

## Antioxidantes naturales y capacidad antioxidante en Brassicas

M.F. Fernández-León<sup>1</sup>, A.M. Fernández-León<sup>1</sup>, M. Lozano Ruiz<sup>1</sup>, M.C. Ayuso Yuste<sup>2</sup>, J.A. González García<sup>3</sup> y D. González-Gómez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura. Junta de Extremadura. Ctra. Cáceres S/N. 06071 Badajoz

<sup>2</sup>Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Ctra. Cáceres S/N. 06071 Badajoz

<sup>3</sup>Centro de Investigación Agraria Finca La Orden-Valdesequera. Autovía Madrid-Lisboa S/N. 06187 Guadajira (Badajoz)

**Palabras clave:** brócoli, col de Saboya, vitamina C, compuestos fenólicos, carotenoides, actividad antioxidante total

### Resumen

Los compuestos antioxidantes presentes en los vegetales, tanto hidrosolubles (vitamina C y compuestos fenólicos), como liposolubles (carotenoides), contribuyen a la defensa del envejecimiento celular. Como resultado de ello, protegen las células contra el daño oxidativo, y por tanto, pueden prevenir enfermedades crónicas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y la diabetes. Las brassicas son una buena fuente de estos antioxidantes naturales. Uno de los factores que más influye en la concentración de estos compuestos es el genotipo, además de las prácticas de cultivo y las condiciones climáticas. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar el contenido de dichos compuestos antioxidantes en dos tipos de brassicas, brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) y col de Saboya (*Brassica oleracea* L. var. *sabauda* L.) producidas en las Vegas Bajas del Guadiana (Extremadura). Para esta determinación se han utilizado tanto métodos cromatográficos como espectrofotométricos, realizándose previamente las correspondientes extracciones de las dos matrices vegetales en medio acuoso y liposoluble. Los resultados obtenidos indican un mayor contenido de compuestos antioxidantes, tanto hidrosolubles como liposolubles, en la muestra de brócoli analizada, viéndose esto reflejado en la mayor capacidad antioxidante de éste frente a la muestra de col de Saboya, esto puede ser debido a la mayor cantidad de compuestos fenólicos del brócoli.

### INTRODUCCIÓN

Un gran número de estudios epidemiológicos han demostrado que un consumo regular de vegetales de la familia de las Brassicas ayuda a la disminución del riesgo de padecer diferentes tipos de cáncer (Cohen et al., 2000; Vallejo et al., 2002). Este efecto beneficioso puede ser atribuido a los compuestos antioxidantes que poseen estos vegetales. Los principales antioxidantes naturales que poseen son vitamina C, carotenoides y compuestos fenólicos, cuya actividad es sinérgica y actúan reduciendo el nivel de las especies reactivas de oxígeno (Podsdek, 2007).

En este estudio se han cuantificado los principales agentes antioxidantes hidrófilos (vitamina C y compuestos fenólicos) y lipófilos (carotenoides), así como la capacidad antioxidante de dos tipos de brassicas (brócoli y col de Saboya) para ver las diferencias entre estos dos vegetales tan consumidos actualmente.

Finalmente, destacar que la variación en el contenido de antioxidantes, así como de la capacidad antioxidante de las brassicas, es causada por muchos factores entre los

que cabe destacar: variedad, maduración y cosecha, condiciones de cultivo, condiciones ambientales, condiciones post-cosecha (Vallejo et al., 2002; Jeffery et al., 2003).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los cultivos de brócoli y de col de Saboya utilizados para este ensayo se realizaron en el Centro de Investigación Finca “La Orden-Valdesequera”, perteneciente a la Junta de Extremadura y situado en las Vegas Bajas del Guadiana, con un suelo aluvial, de textura franco arenosa, ligeramente ácido y de bajo contenido en materia orgánica. El material vegetal recién recolectado se llevó al laboratorio del INTAEX donde se seleccionaron y homogeneizaron para su posterior análisis.

