

Evaluación de la capacidad antioxidante de harina de frambuesas obtenida luego del secado de los frutos a diferentes temperaturas y análisis estadístico del EC50

Masciarelli, Roque; Lucero, Héctor; Silvester, Silvia A.; Tosi D'acerno, Enzo.
 Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Alimentos
 Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Rosario.
 Rosario. Argentina - mascia@netcoop.com.ar



Sinopsis

Los frutos de frambuesas (*Rubus ideaus*) se deshidrataron a temperatura ambiente (TA), 60°C y 100°C mediante estufa con recirculación de aire hasta una humedad entre 13 y 15%. Luego se realizó la molienda, obteniéndose una harina finamente dividida sobre la cual se realizaron extracciones metanólicas. Luego de la filtración, a partir del filtrado se prepararon soluciones entre 0.398 y 12 mg de sólidos solubles/ml, de éstas se analizaron el efecto capturador de radicales libres (ECRL); la capacidad quelante del ión ferroso (CQ) y el contenido de flavonoides totales (CFT). El %ECRL para TA y 60°C entre 1.59 y 3,975 mg de ss/ml superaron el 90%, mientras

que a 100°C luego de 1,59 mg de ss/ml se mantuvo en alrededor del 83%. El %CQ para 12 mg ss/ml resultó de 18.9% a TA, mientras que a 60 y 100°C se produjeron valores similares alrededor del 26.3%. Además, los valores del CFT resultaron: 64,11; 75,02 y 40,71 mg de CE/g de ms para TA, 60 y 100°C, respectivamente. La evaluación estadística del EC50 relacionada con el CFT mostraron que EC50 del %ECRL y del %CQ se ajustaron con polinomio de $n=2$ con coeficientes de regresión de 1 y $p<0.0001$.

Introducción

Los frutos pequeños constituyen una buena fuente de sustancias naturales antioxidantes. Los extractos de frutos de diferentes cultivos de zarzamora, frambuesa y grosella espinosa actúan efectivamente como inhibidores de radicales libres (Heinonen, Meyer, 1998). Además, se ha investigado el contenido de fenol, antocianina y ácido ascórbico (Prior *et al.*, 1999). Los polifenoles comprenden una amplia variedad de compuestos, divididos en varias clases: ácidos hidroxibenzoicos, ácidos hidroxicinámicos, antocianinas, proantocianidinas, flavonoles, flavanoles, flavanones, isoflavones, estilbenoides y lignanos, que se producen en frutas y vegetales (Manach *et al.*, 2004). Furuta *et al.*, 1997; Gazzani *et al.*, 1998; Hertog *et al.*, 1992 y Vinson *et al.*, 1998 han evaluado el potencial antioxidante de una gran variedad de vegetales. Además, Naderi *et al.*, 2004 y Reyes Carmona *et al.*, 2005 han reportado el potencial antioxidante de diferentes variedades de moras.

En particular, los fenoles contribuyen sustancialmente al complemento antioxidante de muchas especies de frutos pequeños y tienen efectos potenciales sobre la salud. Extractos de varias frutas como moras, frambuesas y grosellas actúan efectivamente inhibiendo la acción de los radicales libres (Heinonen *et al.*, 1998).

La presencia de polifenoles en las dietas contribuye al sostenimiento de una buena salud (Rice-Evans, 2001) y juega un rol importante en la prevención de enfermedades degenerativas como el cáncer (Hertog *et al.*, 1996). Algunos estudios han demostrado que los tratamientos térmicos por calor afectan a las vitaminas, reduciendo sus niveles en vegetales y frutos (Lii *et al.*, 1987; Shiau *et al.*, 1986).

Moskaug *et al.* (2004) describieron algunos efectos adversos cuando se suministran suplementos con altas concentraciones de flavonoides. Estas altas concentraciones producirían radicales reactivos que inducirían la autoxidación. En lo referente a la ingesta necesaria de los polifenoles, Toivo *et al.* (1998) estimaron per capita una ingesta de 160-360 mg/día en EE.UU., mientras que Bryngelson *et al.* (1997) en Suecia propuso una ingesta de 80 mg/día. De otra manera, es importante considerar una cantidad conveniente de antioxidante porque un exceso en el organismo produce una acción prooxidante (Palozza, 1998).

