

M^a Carmen Martínez-Ballesta² ● Luis López-Pérez² ● Santiago Pérez-Balibrea¹ ● Diego A. Moreno¹
Cristina García-Viguera¹ ● Micaela Carvajal^{2*}

CULTIVO DEL BRÓCULI CON AGUAS SALINAS. ¿ES POSIBLE ALGÚN BENEFICIO?

¹ Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos
² Departamento de Nutrición Vegetal CEBAS-CSIC
30100-Espinardo, (Murcia), SPAIN
Email: mcarvaja@cebas.csic.es

Introducción

El brócoli (*Brassica oleracea* L.) pertenece a la familia *Cruciferae*. Es una planta con peciolos desnudos, limbos con los bordes ondulados y nerviaduras marcadas y blancas (Fotografía 1). Su origen parece que está ubicado en el Mediterráneo oriental y concretamente en el Próximo Oriente (Asia Menor, Líbano, Siria, etc.). Los romanos ya cultivaban esta planta, pero hace unos 20 años que su consumo empezó a incrementarse. La Región de Murcia es la primera productora de Brócoli en España con una producción de 12 millones de toneladas. Prácticamente el total va a la exportación. Los países más consumidores son el Reino Unido, Francia y Holanda que reciben un 70% del total de la producción española (Memoria 2005-2006 de Proexport). En nuestro país no está muy extendido el consumo, aunque se está introduciendo de manera importante en los últimos años.

Su cultivo se realiza fundamentalmente durante las estaciones de otoño e invierno ya que para un desarrollo normal de la planta es necesario que las temperaturas durante la fase de crecimiento oscilen entre 20 y 24°C; para poder iniciar la fase de inducción floral necesita entre 10 y 15°C durante varias horas del día.

Existen evidencias de que el consumo de brócoli, y de crucíferas en general, gracias a sus compuestos bioactivos, presenta numerosas ventajas para la salud y reduce el riesgo de padecer ciertas enfermedades. El consumo del brócoli se está incrementando notablemente debido a los importantes beneficios que tiene para la salud, ya que se ha visto que contiene compuestos como el indol-3-carbinol, sulforafano, flavonoides, y vitamina C, destacando su actividad anticarcinogénica, antioxidante, y protectora frente radicales libres. La posibilidad de desarrollar alimentos enriquecidos en compuestos bioactivos que ayuden a reducir la incidencia de enfermedades esta tomando mucha importancia en la industria agroalimentaria. Sin embargo, actualmente existe cierta controversia en las investigaciones publicadas y es necesario seguir estudiando los factores que incidan en el contenido en fitoquímicos de los alimentos vegetales, que puedan ejercer una influencia en la salud de los consumidores.

Influencia de los factores pre-cosecha

En este grupo se incluyen los factores que afectan al brócoli durante su desarrollo, y engloban a las condiciones medioambientales, los tratamientos tecnológicos y agronómicos, así como los factores genéticos y ontogénicos.

Las diferencias del contenido en compuestos bioactivos entre variedades de una misma especie viene determinada por el genotipo. El desarrollo constante de nuevas variedades por mejora genética conlleva una adaptación distinta al medio ambiente y a las prácticas agrícolas, lo que influye cualitativa y cuantitativamente en el contenido final de los diferentes compuestos en la planta. Hay estudios que ponen de manifiesto la gran variabilidad en el contenido de glucosinolatos entre distintas variedades dentro de *Brassica oleracea* L. (brócoli, coles de Bruselas, col, coliflor y col rizada) (Kushad *et al.*, 1999; Bellostas *et al.*, 2007).