Para la determinación de la vitamina C se utilizó una disolución extractante de ácido fosfórico al 5% y EDTA al 1%, la cuantificación se realizó por HPLC utilizando una columna Zorbax SB-C8, como fase móvil se empleó tampón acético-acetato 50mM pH 4 (Bernalte et al., 2007) y la detección se efectuó a 260nm con un detector de Diodo de Array (DAD). La cuantificación se realizó mediante patrón externo usando ácido ascórbico y expresando los resultados como mg ácido ascórbico/100g de peso fresco (PF).

La extracción de los fenoles totales se realizó siguiendo el método de Lima et al. (2005) y la determinación por medida espectrofotométrica a 760nm utilizando el reactivo Folin-Ciocalteau, expresándose los resultados como mg ácido clorogénico/100g PF.

Los carotenoides se extrajeron con acetona siguiendo el método descrito por Mínguez-Mosquera y Hornero-Méndez (1993) y modificado por García et al. (2007). La detección y cuantificación se efectuó por HPLC con una columna Lichrosorb RP-18, utilizando un detector DAD a 460nm. Estos pigmentos carotenoides fueron cuantificados por patrón externo y los resultados fueron expresados en mg  $\beta$ -caroteno/100g PF y en mg luteína/100g PF, respectivamente.

La actividad antioxidante se determinó utilizando el método espectrofotométrico descrito por Cano et al. (1998) a 730nm, empleando Trolox como patrón para la cuantificación y expresando los resultados como mg Trolox/100g PF.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Más del 85% de la vitamina C consumida en la dieta humana procede de frutas y hortalizas (Lee and Kader, 2000). La función biológica del ácido ascórbico puede ser definida como un cofactor enzimático que actúa evitando la oxidación celular (Davey et al., 2000). Como antioxidantes hidrosolubles también están los compuestos fenólicos, que son un amplio grupo de metabolitos secundarios del reino vegetal. Los compuestos fenólicos, especialmente los flavonoides, poseen diferentes actividades biológicas, pero las más importantes son la actividad antioxidante y el efecto inhibidor de varias clases de tumores (Czeczot, 2000).

Como se puede observar en la tabla 1, el contenido en vitamina C del brócoli (64,19mg ac. ascórbico/100g PF) es mayor que el obtenido en la col de Saboya (49,06mg ac. ascórbico/100g PF), estando estos valores en concordancia con lo descrito previamente en la bibliografía para estos productos (Davey et al., 2000; Vallejo et al., 2002). Además en la tabla 1 también se puede observar el contenido de fenoles totales (CFT) el cual también es mayor para el brócoli (147,15mg ac. clorogénico/100g PF) que para la col de Saboya (102,71mg ac. clorogénico/100g PF), como anteriormente ha sido publicado por otros autores como Wu et al. (2004), Bernalte et al. (2007) y Koh et al. (2009).

Los carotenoides (carotenos y xantofilas) son pigmentos presentes en muchos vegetales. Son precursores de la vitamina A y por lo tanto tienen efectos antioxidantes como son la protección cardiovascular y antitumoral (Podsdek, 2007). El  $\beta$ -caroteno y la luteína son los principales carotenoides en las brassicas, y como se puede observar en la tabla 1, los contenidos en carotenoides también son superiores en el brócoli (0,80mg  $\beta$ -caroteno/100g PF y 0,60mg luteína/100g PF) que en la col de Saboya (0,37mg  $\beta$ -caroteno/100g PF y 0,18mg luteína/100g PF), estos resultados son comparables a los obtenidos por otros autores como Forney and Riji (1991) y Murkovic et al. (2000).

Además, en la tabla 1 se muestran los contenidos en actividad antioxidante total (AAT) para estas dos brassicas, siendo, como es lógico, mayor el contenido en el brócoli (104,79mg Trolox/100g PF) que en la col de Saboya (56,62mg Trolox/100g PF) puesto que la capacidad antioxidantes de estos vegetales está relacionada principalmente con el alto contenido en compuestos fenólicos que presentan (Ou et al. 2002; Wu et al. 2004; Podsdek, 2007).

Por lo tanto, el mayor contenido de antioxidantes en el brócoli hace que aumente la capacidad funcional de éste frente a la col de Saboya.