La frambuesa es un fruto estacional y su conservación por largos periodos es dificultosa. De allí la importancia de deshidratarla mediante distintos tratamientos térmicos para luego obtener una harina molida de frambuesas de baja actividad acuosa, lo que favorece su conservación. En este trabajo se investigan los efectos de los tratamientos térmicos sobre las propiedades antioxidantes de la harina de frambuesas a los efectos de poder emplearla para reforzar la capacidad antioxidante de otros alimentos.

Materiales y métodos

Las frambuesas (*Rubus ideaus*) fueron adquiridas en un supermercado de la ciudad de Rosario. Se lavaron con una solución acuosa de detergente neutro y enjuagaron con agua corriente tres veces.

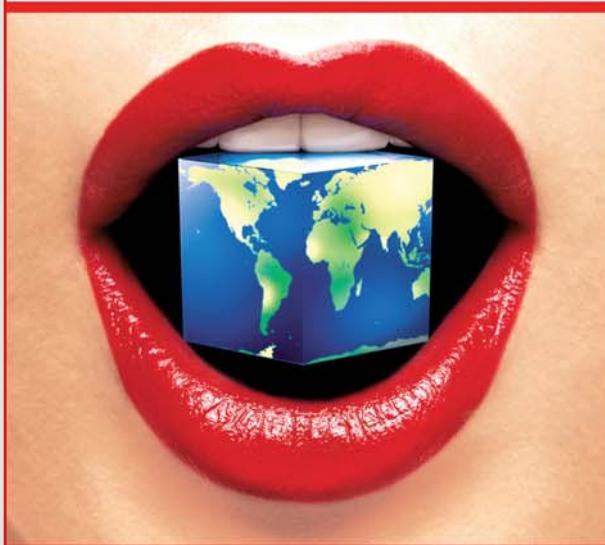
Reactivos. Los siguientes reactivos químicos fueron provistos por Sigma comercial Co. (St. Louis, USA): metanol; 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH*); cloruro ferroso; ferrozina; nitrito de sodio al 5%; tricloruro de aluminio; catequina; EDTA; hidróxido de sodio. Todos los reactivos químicos y solventes utilizados fueron de grado reactivo analítico.

Deshidratación. Las frambuesas se blanquearon con vapor seco en autoclave a 110°C durante 210 s. Posteriormente, se dejó enfriar a temperatura ambiente y se filtró para separar el jugo del resto del fruto, este último, que es el objetivo de estudio, se colocó en bolsas de polietileno de 30 micrones y se conservó a -18°C hasta su utilización. Luego los frutos fueron sometidos a tratamientos de secado de 60°C y 100°C mediante estufa con recirculación de aire y a temperatura ambiente. El descongelamiento anterior al procesado térmico se efectuó en una cámara termostatzada a



TASTE THE FUTURE

www.anuga.com



10 ferias monográficas bajo un mismo techo

**COLONIA,
5-9.10.2013**

**¡Adquiera ahora sus pases
de entrada y ahorre hasta un 42 %!**

Cámara de Industria y Comercio Argentino-Alemana
Av. Corrientes 327, piso 23, C 1043 AAD Buenos Aires
Tel. +54 11 5219-4000, Fax +54 11 5219-4001
eenrietti@ahkargentina.com.ar



25°C (Chin-Lin *et al.*, 2003). Los tratamientos térmicos ensayados para deshidratar el material fueron los siguientes:

- Secado a temperatura ambiente (TA) (control o testigo); 10080 minutos
- Secado en estufa con recirculación de aire a 60°C; 555 minutos
- Secado en estufa con recirculación de aire a 100°C; 450 minutos

Las humedades finales alcanzadas para los tratamientos señalados fueron 13.9; 14.8 y 13.8%, respectivamente. Los tiempos fueron establecidos hasta alcanzar pesada constante.

