

MODIFICACIONES DEL CONTENIDO EN QUERCETINA EN CEBOLLAS POR ACCION DE MICROONDAS

S.C. SGROPPO⁽¹⁾; B. de ANCOS⁽²⁾; M.P. CANO⁽²⁾ y Jorge R. AVANZA⁽¹⁾

RESUMEN: Cebollas (*Allium cepa*, L.) trozadas de variedades dorada y blanca fueron expuestas a la acción de microondas a niveles de potencia de 400, 550 y 750W durante distintos tiempos. Los tratamientos se efectuaron en envases de vidrio y bolsas de polietileno con cierre y se determinaron las variaciones en el contenido de agua, acidez, azúcares totales por el método espectrofotométrico de la antrona y quercetina total por HPLC. Se hicieron pruebas organolépticas de aceptación de los productos finales.

Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos con microondas disminuyeron la acidez y el contenido de azúcares del producto, al igual que los niveles de quercetina total. Los efectos más notables se observaron al utilizar bolsas de polietileno comerciales y sobre la variedad dorada, a excepción de los azúcares para cebollas blancas que fueron más sensibles a la acción de las microondas. Los principales cambios tuvieron lugar durante los primeros 60 segundos de exposición a las microondas. Las cebollas tratadas por microondas en las condiciones ensayadas reunieron características de sabor similares a las cebollas cocidas o escaldadas con agua.

ABSTRACT: Chopped onion (*Allium cepa*, L.) cv gold and white were exposed to microwave energy at 400, 550 y 750W during diferent times of processing. Onions were treated in glass recipients and poliethylene bags and were determined changes on level of water, acidity, sugar and total quercetin. Organoleptic test of acceptability of products were done.

Results shows that treatments with microwave dropped acidity and sugars, as same as quercetin total levels. The most important chages were observed on gold onion cooked in poliethylene bags. In white onion, sugars were more sensitive to microwave effect. Principal changes occurring during first 60 seconds of exposure. Treated onion by microwave has had similar taste as cokeed o blanched onion with water.

Palabras claves: Cebollas, microondas, quercetina, azúcares

Key words: Onion, microwave, quercetin, sugar

INTRODUCCIÓN

El consumo habitual de antioxidantes en la dieta puede reducir el riesgo de enfermedades degenerativas relacionadas con la edad, tales como el cáncer, arterioesclerosis y trombosis (Hertog *et al.*, 1993; Avila *et al.*, 1994; Hollman *et al.*, 1996; Burns *et al.*, 2000). Los vegetales y otros productos naturales son alimentos ricos en compuestos con potencial actividad antioxidante, entre los que se puede mencionar a los tocoferoles, el ácido ascórbico, los flavonoides, carotenoides y ácidos fenólicos (Larson, 1977).

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

(2) Departamento de Ciencia y Tecnología de Vegetales. Instituto del Frio, CSIC, España. José Antonio Novais 10, Ciudad Universitaria, (28040) Madrid, España. E-mail: ssgropo@exa.unne.edu.ar

Entre los flavonoides de importancia nutricional, se distinguen cuatro clases: 4-oxo-flavonoides que incluyen a flavonas y flavonoles, antocianinas, isoflavonas y flavan-3-oles.

Las cebollas, (*Allium cepa*, L.) representan una de las mayores fuentes de flavonoles en la dieta, entre ellos, figura la quercetina cuyos niveles alcanzan el 80-85% del contenido total, presentes principalmente en forma de mono y diglucósidos (Hertog et al., 1992a y b; Rodhes y Price, 1996; Price y Rhodes, 1997).

En variedades de cebollas doradas, el contenido de quercetina total cubre un rango muy amplio, desde 192 hasta 1516 mg/kg tejido fresco, siendo estos valores muy dependientes del cultivar, condiciones climáticas y prácticas agronómicas utilizadas (Hertog et al., 1992b; Patil et al., 1995; Price et al., 1997, Price y Rhodes, 1997; Mattila et al., 2000; Makris y Rossiter, 2001). En cebollas blancas, se han informado niveles inferiores a 89 mg/kg (Patil et al., 1995; Price y Rhodes, 1997; Marotti y Picaglia, 2002). Otros polifenoles detectados en cebollas son el kaempferol (Hertog et al., 1992a), la rutina e isohamnetina (Marotti y Picaglia, 2002).