### Agradecimientos

M.F. Fernández-León y D. González-Gómez agradecen al “Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias y Alimentarias” (INIA) por su beca predoctoral y por su contrato (DOC-INIA), respectivamente. Este trabajo ha sido financiado por la “Red de Investigación Transfronteriza de Extremadura, Centro y Alentejo” (RITECA), FEDER y la Junta de Extremadura.

### Referencias

- Bernalte, M.J., Lozano, M. M.C., Ayuso, Vidal Aragón, M.C., García, M.I., Hernández, M.T., García, R.M. y García, J.J. 2007. Compuestos fitoquímicos antioxidantes en diferentes cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) de Extremadura. *Actas de Horticultura* 48: 654-657.
- Cano, A., Hernández-Ruiz, J., García-Cánovas, F., Acosta, M. and Arnao, M.B. 1998. An end-point method for estimation of the total antioxidant activity in plant material. *Phytochem. Anal.* 9: 196-202.
- Cohen, J.H., Kristal, A.R. and Stanford, J.L. 2000. Fruit and vegetable intakes and prostate cancer. *J. Natl. Cancer Inst.* 92: 61-68.
- Czeczot, H. 2000. Biological activities of flavonoids-A review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 950(4): 3-13.
- Davey, M.W., van Montagu, M., Inze, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., et al. 2000. Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 825-860.
- Forney, C.F. and Riji, R.E. 1991. Temperature of broccoli florets at time of packaging influences package atmosphere and quality. *HortScience* 26: 1301-1303.
- García, M.I., Lozano, M., Montero de Espinosa, V., Ayuso, M.C., Bernalte, M.J., Vidal-Aragón, M.C. and Pérez, M.M. 2007. Agronomic characteristics and carotenoid content of five Bola-type paprika red pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Sci. Horticulturae* 113: 202-207.

- Jeffery, E. H., Brown, A.F., Kurilich, A.C., Keek, A.S., Matusheski, N., Klein, B.P., et al. 2003. Variation in content of bioactive components in broccoli. Study review. *Journal of Food Composition and Analysis* 16: 323-330.
- Koh, E., Wimalasiri, K.M.S., Chassy, A.W. and Mitchell, A.E. 2009. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 637-643.
- Lee, S. K., and Kader, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20: 207-220.
- Lima, V.L.A.G., Mélo, E.A., Maciel, M.I.S., Prazeres, F.G., Musser, R.S. and Lima, D.E.S. 2005. Total phenolic and carotenoid content in acerola genotypes harvested at three ripening stages. *Food Chemistry* 90: 565-568.
- Mínguez-Mosquera, M.I. and Hornero-Méndez, D. 1993. Separation and quantification of the Carotenoid Pigments in Red Peppers (*Capsicum annuum* L.), Paprika and Oleoresin by Reversed-Phase HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41(10): 1616-1620.
- Murkovic, M., Gams, K., Draxl, S. and Pfannhauser, W. 2000. Development of an Austrian carotenoid database. *Journal of Food Composition and Analysis* 13: 435-440.
- Ou, B., Huang, D., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J.A., and Deemer, E.K. 2002. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: A comparative study. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50: 3122-3128.
- Podsedek, A. 2007. Natural antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT Food Science and Technology*, 40: 1-11.
- Vallejo, F., Tomás-Barberán, F.A. and García-Viguera, C. 2002. Potential bioactive compounds in health promotion from broccoli cultivars grown in Spain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 1293-1297.
- Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E., and Prior, R.L. 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 52: 4026-4037.

**Tabla 1: Antioxidantes hidrosolubles (vitamina C y contenido en fenoles totales (CFT)), antioxidantes liposolubles (carotenoides) y actividad antioxidante total (AAT) en brócoli y col de Saboya.**

Muestra		Brócoli	Col de Saboya
Antioxidantes Hidrosolubles	Vitamina C (mg ac. ascórbico/100g PF)	64,19±3,65	49,06±7,52
	CFT (mg ac. clorogénico/100g PF)	147,15±5,86	102,71±4,10
Antioxidantes Liposolubles	β-caroteno (mg/100g PF)	0,80±0,03	0,37±0,05
	Luteína (mg/100g PF)	0,60±0,01	0,18±0,02
AAT (mg Trolox/100g PF)		104,79±0,39	56,62±2,72