

VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE COSECHA DE BRÓCOLI PARA LA GENERACIÓN DE PRODUCTOS NUTRACÉUTICOS

Borghese Carla^{A,B}, Stoffel María Micaela^{A,C}

^ALaboratorio de Investigaciones en Fisiología y Biología Molecular Vegetal (LIFiBVe), Facultad de
Ciencias Agrarias UNL

^BCientibecaria UNL

^CAdscripta en investigación

Área: Ingeniería

Sub-área: Agronomía

Grupo: X

Palabras clave: Brócoli, Selenio, Propiedades nutraceuticas.

INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) se ha convertido en un vegetal popular en varias partes del mundo debido a su gran valor nutricional, bajo poder calórico, alto contenido de fibra, importantes niveles de ácido ascórbico, vitaminas, minerales y por su amplio rango de compuestos anticancerígenos y antioxidantes (King y col, 1994a, b; Buchert y col, 2011).

A su vez, el brócoli es una hortaliza acumuladora de Selenio, elemento cuya deficiencia en la dieta humana está asociada a desórdenes de salud que se relacionan a condiciones de estrés oxidativo, hipotiroidismo, enfermedades cardiovasculares y cáncer. El Selenio incorporado adecuadamente en la alimentación aporta beneficios a largo plazo que ayudan a prevenir la aparición de las mencionadas enfermedades (Kotrebai y col., 2000; Whanger y col., 2000; Whanger, 2002; Ellis y col, 2003; Alissa y col., 2009; Houston, 2010).

Dado que en los últimos años ha crecido el interés y consumo de productos de origen vegetal que, además de contener alto valor nutricional, otorgan beneficios a la salud de los consumidores; es que nuestro equipo de investigación se encuentra focalizado en el incremento de las propiedades nutricionales de brócoli mediante la biofortificación con Selenio (Muñoz, 2016).

Por otra parte, las cabezas (pellas) de brócoli constituyen la parte del vegetal más apreciada para el consumo; sin embargo, sólo representan el 25% de la biomasa aérea total de la planta. Como consecuencia de ello, la producción comercial de brócoli genera una gran cantidad de residuos de cosecha (hojas y tallos) sin utilidad alimentaria, ganadera o industrial con un importante impacto medioambiental. Por lo tanto, existe una tendencia mundial en constante crecimiento hacia la conversión de los subproductos de brócoli en productos con un alto valor añadido (Dominguez-Perales y col., 2011).

Teniendo en consideración que estos residuos de cosecha se podrían aprovechar para su utilización en la generación de suplementos dietarios, en este trabajo se analizó el efecto de la suplementación foliar con Selenio sobre parámetros de calidad nutricional en hojas de brócoli cv. Belstar.

OBJETIVO

Analizar el poder nutraceutico de los residuos de cosecha (hojas) de plantas de brócoli biofortificadas con Selenio para el futuro desarrollo de suplementos dietarios con gran

Proyecto: PICT-2015-0142. Efecto de la biofortificación con selenio sobre la senescencia poscosecha y parámetros nutricionales de brócoli.

Director de Proyecto, Cientibeca y Adscripción: Dr. Fernando Muñoz.

Co-Director Cientibeca y Adscripción: Dr. Carlos Bouzo.

valor agregado; capaces de ayudar a reducir el riesgo de aparición de enfermedades no transmisibles.

METODOLOGÍA

Se trabajó con el híbrido comercial cv. Belstar (Bejo), cuyos plantines fueron trasplantados dentro del Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales (CECIF) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral (FCA-UNL) para su crecimiento bajo condiciones estándares a campo, según parámetros determinados por la Agencia de Extensión Rural del INTA Monte Vera para cultivos hortícolas de la zona Santa Fe. Luego de 3 meses de cultivo y durante la formación temprana de las pellas (inicio del botón floral), las plantas fueron tratadas, mediante aplicación foliar con mochila manual, con soluciones conteniendo Selenato (T1) o Selenito (T2) de sodio en presencia del coadyuvante Rizospray Extremo® (0,1%). Dichos tratamientos fueron repetidos nuevamente a la semana de la primera aplicación para obtener una dosis final de 100 g ha⁻¹ de Selenio. Los tratamientos control (TC) fueron realizados mediante la aplicación de agua en presencia del coadyuvante.