Además de los factores genéticos, las condiciones climáticas y los factores agronómicos y ecofisiológicos como la temperatura y la radiación, la humedad relativa y el grado de hidratación, ejercen un papel influyente en el contenido de fitoquímicos de los vegetales que se destinan a alimentos (Jeffery *et al.*, 2003; Abercrombie *et al.*, 2005).

nes y viejas de las plantas control, sin embargo, al aplicar los tratamientos salinos se observó que en hojas jóvenes, y en las inflorescencias, el incremento del contenido de glucosinolatos podría deberse a la activación de la ruta biosintética o a la activación del transporte desde las hojas maduras y senescentes a las inflorescencias. Así, se podría considerar que el aumento de glucosinolatos en hoja joven podría ser una respuesta de la planta al estrés salino que, además, incrementa la calidad nutricional de las inflorescencias de brócoli.

En trabajos anteriores se han observado variaciones en el contenido de **compuestos fenólicos** en respuesta al estrés salino e hídrico (Tattini *et al.*, 2004). La función de los compuestos fenólicos en situaciones de estrés para la planta, no solo implicaría la protección antioxidante contra los radicales libres, también protegerían contra la deshidratación celular al intercalarse entre la bicapa lipídica (Moore *et al.*, 2005). Sus propiedades beneficiosas en la prevención de enfermedades crónicas han sido objeto de varios estudios Thiyam *et al.*, 2006). Los resultados obtenidos en este trabajo indicaron una disminución general de los compuestos fenólicos en hoja (Figura 1). Únicamente en inflorescencia se observó un incremento de los derivados del ácido clorogénico y sinápico con la salinidad con respecto al control, implicando un beneficio del contenido nutricional.

Especies sensibles a la salinidad disminuyen el contenido de vitamina C en condiciones salinas (Agarwal y Pandey, 2004). La disminución del crecimiento a causa del estrés salino está relacionado con una disminución del contenido de **vitamina C** total, lo que se rela-

Tabla 1. Determinación de los pesos de la parte aérea de la planta y de las inflorescencias. Los datos mostrados son las medias de cinco repeticiones \pm ES.

Tratamientos	Peso parte aérea (g)	Peso inflorescencia (g)
Control	836,00 \pm 28,52c	217,28 \pm 14,23b
40 mM NaCl	629,94 \pm 10,58b	172,15 \pm 3,98a
80 mM NaCl	343,35 \pm 19,02a	129,26 \pm 3,79a

ción con nuestros resultados de hoja. Sin embargo, los resultados con inflorescencia muestran que los contenidos de vitamina C se mantienen constantes con todos los tratamientos (Figura 1). Por lo tanto, una ración (200 g) de brócoli crudo superaría la dosis diaria recomendada de vitamina C tanto en personas adultas (100 mg día⁻¹), como en niños (50-100 mg día⁻¹) e incluso en mujeres en periodo de lactancia (150 mg día⁻¹) (Belitz *et al.*, 2004).

La relación entre la salinidad y la **nutrición mineral** es bastante compleja (Grattan y Grieve, 1999), la adquisición y la translocación de los nutrientes minerales por la planta son alteradas por la fuerza iónica del medio y por la interacción directa de los iones que predominan en el medio salino (Na⁺ y Cl⁻), siendo el efecto más común del aumento de la concentración de iones salinos la deficiencia del resto de nutrientes (Lauchli y Epstein, 1990). Los mecanismos que las plantas desarrollan para la absorción, transporte y utilización de los nutrientes minerales no son tan eficientes o efectivos bajo condiciones salinas como en condiciones no salinas (Lopez-Perez *et al.*, 2007). Las altas concentraciones de Na⁺ y Cl⁻ en el medio puede disminuir la actividad de los nutrientes y producir proporciones extremas de Na⁺/Ca²⁺, Na⁺/K⁺, Ca²⁺/Mg²⁺ y Cl⁻/NO₃⁻. Como resultado, la planta se hace susceptible al daño osmótico y específico de los iones salinos, además de a los

desordenes nutricionales que pueden dar lugar a una reducción de la calidad y producción (Grattan y Grieve, 1998).