Las cebollas se consumen crudas y cocidas, pero aún las cebollas crudas suelen ser procesadas previamente, lo cual podría provocar modificaciones en sus propiedades nutricionales.

El empleo del calentamiento por microondas se ha ido incrementando con el tiempo y su uso como método de cocción se ha vuelto muy popular, primordialmente debido a la reducción del tiempo de procesamiento y a requerir de un menor consumo de energía respecto de otros métodos de cocción. Los efectos del procesamiento en las características del producto final varían notablemente, dependiendo de la técnica y condiciones aplicadas. Esto incluye el tiempo de exposición, temperatura, contenido de humedad, pH y geometría de los trozos.

Cuando se expone un alimento a la acción de las microondas se produce un aumento de temperatura en el mismo, generado como resultado de la interacción de la energía no ionizante de las microondas con el material dieléctrico que la absorbe. Es utilizado como método de escaldado, cocción o calentamiento. Algunos autores reportan que durante el escaldado por microondas se logra una mayor retención de los nutrientes de los vegetales. (Quenzar y Berns, 1981; Ramaswamy y Fakhouri, 1998; Ramesh et al., 2002).

Si bien varios investigadores han determinado el contenido de flavonoides en frutihortícolas, aún es poco lo que se conoce acerca del efecto que tienen los distintos tratamientos de cocción utilizados sobre estos compuestos (Crozier et al., 1997; Price et al., 1997, Ewald et al., 1999; Hunter y Fletcher, 2002).

En este trabajo se estudian los cambios que tienen lugar en el contenido de quercetina y azúcares en cebollas argentinas de variedades doradas y blancas, como resultado de la aplicación de energía de microondas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron durante los meses de marzo y octubre del 2003, utilizando cebollas (*Allium cepa*, L.) de las variedades blanca y dorada habitualmente co-

mercionalizadas en el mercado de la región del Nordeste argentino. Se trabajó con lotes de 10 kg de cebolla para cada experiencia, de peso y tamaños similares.

Se seleccionaron dos tipos de recipientes para efectuar la cocción con microondas: cápsula de vidrio Pyrex tapada con film auto-adherente y bolsas comerciales de polietileno de baja densidad de 4mm de espesor con cierre. Ambos materiales permiten el paso de las microondas con baja o nula absorción de las ondas.

Se utilizó un horno de microondas convencional, cuyas características técnicas fueron las siguientes: 1200 W de consumo, de 850 W de potencia máxima, 2450 mHz de frecuencia y 20l de capacidad. Las combinaciones de potencia del horno de microondas, recipientes y tiempos de exposición máximo ensayadas fueron las siguientes: 750W/3 minutos; 550W/4 minutos; 400W/5 minutos.

Los ensayos se repitieron por triplicado para combinación tiempo/potencia de exposición y por duplicado para cada tipo de recipiente utilizado.

Las cebollas fueron peladas quitando las capas externas de los bulbos, luego se las lavó con agua corriente y enjuagó con agua destilada. Se dejó escurrir y una vez secadas, fueron cortadas manualmente con cuchillo en trozos de 0.70 x 0.50 x 0.40 cm de lado aproximadamente.

El material se distribuyó en porciones de 150g en cada recipiente formando un lecho de 1.20cm de profundidad, y se lo sometió a la acción de las microondas durante tiempos pre-establecidos. Las experiencias se dieron por finalizadas cuando el producto presentaba las características organolépticas de la cebolla cocida. Una vez alcanzada la temperatura ambiente, se retiró una muestra de 10g para determinar el contenido de agua del tejido y el resto del material se colocó en freezer a -18°C hasta el momento de efectuar el análisis. Se separaron muestras como control antes del procesamiento.

Para llevar a cabo las determinaciones se preparó un "pool" con las muestras procesadas a cada combinación potencia/tiempo de exposición, se realizó un cuarteo y luego se tomaron las porciones requeridas para efectuar los análisis correspondientes por duplicado.

