanqueado de arándanos, donde disminuyeron los antioxidantes fitoquímicos (Prior y Cao, 2000).

#### Tratamiento en forma de carambola licuada, pre cocida en agua caliente y colocada en recipientes de vidrio color ámbar sellados herméticamente

La Tabla 5 presenta los resultados de pH, sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Bx}$ ), acidez y humedad después de la pre cocción en recipientes de vidrio color ámbar y sellados herméticamente. La Tabla 6 muestra los contenidos de vitamina C, taninos y capacidad antioxidante en la carambola licuada después de la pre cocción, en recipientes de vidrio color ámbar y sellados herméticamente.

En la **Fig. 8** se observa que el mejor tratamiento fue a la temperatura de 60 °C por 10 minutos porque se encontró una mayor concentración de vitamina C, 32,22 mg de ácido ascórbico por 100 g de muestra en base húmeda. La pérdida fue de menor grado en comparación con las otras formas de pre cocción y estas pérdidas estuvieron en el orden de 11,2 %; 12,5 % y 18,7 %, respectivamente. Estos resultados se debieron a la forma cómo se ha realizado la pre cocción, evitando el contacto con el oxígeno, la luz y lixiviación por el agua. La descomposición del ácido ascórbico está relacionado con la cantidad de agua utilizada, tipo de calor y duración de la pre cocción (Erdman y Klein, 1982; Gregory, 1996).

En la **Fig. 9** se puede observar que el tratamiento que mejor preservó los taninos fue el de 60 °C por 10 minutos, con una concentración de 2.144,91 mg catequina/100g en base húmeda, resultando ser el más cercano a la fruta nativa (sin tratamiento), el cual es 2.173,17 mg catequina/100g de base húmeda. Esta pérdida de taninos representó solamente el 1,3 %, siendo un valor mínimo en comparación con los otros

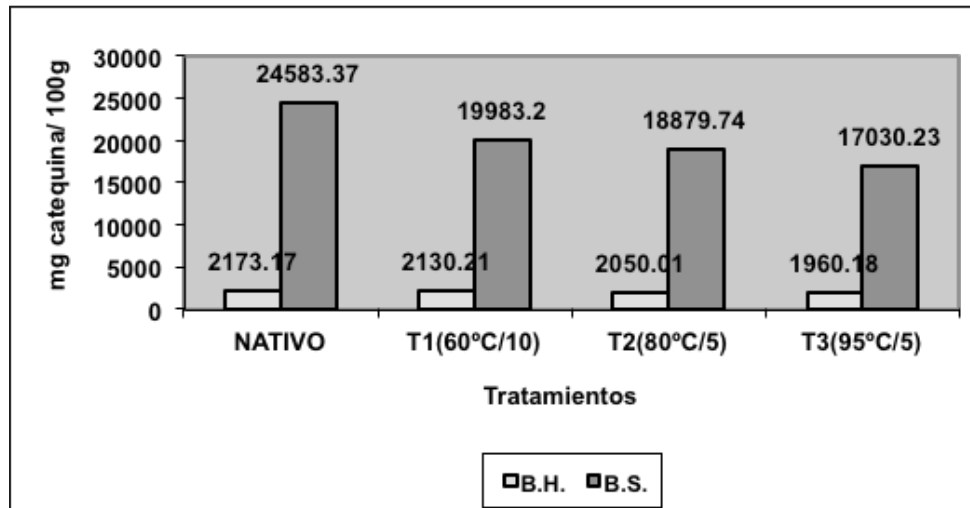


Figura 6. Contenido de taninos en carambola licuada y tratada en recipientes abiertos después de pre cocción en agua caliente

