

## ESTUDIO CINETICO DE LA DEGRADACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE HIDROSOLUBLE DE JUGOS CITRICOS POR TRATAMIENTO TERMICO

Belén ACEVEDO<sup>(1)</sup>; Mabel MONTIEL<sup>(1)</sup> y Jorge AVANZA<sup>(1)</sup>

RESUMEN: En este trabajo se ha estudiado la degradación de la Actividad Antioxidante por tratamiento térmico a 70, 80 y 90°C en jugos de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), limón (*Citrus limon*), pomelo (*Citrus paradisi*) y lima Rangpur (*Citrus limonia Osbeck*). La Actividad Antioxidante fue medida usando el test del DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo). La degradación de la Actividad Antioxidante sigue una cinética de orden cero.

ABSTRACT: In this work we have studied the degradation of Antioxidant Activities by thermic treatment at 70, 80 y 90°C in juices of varios citrus: orange (*Citrus sinensis*), mandarins (*Citrus reticulata*), lemon (*Citrus limon*), pomelo (*Citrus paradisi*) y lime Rangpur (*Citrus limonia Osbeck*). Antioxidant Activities were measured using the DPPH method. Antioxidant Activities degradation follows a zero-order reaction.

**Palabras claves:** actividad antioxidante, jugos cítricos

**Keywords:** antioxidant activities, citrus juices.

### INTRODUCCIÓN

La actividad antioxidante es una estimación fiable y global de la capacidad antioxidante de un alimento, además de ser un parámetro interesante para valorar la calidad dietética del producto en cuestión Arnao *et al.* (1998).

De hecho gran parte de la capacidad antioxidante de las frutas y vegetales proviene de compuestos como vitamina C, vitamina E,  $\beta$ -caroteno y polifenoles de plantas (flavonoles, flavanoles, antiocianinas y fenilpropanoles), Rice-Evans *et al.* (1996).

Se ha atribuido a estos fitonutrientes un efecto protector en la prevención de procesos degenerativos de enfermedades cancerígenas y cardio y cerebrovasculares, dado que los antioxidantes poseen capacidad para neutralizar los radicales libres.

Particularmente los jugos cítricos se caracterizan por una acumulación importante de flavonoides y fenilpropanoles, además de ácido ascórbico Rapisarda *et al.* (1998), siendo todos estos componentes los responsables de proporcionar propiedades benéficas relacionadas con la salud.

La pasteurización es un proceso necesario para prolongar la vida útil de los jugos comerciales.

El procesamiento térmico de jugos cítricos a altas temperaturas si bien elimina la posibilidad de daño microbiológico y reduce la actividad enzimática, afectan la calidad del producto.

---

(1) Laboratorio de Tecnología Química. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE). Av. Libertad 5470 (3400) Corrientes, Argentina

Los jugos cítricos tienen elevados tenores de ácido ascórbico y otros ácidos orgánicos, y sus sales, los que provocan la degradación de azúcares, aminoácidos y fenoles durante el procesamiento y posterior almacenamiento Lee *et al.* (1988).

El presente trabajo tiene como objetivo proveer información cinética sobre el efecto que produce el tratamiento térmico sobre la actividad antioxidante hidrosoluble de jugos cítricos.