Preparación de los extractos. El material seco obtenido en cada tratamiento fue molido con molino de cuchillas hasta que el material pasó por tamiz malla 40, lográndose una harina de frambuesas. A partir de 5 g de la misma, mediante extracción con 25 ml de metanol durante 10 horas de agitación a temperatura ambiente y al abrigo de la luz, se difunden los flavonoides desde el sólido hacia el solvente. Luego, los sólidos son separados mediante filtración (Whatman N°40). A partir del filtrado (solución madre) se prepararon soluciones desde 0.398 a 11.95 mg de ss/ml de solvente, las que denominamos extractos. Las concentraciones de los sólidos solubles presentes en los mismos fueron determinadas tomando 5 ml de extracto colocado en un pesafiltro y secado en estufa a 60°C hasta peso constante. Los extractos se conservaron a -18°C en frascos herméticos de vidrio hasta su utilización para realizar las determinaciones analíticas correspondientes.

Determinaciones analíticas en extractos de frambuesa

Test de efecto captador de radicales libres. El método espectrofotométrico de Shimada *et al.* (1992) fue usado para determinar el efecto captador de radicales libres. Se mezcló 1 ml de los extractos metanólicos de las harinas de frambuesas deshidratadas con 5 ml de una solución metanólica 0,1 mM de DPPH* recientemente preparada y se las dejó al abrigo de la luz durante 50 minutos. Luego la absorbancia se midió a 517 nm contra un blanco de reactivos con un espectrofotómetro Jasco Modelo 7800 UV-Vis (Japan Spectroscopic Co., Tokio, Japón). La catequina se utilizó como especie química de referencia. El ERCL se expresa en porcentaje, el cual puede calcularse de la siguiente forma:

$$\%ERCL = (1 - (\text{Absorbancia de la muestra} / \text{Absorbancia del blanco de reactivos})) \times 100.$$

Determinación de la capacidad quelante del ión ferroso.

Se la evaluó utilizando el método espectrofotométrico propuesto por Decker y Welch (1990) con modificaciones: a 1 ml del extracto metanólico se adicionaron 0.1 ml de $\text{FeCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ 2 mM; 0.2 ml de solución de ferrozina 5mM y 3.7 ml de metanol, se mezcló con la ayuda de un equipo vortex y se dejó progresar la reacción durante 10 minutos. La absorbancia se midió a 562 nm contra un blanco de reactivos. El EDTA se utilizó como especie química quelante de referencia.

La CQ se expresa en porcentaje y se calcula usando la expresión:

$$CQ (\%) = [1 - (\frac{\text{Absorbancia de la muestra}}{\text{Absorbancia del blanco de reactivos}})] \times 100$$

Determinación del contenido de flavonoides totales.

Se evaluó mediante el método de Kim y col. (2003) con algunas modificaciones. Se basa en la capacidad de los flavonoides de formar un compuesto coloreado en presencia de aluminio en medio alcalino, con máxima absorbancia a 510 nm. A 1 ml del extracto metanólico de frambuesa deshidratada se le adicionan 4 ml de agua bidestilada y 0,3 ml de nitrito de sodio, éste es considerado el tiempo cero, a los 5 min se le agregan 0,3 ml de cloruro de aluminio al 3%, a los 6 min 2 ml de hidróxido de sodio (1M) e inmediatamente 2,4 ml de agua bidestilada, midiéndose la absorbancia de la mezcla a 510 nm contra un blanco de reactivo con un espectrofotómetro Jasco Modelo 7800 UV-Vis (Japan Spectroscopic Co., Tokio, Japón). Debe destacarse que las determinaciones del CFT para cada tratamiento se efectuaron partiendo de extractos de 12 mg de ss/ml, prácticamente la máxima concentración utilizada, y los valores obtenidos se expresaron en mg de catequina equivalente (CE)/g de muestra seca.



VECOM

Productos y Servicios para la Limpieza, Higiene y Sanitización

Productos: Químicos concentrados, papeles para higiene personal, programa de optimización en consumos y presupuesto