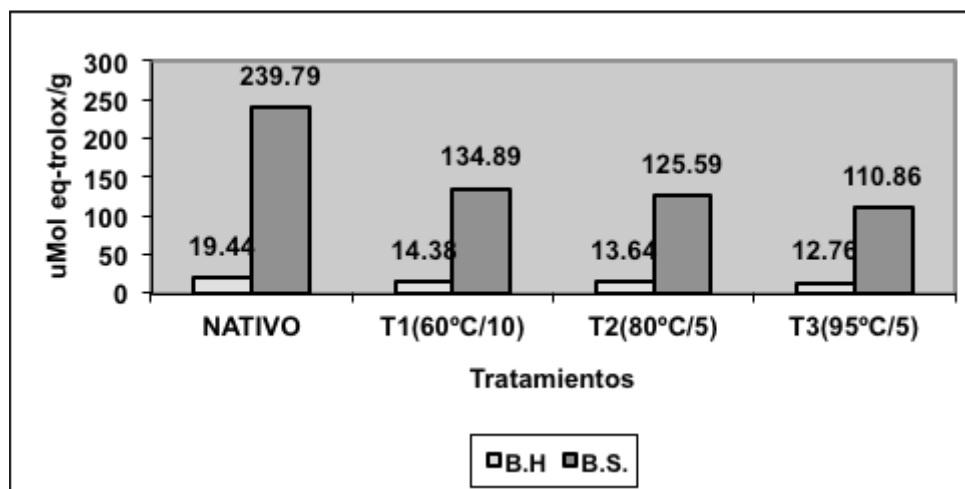


Figura 7. Capacidad antioxidante de la carambola licuada después de pre cocción en agua caliente en recipientes abiertos



**Tabla 5.** Efecto de la pre cocción sobre el pH, acidez y sólidos solubles\*

| Tratamientos   |            |                  | pH   | Acidez (%) | Sólidos solubles (°Bx) | Humedad (%) |
|----------------|------------|------------------|------|------------|------------------------|-------------|
| Ti             | Temp. (°C) | Tiempo (Minutos) |      |            |                        |             |
| Nativo         | ----       | ---              | 2,65 | 0,73       | 7,3                    | 91,16       |
| T <sub>1</sub> | 60         | 10               | 2,62 | 0,74       | 7,9                    | 90,96       |
| T <sub>2</sub> | 80         | 5                | 2,61 | 0,76       | 8,3                    | 90,66       |
| T <sub>3</sub> | 95         | 5                | 2,58 | 0,79       | 8,7                    | 90,57       |

\*Tratadas en recipientes de vidrio color ámbar y selladas herméticamente.

----- Ningún control de temperatura.

Nativo: Fruta sin tratamiento.

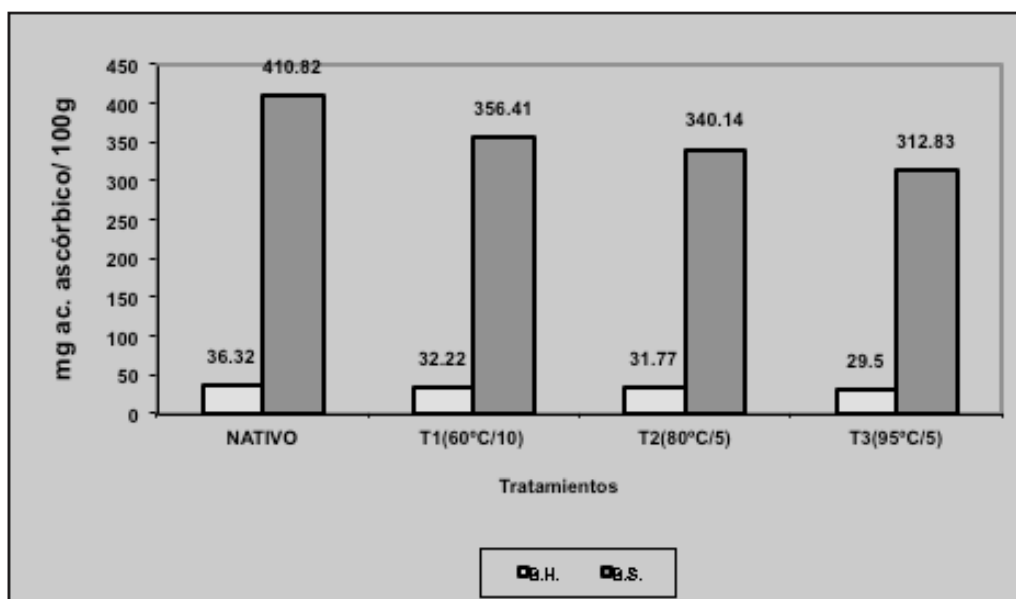
**Tabla 6.** Efecto de la pre cocción de la carambola licuada sobre el contenido de taninos, vitamina C y capacidad antioxidante\*

