

## Food Science and Technology (Campinas)

versión impresa ISSN 0101-2061 versión On-line ISSN  
1678-457X

Ciênc. Tecnol. Aliment. v.20 n.2 Campinas mayo/ago. 2000

<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612000000200022>

### **EXTRACCIÓN DE NARINGINA DE *Citrus paradisi* L. ESTUDIO COMPARATIVO Y OPTIMIZACIÓN DE TÉCNICAS EXTRACTIVAS<sup>1</sup>**

Amelia N. GIANNUZZO<sup>2</sup>, Mónica A. NAZARENO<sup>2</sup>, Horacio T. MISHIMA<sup>2</sup>,  
Beatriz A. López de MISHIMA<sup>2,\*</sup>

---

#### **RESUMEN**

Se realizó el estudio comparativo de distintas técnicas extractivas de naringina utilizando cáscaras de pomelo (*Citrus paradisi*). Las mejores condiciones de preparación previa del material son el fragmentado de cáscara fresca y el secado en estufa con posterior fragmentado. Para cáscara fresca resulta más conveniente la extracción con etanol puro por Soxhlet (obteniéndose 26g/kg de peso fresco), mientras que para cáscara seca los mejores resultados se obtienen en la extracción con la mezcla etanol-agua en las proporciones 70:30 por maceración (20g/kg de peso fresco) y reflujo (22g/kg de peso fresco). Se observaron evidencias de la importancia del agua en el proceso de extracción. Se determinaron los valores de concentración de naringina en cáscaras de distintas variedades de *Citrus paradisi* de la región del Noroeste Argentino.

---

#### **SUMMARY**

NARINGIN EXTRACTION OF *Citrus Paradisi* L. COMPARATIVE STUDY AND OPTIMIZATION OF EXTRACTIVES TECHNIQUES. The comparative study of the

different extractive techniques of naringin was made, using grapefruit peel (*Citrus paradisi*). The best conditions for previous preparation of the material are the fragmentation of fresh peel and drying through a drying chamber and subsequent fragmentation. For fresh peel it turns to be more convenient the extraction with ethyl alcohol by Soxhlet system (obtaining 26 g/kg of fresh weight), while for dried peel the best results are obtained in the extraction with the mixture ethyl alcohol - water in the proportions 70:30 by maceration (20 g/kg of fresh weight) and reflux (22 g/kg of fresh weight). Evidences of the importance of water in the extraction process were observed. The values of naringin concentration in peel of different varieties of *Citrus paradisi* of the region of Argentinean North West were determined.

---

## 1 — INTRODUCCIÓN

La naringina es un flavonoide (flavanona glicosilada) que se extrae de la cáscara de algunos citrus (*Citrus paradisi*, *Citrus aurantium*) y es el principal responsable de su sabor amargo. Está presente también en la pulpa de los frutos, en hojas, flores y semillas de la planta [3, 9].

Algunos estudios sugieren que la biosíntesis de naringina, como la de otras flavanonas, está influenciada por factores ambientales y genéticos, determinando variaciones en los niveles de concentración de estos compuestos, estimando entre 15 a 18 g por kg de cáscara fresca de pomelo como valor frecuente de concentración [12, 13, 16]. Además, la cantidad en cáscara varía de mayor a menor en frutos inmaduros y maduros respectivamente [12].

Usada en perfumería y para dar sabor a golosinas, bebidas y productos de panadería, actualmente, su estudio sigue vigente por su propiedad antioxidante como estabilizante de aceites [5], antimutagénico [2, 6, 14], y como precursor del compuesto naringina dihidrochalcona por su importante capacidad endulzante y para su aplicación potencial como edulcorante [4, 7, 17].

Por otra parte, la naringina es el flavonoide que contribuye en mayor medida a dar sabor amargo a los jugos comerciales de pomelo, lo que ha dado lugar a estudios tanto sobre la caracterización de éstos según su concentración de naringina [1, 10, 11] como sobre la posible neutralización de su sabor en dichos productos alimenticios [15].

El objetivo de este trabajo es determinar las condiciones óptimas requeridas para llevar a cabo la extracción de naringina de cáscara de pomelo mediante la comparación de distintas técnicas extractivas (maceración, extracción a reflujo y en Soxhlet) y la determinación de la concentración de naringina de distintas variedades de pomelo cultivadas en la región del Noroeste Argentino. La relevancia que presenta la industria de la citricultura en la región y

por lo tanto, la disponibilidad en cantidad apreciable de residuos cítricos aprovechables, sugirió este estudio.