La acumulación de Na⁺ y Cl⁻ (Tabla 2) es mayor en hojas que en las inflorescencias, indicando que la acumulación de los iones tóxicos en las hojas podría servir para preservar la integridad de los órganos reproductivos, como la inflorescencia (De Pascale *et al.*, 2005). Además, el hecho de que las concentraciones de los iones salinos fueran mayores en hoja vieja que en hoja joven indica que uno de los mecanismos utilizados por la planta para evitar el exceso de sales en hojas jóvenes y fotosintéticamente activas, es la compartimentación de los iones tóxicos en las hojas viejas, menos activas metabólicamente, sacrificándolas para evitar el daño a los tejidos jóvenes (Shannon, 1998).

Nuestros resultados no mostraron efectos significativos del cloruro en la concentración de **nitrito**. Las cantidades de nitrito fueron menores en inflorescencia que en hojas y únicamente se observó un aumento en condiciones de 80 mM NaCl. El nitrito actúa en los productos alimenticios como agente antimicrobial, pero un alto contenido puede ser tóxico, ya que el nitrito se reduce a nitrito, que interviene en reacciones de nitrosación, y genera nitrosaminas y nitrosamidas que son carcinógenos potentes (Belitz *et al.*, 2004). Los niveles de nitratos en las inflorescencias de

Cuando se habla de variaciones en el contenido de fitoquímicos a consecuencia de los factores que influyen en el cultivo durante el periodo de precosecha, como determinantes de la cantidad de estos compuestos en el momento de la recolección, siempre ha de tenerse en cuenta que se debe a un conjunto de factores, y que rara o en ninguna ocasión se debe a un factor medioambiental aislado (Schreiner 2005).

La composición de la fertilización y del agua de riego, así como las características del suelo son también factores muy importantes en la determinación de la calidad del brócoli. Se han realizado numerosos estudios para determinar la influencia del tipo de fertilización en los compuestos bioactivos del brócoli. La planta incrementa su contenido en glucosinolatos mediante la fertilización con azufre (Vallejo *et al.*, 2003; Rangkadilok *et al.*, 2004). También, una disminución del aporte de nitrato aumenta los niveles de glucosinolatos, posiblemente por un incremento de proteínas que no contienen azufre y que potencian la disponibilidad de la metionina (Krumbein *et al.*, 2001). Se ha demostrado que en el brócoli, la aplicación de nitrógeno debe ir acompañada de una cierta dosis de azufre, ya que un aporte óptimo de nitrógeno solamente puede resultar beneficioso para la planta cuando existe cierta cantidad de azufre disponible para permitir la síntesis de compuestos azufrados como, por ejemplo, los glucosinolatos. Una relación N:S de entre 7:1 y 10:1 incrementa la producción y mejora la apariencia general de la planta. Con respecto al contenido en glucosinolatos totales, con un aporte bajo de nitrógeno se consiguieron altas concentraciones de glucosinolatos, independientemente de la dosis de azufre aplicada. Un aporte

óptimo de nitrógeno, junto con el empleo de dosis bajas de azufre disminuyó la concentración de glucosinolatos del brócoli (Schonhof *et al.*, 2007).

Los elementos minerales principales presentes en los alimentos vegetales (Na, K, Ca, Mg, Cl and P) son esenciales para la dieta humana en cantidades >50 mg/day, mientras que los microelementos (Fe, Zn, Cu, Mn, I, F, Se, Cr, Mo, Co, Ni) son esenciales en cantidades < 50 mg/día. Las funciones de todos ellos pueden variar desde electrolitos, constituyentes de los enzimas y estructurales como en huesos y dientes. La ingesta de una cantidad apropiada de nutrientes minerales se considera una forma de disminuir los riesgos de padecer enfermedades como las que afectan a la presión arterial. Sin embargo, cuando las plantas crecen en situaciones estresantes (salinidad, baja disponibilidad hídrica...) el equilibrio nutricional puede verse alterado y de esta forma disminuir la biodisponibilidad de iones en los vegetales (Carvajal *et al.*, 2000).