El contenido de agua se determinó por secado en estufa a 70°C a P < 100 mmHg hasta valores de pesada constante (AOAC, 1990).

La acidez de las muestras se efectuó poniendo en contacto 10g de tejido homogeneizado con 50 ml de agua destilada y calentando a 80°C durante 1 minuto. Luego se titularon los ácidos presentes con NaOH 0.1N hasta un valor de pH final de 8.1. Los resultados se expresan en meq/100g tejido fresco. El pH fue medido con un peachímetro a 20°C.

A partir de 10 g de muestra, se preparó un extracto con alcohol etílico 80% y sobre alícuotas de dicho extracto etanólico se cuantificaron los azúcares totales con el método espectrofotométrico de la antrona (Southgate, 1974). Los resultados se expresan en mg de glucosa/100g tejido fresco.

La cuantificación de quercetina se efectuó sobre los extractos metanólicos previamente hidrolizados, ya que los mono y diglucósidos de quercetina son absorbidos en gran medida por el intestino luego de ser transformados en agliconas (Griffiths *et al.*, 2002).

La quercetina fue extraída con alcohol metílico en frío a partir de una muestra de 20 g de cebolla, previa adición de 100 µg de butil-hidroxitolueno utilizado como anti-

oxidante. Se filtró, llevó a 50ml y los extractos fueron hidrolizados con HCl 1.2M a una temperatura de 90°C durante 3 horas (Hertog *et al.*, 1992).

La separación y cuantificación de quercetina total se efectuó por HPLC, bajo las siguientes condiciones: solvente de corrida metanol:agua (30:70) pH = 2.9 (ajustado con ácido fosfórico), flujo 0.8ml/min, columna C₁₈ Ultra-sphere ODS 5 μ m-Beckman, detector UV-visible, longitud de onda 370nm. Se preparó una curva de calibración de quercetina, (rango de 01 y 25 μ g/ml) utilizando un patrón de quercetina (Sigma Chemical, St Louis, MO). Los contenidos se expresan en mg de quercetina/100g tejido fresco.

Para el análisis de los resultados se utilizó un diseño factorial utilizando un ANAVA y efectuando la comparación entre medias a través del test LSD ($\alpha = 0.05$).

Se hicieron pruebas organolépticas de aceptación de los productos tratados por microondas (750W) bajo dos presentaciones: cocidas (3 minutos) y ligeramente escaladas (30 segundos). El producto fue comparado con el tratado con agua caliente (98°C) durante 30 y 3 minutos respectivamente. Se organizó un panel de degustación integrado por 10 personas consumidoras habituales de cebollas, determinándose la aceptabilidad/rechazo de los productos por la prueba del triángulo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las dos variedades de cebollas presentaron valores de contenido acuoso de 91.48 \pm 0.90% en promedio. La cebollas doradas son ligeramente menos ácidas que las blancas, la acidez de las primeras fue de 0.024 \pm 0.001 meq/100g tejido fresco, mientras las blancas tuvieron una acidez de 0.026 \pm 0.001 meq/100g tejido fresco. El rango de pH para ambas variedades está entre 5.22 \pm 0.15 y 5.07 \pm 0.12 respectivamente, lo cual coincide con lo informado por otros autores (Paunero *et al.*, 2000; Martínez *et al.*, 2004).

Los niveles de azúcares totales fueron de 7.36 \pm 2.02 y 10.66 \pm 2.28 g/100g tejido fresco para cebollas doradas y blancas respectivamente, resultando algo superiores a los detectados en cebollas rojas europeas (Gennaro *et al.*, 2002; Benkeblia y Varoquaux, 2003).

Los niveles de quercetina total para cebollas doradas fueron de 798.72 \pm 46.28 mg/kg tejido fresco, resultados comprendidos en el rango de los informados para otras cebollas doradas. (Hertog *et al.*, 1992a; Patil *et al.*, 1995; Price y Rhodes, 1997; Mattila *et al.*, 2000; Marotti y Piccaglia, 2002). Los niveles de quercetina en cebollas blancas fueron menores, 81.86 \pm 3.62 mg/kg de tejido fresco, próximos a los encontrados por Patil *et al.* (1995) en cebollas de USA y muy superiores a los informados por Price y Rhodes (1997); Marotti y Picaglia (2002) para cebollas blancas consumidas en Europa.