## 2 — MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 – Material

Se utilizaron cáscaras de pomelo (*Citrus paradisi*) de distintas procedencias, variedades y estado de madurez. Se trabajó con la cáscara del fruto (flavedo y albedo) y la pulpa remanente (endocarpio) luego de ser exprimido el jugo.

El grado de madurez de los frutos se determinó por análisis de sólidos solubles del jugo mediante un refractómetro ERMAN de 0-32° brix.

### 2.2 – Tratamiento del material

Para determinar las condiciones óptimas de preparación del material previo a la extracción, se realizaron distintos tratamientos: a) fragmentado de cáscara fresca, b) fragmentado y posterior secado, c) secado en mitades enteras y posterior fragmentado. El fragmentado de las cáscaras se llevó a cabo con un procesador de alimentos hasta lograr fracciones de un tamaño de aproximadamente 0,2cm de diámetro.

Se ensayaron diferentes condiciones de secado del material: 1) al aire protegido de la luz solar, 2) expuesto al sol y 3) en estufa a 45°. Las cáscaras secadas en estufa fueron fragmentadas o pulverizadas (tamiz 0,8). En el caso de las frescas y las secadas al sol sólo fue posible aplicar la fragmentación. Para conocer el porcentaje de pérdida de peso por contenido de agua, se secaron cáscaras en mitades enteras en estufa a 45° C de temperatura, hasta peso constante. La rehidratación de las cáscaras secas se llevó a cabo con 30 ml de agua durante dos horas.

La evaluación de los distintos tratamientos se realizó cualitativamente observando estado de conservación, oscurecimiento y presencia de moho.

### 2.3 – Extracción

En la realización de los ensayos para la comparación de las distintas técnicas, se utilizaron cáscaras de *Citrus paradisi* variedad Ruby blanco procedente de Salta en estado maduro (10 grados brix), sólo flavedo y albedo sin restos de pulpa.

En las técnicas de maceración, extracción a reflujo y Soxhlet se utilizaron 20g de material vegetal en 100ml de solvente. Para evaluar la técnica de extracción descrita por Ikan [8], se realizaron dos extracciones sucesivas de 20g de cáscara fresca con 80ml y 40ml de agua caliente (a 90° y 40°)

La evaluación de las mencionadas técnicas se realizó por comparación del contenido de naringina de los extractos obtenidos. Se tomaron muestras del sistema en proceso de extracción, hasta que las concentraciones (valores de absorb) no presentaron variaciones relevantes en el tiempo. Las determinaciones se realizaron por espectrofotometría UV visible (UNICAM UV2), estudiando la banda característica de flavonoides a 284nm. Se estimó la concentración de naringina por análisis de la absorción a esta longitud de onda correspondiente a flavonoides totales. La determinación en particular del compuesto se realizó por Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia, HPLC (columna ODS-2, detección 284nm, fase móvil: acetonitrilo-agua-ácido acético, 79.5:20:0.5). A tal fin se utilizó un Cromatógrafo Líquido modelo KONIK KNK 500 Serie A, que cuenta con un bucle de inyección de 20  $\mu$ m.

La naringina extraída fue identificada por HPLC por comparación con muestras auténticas. Las curvas de trabajo se realizaron con naringina pura (Fluka). Este compuesto fue recristalizado de isopropanol, secado en estufa a presión reducida en atmósfera de nitrógeno durante seis horas y el contenido de agua de cristalización fue corroborado por determinación de punto de fusión y calorimetría diferencial de barrido (DSC).

Para la determinación del contenido de naringina de cáscaras de pomelo de distintas variedades en estado verde (cosechados a mediados de abril, 8 grados brix) y maduro (cosechados a principios de agosto, 10 grados brix), la técnica escogida para la extracción fue Soxhlet a partir de cáscara fresca y utilizando etanol puro como solvente.

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

## 3 — RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 – Tratamiento del material

Los resultados mostraron que las cáscaras secadas al aire con protección de la luz solar, estando éstas fragmentadas o no, presentan un oscurecimiento importante además de presencia de moho en un 85%, antes de lograrse el secado. En cáscaras fragmentadas y posteriormente secadas con exposición al sol o en estufa, no se observa enmohecimiento, pero sí un notable oscurecimiento. Finalmente, las cáscaras secadas en mitades enteras, sin fragmentar, al sol y en estufa, se conservan en buen estado, presentando un oscurecimiento muy leve por encima de su color en fresco.