Una vez finalizado el desarrollo de las plantas de brócoli, se procedió a la cosecha, cuando las pellas se encontraban con un criterio óptimo de calidad comercial (forma esférica, maduración de grano uniforme, granos semi-gruesos a finos y compactos); hacia finales de diciembre 2016.

Finalmente, se valoró la calidad nutricional de los residuos de dicha cosecha (hojas), a través del análisis en laboratorio de la variación de parámetros productivos (peso fresco, materia seca) y nutricionales (contenido de proteína soluble, compuestos fenólicos, expresados como mg equivalentes de ácido gálico g⁻¹ PF tejido y actividad antioxidante total, expresada como mg equivalentes de ácido ascórbico g⁻¹ PF tejido (Kusznierewicz y col., 2008)).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos mostraron un incremento del 25 y 35% en el contenido de materia seca de hoja para los tratamientos T1 (100 g ha⁻¹ Selenato) y T2 (100 g ha⁻¹ Selenito) respecto al control; lo que sugiere que la aplicación de Selenio permitiría aumentar la acumulación de materia seca (**Figura 1**). Teniendo en consideración la relación directa que existe entre este parámetro analizado y el valor nutricional en los tejidos vegetales, se decidió evaluar el efecto de las distintas sales de Selenio sobre el contenido de proteína soluble, compuestos fenólicos y actividad antioxidante total en hojas y en pellas, como parámetros de calidad nutricional.

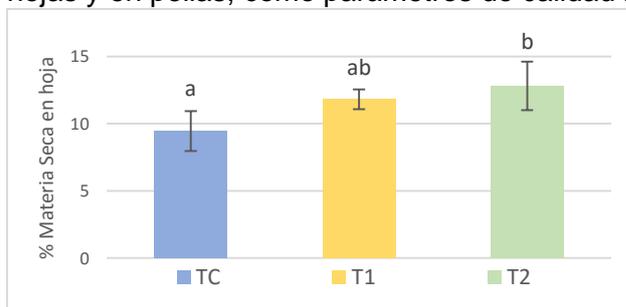


Figura 1: Contenido de materia seca en hojas de plantas de brócoli tratadas con Selenio. TC: tratamiento control, T1: 100 g ha⁻¹ Selenato y T2: 100 g ha⁻¹ Selenito. Letras distintas indican diferencias significativas (ANAVA, test LSD Fisher, p<0,05). Barras: SD.

En la **Figura 2** se observa que el tratamiento T1 produjo un incremento del 85 % en el contenido de proteínas solubles; sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas para el tratamiento T2. Mediante el análisis del contenido de compuestos fenólicos se pudo establecer que tanto en hojas como en pellas no existieron diferencias significativas con el control para ambos tratamientos (**Tabla 1**). A su vez, los resultados demostraron que las hojas acumularon la mayor

Proyecto: PICT-2015-0142. Efecto de la biofortificación con selenio sobre la senescencia poscosecha y parámetros nutricionales de brócoli.

Director de Proyecto, Cientibeca y Adscripción: Dr. Fernando Muñoz.

Co-Director Cientibeca y Adscripción: Dr. Carlos Bouzo.

**XXI ENCUENTRO DE JÓVENES INVESTIGADORES
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
3 y 4 de Octubre de 2017**

proporción de estos compuestos respecto de las pellas; y que el tratamiento con Selenito incrementó significativamente en un 25% la relación de los mismos entre hojas y pellas (**Figura 3**).