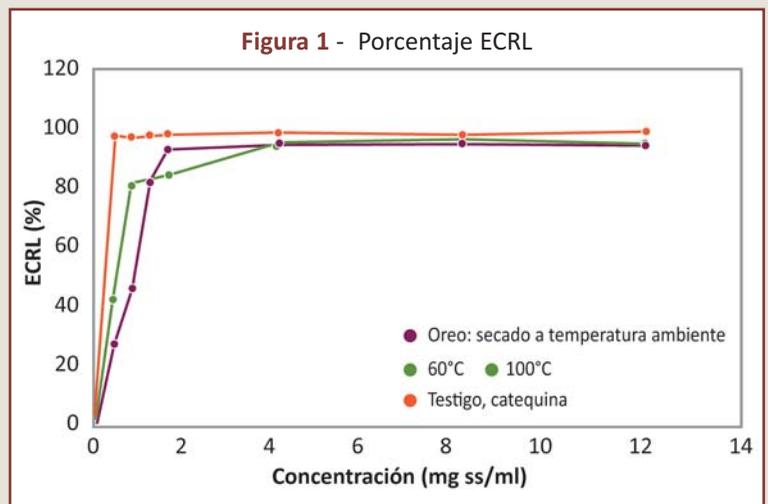
Servicios: Capacitación e implementación en BPM - POES - HACCP

011-5197-0600 / 0800-777-VECOM
ventas@vecomargentina.com - www.vecomargentina.com

Análisis estadístico del EC50. EC50 se define como la concentración media efectiva, es decir la concentración de extracto necesaria para disminuir en 50% el valor de los parámetros en estudio, en este caso %ECRL y %CQ (Navarro, A. *et al.*, 2006). En la determinación del análisis estadístico del EC50 de los parámetros estudiados con respecto al CFT, se determinó la concentración media efectiva a cada temperatura de tratamiento de secado y luego se correlacionaron los valores del EC50 con respecto al CFT, para cada parámetro. Se empleó para cada tratamiento el valor de CFT obtenido a partir de una solución de extracto de 12 mg ss/ml. Para los tratamientos de secado a temperatura ambiente, 60 y 100°C la concentración de los extractos relacionados con los controles utilizados fue de 0.015 y 0.596 mg de ss/ml para catequina y EDTA, respectivamente.

Resultados

Los datos fueron procesados mediante el software estadístico Statgraphics Plus 4.1. Para establecer la existencia de diferencias significativas entre los parámetros en estudio se empleó el Test de Student. Con referencia al %ECRL, a partir de la figura 1 y aplicando el test de Student se observa que hasta 0.4 mg de ss/ml prácticamente no existen diferencias significativas entre los valores del tratamiento a 60 y 100°C y el de TA; dichas diferencias se acentúan entre los dos primeros a partir de 0.7 mg de ss/ml, donde los valores a 60°C comienzan a superar a los de 100°C, y a partir de la concentración de 1.2 mg de ss/ml hasta 12 mg de ss/ml se mantienen



prácticamente y superan en alrededor del 10% a los de 100°C. Por otra parte, a TA presenta diferencias significativas marcadas con respecto a los de las temperaturas de 60 y 100°C a partir de 0.7 mg de ss/ml, mientras que a partir de valores cercanos a 4 mg de ss/ml y hasta 12 mg de ss/ml, los tratamientos a TA y 60°C no presentan diferencias significativas y se mantienen prácticamente oscilando entre 95.5 y 94.5%, respectivamente. De la misma manera, se hacen significativas las diferencias entre dichos tratamientos y el de 100°C, cuyo valor se mantiene en alrededor del 85.7%.

A efectos comparativos, Chun-Hsien Lin *et al.* (2006), en sus investigaciones sobre propiedades antioxidantes del brócoli bajo diferentes tratamientos térmicos, encontraron que el ECRL en muestras precocidas presentó valores del 95% a partir de concentraciones de 12 mg de ms/ml.



GASES GRADO ALIMENTO, TECNOLOGÍA AVANZADA EN CADA PROCESO

Con sus productos, INDURA se encarga de abastecer al sector alimenticio de gases y mezclas de gases, con estrictas normas de exactitud y pureza en sus procesos, respaldando la inocuidad.