De acuerdo a estos resultados se realizaron maceraciones con etanol puro con cáscaras secadas en mitades enteras, al sol y en estufa y con cáscaras frescas por considerarse las mejores condiciones, determinando con éstas, la incidencia del fragmentado y pulverizado de cáscaras en la eficiencia de extracción. Estos resultados se expresan en la [Tabla 1](#).

**TABLA 1.** Efecto del tratamiento previo de las cáscaras en la extracción por Maceración con etanol puro.

	Cáscara fresca fragmentada	Cáscara secada en estufa posteriormente fragmentada	Cáscara secada en estufa posteriormente pulverizada	Cáscara secada al sol posteriormente fragmentada
Cantidad de naringina extraída (g/kg de peso fresco) <sup>a</sup>	22,0 ± 0,8	17,0 ± 0,6	16,5 ± 0,6	15,0 ± 0,7
Tiempo de extracción	Alrededor de 24 hs.	A las 24 hs más del 90%	De tres a seis días.	De tres a seis días.

<sup>a</sup> Determinaciones realizadas con espectrofotometría UV.

Las maceraciones preparadas con cáscara secada en estufa posteriormente fragmentada y cáscara secada en estufa posteriormente pulverizada, si bien alcanzan valores de concentración de naringina similares, requieren tiempos de extracción considerablemente diferentes, por lo que, en las experiencias siguientes del estudio de las técnicas extractivas, sólo se utilizan cáscaras secadas en estufa posteriormente fragmentada y cáscaras frescas fragmentadas, con las que se obtienen los mejores resultados respecto a cantidad de naringina extraída y tiempo óptimo de extracción.

### 3.2 – Estudio de las técnicas extractivas de maceración, extracción a reflujo y en equipo Soxhlet

En el estudio de la técnica de maceración, se estudió la capacidad extractiva de etanol puro y de la mezcla etanol-agua en distintas proporciones. Los resultados se muestran en la [Tabla 2](#).

**TABLA 2.** Cantidad de naringina extraída por maceraciones preparadas con etanol y la mezcla etanol-agua en distintas proporciones a 25°C (g/ kg de peso fresco)<sup>a</sup>

	Etanol puro	Etanol-agua					
		90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60
Cáscara fresca fragmentada	19,0 ± 0,5	19,8 ± 0,6	20,0 ± 0,6	22,4 ± 0,7	22,5 ± 0,5 <sup>b</sup>	21,0 ± 0,4	--
Cáscara secada en estufa posteriormente fragmentada	12,0 ± 0,4	18,7 ± 0,5	19,5 ± 0,5	20,0 ± 0,4	20,8 ± 0,6	22,0 ± 0,7	19,0 ± 0,5

<sup>b</sup> Valor determinado por HPLC: 19,8 ± 0,7.

Estos resultados indican que las maceraciones preparadas con cáscara fresca fragmentada presentan mayores concentraciones de naringina usando la mezcla etanol-agua como

solvente de extracción, siendo máximas en las proporciones 70:30 y 60:40 (22,5g/kg de peso fresco). Sin embargo, la diferencia entre los valores mínimos y los máximos, es apenas del 16% por lo que el uso de etanol puro como solvente se justifica por la conveniencia de no extraer pectinas en el proceso.

En las maceraciones preparadas con cáscara seca, en cambio, usando la mezcla etanol-agua como solvente en las proporciones 70:30 a 50:50, se registran valores de concentración hasta un 45% mayores a los registrados en las preparaciones con etanol puro, resultando de esta forma valores cercanos a los obtenidos con cáscara fresca. Estos resultados evidencian que el agua desempeña un rol importante en el proceso. Posiblemente esto se deba a que el agua permite una mayor penetración del solvente a través de las membranas de las células, aumentando además, la polaridad del mismo, logrando una mayor eficiencia de extracción.

En cuanto a las extracciones por maceraciones con agitación y las sometidas a ultrasonido, presentaron iguales valores de concentración que las maceraciones comunes (sin agitación y a temperatura ambiente de 25°C), por lo que estos ensayos no mostraron optimizar la extracción de naringina.

Por su parte, las maceraciones preparadas a 40°C, si bien no presentan valores de extracción mayores a los de las maceraciones comunes, alcanzan en menos tiempo (alrededor de dos horas) los valores finales de extracción.