Para los productos tratados con microondas, los cambios en el contenido acuoso del tejido no superaron el 3% del contenido original, se detectó un descenso en el valor de la acidez del tejido y un simultáneo aumento del pH para ambas variedades.

En cebollas doradas, al finalizar el tratamiento se observó que la acidez de cebollas procesadas en recipiente de vidrio disminuyó un 16% del valor original, mientras las colocadas en bolsas termoplásticas tuvieron una disminución del 28% en promedio (Fig. 1a y 1b), no distinguiéndose diferencias significativas según las potencias aplicadas. El aumento del pH fue del 4.2% para todos los casos. Similares resultados se obtu-

vieron para cebollas blancas en las que se distinguió una disminución cercana al 20% del valor original de acidez para tratamientos en recipientes de vidrio Pyrex y del 33% para el segundo tipo de envase ensayado. Los aumentos de pH fueron del orden del 10% en todos los niveles de energía utilizados.

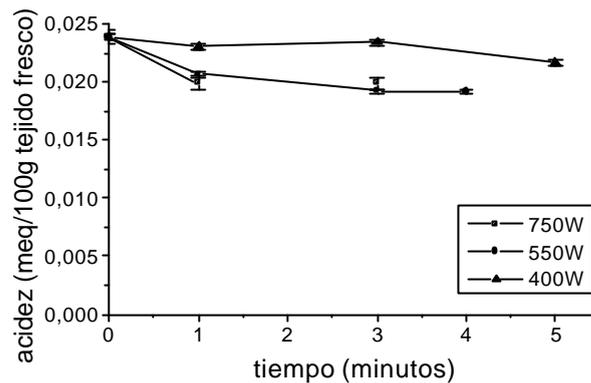


Fig. 1a Variaciones de acidez en cebollas doradas tratadas en recipientes de vidrio.

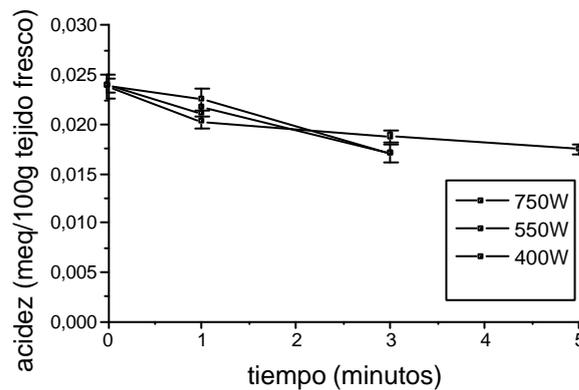


Fig. 1b: Cambios de acidez en cebollas doradas tratadas en envase de polietileno.

En cebollas doradas colocadas en envases de vidrio, se observó una reducción del 20% del valor inicial de azúcares totales al finalizar los tratamientos con microondas. Estos cambios fueron menos acusados que los encontrados en el material envasado en bolsas de polietileno donde los descensos fueron muy marcados, próximos al 77%. (Fig. 2a y 2b).

Al igual que en cebollas doradas, los niveles de azúcares en cebollas blancas tuvieron el mayor descenso durante los primeros minutos de tratamiento. Se determinó una pérdida del 30% del contenido azúcares en cebollas procesadas en recipientes de vidrio. Las cebollas colocadas en envases de polietileno, se comportaron de la misma forma, aunque el efecto de las microondas fue más acusado. Las disminuciones fueron

del orden del 55% del valor inicial, no habiendo diferencias significativas entre los tratamientos ensayados a diferentes potencias ($P < 0.05$) (Fig. 3a y 3b).

