

EFFECTO DE UN PROCESO DE DESHIDRATACIÓN CON AIRE FORZADO EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)

Carlos Julio Márquez C¹; Héctor José Ciro V.¹; Benjamín Alberto Rojano²

RESUMEN

La pérdida y contenido de vitamina C, fenoles totales, capacidad antioxidante y actividad acuosa fueron determinadas para mora deshidratada a tres niveles de temperatura (35, 50 y 65°C) y dos tamaños de partícula (mora troceada y mora licuada).

Los resultados mostraron una disminución del contenido de la vitamina C a medida que se incrementó la temperatura de deshidratación, presentándose pérdidas superiores al 50% con respecto a la mora fresca. Tendencia similar mostró el contenido de fenoles totales, donde el tratamiento más severo disminuyó su contenido en un 26,7%. Sin embargo, la capacidad antioxidante de la mora no fue afectada severamente por el proceso de deshidratación, siendo constante su valor y equivalente al 50% en promedio respecto al BHA (Butil Hidroxianisol). La actividad acuosa del producto disminuyó a medida que se incrementó la temperatura de deshidratación, presentando valores de 0,43 para 65°C y 0,96 para la mora fresca.

Palabras claves: Mora, deshidratación, vitamina C, fenoles, antioxidante.

ABSTRACT

*EFFECT OF A PROCESS OF DEHYDRATION WITH FORCED AIR IN THE CHEMICAL AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF THE BLACKBERRY (*Rubus glaucus*)*

¹ Profesores Asistentes. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779 Medellín. e-mail: cjmarque@perseus.unalmed.edu.co y hjciro@perseus.unalmed.edu.co

² Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias. A.A. 1779. Medellín. e-mail: brojano@perseus.unalmed.edu.co

To blackberry at three levels of dehydration temperatures (35, 50 and 65°C) and two size particles (sized blackberry and liquefied blackberry) were determined the loss and content of vitamin C, phenols, antioxidant capacity and water activity.

The results showed a decrease of content of vitamin C when the temperature was increased, having a loss of vitamin C greater of 50% with respect to raw blackberry. The same behaviour was obtained to total phenols where the treatment more severe showed a diminution of 26,7%. However, the antioxidant capacity of blackberry was not affected in a severe way by the dehydration process being its value constant and equivalent of 50% respect to BHA (Butylated hydroxyanisole). The water activity of blackberry decreased when the dehydration temperature was increased showing values of 0,43 to 65°C and 0,96 to raw blackberry.

Key words: *Balckberry, dehydration, vitamin C, phenols, antioxidant.*

INTRODUCCIÓN

Las frutas tropicales son importantes aportadores de nutrientes como carbohidratos, vitaminas y minerales de vital importancia en la dieta y consumo diario. Además, brindan sustancias fitoquímicas a las cuales se les atribuyen características antioxidantes que pueden inhibir el deterioro celular. Normalmente esta funcionalidad en las frutas es realizada por componentes fenólicos, los cales son una gran familia de estructuras químicas complejas y variadas.

La deshidratación es probablemente el método más antiguo para la conservación de los alimentos. La remoción de humedad previene la reproducción y crecimiento de microorganismos, minimiza reacciones de deterioro, reduce el peso y volumen facilitando el empaque y transporte. Sin embargo, este proceso debe ser bien controlado, ya que puede alterar las propiedades físico-químicas del producto y llevar a pérdidas de nutrientes, especialmente la vitamina C, en el caso de las frutas.

En los procesos de transformación de alimentos y específicamente de frutas, muchas de sus características y propiedades químicas, físicas, texturales y sensoriales son de una forma u otra alteradas, de lo cual si no se tiene un buen control, ocasionan daños severos que originan una reducción de la vida útil del producto, pérdidas económicas y de calidad nutricional y sensorial del producto transformado.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Okos *et al.* (1992) y Enaschecu (1995), definen la deshidratación como un método de eliminación de agua mediante un proceso de transferencia de calor y masa, donde las características del alimento y del medio deshidratante, son de relevante importancia.

El calentamiento de frutas durante procesos de secado o deshidratación co-lleva a cambios significativos en textura, sabor y color debido a la fragilidad de su estructura celular y a la sensibilidad de sus componentes aromáticos e inestabilidad de sus pigmentos (Priestley, 1979).