También se estudió la hidratación de cáscaras secas por la ventaja que implica este estado del material en su conservación y disponibilidad en cualquier época del año. Las maceraciones de cáscara seca hidratada presentaron resultados semejantes (19,5g/kg de peso fresco) a los obtenidos en las maceraciones de cáscara seca preparadas con la mezcla etanol-agua en la proporción 70:30, por lo que la hidratación previa no es necesaria.

Las extracciones sucesivas realizadas con agua caliente según el método descrito por Ikan [8], registraron un total de naringina equivalente a 17,3g/kg de peso fresco, evidenciando una importante extracción conjunta de pectinas que dificulta la posterior cristalización y purificación del compuesto. Por este motivo resulta más conveniente para la extracción a partir de cáscara fresca la técnica de maceración con etanol puro.

Finalmente, las experiencias en que a partir del mismo material vegetal, tanto de cáscara fresca como de cáscara seca, se realizaron segundas maceraciones variando el tiempo de duración de las primeras (8, 12 y 16 horas y otras luego de haberse completado el proceso de extracción por el primer sistema de solvente, es decir, una vez que no se observaron variaciones de concentración en el transcurso del tiempo) no mostraron una eficiencia mayor al 15% con respecto a las extracciones realizadas con una sola maceración en que se respeta el tiempo de extracción de flavonoides en la primera. Estas experiencias no demostraron aumentar en gran medida la extracción de naringina, aunque sí hacen necesario considerar la optimización del tiempo de extracción.

En el estudio de la técnica de extracción a reflujo se realizaron experiencias con cáscara fresca y cáscara seca utilizando etanol y la mezcla etanol-agua en la proporción 70:30. Las

extracciones con Soxhlet, por su parte, se realizaron de cáscara fresca y seca utilizando sólo etanol como solvente.

Los resultados obtenidos sobre las extracciones a reflujo y por Soxhlet se expresan en la [Tabla 3](#).

**TABLA 3.** Cantidad de naringina extraída por las técnicas a reflujo y Soxhlet (g/kg de peso fresco)<sup>a</sup>.

	Extracción a reflujo		Soxhlet
	Etanol puro	Etanol - Agua (70:30)	Etanol puro
Cáscara Fresca Fragmentada	20,8 ± 0,9	23,8 ± 0,7 <sup>b</sup>	25,0 ± 0,8 <sup>c</sup>
Cáscara Secada en Estufa posteriormente Fragmentada	15,5 ± 0,7	22,0 ± 0,8	12,5 ± 0,5

<sup>a</sup> Determinaciones realizadas por espectrofotometría UV.

<sup>b</sup> Valor determinado por HPLC: 20,5 ± 0,8

<sup>c</sup> Valor determinado por HPLC: 22,3 ± 0,7

Las extracciones a reflujo de cáscara fresca utilizando tanto etanol puro como la mezcla etanol-agua en la proporción 70:30 como solvente, registran valores de concentración de naringina un 9% superiores a las registradas en las maceraciones respectivas de las mismas características. Las extracciones a reflujo realizadas de cáscara seca con etanol puro, presentan valores de concentración menores en un 26% a los obtenidos de cáscara fresca con la misma técnica y utilizando el mismo solvente aunque mayores en un 23% a las maceraciones de las mismas características.

Con respecto a las extracciones a reflujo realizadas de cáscara seca con la mezcla etanol-agua en la proporción 70:30, éstas registran valores de concentración de naringina mayores en un 30% aproximadamente respecto a los de la extracción a reflujo realizada con etanol puro, ratificando el importante rol del agua en el proceso de extracción. Con respecto a los valores registrados en las maceraciones de las mismas características, las extracciones a reflujo resultan mayores en sólo un 9%.

Las máximas concentraciones de naringina se obtienen por reflujo (etanol-agua, 70:30) tanto de cáscara fresca como seca y por Soxhlet (etanol puro), presentando éstas últimas la conveniencia de no extraer pectinas en el proceso por utilizar sólo etanol. Estas extracciones por Soxhlet presentan valores finales mayores en un 24% a las registradas en las maceraciones de las mismas características

Por el contrario, las extracciones realizadas con Soxhlet de cáscara seca, presentan los menores valores de concentración semejantes a los de las maceraciones preparadas con etanol puro, evidenciando que la ausencia de agua disminuye la eficiencia de extracción.