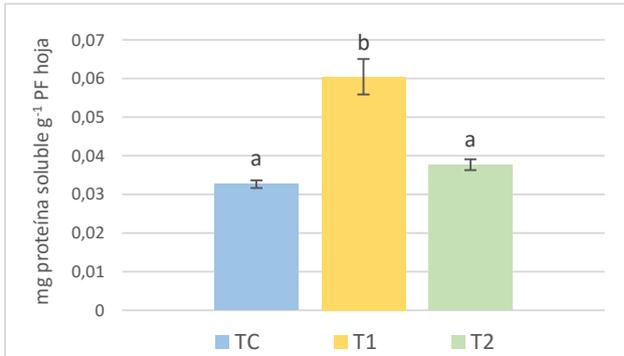


Figura 2: Contenido de proteína soluble en hojas de plantas de brócoli tratadas con Selenio. TC: tratamiento control, T1: 100 g ha⁻¹ Selenato y T2: 100 g ha⁻¹ Selenito. Letras distintas indican diferencias significativas (ANAVA, test LSD Fisher, p≤0,05). Barras: SD.

Tabla 1: Contenido de compuestos fenólicos en hojas y pellas de plantas de brócoli tratadas con Selenio. TC: tratamiento control, T1: 100 g ha⁻¹ Selenato y T2: 100 g ha⁻¹ Selenito. Letras distintas indican diferencias significativas (ANAVA, test LSD Fisher, p≤0,05). Barras: SD.

	mg equivalentes ác. gálico g ⁻¹ PF tejido	
	Hoja	Pella
TC	0,90 ± 0,08a	0,56 ± 0,07a
T1	0,96 ± 0,04a	0,63 ± 0,1a
T2	1,02 ± 0,07a	0,55 ± 0,08a

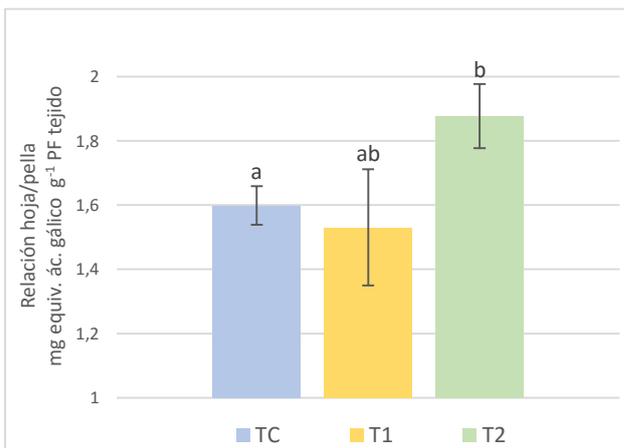


Figura 3: Relación de acumulación de compuestos fenólicos entre hojas y pellas de plantas de brócoli tratadas con Selenio. TC: tratamiento control, T1: 100 g ha⁻¹ Selenato y T2: 100 g ha⁻¹ Selenito. Letras distintas indican diferencias significativas (ANAVA, test LSD Fisher, p≤0,05). Barras: SD.

Finalmente, se pudo determinar que los tratamientos foliares con sendas soluciones de Selenato y Selenito no tuvieron efecto significativo sobre la capacidad antioxidante total de los tejidos (**Tabla 2**). A su vez, se puede observar que la mayor actividad antioxidante se encontró en hojas y que la relación existente entre los diferentes tejidos (hoja/pella) se mantuvo sin variación por los distintos tratamientos.