Centro de Servicio al Cliente
0810 810 6003
www.indura.com.ar



INDURA
Grupo AIR PRODUCTS

Figura 2 - Porcentaje CQ

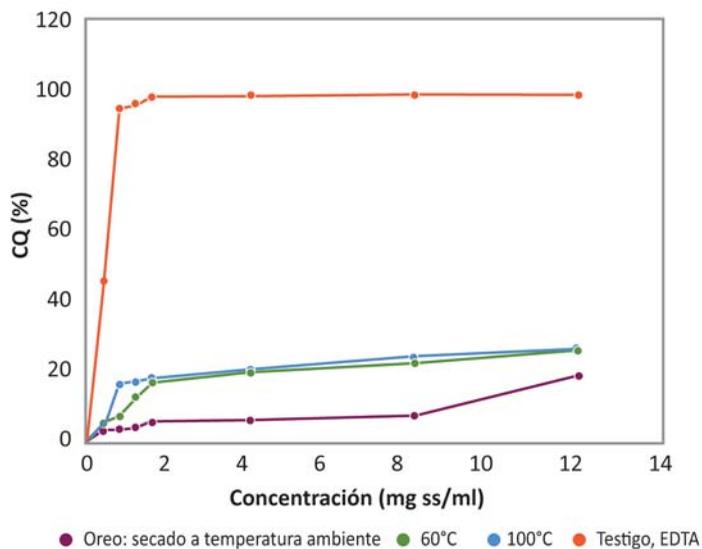
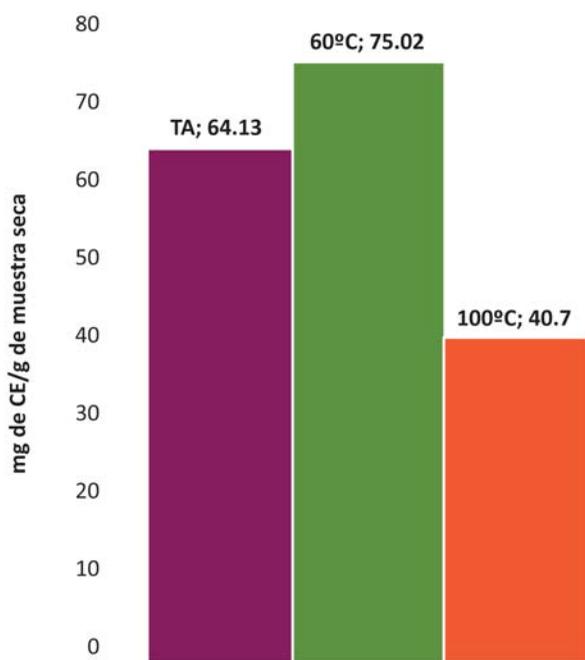


Figura 3 - Contenido de flavonoides totales



En ese orden, Tosi *et al.* (2012), en orujos tintos con semilla, encontraron para el %ECRL valores cercanos a 96.5 y 94%, para soluciones de extractos de 10.9 y 13.7 mg de ss/ml, respectivamente.

En la figura 2 se exponen los resultados obtenidos del %CQ. Se deduce que entre los tratamientos a 60 y 100°C no existen prácticamente diferencias significativas en todo el rango de concentraciones utilizado, llegando a valores cercanos al 26% para 12 mg de ss/ml. Con respecto al tratamiento de las frambuesas secadas a TA (salvo para un primer tramo de concentraciones cercanas a 0.6 mg ss/ml, en el cual no existen diferen-

cias significativas con los otros dos tratamientos) en el rango de concentraciones comprendido entre 1.8 y 8 mg de ss/ml se presentan acentuadas diferencias significativas, las que se van reduciendo a medida que se alcanzan 12 mg de ss/ml y se van haciendo menos acentuadas ente 8 y 12 mg de ss/ml. A dicha concentración para TA se alcanzan valores de 17.5%. La CQ del EDTA, en todas las concentraciones, resultó significativamente mayor a la de todos los demás extractos. A los efectos comparativos, Tosi *et al.* (2009) determinaron para harina de moras deshidratadas los siguientes valores a 58.60 mg de ss/ml: 70.7%; 37% y 22.1% para los tratamientos a TA, 100°C y 60°C, respectivamente.

Al observar la figura 3 debe destacarse que existen diferencias significativas del CFT entre los ensayos de la muestra en el tratamiento a TA (64.11 mg de CE/g de ms) y los tratamientos de secado a 60°C (75.02 mg CE/g de ms) y 100°C (40.71mg de CE/g de ms). El CFT a 60°C es superior a los tratamientos a TA y 100°C, además, en el tratamiento a 60°C se obtienen valores superiores al de TA en un 17%. Por otra parte, Rockenbach *et al.* (2008), en sus estudios sobre extractos de orujos de uva a diferentes concentraciones de solvente utilizado para la extracción, obtuvieron para la variedad Ancelota los valores de 71.1 y 43.2 mg de CE/g de ms, empleando concentraciones de solvente etanólico del 70 y 100%, respectivamente.