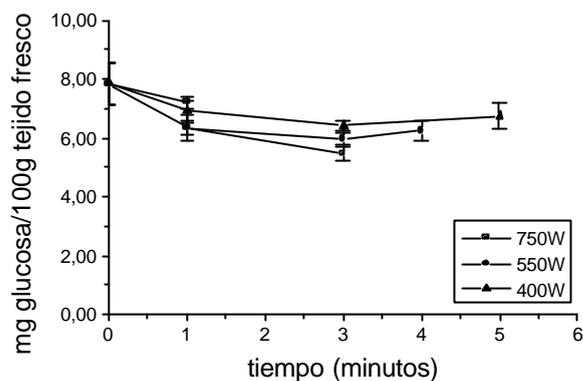


Fig. 2a: Evolución del contenido de azúcares en cebollas doradas tratadas en recipiente de vidrio.

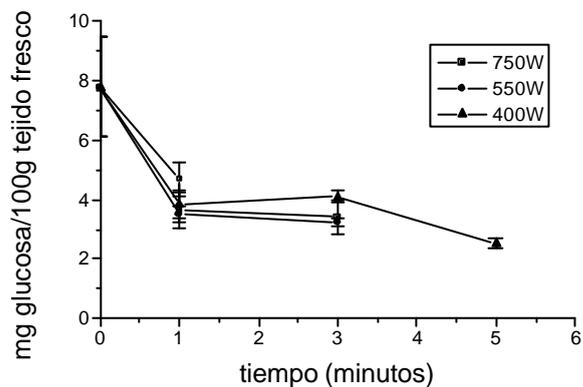


Fig. 2b Variaciones del nivel de azúcares en cebollas doradas envasadas en bolsas de polietileno.

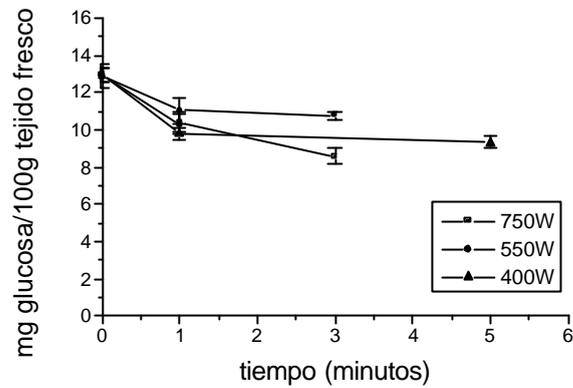


Fig. 3a Cambios en el contenido de azúcares en cebollas blancas tratadas en recipiente de vidrio.

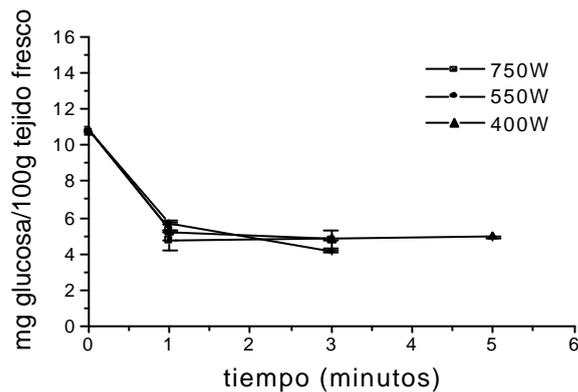


Fig. 3b Modificaciones del contenido de azúcares en cebollas blancas tratadas en bolsas de polietileno.

La aplicación de las microondas provocó cambios notables en el contenido de quercetina total.

En cebollas doradas los descensos del nivel de quercetina fueron importantes, del orden del 30 al 40% según la energía utilizada para envases de vidrio ($P > 0.05$) (Fig. 4) y del 45% para bolsas de polietileno, distinguiéndose diferencias significativas entre las potencias ensayadas para estos últimos ($P < 0.05$). Ewald *et al.* (1999) encontraron descensos del 41.5% para cebollas tratadas durante 3 minutos a 650W, al igual que por escaldado con vapor o agua caliente. Price *et al.* (1997); Makris y Rossiter (2001) encontraron una pérdida del 20 al 25% en quercetina para cebollas hervidas en agua durante más de 20 minutos, aunque otros autores no detectaron cambios apreciables. (Chu *et al.*, 2000).

Para las variedades blancas, se produjeron disminuciones del 14 al 27% del contenido inicial de quercetina para recipientes Pyrex y del 10 al 25% para los de polietileno según la potencia a la que fueron expuestos ($P < 0.05$).