La deshidratación es un proceso de preservación de alimentos, con el cual se pretende disminuir o reducir el crecimiento microbiano, la actividad enzimática y la oxidación atmosférica. Sin embargo en este proceso se aplica calor al alimento y puede ocasionar volatilización o pérdida de componentes del alimento tales como las vitaminas A y C y para materiales fácilmente oxidables, se puede acelerar el proceso de oxidación catalizado por el calor, lo cual puede producir sustancias que deterioran el almacenamiento del producto (Aurand, Woods y Wells, 1987).

Según Taub y Singh (1998), en los procesos de deshidratación, la temperatura es la principal variable que influye en la retención de nutrientes y bio-disponibilidad de alimentos almacenados. Situación similar expresa Villota y Hawkes (1992), los cuales manifiestan que considerables cantidades de ácido ascórbico pueden ser perdidas durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos, especialmente en procesos de calentamiento y oxidación, pero su protección es particularmente difícil de alcanzar.

El ácido ascórbico o vitamina C, es una sustancia blanca, soluble en agua y muy sensible a la oxidación. Esta sustancia se encuentra en alimentos tales como las frutas cítricas, brócoli, repollo, papa tomate, coliflor. Sin embargo, para frutas y hortalizas el contenido de vitamina C, depende de varios factores tales como época de cosecha, proceso de

transformación y condiciones de almacenamiento (Aurand Woods y Wells, 1987).

En los tejidos vegetales, cortados, pelados o estropeados, la enzima ácido ascórbico oxidasa es muy activa, catalizando la reacción para pasar de ascorbato a ácido dehidroascórbico, igualmente la fenolasa es también responsable de pérdidas de ácido ascórbico, especialmente en presencia de iones metálicos Cu^{+2} y Fe^3 (Díaz de Villegas, 1984).

De acuerdo a Potter y Hotchkiss (1995) y Badui (1993), la vitamina C es una sustancia altamente termosensible, fácilmente destruida por oxidación especialmente a altas temperaturas, presentando alguna facilidad de pérdida durante procesos de transformación, almacenamiento y cocido. Además, el contenido de vitamina C en un alimento es afectada por su pH, concentración de iones de metal, presencia de oxígeno, materiales de empaque, disponibilidad de oxígeno, actividad acuosa y radiaciones electromagnéticas (Badui 1993; Richardson y Finley, 1985).

La auto-oxidación es un proceso inducido por oxígeno atmosférico, el cual es el responsable del deterioro de varios materiales orgánicos como también de la rancidez de grasas y aceites. Con respecto a la peroxidación lipídica, el antioxidante más ampliamente conocido han sido los fenoles, los cuales incluyen a los tocoferoles y conservantes de alimentos tales como Butil Hidroxi Anisol

(BHA) y Butil Hidroxi Tolueno (BHT) (Richardson y Finley, 1985).

Los antioxidantes son sustancias naturales o sintéticas que pueden retrasar o disminuir la razón de oxidación, inhibiendo la formación de radicales libres en las etapas iniciales o interrumpiendo la propagación de la reacción en cadena de radicales libres (Taub y Singh, 1998).

Además un antioxidante puede ser una enzima o una molécula orgánica que puede contrarrestar los efectos dañinos del oxígeno en los tejidos. Aunque, el término

Según Aurand, Woods y Wells (1987), los antioxidantes actúan como donadores de hidrógeno o receptores de radicales libres los cuales rompen la cadena de reacción de autooxidación reaccionando con los radicales hidro-peróxidos. Los antioxidantes pueden ser sintéticos o naturales. Sin embargo, este último exhibe baja capacidad antioxidante.

Según Badui (1993), la actividad de agua es la proporción de agua en los alimentos necesaria para sustentar las reacciones químicas, enzimáticas y microbiológicas, las cuales son las tres principales causas del deterioro y en conjunto con la temperatura, el pH y el oxígeno son los factores que más influ-yen en la estabilidad de los productos alimenticios, donde a medida que se incrementa la actividad acuosa se favorece la destrucción de vitamina C.

La actividad de agua es el principal factor que afecta la velocidad de oxidación lipídica en alimentos, donde los

técnicamente aplica a moléculas que reaccionan con oxígeno, este es frecuentemente aplicado a moléculas que protegen contra cualquier radical libre (molécula con un electrón no apareado) <http://chemistry.about.com/library/glossary/bldef350.htm>

contenidos de agua muy bajos en alimentos grasos conducen a una rápida oxidación. Además, la movilidad de los componentes en los alimentos, es afectada en forma significativa por la presencia de agua. A su vez, la movilidad de los componentes afectan las propiedades físicas y químicas de los alimentos (Richardson y Finley, 1985).