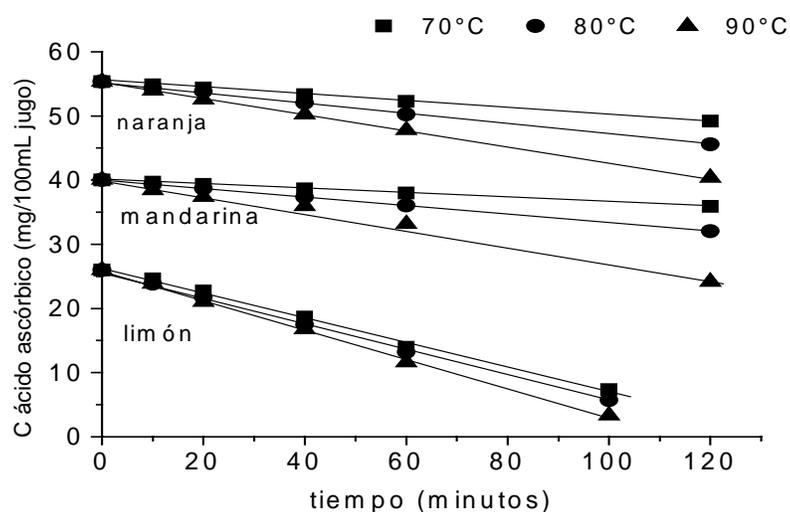
#### MATERIALES Y MÉTODOS

- Se trabajó con frutos de cinco especies producidas en Corrientes (Argentina).
- Los jugos se prepararon en el momento de efectuar las determinaciones por expresión de no menos de 10 frutos recientemente colectados y posterior filtrado del *pool* a través de un tamiz de 2mm<sup>2</sup> de malla. Se trabajó sobre 3 *pool* de la manera antes descripta para cada especie.
- Se caracterizó el jugo de cada especie a través de las siguientes determinaciones.
  - a. Rendimiento de los frutos: se expresa en gramos de jugo/100g de fruto.
  - b. pH: se determinó directamente con un peachímetro.
  - c. Acidez: se realizaron mediciones de acidez por titulación directa con NaOH 0,1N. Los valores de acidez se informan como g de ácido cítrico/100ml jugo. (AOAC, 1990).
  - d. Sólidos solubles totales: se determinó por refractometría expresándose los resultados en °Brix.
  - e. Nitrógeno de aminoácidos: se realizó la cuantificación de los grupos amino presentes utilizando el método de Carranza *et al.* (1978). Los resultados se expresan en mg N<sub>2</sub>%.
  - f. Azúcares reductores totales, glucosa, fructosa y sacarosa: se aplicó el método espectrofotométrico propuesto por Carranza *et al.* (1978).
  - g. Actividad antioxidante hidrosoluble: se aplicó el test del DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) de Ancos *et al.* (2002). Para cada una de las especies se determinó el tiempo de reacción, siendo para las cinco especies de 25 minutos en la oscuridad.Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado.
- Se realizaron tratamientos térmicos en tres niveles de temperatura, 70, 80 y 90°C y tiempos no mayores a 180 minutos. Se colocó 10,00 g de jugo de cada *pool* en vasos de precipitados de 100 mL, los cuales se cubrieron por un film de polietileno para minimizar la variación de masa debido a la pérdida de agua de la muestra por efecto de la temperatura, los que fueron colocados en un baño termostático ± 0,05 °C. Para cada tiempo de reacción se extrajeron tres muestras las que fueron sumergidas en baño de hielo; se restituyó la masa inicial por agregado de agua destilada, se centrifugó 10 minutos a 3500 r.p.m., se filtró a través de algodón y se realizó la dilución apropiada (1+3) para todos los jugos, excepto lima Rangpur. Se determinó la actividad antioxidante hidrosoluble con el test de DPPH. de Ancos *et al.* (2002).

## RESULTADOS

**Tabla 1:** Característica de los jugos de naranja, pomelo, mandarina, limón y lima Rangpur

Característica	Naranja	Pomelo	Mandarina	Limón	Lima Rangpur
Rendimiento (g jugo/100g de fruto)	52,3 (± 0,13)	43 (± 0,11)	55,76 (± 0,14)	43 (± 0,10)	54,2 (± 0,12)
pH	3,21 (± 0,02)	2,997 (± 0,02)	3,151 (± 0,03)	2,191 (± 0,01)	2,250 (± 0,02)
Sólidos solubles totales (°Brix)	10 (± 0,01)	12,8 (± 0,02)	10,8 (± 0,02)	8,2 (± 0,03)	7,8 (± 0,02)
Acidez (g ác. Cítrico/100mL)	1,2 (± 0,01)	2 (± 0,02)	0,928 (± 0,01)	7 (± 0,04)	4,67 (± 0,03)
Nitrógeno amínico (mg%)	32 (± 0,02)	43 (± 0,02)	26 (± 0,02)	35,3 (± 0,02)	26,49 (± 0,02)
Actividad Antioxidante (mg ác. Ascórbico/100mL)	55,3 (± 0,04)	34,87 (± 0,03)	40,01 (± 0,02)	25,97 (± 0,03)	12,46 (± 0,02)
Az. Totales (g/100mL)	3,57 (± 0,02)	4,76 (± 0,01)	4,045 (± 0,03)	1,028 (± 0,02)	2,29 (± 0,03)
Glucosa (g/100mL)	1,98 (± 0,02)	2,21 (± 0,01)	1,98 (± 0,02)	0,63 (± 0,02)	1,024 (± 0,02)
Fructosa (g/100mL)	1,59	2,55	2,065	0,398	1,266
Sacarosa (g/100mL)	5,71 (± 0,01)	2,62 (± 0,02)	1,82 (± 0,02)	--	0,53 (± 0,02)

**Fig. 1:** Descenso de la actividad antioxidante hidrosoluble en función del tiempo de tratamiento térmico a 70, 80 y 90°C para naranja, mandarina y limón.