Correlaciones ente los valores del EC50 para los parámetros estudiados

Las tablas 1 y 2 representan las correlaciones entre los valores del EC50 de los parámetros ECRL y CQ con respecto al CFT para los tratamientos de secado a TA, 60 y 100°C, respectivamente. Los valores máximos alcanzados del EC50 para el %ECRL y el % de la CQ se obtuvieron a TA y resultaron 0.809 y 8.82 mg ss/ml, mientras que los valores mínimos de dichos parámetros se alcanzaron en el tratamiento a 100°C, los cuales resultaron 0.337 y 0.596 mg de ss/ml, respectivamente.

Con respecto a los controles utilizados, el EC50 de las soluciones de catequina y de EDTA fueron 0.083 y de 0.596 mg ss/ml. Se observa que las regresiones polinómicas encontradas para los parámetros del ECRL y la CQ se ajustan con coeficientes de regresión de 1 para polinomios de segundo grado, siendo el término $p < 0.0001$ para ambos casos. Pero cuando se realizan las correlaciones lineales del ECRL y la CQ, los coeficientes de regresión son de 0.41 y 0.29, respectivamente.

Tabla 1 - Valores de EC50 para el ECRL de extractos de frambuesas secadas a distintas temperaturas

Tratamiento	CFT (mg CE/g de ms)	EC50 (%ECRL) (mg de ss/ml)	% ECRL
Temperatura ambiente	64.11	0.809	0.809
60°C	75.02	0.443	47.25
100°C	40.71	0.337	43.05
Control catequina	1000	0.083	49.7

Correlaciones

Polinómica (n=2). $EC50 = -4.57 + 0.184 \times (CFT) - 0.00157 \times (CFT)^2$. $R_2 = 1$; $SD = 0$; $N = 3$; $p < 0.0001$. Lineal: $EC50 = 0.182 + 0.0058 \times (CFT)$
 $R_2 = 0.41$; $SD = 0.32$; $N = 3$; $p < 0.73$

Tabla 2 - Valores de EC50 para la CQ de extractos de frambuesas secadas a distintas temperaturas

Tratamiento	CFT (mg CE/g de ms)	EC50 (%CQ) (mg de ss/ml)	%CQ
Temperatura ambiente	64.11	8.82	9.95
60 °C	75.02	1.4	13.1
100 °C	40.71	0.596	13.1
Control EDTA	1000 (mg de EDTA/g de ms)	0.596	49.1

Correlaciones

Polinómica $EC50 = -95.58 + 3.59 \times (CFT) - 0.03076 \times (CFT)^2$. $R_2 = 1$; $SD = 0$; $N = 3$; $p < 0.0001$. Lineal $EC50 = -0.916 + 0.07543 \times (CFT)$
 $R_2 = 0.29$; $SD = 6.13$; $N = 3$; $p = 0.8$

Los CFT relacionados con las mediciones de absorbancia en los que se realizó el estudio estadístico de EC50 para el ECRL y la CQ en los tratamientos a temperatura ambiente y 60°C produjeron los mayores valores del EC50 de 0.809-0.443 y de 8.82-1.4 mg de ss/ml, respectivamente, mientras que sus respectivos valores del %ECRL y del % CQ resultaron: 0.809-47.25 y 9.95-13.1%.

Discusión

Las condiciones de secado utilizadas para el tratamiento térmico de frambuesas inciden en el ECRL, la CQ y el CFT de los extractos metanólicos obtenidos a partir de la harina de frambuesa deshidratada. Efectivamente, a 100°C el ECRL y el CFT se han visto afectados, ya que a esta temperatura de secado se obtuvieron los menores valores de los mismos. Evidentemente, el aumento de la temperatura de secado por encima de los 60°C ocasiona alguna modificación en la estructura química de los flavonoides presentes y probablemente produciría una disminución en general de la capacidad antioxidante de las harinas de frambuesas obtenidas.