De acuerdo a Richardson y Finley (1985), en alimentos de baja humedad tales como frutas deshidratadas, la razón de pardeamiento se incrementa a medida que aumenta el contenido de humedad, donde este contenido de agua afecta no solo la velocidad de reacción a una temperatura determinada sino también la energía de activación de pardeamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La investigación se desarrolló en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, en el

departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos y la Escuela de Química, en los laboratorios de Ingeniería de Procesos Agrícolas, de Frutas y Hortalizas y Ciencia de los Alimentos.

Materiales. Se utilizaron moras de castilla (*Rubus glaucus*) frescas con semilla, calibre B y grado de madurez entre 5 y 6, según norma técnica colombiana NTC 4106 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación, ICONTEC, 1997).

Equipos. Balanza de precisión Ohaus, Centrífuga, marca JANETZKI. Balanza humidimétrica de precisión, marca Precissa. Sistema escaldador de vapor, marca VILLACOL. Espectrofotómetro EEYE 3100, marca Gretag Macbeth. **Vitamina C.** Se utilizó el método propuesto por la AOAC(1984-43.064-068), basado en una determinación colorimétrica aprovechando la propiedad del ácido ascórbico de reaccionar con la 2-nitro anilina previamente diazotada con nitrito de sodio, para dar el 2-nitrofenil-hidrácido del ácido oxálico que en medio básico produce un complejo de color violeta que absorbe a 540nm de longitud de onda. El análisis, previa elaboración de la curva de calibración, se desarrolló para mora fresca, mora escaldada y para los seis tratamientos de deshidratación. El proceso de extracción se realizó con agua a 20°C.

La pérdida de vitamina C, fue determinada por la siguiente expresión:

Medidor de actividad de agua, marca NOVASINA TH200. Picnómetro. Refractómetro, marca Leica Auto ABBE. pHmetro, marca METER cg-840b. Cristalería de laboratorios. Recipientes plásticos.

Métodos. La caracterización química de la mora deshidratada por convección forzada, fue iniciada una vez finalizado los ensayos de deshidratación en mora, la cual fue realizada por Márquez y Ciro (2002). Los siguientes factores fueron determinados según la temperatura de deshidratación (35, 50 y 65 °C) y tamaño de partícula (mora troceada y mora licuada):

Donde:

$CF =$ Concentración final de vitamina C, mg/100g

$CI =$ Concentración inicial de vitamina C para la mora fresca, mg/100g

$\%P =$ Porcentaje de pérdida de vitamina C, porcentaje

Contenido de fenoles totales. Se desarrolló siguiendo el método propuesto por Slinkard y Singleton (1977) aprovechando la reacción de los compuestos fenólicos con el reactivo de Folin-ciocalteu, el cual es reducido en solución alcalina de carbonato de sodio saturado, formándose

un color azul que se lee a 760 nm de longitud de onda.

Capacidad antioxidante total. La capacidad atrapadora del radical DPPH (radical 2,2-difenil-1-picril hidrazilo) fue medida espectrofotométricamente usando el método de Brand – Williams; Cuvelier y Berset (1995) y modificado por Mensor *et al.*, (2001). Se probaron los diversos extractos y el BHA como compuesto de referencia (10 ppm). Dos volúmenes de una solución metanólica de DPPH (20 mg/l) reaccionó con un volumen del compuesto o extracto de mora (1000 ppm-extracciones acuosas a 55 °C) a probar, haciendo las determinaciones por triplicado y monitoreando a 517 nm. La capacidad atrapadora del radical DPPH fue calculada como porcentaje de inhibición respecto al control de acuerdo a la siguiente expresión:

Donde ABS_m es la absorbancia de la muestra, ABS_b es la absorbancia del blanco de muestra, que es la muestra con 2 volúmenes de metanol y ABS_c es la absorbancia de la muestra con la solución de DPPH sin la muestra.

Actividad de agua. Fue realizada para las muestras frescas y en los seis tratamientos correspondientes a las moras deshidratadas. Se usó la técnica instrumental con el equipo Termoconstanter NOVASINA TH200, en el cual en una cámara acondicionada de temperatura se coloca la muestra y la cual posee sensores para determinar la humedad relativa de equilibrio. El equipo muestra el valor de la actividad de agua en forma digital.