Finalmente, se determinaron las concentraciones de naringina de cáscaras de pomelo de variedades cultivadas en la zona SE del Departamento Banda, Santiago del Estero, Argentina, en estado verde y maduro. Las variedades estudiadas fueron Foster, Mutación Gómez, Ruby blanco, Redblush, Ruby rosado y Star Ruby.

Las concentraciones de naringina de cáscaras de las distintas variedades de pomelo se muestran en la [Tabla 4](#).

**TABLA 4.** Concentración de naringina de distintas variedades de pomelo cultivadas en el Departamento Banda de Santiago del Estero.

	Concentración de Flavonoides totales determinados por Espectrofotometría UV (g/kg de peso fresco)		Concentración de Naringina determinada por HPLC (g/kg de peso fresco)	
	Verde	Maduro	Verde	Maduro
	Ruby blanco	26,0 ± 0,9	23,4 ± 1,0	24,0 ± 0,6
Foster	24,6 ± 0,7	22,0 ± 0,6	21,3 ± 0,6	18,0 ± 0,8
Star Ruby	20,8 ± 0,8	19,0 ± 0,6	17,0 ± 0,7	15,5 ± 0,7
Mutación Gómez	20,0 ± 0,5	19,0 ± 0,5	16,8 ± 0,5	15,0 ± 0,6
Redblush	20,0 ± 0,8	15,0 ± 0,6	16,2 ± 0,6	14,8 ± 0,5
Ruby rosado	14,2 ± 0,5	12,0 ± 0,6	12,0 ± 0,5	10,4 ± 0,5

Los valores de concentración de naringina de la [Tabla 4](#) son comparables a los informados por Rouseff, Martín y Youtsey [13], Wu-H, Calvarano y Giacomo [16] y Ortuño et al [12], para las mismas variedades de pomelos procedentes de Estados Unidos, China y España. Las diferencias encontradas pueden atribuirse a la influencia de factores ambientales.

Con respecto a los mayores valores de concentración de naringina registrados en pomelos verdes que en maduros, estos resultados coinciden con lo expresado por Ortuño et al (1995).

Las diferencias observadas entre las determinaciones efectuadas con espectrofotometría UV y HPLC se deben a que con el primer método se registra absorción de flavonoides totales a esa longitud de onda, mientras que por HPLC se cuantifica naringina en forma particular.

Estos resultados obtenidos a escala laboratorio son la base de estudios a mayor escala para el aprovechamiento de residuos de las industrias cítricas regionales.

## 4 — CONCLUSIONES

Los mejores resultados con respecto al tratamiento previo de cáscaras se obtuvieron con el fragmentado de cáscara fresca y el secado en estufa con posterior fragmentado.



Para cáscara fresca resulta más conveniente la extracción por Soxhlet, mientras que para cáscara seca la extracción por maceración y reflujo con la mezcla etanol-agua en las proporciones 70:30.

## 5 — REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] ALBACH, R.F.; REDMAN, G.H.; CRUSE, R.R. Annual and seasonal changes in naringin concentration of Ruby Red grapefruit juice. **J. Agric. Food Chem.**, 29, 808-811, 1981. [ [Links](#) ]
- [2] CALOMME, M.; PIESTERS, L.; VLIETINCK, A.; VANDEN-BERGHE D. Inhibition of bacterial mutagenesis by Citrus flavonoids. **Planta Medica**, 62, 222-226, 1996. [ [Links](#) ]
- [3] CASTILLO, J.; BENAVENTE, O.; RÍO J.A, del. Naringin and neohesperidin levels during development of leaves, flowers buds, and fruits of *Citrus aurantium*. **Plant Physiology**, 99, 67-73, 1992. [ [Links](#) ]
- [4] CALVARANO, M.; WU-H; CALVARANO, I.; GIACOMO A. di, Dihydrochalcones of citrus flavanones. Preparation of naringin dihydrochalcone and neohesperidin dihydrochalcone. **Essenze-Derivati- Agrumari**, 61, 50-55, 1991. [ [Links](#) ]
- [5] CHEN, Y.T., ZHENG, R.L., JIA Z.J. , JU Y. Flavonoids as superoxide scavengers and antioxidants. **Free Radical Biol. Med.**, 9, 19-21, 1990. [ [Links](#) ]
- [6] FRANCIS, A.R.; SHETTY, T.K.; BATTACHARYA, R.K. Modulating effect of plant flavonoids on the mutagenicity of N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine. **Carcinogenesis**, 10, 1953-1955, 1989. [ [Links](#) ]
- [7] HANG, L.J. Natural sweetening agents with efficiency, low energy and no toxicity. **Science and Technology of Food Industry**, 3, 22-23, 1994. [ [Links](#) ]
- [8] IKAN, RAPHAEL. **Acetogenins in Natural Products**, Academic Press, London and New York, 1-21, 1969. [ [Links](#) ]
- [9] MAOR-BAR- PELED; FLURH, R.; GRESSEL. Juvenile- specific localization and accumulation of a rhamnosyltransferase and its bitter flavonoid in foliage, flowers, and young citrus fruits. **Plant Physiology**, 103, 1377-1384, 1993. [ [Links](#) ]
- [10] MOULY, P.P.; ARZOUYAN, C.R.; GAYDOU, E.M.; ESTIENNE, J.N. Differentiation of citrus juices by factorial discriminant analysis using liquid chromatography of flavanone glycosides **J. Agric.Food.Chem.**, 42, 70-79, 1994. [ [Links](#) ]