En todos los casos, los parámetros estudiados crecen con el aumento de las concentraciones de los extractos utilizados. Sin embargo, en primera instancia, los valores obtenidos de CQ en los extractos metanólicos de frambuesas son relativamente bajos, ocasionados probablemente por alguna modificación en la estructura de los flavonoides, producto fundamentalmente de los tratamientos térmicos que provocan alguna modificación en los grupos hidroxilo, dificultando su capacidad para quelar a los iones ferrosos. No obstante, los valores mayores se obtuvieron a partir de los extractos de las harinas obtenidas luego de los tratamientos térmicos de 60 y 100°C, respectivamente, los cuales a la

concentración de extracto de 12 mg de ss/ml superaron en un 39% al tratamiento de secado a temperatura ambiente.

El CFT aparentemente se incrementa con la temperatura, pero por encima de 60°C. Cuando la misma es de 100°C decrece notoriamente a valores cercanos a 40 mg de CE /g de ms.

Con referencia al análisis estadístico de los valores de EC50, se concluye que el % ECRL y el % de la CQ en los tratamientos a 60 y 100°C resultaron superior-



Más de 10 años acompañando la industria alimentaria

Creamos, desarrollamos y solucionamos todo lo referente a la industria alimentaria

— QD —
Consulting

Quality and Development Consulting
 Consultora Internacional

Oficina comercial: Campos Salles 2288 - Capital Federal
 Planta Piloto: Matheu 2126 - Villa Maipú - San Martín
 Tel.: (54 11) 4702-2292 (LR) - info@qd-c.com.ar
 www.qd-c.com.ar - www.qdconsulting.com.ar

res al de TA, mientras que en lo referente al PR, los mayores valores se obtuvieron a 60°C y TA, en ese orden. Por lo tanto, para los parámetros estudiados consideramos oportuno señalar que realizamos correlaciones de ajuste donde, además de la lineal, hemos incluido la regresión polinómica de segundo orden, cuando otros autores sólo consideran la regresión lineal en todos los casos (Shih-Chuan Liu *et al*, 2009). Por lo tanto la EC50 del %•ECRL y del % de CQ se ajustaron con correlaciones polinómicas de $n=2$ con coeficientes de regresión de 1 y $p<0.000$. En tanto, con ajustes lineales del EC50 para dichos parámetros obtuvimos coeficientes de regresión de 0.41 y 0.29, respectivamente.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las becarias avanzadas en la carrera de Ingeniería Química Mónica Bonfigli, Guadalupe Casconi y a la Ingeniera Química María Laura Scolari Pasinato por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