Análisis estadístico. En la presente investigación se realizó un arreglo factorial completamente aleatorio 2 x 3 (dos tamaños de partícula y tres temperaturas de deshidratación) con tres aplicaciones para cada variable de respuesta: (vitamina C, fenoles totales, capacidad antioxidante y actividad de agua). Para los tratamientos, cada una de las variables de respuesta fueron sometidas a un análisis de varianza al 5% y una prueba de rangos múltiples de significancia Duncan al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Vitamina C. En la Tabla 1, se muestran los valores de los porcentajes

de pérdida de vitamina C o ácido ascórbico para los diferentes tratamientos efectuados.

Tabla 1. Descripción de tratamientos y porcentaje de pérdida de vitamina C.

PRODUCTO	TRATAMIENTO	PÉRDIDA (%)
Mora fresca	1	0
Mora escaldada*	-	7
Mora troceada y deshidratada a 35°C	2	21,3
Mora licuada y deshidratada a 35°C	3	15,3
Mora troceada y deshidratada a 50°C	4	53,3
Mora licuada y deshidratada a 50°C	5	52,6
Mora troceada y deshidratada a 65°C	6	74,6
Mora licuada y deshidratada a 65°C	7	74,0

* El tratamiento de escaldado fue realizado con vapor de agua a 94°C a alta presión, durante 1 minuto, con el fin de evitar pardeamiento enzimático (Guzmán y Segura, 1991).

El análisis de varianza a un nivel de 5% mostró efecto de la temperatura de deshidratación y tamaño de la partícula

en el nivel de concentración de la vitamina C (Tabla 2).

Tabla 2. Prueba de Duncan para vitamina C (nivel de confianza de 95%)

TRATAMIENTO	PROMEDIO (mg/100 g)
6	3,8 ^A
7	3,9 ^A
4	7,0 ^B
5	7,1 ^B
2	11,8 ^C
3	12,7 ^C
Escaldado	14,0 ^E
1	14,9 ^E

De acuerdo con la Tabla 2, la aplicación del escaldado para la mora, bajo las condiciones establecidas y aplicadas, es una técnica que no deteriora la condición nutricional de la misma. Sin embargo, las pérdidas de vitamina C son significativamente altas para una temperatura de deshidratación de 65°C presentando una disminución de

concentración que supera el 70% con respecto a la mora fresca. Además, para una temperatura constante el tamaño de la mora no tiene efecto en la concentración de la vitamina C. En las Figuras 1 y 2, se muestra el comportamiento de la pérdida de vitamina C en función de la temperatura de deshidratación.

Figura 1. Pérdida de vitamina C para mora troceada deshidratada.

Figura 2. Pérdida de vitamina C para mora licuada deshidratada.

De acuerdo a las Figuras 1 y 2, se observa que a medida que se incrementa la temperatura de deshidratación se incrementa la pérdida de vitamina C, siendo esta relación lineal.

Contenido de fenoles totales. En la Tabla 3, se muestra el contenido de fenoles según el tratamiento de deshidratación.

Tabla 3. Concentración de fenoles totales en mg/100g.

Producto	Tratamiento	Fenoles totales (mg/100 g)
Mora fresca	1	176,7 ± 1,3
Mora troceada y deshidratada a 35°C	2	176,7 ± 2,1
Mora licuada y deshidratada a 35°C	3	176 ± 1,5
Mora troceada y deshidratada a 50°C	4	159,3 ± 2,9
Mora licuada y deshidratada a 50°C	5	163,6 ± 1,8
Mora troceada y deshidratada a 65°C	6	169,6 ± 2
Mora licuada y deshidratada a 65°C	7	139,4 ± 2,5

Un análisis de varianza a un nivel de confianza del 95%, mostró efecto de la temperatura de deshidratación en el contenido de fenoles totales. La prueba Duncan al 5%, se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Prueba de Duncan al 5% para fenoles totales.

TRATAMIENTO	PROMEDIO (mg/100 g)
7	139,4 ^A
2	151,9 ^B
4	159,3 ^C
5	163,6 ^D
6	169,6 ^E
3	176 ^F
1	176,7 ^F

Según las Tablas 3 y 4, el proceso de deshidratación que presentó mayor disminución en el contenido total de fenoles fue la mora licuada deshidratada a 65°C, con un porcentaje de disminución respecto a la mora fresca del 21,1%. Además, el proceso de deshidratación que presentó menor disminución de fenoles totales respecto a la mora fresca, fue la mora licuada y deshidratada a 35°C, con un porcentaje de pérdida del 0,4 %.