| Tratamientos                         |            |                  | Vitamina C                    |           | Taninos                      |           | Capacidad antioxidante |           |
|--------------------------------------|------------|------------------|-------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|------------------------|-----------|
| mg Ac. Ascórbico<br>100 g de muestra |            |                  | mg Catequina<br>100 g muestra |           | uMoleq-Trolox<br>1 g muestra |           |                        |           |
| Ti                                   | Temp. (°C) | Tiempo (Minutos) | Base húmeda                   | Base seca | Base húmeda                  | Base seca | Base húmeda            | Base seca |
| Nativo                               | -----      | -----            | 36,32                         | 410,82    | 2173,17                      | 24583,37  | 19,44                  | 239,79    |
| T <sub>1</sub>                       | 60         | 10               | 32,22                         | 356,41    | 2144,91                      | 23726,88  | 16,85                  | 186,44    |
| T <sub>2</sub>                       | 80         | 5                | 31,77                         | 340,14    | 2058,71                      | 22041,86  | 15,04                  | 161,09    |
| T <sub>3</sub>                       | 95         | 5                | 29,50                         | 312,83    | 1931,59                      | 20483,45  | 14,76                  | 156,53    |

\*Tratadas en recipientes de vidrio color ámbar y selladas herméticamente.

----- Ningún control.

Nativo: Muestra sin tratamiento.



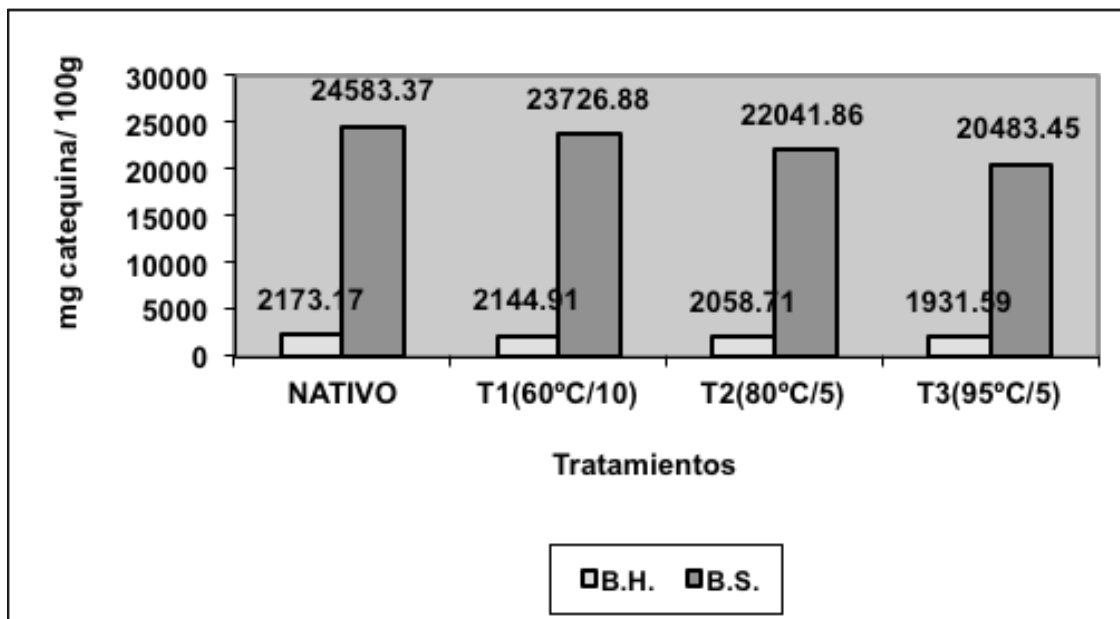
**Figura 8.** Contenido de vitamina C de carambola licuada en recipientes color ámbar herméticos después de pre cocción en agua caliente

tratamientos. En un estudio similar en jugo de manzana embotellado y tratado a 85 °C/ 2 minutos, se determinó que existía disminución considerable de catequina. Cuando se realizó una concentración del jugo de manzana a 60 °C, también se encontró una disminución de catequina, pero en una mínima cantidad (Spanos *et al.*, 1990).