- [11] OOGHE, W.C.; OOGHE, S.J.; DETAVERNIER, C.M.; HUYGHEBAERT, A. Characterization of orange juice (*Citrus sinensis*) by flavanone glycosides. **J. Agric. Food Chem.**, 42, 2183-2190, 1994. [ [Links](#) ]
- [12] ORTUÑO, A.; GARCÍA-PUIG, D.; FUSTER, M.D.; PÉREZ, M.L.; SABATER, F.; PORRAS, I.; GARCÍA-LIDÓN, A.; RÍO, J.A. DEL. Flavanone and nootkatone levels in different varieties of grapefruit and pummelo. **J. Agric. Food Chem.**, 43, 1-4, 1995. [ [Links](#) ]
- [13] ROUSEFF, R.L.; MARTIN, S.F.; YOUTSEY, C.O. Quantitative survey of naringin, naringin, hesperidin, and neohesperidin in *Citrus*. **J. Agric. Food Chem.**, 35, 1027-1030, 1987. [ [Links](#) ]
- [14] SOLIMANI, R.; BAYON, F.; DOMINI, I.; PIFFERI, P.G.; TODESCO, P.E., MARCONI, G.; SAMORI, B. Flavonoid-DNA interaction studied with flow linear dichroism technique. **J. Agric. Food Chem.**, 43, 876-882, 1995. [ [Links](#) ]
- [15] SHAW, P.E.; WILSON III, C.W. Debittering Citrus juices with B cyclodextrin polymer **J. Food Sci.**, 48, 646, 1983, 1983,. [ [Links](#) ]
- [16] Wu-H; Calvarano, M.; Giacomo A. di . Some flavanones in the peel of ten citrus species and varieties in China. **Essenze-Derivati-Agrumari**, 61, 103-112, 1991. [ [Links](#) ]
- [17] WU-H; CALVARANO, M.; CALVARANO, A. di. Pilot plant manufacture of naringin dihydrochalcone and neohesperidin dihydrochalcone. **Essenze-Derivati-Agrumari**, 61 (1) 56-60, 5 ref. , 1991. [ [Links](#) ]

## 6 — AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Prof. P. A. Bobbio (UNICAMP) por sugerir este trabajo y revisar la presente publicación y al CICYT de la Universidad Nacional del Santiago del Estero por la beca de iniciación otorgada a Amelia N. Giannuzzo y el apoyo financiero al proyecto en el que se enmarca este trabajo. Agradecemos también, muy especialmente al productor, Sr. Juan Giglio por la gentil donación de las frutas cítricas.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 09/03/00. Aceito para publicação em 18/10/00.

<sup>2</sup>*Instituto de Ciencias Químicas. Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912. (4200). Santiago del Estero, Argentina.*

\* *A quem a correspondência deve ser enviada.*

Todo el contenido de esta revista, excepto dónde está identificado, está bajo una [Licencia Creative Commons](#)

Av. Brasil, 2880  
Caixa Postal 271  
13001-970 Campinas SP - Brazil  
Tel.: +55 19 3241.5793  
Tel./Fax.: +55 19 3241.0527

 e-Mail  
[revista@sbcta.org.br](mailto:revista@sbcta.org.br)