El panel de evaluadores, no detectó diferencias entre las cebollas escaldadas con agua a 98°C durante 2 minutos y las cebollas expuestas a la acción de las microondas durante 30s a 750W de potencia. Tampoco apreciaron cambios en el sabor de las cebollas cocidas en agua a ebullición y las expuestas al microondas en envases de vidrio durante 3 minutos a 750W.

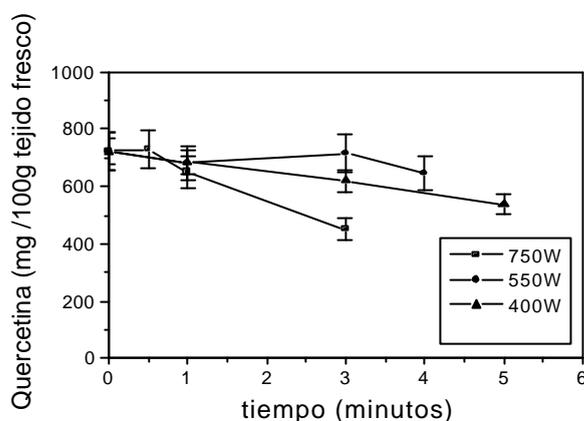


Fig. 4: Modificaciones en el contenido de quercetina en cebollas doradas tratadas en recipiente de vidrio.

CONCLUSIONES

Los tratamientos con microondas en recipientes de vidrio disminuyeron la acidez y el contenido de azúcares del producto, no encontrándose diferencias entre las potencias ensayadas. Los niveles de quercetina total siguieron la misma tendencia, siendo más afectado el contenido para la mayor potencia utilizada.

Comparando la evolución de los componentes analizados en los productos envasados en vidrio y en bolsas comerciales de polietileno, se determinó que el efecto de las microondas en las bolsas es más pronunciado.

En todas las experiencias los principales cambios tuvieron lugar durante los primeros 60 segundos de exposición a las microondas.

Los azúcares presentes en las cebollas blancas fueron más sensibles a la acción de las microondas que en la variedad dorada, no así los contenidos de quercetina y la acidez del producto donde se evidenciaron cambios menores para esta variedad.