El suministro y la calidad del agua también son factores que afectan al contenido en fitoquímicos de la planta. El brócoli se puede enriquecer en glucosinolatos y compuestos fenólicos controlando el aporte de agua, lo que podría explicarse como un mecanismo adaptativo de la planta a las condiciones de estrés hídrico (Paschold *et al.*, 2000; Bañuelos *et al.*, 2003).

Respuesta a la salinidad

En general, los efectos adversos de la salinidad se traducen en una disminución del **crecimiento** de la planta, por lo que es una de las principales amenazas para la

agricultura y medio ambiente (Martínez-Ballesta *et al.*, 2006). La salinidad afecta especialmente a los cultivos durante los estadios vegetativo y reproductivo, lo que da lugar a un menor desarrollo de la planta, reducción de la biomasa, menor rendimiento y crecimiento de los frutos (López-Berenguer *et al.*, 2006). En nuestros experimentos con plantas de brócoli de la variedad Marathon, se observó una disminución del crecimiento de la parte aérea y del tamaño de la inflorescencia al aumentar las concentraciones salinas (Fotografía 1).

Una parte significativa de la variación del nivel de **glucosinolatos** en la planta se debe a factores medioambientales y/o agronómicos, como el tipo de suelo o la intensidad en la fertilización (Fenwick *et al.*, 1983). Cultivares con distintos rangos de tolerancia a salinidad presentan diferencias en el contenido de glucosinolatos, siendo el cultivar más sensible a la salinidad el que presenta las mayores concentraciones de glucosinolatos (Qasim *et al.*, 2003). De este modo, el aumento, en condiciones salinas, del contenido de glucosinolatos en hoja joven e inflorescencia que se observa en nuestras plantas (Figura 1) podría estar relacionado con los mecanismos que desarrolla la planta para defenderse de las condiciones salinas. El contenido de glucosinolatos varía significativamente entre distintos tejidos y órganos (Brown *et al.*, 2003), de modo que las mayores concentraciones de glucosinolatos, en consistencia con su función en la defensa de la planta, se encuentra en los órganos reproductivos (semillas, flores, inflorescencias), seguido por las hojas jóvenes, raíces y hojas maduras (Grubb y Abel, 2006). En nuestras plantas de brócoli no se observaron diferencias significativas entre las hojas jóvenes

Tabla 2. Contenido de sodio, calcio, potasio, magnesio en hoja vieja, hoja joven e inflorescencia de plantas de brócoli crecidas bajo diferentes tratamientos salinos (0,40, 80 mM NaCl). Cada valor representa la media de cinco muestras \pm ES