En la Fig. 1 se presenta, a modo de ejemplo, el descenso de la actividad antioxidante hidrosoluble para jugos de naranja, mandarina y limón a las temperaturas ensayadas, respectivamente. Los jugos de pomelo y lima Rangpur presentan un comportamiento similar.

La degradación de la actividad antioxidante hidrosoluble en todos los jugos ensayados sigue una ley cinética de orden cero, de expresión matemática:

$$C = C_0 - k.t$$

donde:

- C y  $C_0$  representan la concentración de componentes antioxidantes a distintos tiempos de tratamiento y a tiempo inicial, respectivamente, [mol.L<sup>-1</sup>]
- k es la constante de velocidad específica, [mol.L<sup>-1</sup>. t<sup>-1</sup>]
- t es el tiempo de tratamiento térmico, [min]

Los valores de las constantes de velocidad con sus correspondientes coeficientes de correlación lineal se presentan en la Tabla 2; se informan en ella también la energía de activación involucrada en cada situación.

**Tabla 2:** Constantes de velocidad con sus correspondientes coeficientes de correlación lineal y la energía de activación.

Citrus	T[°C]	k. 10 <sup>2</sup> [mg.mL <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ]	Coef. de corr. lineal	E <sub>a</sub> [kJ.mol <sup>-1</sup> ]
Naranja	70	5.162	0,994	42.729 Coef.corr. lineal: 0,999
	80	8.123	0,999	
	90	12.378	1,000	
Pomelo	70	6.325	0,997	28.513 Coef.corr. lineal: 0,996
	80	8.250	0,999	
	90	11.137	0,999	
Mandarina	70	3.426	0,988	64.748 Coef.corr. lineal: 0,999
	80	6.647	1,000	
	90	12.957	0,994	
Limón	70	19.216	0,998	8.422 Coef.corr. lineal: 0,976
	80	20.380	0,999	
	90	22.869	0,999	
Lima Rangpur	70	3.523	0,997	29.357 Coef.corr. lineal: 0,998
	80	4.714	0,999	
	90	6.442	0,997	

## CONCLUSIONES

1. Se encontró el siguiente orden de contenido inicial de componentes antioxidantes: *naranja* > *mandarina* > *pomelo* > *limón* > *lima Rangpur*.
2. La disminución de la capacidad antioxidante hidrosoluble de los cinco jugos responde a una cinética de orden cero.
3. Los valores de la energía de activación indican una mayor sensibilidad a la temperatura en el caso del jugo de mandarina.

## BIBLIOGRAFIA

- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*. 15 ed.
- ARNAO, M.B.; A. CANO y M. ACOSTA, 1998. La actividad antioxidante total de zumos de cítricos como factor de calidad del producto. *Levante Agrícola*, 1º T: 60-65.
- ARNAO, M.B., 2000. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. *Food Science & Technology*, 11: 419-421.
- CARRANZA, N.; L. NAGEL; L. AGÜERO; A. CASALI; C. NAPOLITANI; D. FURMAN y S. MITELMAN, 1978. *Rev. I.N.F. y B.* 9: 19-22.
- DE ANCOS, BEGOÑA; S. SGROPPO; L. PLAZA y M.P. CANO, 2002. Possible nutritional and health-related value promotion in orange juice preserved by high-pressure treatment. *J. Sci. Food Agric.*, 82: 790-796.
- DEL RIO, J.A.; F.R. MARÍN; O. BENAVENTE; M. MARTÍNEZ; A. GARCÍA LIDÓN; I. PORRAS y A. ORTUÑO, 1999. Caracterización de zumos de Citrus limón (var. Fino y Verna) en relación a su contenido en flavonoides, vitamina C y potencial antioxidante. *Levante Agrícola*, 2º T: 193-197.
- LEE, H.S. y S. NAGY, 1988. Relationships of sugar degradation to detrimental changes in citrus juice quality. *Food Technol.*, 91-94, 97.
- LEE, H.S., 1992. Antioxidative activity of browning reaction products from storage-aged orange juice. *J. Agric. Food. Chem.*, 40: 550-552.
- RAPISARDA, P.; G. CAROLLO; B. FALICO; F. TOMASELLI y E. MACCARONE, 1998. Hydroxycinnamic acids as markers of Italian blood orange juice. *J. Agric. Food. Chem.*, 46: 464-470.
- RICE-EVANS, C.; N.J. MILLER y G. PAGANGA, 1996. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acid. *Free radicals Biol.*, 20: 933-956.

*Recibido/Received/:* 01-nov-04  
*Aceptado/Accepted/:* 28-mar-05