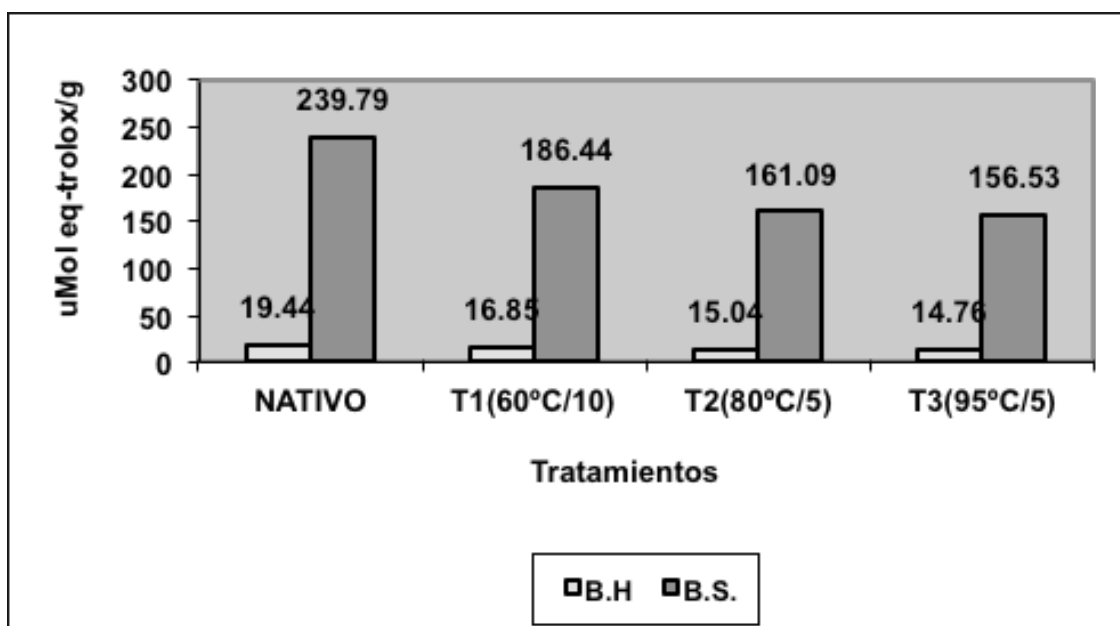
Los resultados de la capacidad antioxidante se observan en la **Fig. 10**, donde se ve que el mejor tratamiento fue el de 60 °C por 10 minutos, porque conservó la mayor capacidad antioxidante con un valor igual a 16,85 uMoleq-Trolox/g en base húmeda y 186,44 uMoleq-Trolox/g en base seca. A

medida que se aumentó la temperatura de pre cocción, se produjo mayor disminución de la capacidad antioxidante. En una investigación similar se encontró que durante la cocción de la col rizada se produce una reducción entre 10 % a 15 % de la actividad antioxidante (Martinez-Valverde *et al.*, 2000).

En un experimento sobre el cocimiento de vegetales en microondas sin agua, se encontró una disminución no significativa en la cantidad de la vitamina C, mientras que en un blanqueado (pre cocción con agua) se encontró que existía pérdida de vitamina C y este efecto se relacionó con



**Figura 9.** Contenido de taninos de carambola licuada en recipientes color ámbar herméticos después de pre cocción en agua caliente



**Figura 10.** Capacidad antioxidante de carambola licuada en recipientes color ámbar herméticos después de pre cocción en agua caliente



**Tabla 7.** Prueba de comparación de medias del estudio de la pre cocción

| En las formas y temperaturas de pre cocción |        |   |              |         |   |                        |        |   |
|---|--------|---|--------------|---------|---|------------------------|--------|---|
| Vitamina C                                  |        |   | Taninos      |         |   | Capacidad antioxidante |        |   |
| PxT   | Medias |   | PxT          | Medias  |   | PxT                    | Medias |   |
| P3(60°C/10')                                | 32,22  | a | P3(60°C/10') | 2144,91 | a | P3(60°C/10')           | 16,85  | a |
| P3(80°C/5')                                 | 31,77  | b | P2(60°C/10') | 2130,21 | b | P3(80°C/5')            | 15,04  | b |
| P2(60°C/10')                                | 30,38  | c | P3(80°C/5')  | 2058,71 | c | P3(95°C/5')            | 14,76  | c |
| P3(95°C/5')                                 | 29,50  | d | P2(80°C/5')  | 2050,01 | c | P2(60°C/10')           | 14,38  | c |
| P1(60°C/10')                                | 28,15  | e | P2(95°C/5')  | 1960,18 | d | P2(80°C/5')            | 13,64  | d |
| P2(80°C/5')                                 | 24,07  | f | P3(95°C/5')  | 1931,59 | e | P2(95°C/5')            | 12,76  | e |
| P2(95°C/5')                                 | 21,34  | g | P1(60°C/10') | 1411,04 | f | P1(60°C/10')           | 9,92   | f |
| P1(80°C/5')                                 | 16,80  | h | P1(80°C/5')  | 840,42  | g | P1(80°C/5')            | 9,19   | f |
| P1(95°C/5')                                 | 13,17  | i | P1(95°C/5')  | 541,98  | h | P1(95°C/5')            | 8,52   | g |

P1: Pre cocción de carambolas en rodajas.