	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Hoja joven				
Control	0,013 \pm 0,002a	0,039 \pm 0,005b	0,003 \pm 0,001a	0,057 \pm 0,003b
40 mM NaCl	0,222 \pm 0,020b	0,025 \pm 0,005ab	0,010 \pm 0,001b	0,039 \pm 0,005a
80 mM NaCl	0,364 \pm 0,030c	0,017 \pm 0,002a	0,004 \pm 0,001a	0,027 \pm 0,004a
Hoja vieja				
Control	0,007 \pm 0,001 a	0,005 \pm 0,000a	0,000 \pm 0,000a	0,069 \pm 0,003b
40 mM NaCl	0,308 \pm 0,026b	0,037 \pm 0,007b	0,002 \pm 0,000b	0,037 \pm 0,007a
80 mM NaCl	0,387 \pm 0,055b	0,024 \pm 0,002b	0,001 \pm 0,000a	0,031 \pm 0,005a
Inflorescencia				
Control	0,013 \pm 0,002 a	0,009 \pm 0,001a	0,004 \pm 0,001a	0,019 \pm 0,001a
40 mM NaCl	0,050 \pm 0,005b	0,005 \pm 0,001a	0,020 \pm 0,002c	0,033 \pm 0,003b
80 mM NaCl	0,080 \pm 0,007c	0,021 \pm 0,001b	0,013 \pm 0,002b	0,027 \pm 0,001b
(mmol /gpf)	Na⁺	Ca²⁺	K⁺	Mg²⁺
Hoja joven				
Control	2,90E-02 \pm 1,04E-03a	1,62E-01 \pm 1,05E-02b	6,09E-01 \pm 1,97E-02b	3,87E+00 \pm 2,18E-01b
40 mM NaCl	4,86E-01 \pm 2,36E-02b	9,90E-02 \pm 1,13E-02a	3,59E-01 \pm 2,73E-02a	1,76E+00 \pm 2,35E-01a
80 mM NaCl	5,65E-01 \pm 9,61E-03c	1,10E-01 \pm 1,04E-02a	2,83E-01 \pm 1,44E-02a	1,48E+00 \pm 1,57E-01a
Hoja vieja				
Control	3,25E-02 \pm 1,90E-03a	3,01E-01 \pm 2,28E-02b	7,46E-01 \pm 6,96E-02b	5,87E+00 \pm 4,49E-01b
40 mM NaCl	6,68E-01 \pm 4,09E-02b	1,54E-01 \pm 2,10E-02a	3,77E-01 \pm 3,42E-02a	2,05E+00 \pm 2,11E-01a
80 mM NaCl	7,03E-01 \pm 3,43E-02b	1,64E-01 \pm 1,15E-02a	2,69E-01 \pm 1,46E-02a	1,82E+00 \pm 1,71E-01a
Inflorescencia				
Control	1,34E-02 \pm 4,57E-04a	2,42E-02 \pm 1,13E-03a	4,50E-01 \pm 1,71E-02ab	2,16E+00 \pm 1,49E-01a
40 mM NaCl	1,73E-01 \pm 1,74E-02b	3,97E-02 \pm 6,20E-03a	4,80E-01 \pm 2,99E-02b	2,03E+00 \pm 1,56E-01a
80 mM NaCl	2,35E-01 \pm 2,73E-02b	6,40E-02 \pm 7,92E-03b	3,77E-01 \pm 1,65E-02a	2,29E+00 \pm 1,10E-01a

las plantas tratadas con 80 mM NaCl están dentro de los valores medios estimados la col blanca (45.1 mg 100g_{pf}⁻¹), las espinacas (96.4 mg 100g_{pf}⁻¹) o zanahorias (23.2 mg 100g_{pf}⁻¹).

El aumento del contenido de **fosfatos** en la inflorescencia con la salinidad las hace alimentos bastante ricos en fósforo, en comparación con los valores medios de otros vegetales comestibles como los guisantes (113 mg 100g_{pf}⁻¹) o las coles de Bruselas (84 mg 100g_{pf}⁻¹).

El aumento que sufre en la inflorescencia el contenido de **sulfatos** podría estar relacionado con el aumento que también se observó en el contenido de los glucosinolatos, ya que se ha relacionado la

presencia de sulfato con la expresión de los genes que regulan la biosíntesis de los glucosinolatos, aunque el mecanismo de regulación es aún desconocido (Grubb y Abel, 2006).

La concentración foliar (tanto en hoja vieja como en joven) de calcio, potasio y magnesio disminuye con los dos tratamientos salinos estudiados aproximadamente un 50 %. Aún así, la ingesta de una ración (200 g) de inflorescencias de brócoli cultivadas en condiciones salinas nos aportaría aproximadamente 20-35 % de la ingesta de cationes diaria recomendada ya que el brócoli es un alimento rico en estos cationes comparado con otros alimentos vegetales.