De acuerdo con los resultados anteriores, podría decirse que los tratamientos tecnológicos aplicados son influyentes para el deterioro de la concentración de fenoles para la mora, pues algunos compuestos de esta familia pudieran ser termosensibles, ratificando

la influencia de la temperatura de proceso, sobre la concentración de fenoles totales.

Además, el aumento de temperatura puede ocasionar

que producen coloraciones oscuras en los productos alimenticios (Wang *et al.*, 1996; Pietta, 2000).

Capacidad antioxidante total. Las Tablas 5 y 6, muestran los resultados obtenidos para la capacidad antioxidante expresada en porcentaje frente a la capacidad antioxidante del Butil hidroxianisol (BHA).

En general todas las muestras deshidratadas y la mora fresca presentaron una capacidad antioxidante media frente al Butil hidroxianisol (BHA) encontrándose

porcentajes pro-medios entre 48,9% y 51,9%.

El referente es la mora fresca, frente a la cual se puede establecer consecuentemente la influencia de la aplicación de una temperatura de 65_C, como un factor de alteración para la capacidad antioxidante total (tratamiento 6), lo cual está influido por la concentración de fenoles totales.

Tabla 5. Capacidad antioxidante total.

Tratamiento	Capacidad Antioxidante (%)
1	51,9 ± 1,1
2	50,6 ± 0,8
3	50,5 ± 0,5
4	49,6 ± 1,2
5	51,9 ± 1
6	48,9 ± 0,9
7	51,3 ± 0,8

Un análisis de varianza al 5%, mostró efecto de la temperatura de deshidratación en la capacidad antioxi-

dante de la mora. La prueba Duncan a un nivel de confianza del 5%, se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Prueba de Duncan para la capacidad antioxidante de la mora.

Tratamiento	Promedio
-------------	----------

6	48,9 ^A
4	49,6 ^A
3	50,5 ^A
2	50,6 ^B
7	51,3 ^C
5	51,9 ^{CD}
1	51,9 ^D

De acuerdo a los resultados de la Tabla 6, la capacidad antioxidante de la mora es poco afectada por la temperatura de deshidratación. Los fenoles y la vitamina C son compuestos antioxidantes, específicamente atrapa-dores de radicales libres como el DPPH (Sawai y Sakota, 1998). Por lo tanto la ligera disminución de los fenoles totales y el cambio en la vitamina C, afectan la capacidad anti-oxidante de los diversos

extractos de mora. Sin embargo, la poca variación reportada en la actividad antioxidante puede deberse a la aparición de compuestos activos como reductonas y melanoidinas, productos de las reacciones de Maillard por efectos del calentamiento.

Actividad de agua. La Tabla 7, muestra los resultados obtenidos para la actividad de agua.

Tabla 7. Prueba de Duncan al 5% para actividad de agua.

Tratamiento	Promedio
6	0,43 ^A
7	0,43 ^A
5	0,44 ^B
3	0,44 ^B
4	0,45 ^C
2	0,77 ^D
1	0,96 ^E

Para todos los tratamientos se presentaron actividades de agua entre 0,41 y 0,47, lo cual los hace productos estables frente al desarrollo microbiano, exceptuando la mora en trozos deshidratados a 35°C, y obviamente la mora fresca, que presentaron actividad de

agua promedio de 0,77 y 0,96 respectivamente, situación que hace más vulnerable estos productos al ataque y desarrollo microbiano.

De acuerdo a la Tabla 7, los procesos de deshidratación correspondientes a los

tratamientos 6 y 7 alcanzan la menor actividad de agua, lo cual está de acuerdo a los valores obtenidos para el contenido de humedad de equilibrio reportados por Márquez y Ciro (2002). Aunque desde el punto de vista de control microbiológico, estas temperaturas (65°C) serían las más recomendadas, cabe anotar que estas tienen los porcentajes más altos de disminución de vitamina C y contenido de fenoles totales con respecto a la mora fresca.