Tabla 2: Actividad antioxidante total de hojas y pellas de plantas de brócoli tratadas con Selenio. TC: tratamiento control, T1: 100 g ha⁻¹ Selenato y T2: 100 g ha⁻¹ Selenito. Letras distintas indican diferencias significativas (ANAVA, test LSD Fisher, p≤0,05). Barras: SD.

	mg equivalentes de ác. ascórbico g ⁻¹ PF tejido		
	Hoja	Pella	Relación Hoja/Pella
TC	0,58 ± 0,04a	0,38 ± 0,1a	1,52 ± 0,3a
T1	0,61 ± 0,09a	0,49 ± 0,07a	1,24 ± 0,18a
T2	0,54 ± 0,04a	0,41 ± 0,03a	1,31 ± 0,2a

CONCLUSIÓN

En función de los resultados obtenidos se puede sugerir que la aplicación de Selenio sobre el cultivo de brócoli estaría otorgando un agregado de valor a los residuos de cosecha, mediante el incremento en el contenido de materia seca. Por otra parte, se pudo determinar que la variación en el contenido de proteínas solubles fue dependiente del tipo de sal de selenio utilizada. Finalmente, mediante la comparación entre los diferentes tejidos se pudo establecer que las hojas presentaron un mayor contenido de compuestos fenólicos y de actividad antioxidante total que las pellas; por lo que se podría proponer la utilización de estos subproductos como posible fuente para la elaboración de productos nutracéuticos.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Alissa, E.M., Ahmed, W.H., Al-ama, N., Ferns, G.A.**, 2009. Selenium status and cardiovascular risk profile in healthy adult Saudi males. *Molecules*, 14, 141-159.
- Buchert, A.M., Civello, P.M., Martinez, G.A.**, 2011. Chlorophyllase versus pheophytinase as candidates for chlorophyll dephytylation during senescence of broccoli. *Journal of plant physiology*, 168, 337-343.
- Dominguez-Perales, R., Moreno, D.A., Carvajal, M., Garcia-Viguera, C.**, 2011. Composition and antioxidant capacity of a novel beverage produced with green tea and minimally-processed byproducts of broccoli. *Innov Food Sci and Emerg Tech*, 12, 361-368.
- Ellis, D.R., Salt, D.E.**, 2003. Plants, selenium and human health. *Current opinion in plant biology*, 6, 273-279.
- Houston, M.C.**, 2010. The role of cellular micronutrient analysis, nutraceuticals, vitamins, antioxidants and minerals in the prevention and treatment of hypertension and cardiovascular disease. *Therapeutic advances in cardiovascular disease*, 4, 165-183.
- King, G., Morris, S.**, 1994a. Early compositional changes during postharvest senescence of broccoli. *J Am Soc Hortic Sci*, 119, 1000-1005.
- King, G., Morris, S.**, 1994b. Physiological changes of broccoli during early postharvest senescence and through the preharvest-postharvest continuum. *J Am Soc Hortic Sci*, 119, 270-275.
- Kotrebai, M., Birringer, M., Tyson, J.F., Block, E., Uden, P.C.**, 2000. Selenium speciation in enriched and natural samples by HPLC-ICP-MS and HPLC-ESI-MS with perfluorinated carboxylic acid ion-pairing agents. *The Analyst*, 125, 71-78.
- Kusznierewicz, B., Bartoszek, A., Wolska, L., Drzewiecki, J., Gorinstein, S., Namiesnik, J.**, 2008. Partial characterization of white cabbages (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) from different regions by glucosinolates, bioactive compounds, total antioxidant activities and proteins. *LWT*, 41, 1-9.
- Muñoz, F.**, 2016. Biofortificación de Brócoli. In: (ASAHO), A.A.D.H. (Ed.), 39º CONGRESO ARGENTINO DE HORTICULTURA, Santa Fe, Santa Fe, Argentina.
- Whanger, P.D.**, 2002. Selenocompounds in plants and animals and their biological significance. *Journal of the American College of Nutrition*, 21, 223-232.
- Whanger, P.D., Ip, C., Polan, C.E., Uden, P.C., Welbaum, G.**, 2000. Tumorigenesis, metabolism, speciation, bioavailability, and tissue deposition of selenium in selenium-enriched ramps (*Allium tricoccum*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 48, 5723-5730.