Conclusión

Compuestos como los glucosinolatos, compuestos fenólicos y vitamina C son capaces de actuar en la defensa de la planta ante situaciones de estrés. Las alteraciones que muestran estos compuestos en condiciones salinas los implicaría en los mecanismos de tolerancia a la salinidad o, al menos, como un rasgo que ayudaría a definir es tolerancia. El incremento de estos compuestos en las plantas de brócoli crecidas en condiciones de salinidad, supone un valor añadido para estas plantas ya que se vería incrementado su **valor nutricional**. En el caso de los minerales, los cambios que muestran en condiciones salinas son mas complejos de describir, pero, en general, los descensos de

los iones que observamos no son significativos desde el punto de vista nutricional, ya que siguen superando los valores de otros vegetales.

Por lo tanto, a pesar de los descensos del crecimiento y por lo tanto de rendimiento en la producción de inflorescencias en condiciones de salinidad, podemos observar, que una salinidad moderada (4 o 5 dS m⁻¹), produce descensos no demasiado acusados de rendimiento, pero incrementa los valores nutricionales de las inflorescencias en las plantas de brócoli.

Referencias

- Agarwa, S, Pandey V** (2004) Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia*. *Biologia Plantarum* 48, 555-560.
- Abercrombie JM, Farnham MW, Rushing JW** (2005) Genetic combining ability of glucoraphanin level and other horticultural traits of broccoli. *Euphytica* 143, 145-151.
- Bañuelos GS, Pasakdee S, Finley JW** (2003) Growth-response and selenium and boron distribution in broccoli varieties irrigated with poor quality water. *Journal of Plant Nutrition* 26, 2537-2549
- Belizt HD, Grosch W, Schieberle P** (2004) Vitamins. In *Food Chemistry*, H.D. Belizt, W.Grosch, and P.Schieberle, eds (Berlin: Springer), pp. 409-426.
- Bellostas N, Sorensen AD, Sorensen JC, Sorensen H** (2007) Genetic variation and metabolism of glucosinolates. *Advances in Botanical Research* 45, 369-415
- Brown PD, Tokuhisa JG, Reichelt M, Gershenzon J** (2003) Variation of glucosinolate accumulation among different organs and developmental stages of *Arabidopsis thaliana*. *Phytochemistry* 62, 471-481.
- Carvajal M, Cerdá A, and Martínez V.** (2000) Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders. *Plant Growth Regulation* 30, 37-47.
- De Pascale S, Maggio A, Barbieri G** (2005) Soil salinization affects growth, yield and mineral composition of cauliflower and broccoli. *European Journal of Agronomy* 23, 254-264.
- Farnham MW, Hale AJ, Grusak MA, Finley JW** (2007) Genotypic and environmental effects on selenium concentration of broccoli heads grown without supplemental selenium fertilizer. *Plant Breeding* 126, 195-200
- Fenwick GR, Heaney RK, Mullin WJ** (1983) Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 18, 123-201.
- Grattan SR, Grieve CM** (1998) Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae* 78, 127-157
- Grubb CD, Abel S** (2006) Glucosinolate metabolism and its control. *Trends in Plant Science* 11, 89-100.
- Jeffery EH, Brown AF, Kurilich AC, Keck AS, Matusheski N, Klein BP, Juvik JA** (2003) Variation in content of bioactive components in broccoli. *Journal of Food Composition and Analysis* 16, 323-330
- Krumbein A, Schonhof I, Ruhlmann J, Widell S** (2001) Influence of sulphur and nitrogen supply on flavour and health-affecting compounds in Brassicaceae. In *Plant Nutrition - Food security and sustainability of agro-ecosystems*, W. J. Horst ed (Netherlands: Kluwer Academic Publisher) pp. 294-295