P2: Pre cocción de carambolas licuadas en recipientes abiertos.

P3: Pre cocción de carambolas licuadas en recipientes herméticos.

la solubilidad y lixiviación del ácido ascórbico (Selman, 1993). Está demostrado que el porcentaje de degradación de la vitamina C depende de factores como el método de cocimiento, cantidad de agua y tiempo relativo de calentamiento (Wu *et al.*, 1992).

En la Tabla 7, se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey, en la que se observa que la vitamina C tiene un valor de 32,22 mg de vitamina C por 100 g de muestra húmeda, esto significa que la mejor forma de pre cocción es la que procesa la carambola licuándola y colocándola en recipientes de color ámbar, sellados herméticamente. Además, el mejor tratamiento térmico fue el de 60 °C por 10 minutos. Además en la Tabla 7, se observa que para los taninos condensados (catequina) el mayor valor es 2.144,91 mg de catequina por 100 gramos de muestra húmeda y para la capacidad antioxidante es 16,85uMoleq-Trolox por gramo de muestra húmeda. Estos valores indican que los mejores tratamientos para los taninos condensados y capacidad antioxidante son similares a los de la vitamina C ya señalados. Estos tratamientos, estadísticamente, fueron los mejores porque se degradó en menor porcentaje la vitamina C y los taninos condensados. Además, porque disminuyó en menor proporción la capacidad antioxidante de la fruta de carambola.

#### 4. Conclusiones

Se determinó que el mejor tratamiento térmico de pre cocción de la carambola fue el que se realizó a 60 °C durante 10 minutos porque disminuyó en menor porcentaje la cantidad de taninos condensados y vitamina C. Asimismo, disminuyó en menor proporción la capacidad antioxidante de la fruta en mención.

Se comprobó que la mejor forma de pre cocción fue

con la carambola licuada y pre cocida en agua caliente, colocada en recipientes de vidrio color ámbar y sellados herméticamente. Esto porque conservó mejor la concentración de taninos condensados, vitamina C y disminuyó en menor porcentaje la capacidad antioxidante.

Según los resultados del presente trabajo, se comprobó que, cuanto mayor es la temperatura de pre cocción mayor es la descomposición de la vitamina C y los taninos condensados (expresados en catequina). Asimismo, la capacidad antioxidante disminuye a mayor temperatura del proceso.

#### 5. Literatura citada

- Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. 2000.** *Official Methods of Analysis*. (14ta edición). Washington D.C., EUA: Association of Official Analytical Chemists.
- Castillo, P. y Miranda, L. 2009.** *Cinética de degradación de la vitamina C en el jugo concentrado y congelado de maracuyá*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Dao, L. y Friedman, M. 1992.** Chlorogenic acid contents of fresh and processed potatoes determined by ultraviolet spectrophotometry. *Journal. Agric. Food Chem.*, 40: 2152-2156.
- Erdman, J. y Klein, B. 1982.** Harvesting Processing and cooking influences on vitamin C in foods. *Journal Am .Chem. Society*, pp. 499 – 532. Washington.
- Gregory, J. 1996.** Vitamins. En O. Fennema (Ed.), *Food chemistry*, pp. 532 -616. (3ra ed.). New York, USA: Marcel Dekker.
- 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 polyphenolics: comparison of two pretreatments. *Journal Food Chem. and 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 (I): 5-15.

**Ricco, R.; Sena, G.; Vai, V.; Wagner, M. y Gurni A. 2004.** Determinación de la presencia de Taninos Condensados en *Ephedra americana* Humb. Et Bonpl. Ex wuill (Ephedraceae). *Acta Farmacéutica bonaerense*. 23(1): 11-5.

**Prior, R. y Cao, G. 2000.** Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: Diet and Health Implications. *Journal HortScience*, 34: 588-592.

**Selman, J. 1993.** Vitamin retention during blanching of vegetables. *Food chem.*, 49: 137-147.

**Spanos, G.; Wroistad, R. y Heatherbell, D. 1990.** Influence of processing and storage on the phenolic composition of Apple juice. *Journal agric. Food chem.*, 38: 1572-1579.

**Stanner, S.; Hughes, J. y Buttriss, J. 2004.** A review of the epidemiological evidence for the antioxidant hypothesis. *Public Health nutrition*, 7 (3): 407-22.

**Wu, Y.; Perry, A. y Klein, B. 1992.** Vitamin C and B – carotene in fresh and frozen green beans and broccoli in a simulated system. *Journal food chem.* 15: 87-96.