CONCLUSIONES

1. El contenido de la vitamina C en mora deshidratada con aire caliente, disminuye a medida que se aumenta la temperatura de deshidratación, presentándose pérdidas de este nutriente que superan el 50% para temperaturas mayores a 50°C.
 2. Para el rango de temperaturas de deshidratación entre 35-65 °C, la pérdida de vitamina C es linealmente creciente con respecto al aumento de la temperatura.
 3. El proceso de deshidratación con aire caliente en convección forzada y específicamente la temperatura, afecta BRAND-WILLIAMS, W.; CUVÉLIER, M.E. and BÉRSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *En: Lebensm.-Wiss.Technol.* Vol. 28 (1995); p.25-30.
- BADUI D., Salvador. Química de los alimentos. México: Longman, 1993. p.28-29, 259, 356-360.

la concentración de fenoles totales para la mora, ratificando la termosensibilidad de estos com-puestos.

4. La capacidad antioxidante de la mora es levemente afectada por la temperatura de deshidratación, presentando valores promedios de 48,9 y 52% con respecto al Butil hidroxianisol (BHA) usado como estándar.
5. La actividad de agua en mora deshidratada disminuye a medida que aumenta la temperatura de deshidratación, presentando variación de este factor entre 0,43 y 0,45 obteniéndose un producto estable frente al desarrollo microbiano y enzimático.

BIBLIOGRAFÍA

- AURAND, L.W.; WOODS, A.E. and WELLS, R.M. Food composition and analysis. New York: AVI, 1987. p.207-209, 376-379.
- DÍAZ DE V., S.María. Alimentos; química de sus componentes. Zaragoza: Acribia, 1984. 199p.
- ENASCHECU, D.M. Fruit and vegetable processing. Roma: FAO, 1995. 382p.
- GUZMAN, R.R. y SEGURA, V.E. Tecnología de frutas y hortalizas. Bogotá: Corcas, 1991. 602p.

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y DE CERTIFICACIÓN. Norma Técnica Colombiana-NTDC: 4106. Santa Fé de Bogotá: ICONTEC, 1997. p.13.
- KAHKONEN, M.P. *et al.* Antioxidant activity of plant extracts containing phenolics compounds. *En: Journal of Agricultural and Food Chemistry.* Vol. 47 (1999); p.3954-3962.
- MARQUEZ C., C.J. y CIRO V., H.J. Deshidratación de mora de castilla (*Rubus glaucus*) bajo régimen convectivo con aire forzado. *En: Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín.* Vol. 55, No. 2 (2002); p.1587-1600.
- MENSOR, I. *et al.* Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH radical method. *En: Phytothr. Research.* Vol. 15 (2001); p.127-130.
- OKOS, R. M. *et al.* Food dehydration. *En: HELDMAN and LUND. Handbook of food engineering.* New York: Marcel Decker, 1997. p.437-562.
- PIETTA, P.G. Flavonoids as antioxidants. *En: Journal of Natural Products.* (2000); p.1035-1042.
- POTTER, N.M. and HOTCHKISS, J.H. Food Science. 5ed. New York: Chapman and Hall, 1995. 608p.
- PRIESTLEY, R.J. Effects on heating on foodstuffs. Londres: Applied Science Publishers, 1979. p.255-294.
- RICHARDSON, T. and FINLEY, J.W. Chemical changes in food processing. New York: AVI, 1985. P.195-514.
- SAWAI, Y. and SAKOTA, N. NMR analytical approach to clarify the antioxidative molecular mechanism of catechins using 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl. *En: Journal of Agricultural and Food Chemistry.* Vol. 46 (1998); p.111-114.
- SLINKARD, K. and SINGLETON, V.L. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *En: American Journal of Enol. Vitic.* Vol. 28 (1977); p.49-55.
- TAUB, I.A. and SINGH, R.P. Food storage stability. New York: CRS, 1998. p.125-174.
- VELIOGLU, Y.S.; MAZZA, G.; GAO, L. and OOMANH, B.D. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *En: Journal of Agricultural and Food Chemistry.* Vol. 46 (1998); p.4113-4117.
- VILLOTA, R. and HAWKES, J.G. Reaction kinetics in food systems. *En: HELDAMN and LUND. Handbook of food engineering.* New York: Marcel Decker, 1997. p.39-144.

WANG, H.; CAO, G. and PRIOR, R.L. Total Agricultural and Food Chemistry. Vol. 44
antioxidant capacity of fruits. *En: Journal of* (1996); p.701-705.

Recibido: 21-06-2003

Aceptado: 1-07-2003