- Kushad MK, Brown AF, Kurilich AC, Juvik JA, Klein BP, Walling MA, Jeffery EH** (1999) Variation of glucosinolates in vegetable crops of Brassica oleracea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47, 1541-1548
- Lauchli A, Epstein E** (1990) Plant responses to saline and sodic conditions. In *Agriculture Salinity Assessment and Management*, K.K.Tanji, ed (American Society of Civil Engineering), pp. 113-137.
- López-Berenguer C, García-Viguera C, Carvajal M** (2006). Are root hydraulic conductivity response to salinity controlled by aquaporins in broccoli plants? *Plant and Soil* 279, 13-23.
- López-Pérez L, Fernández-García N, Olmos E, Carvajal M,** (2007). The Phi thickening in roots of broccoli plants: An acclimation mechanism to salinity? *International Journal of Plant Science* 168, 1141-1149
- Martinez-Ballesta MC, Silva C, López-Berenguer C, Cabañero FJ, Carvajal M** (2006) Plants aquaporins: New perspectives on water and nutrient uptake in saline environment. *Plant Biology* 8: 535-546
- Moore JP, Westall KL, Ravenscroft N, Farrant JM, Lindsey GG, Brandt WF** (2005) The predominant polyphenol in the leaves of the resurrection plant *Myrothamnus flabellifolius*, 3,4,5 tri-O-galloylquinic acid, protects membranes against desiccation and free radical-induced oxidation. *Biochemical Journal* 385, 301-308.
- Parida AK, Das AB** (2004) Effects of NaCl stress on nitrogen and phosphorous metabolism in a true mangrove *Bruguiera parviflora* grown under hydroponic culture. *Journal of Plant Physiology* 161, 921-928.
- Paschold P, Kleber J, Adam S, Bogner A, Tauscher B** (2000) Einfluss von Bewässerung und N-Düngung auf Ertrag und Sulforaphangehalt von Brokkoli (*Brassica oleracea*). Proceedings of the 35th conference of the German Society of Quality Research, Karlsruhe, pp. 57-66
- Qasim M, Ashraf M, Ashraf M Y, Rehman SU, Rha ES** (2003) Salt-induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance. *Biologia Plantarum* 46, 629-632.
- Rangkadiok N, Nicolas ME, Bennett RN, Eagling DR, Kadmiel RR, Taylor PWJ** (2004) The effect of sulfur fertilizer on glucoraphanin levels in broccoli (*B. oleracea L. var. italica*) at different growth stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52, 2632-2639.
- Shannon MC** (1998) Adaptation of plants to salinity. *Advances in Agronomy* 60, 75-119.
- Schonhof I, Blankenburg D, Iler S, Krumbein A** (2007) Sulfur and nitrogen supply influence growth, product appearance, and glucosinolate concentration of broccoli. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 170, 65-72
- Schreiner M** (2005) Vegetable crop management strategies to increase the quantity of phytochemicals. *European Journal of Nutrition* 44, 85-94
- Thiyam U, Stockmann H, Felde TZ, Schwarz K** (2006) Antioxidative effect of the main sinapic acid derivatives from rapeseed and mustard oil by-products. *European Journal of Lipid Science and Technology* 108, 239-248.
- Tattini M, Galardi C, Pinelli P, Massai R, Remorini D, Agati G** (2004) Differential accumulation of flavonoids and hydroxycinnamates in leaves of *Ligustrum vulgare* under excess light and drought stress. *New Phytologist* 163, 547-561.
- Vallejo F, Tomas-Barberan FA, Benavente-Garcia AG, Garcia-Viguera C** (2003b) Total and individual glucosinolate contents in inflorescences of eight broccoli cultivars grown under various climatic and fertilisation conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83, 307-313