Bibliografía

- Heinonen I.M., Meyer, A.S. and Frankel, E.N. (1998). Antioxidant activity of berry phenolics on human low density lipoprotein and liposome oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4107-4112.
- Meyer AS, Yi OS, Pearson DA, Waterhouse AL, Frankel EN. Inhibition of human low-density lipoprotein oxidation in relation to composition of phenolic antioxidants in grapes (*Vitis vinifera*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (1997) 45 1638-1643
- Prior, R.L.; Cao, G.; Martin, A.; Sofic, E.; Micewan. 1999 Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of *Vaccinium* specie. *J.Agric. Food chem.*, 46, 2686-269
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C. Remesy, C. and Jimenez, L. (2004). Polyphenols : food sources and bioavailability *American Journal of clinical Nutrition*, 79, 727-747.
- Furuta, S.; Nishiba Y. and Suda I. (1997). Fluorometric assay for screening antioxidative activity of vegetables. *Journal of Food Science*, 62, 526-528. 1997
- Gazzani G.; Papetti A.; Massolini G. and Daglia, M. (1998). Anti and prooxidant activity of water soluble components of some common diet vegetables and the effect of thermal treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46-10, 4118-4122.
- Hertog, M.G.C.; Bueno de Mesquita, H. B.; Fehily a.M., Sweetnam P.M., Elwood, P.C. and Kromhout, d. (1996): Fruit and vegetable consumption and cancer mortality in the caerphilly study. *Cancer Epidemiology, biomarkers and prevention* 5, 673-677.
- Vinson, J. A.; Hao, Y.; SU, X.; and Zubik, L. (1998) Phenol antioxidant quantity and quality in food, vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 3630-3634.
- Naderi, G. A.; Seddigeh A.; Nizal S. Z.; Heshmatallah O. and Farsad A., N. (2004) Antioxidant activity of three extracts of *Morus nigra*. *Phytotherapy Research* 18, 5, 365-369.
- Reyes Carmona J.; Yousef G. G.; Martinez Peniche R. A.; Lila M. A. (2005) Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus* sp.) produced in different climatic regions. *Journal of food science*, 70, no7, pp. S497-S503.
- Rice-Evans, C. A. (2001). Flavonoid antioxidants. *Current Medicinal Chemistry*, 8, 797-807.
- Lii, C. Y., and Chang, W. H. (1987). Correlations between the textural and chemical changes of peanuts during cooking and other treatments. I. Relationships between texture and chemical components of peanuts after pre-cooking. *Food Science (Taiwán)*, 14, 223-241.
- Moskaug J., Carlsen H., Myhrstad M. and Blomhoff R. (2005). Polyphenols and glutathione synthesis regulation. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol 81, N° 1. January 2005.
- Toivo, J., Phillips, K., Lampi, A. M. & Puronen, V. (1998). Plant sterols and cholesterol in different types of diets. In the 13th International Symposium on Plant lipids. Sevilla, Spain.
- Bryngelson, S.; Johnsson, M.; Normen, L.; Dutta, P. and Anderson, H. (1997). Plant sterol in cereal products. In 2nd Workshop Bioactive Inositol Phosphates and Phytosterol in Foods. Goteborg, Sweden.
- Palozza, P. (1998). Prooxidant actions carotenoids in biologic systems. *Nutritional Review*, 56 (9), 257-265.
- Chin Lin, H.; Wenlung, C.; Yih-Ming, W.; Chin-Yin, T. (2003). Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying method. *Food Chemistry*, v.83, n.1, p 85-92.
- Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K. & Nakamura, T. (1992). Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 40, 945-948.
- Decker, E. A.; Welch, B. (1990). Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.38, n.3, p.674-677.
- Kim D, Jeoung S, Lee Ch. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81: 321-326.
- Navarro, A. (1) (2); Pinotti, A. (1); Garcia, A. (1); Martino, M. (1) (2). Correlación entre la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles de extractos vegetales bajo diferentes condiciones de conservación. Congreso Internacional de Ciencia y tecnología de los alimentos. 15-17 Nov. 2006. Córdoba/Argentina. ISBN: 987-22457-9-7. (1) Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), Fac. Cs. Exactas, UNLP, CONICET- (2) Fac. Ingeniería, UNLP, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Chun-Hsien, L, Chi-Yue Chang (2005). Textural change and antioxidant properties of brócoli under different cooking treatments. *Food Chemistry*, 90, 9-15.
- Tosi, E. 1; Masciarelli R. 1; Formento, J. C.; Lucero H. D. 1; Silvester S. A (2012). Estudio de la cinética de secado en orujos tintos (Variedad malbec cosecha 2011) y su influencia en la actividad antioxidante. (1) Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos - Facultad Regional Rosario - Universidad Tecnológica Nacional. (2) Cátedra de Enología II - Universidad Nacional de Cuyo San Rafael - Mendoza. Marzo 2012. Clycap.
- Tosi E.; Masciarelli R.; Lucero H.; Silvester S. A y Bonfigli M (2009). Modificaciones de la capacidad antioxidante y quelante en extractos de moras, obtenidos por diferentes tratamientos térmicos. Libro de Resúmenes del III Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos (2009). Pág. 261-267. ISBN 978-987-24620-9-3.
- Rockenbach, I. I., Da Silva, G. L., Rodrigues, E., Kuskoski, E. M. y Fett, R. (2008), Solvent influence on total polyphenol content, anthocyanins, and antioxidant activity of grape (*Vitis vinifera*) bagasse extracts from Tanta and Ancelota-differents varieties of *Vitis vinifera* varieties, *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, Campinas, Vol. 28 (Supl.), pp. 238-244.
- Shih-Chuan Liu; Jau-Tien Lin, Chin-Kun Wang; Hsin-Yi Chen, Deng-Jye Yang (2009). Antioxidant properties of various solvent extracts from lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) flowers. *Food Chemistry* 114-577-581.