Las cebollas tratadas por microondas en las condiciones ensayadas reunieron características de sabor similares a las cebollas cocidas o escaldadas con agua.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*. 15 ed. (falta quien lo editó, ciudad)
- AVILA, M.A.; J.A. VELASCO; J. CANSADO and V. NOTARIO, 1994. Quercetin mediates the down regulation of mutant p53 in human breast cancer cell line MDA-MB468. *Cancer Research*, 54: 2424-2428.
- BENKEBLIA, N. and P. VAROQUAUX, 2003. Effect of introus oxide (NO) on respiration rate, soluble sugars and quality attributes of onion bulbs *Allium cepa* c.Rouge Amposta during storage. *Postharvest Biol. and Technol.*, 30: 161-168.
- BURNS, J.; P. GARDNER; J. O'NEIL; S. CRAWFORD; I. MORECROFT; D. MCPHAIL; C. LISTER; D. MATTHEWS; M. MACLEAN; M. LEAN; G. DUTHIE and A. CROZIER, 2000. Relationship among antioxidant activity, vasodilatation capacity and phenolic content of red wines. *J. Agric. Food Chemistry*, 48: 220-230.
- CHU, Y.; C. CHANG and H. HSU, 2000. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *J. Agric. Food Chemistry*, 80: 561-566.
- Crozier, A.; M. Lean; M. McDonald and C. Black, 1997. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce and celery. *J. Agric. Food Chem.*, 45: 590-595.
- EWALD, C.; S. FJELKNER-MODIG; K. JOHANSSON; I. SJÖHOLM and B. ÅKESSON, 1999. Effect of processing on major flavonoids in processed onions, green beans and peas. *Food Chemistry*, 64: 231-235.
- GENNARO, L.; C. LEONARDI; F. ESPOSITO; M. SALUCCI; G. MAIANI; G. QUAGLIA and V. FOGLIANO, 2002. Flavonoid and carbohydrate contents in Tropea red onions: effect of homelike peeling and storage. *J. Agric. Food Chem.*, 50: 1904-1910.
- GRIFFITHS, G.; L. TRUEMAN; T. CROWTHER; B. THOMAS and B. SMITH, 2002. Onions, a global benefit to health. *Phytother. Res.*, 16: 603-615.
- HERTOG, M.; P. HOLLMAN and D. VENEMA, 1992a. Optimization of quantitative HPLC determination of potentially anticarcinogenic flavonoids in vegetables and fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 40: 1591-1598.
- HERTOG, M.; P. HOLLMAN and M. KATAN, 1992b. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in The Netherlands. *J. Agric. Food Chem.*, 40: 2379-2383.
- HERTOG, M.; P. HOLLMAN and VAN DE PUTTE, 1993. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines and fruit juices. *J. Agric. Food Chem.*, 41: 1242-1246.
- HOLLMAN, P.; M. HERTOOG and M. KATAN, 1996. Analysis and health effects of flavonoids. *Food Chem.*, 57, 43-46.
- HUNTER, K. and J. FLETCHER, 2002. The antioxidant activity and composition of fresh, frozen, jarred and canned vegetables. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3: 399-406.
- LARSON, R., 1997. Naturally occurring antioxidants. CRC Press LLC: 116.
- MAKRIS, D. and J. ROSSITER, 2001. Domestic processing of onion bulbs (*Allium cepa*) and asparagus spears (*Asparagus officinalis*): effect on flavonol content and antioxidant status. *J. Agric. Food Chemistry*, 49: 3216-3222.
- MARTÍNEZ, J.; S. SGROPPO; C. SÁNCHEZ-MORENO; B. de ANCOS and M. CANO (en prensa). Effects of processing and storage of fresh cut onion on quercetin. *Acta Horticulturae*.
- MAROTTI, M. and R. PICCAGLIA, 2002. Characterization of flavonoids in different cultivars of onion (*Allium cepa*, L.). *Journal of Food Science*, 67 (3): 1229-1232.

- MATTILA, P.; J. ASTOLA and J. KUMPULAINEN, 2000. Determination of flavonoids in plant material by HPLC with diode-array and electro-array detections. *J. Agric. Food Chem*, 48: 5834-5841.
- PATIL, B.; L. PKE and K. SUN YOO, 1995. Variation in the quercetin content in different colored onions (*Allium cepa*, L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120(6): 909-913.
- PAUNERO, I; G. POLENTA; C. LUCANGELI; R. MURRAY; C. LLAUDAT; M. SANCHEZ and C. BUDDE, 2000. Determinación objetiva de la calidad de bulbos de cultivares argentinas de cebollas. http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/ip_009.htm
- PRICE, K. and N. RHODES, 1997. Analysis of the major flavonol glycosides present in four varieties of onion (*Allium cepa*, L.) and changes in composition resulting from autolysis. *J. Sci. Food Agric.*, 74: 331-339.
- PRICE, K; J. BACON and M. RHODES, 1997. Effect of storage and domestic processing on the content and composition of flavonol glucosides in onion (*Allium cepa*). *J. Agric. Food Chem*, 45: 938-942.
- QJENZAR, N. and E. BERNIS, 1981. Effects of microwave, steam and water blanching on freeze-dried spinach. *J. Food Sci.*, 46: 410-413.
- RAMASWAMY, H. and M. FAKHOURI, 1998. Microwave blanching: effect on peroxidase activity, texture and quality of frozen vegetables. *J. Food Sci. Technol.*, 35: 216-222.
- RAMESH, M.; W. WOLF; D. TEVINI and A. BOGNÁR, 2002. Microwave blanching of vegetables. *Journal of Food Science*, 67 (1): 390-398.
- RHODES, M. and K. PRICE, 1996. Analytical problems in the study of flavonoid compounds in onions. *Food Chemistry*, 57 (1): 113-117.
- SOUTHGATE, M., 1974. En Carbohydrate in foods. Elsevier Ed. Pag 108.

Recibido/Received: 03-Mar-05
Aceptado/Accepted: 10-Abr-06