Foto1. Planta de brócoli



Foto 2. Plantas de brócoli crecidas con los tratamientos salinos

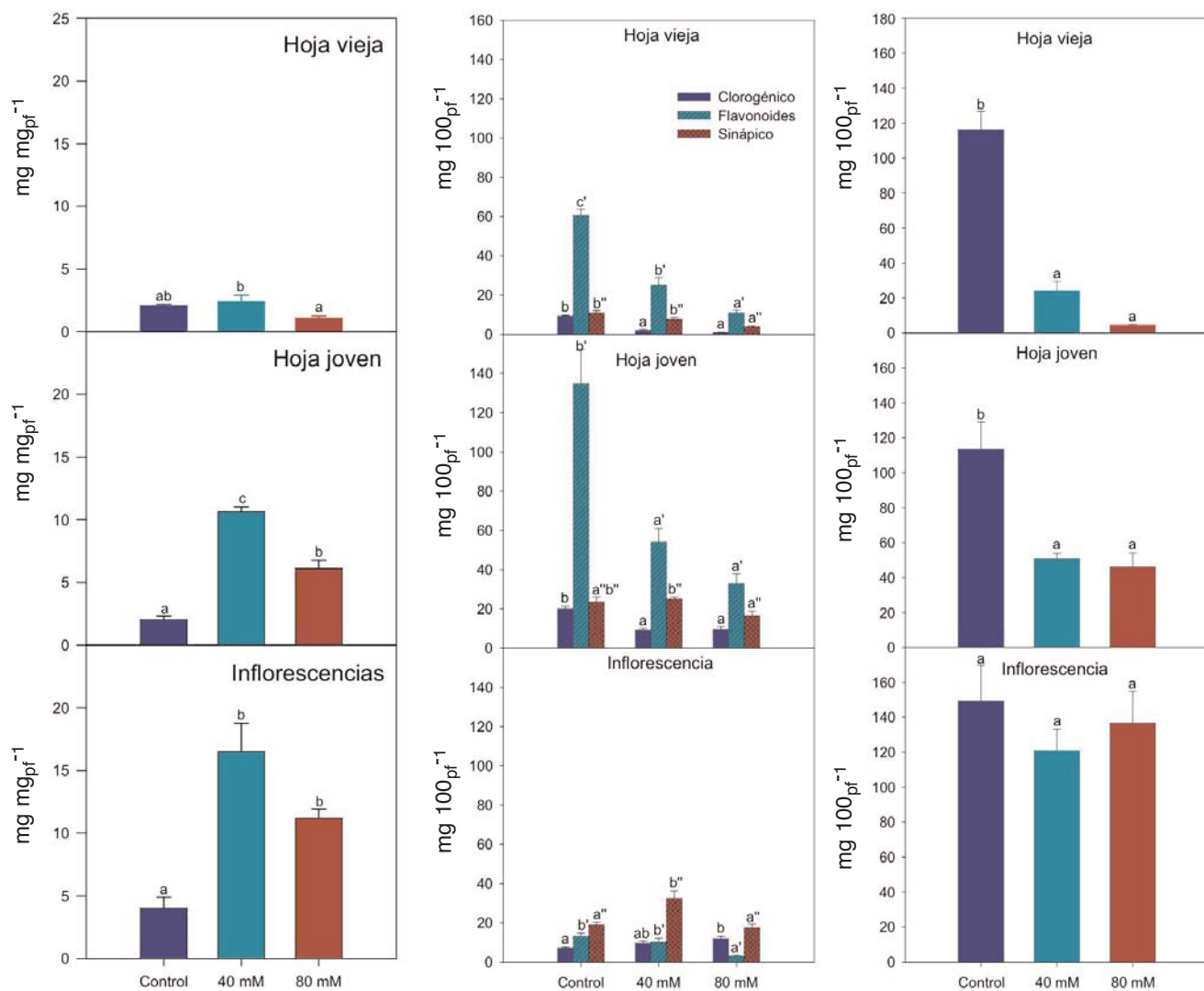


Figura 1. Contenido de glucosinolatos , compuestos fenólicos y vitamina C en hoja vieja, hoja joven e inflorescencia de plantas de brócoli crecidas bajo diferentes tratamientos salinos (0,40, 80 mM NaCl). Cada barra representa la media de cinco muestras ± ES