

# Evaluación de principios bioactivos del bróquil de Huesca.

Sonia Laguna<sup>1</sup>, Raquel Zufiaurre<sup>1,4</sup>, Celia Montaner<sup>1,3</sup> y Cristina Mallor<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda. de Montañana 930, 50059 Zaragoza; <sup>2</sup> Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza (UZ). Ctra. de Cuarte s/n, 22071 Huesca; <sup>3</sup> Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA – UZ). <sup>4</sup> Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón- IUCA-Universidad de Zaragoza.



El bróquil pertenece a la familia *Brassicaceae* y a la especie *Brassica oleracea* L. var. *italica*. Es una verdura típica de invierno de algunas comarcas de la provincia de Huesca. La parte aprovechable para el consumo está formada por hijuelos de hojas tiernas que rodean a una inflorescencia central de tamaño variable, lo que diferencia dos variantes, el bróquil pellado, con inflorescencias de mayores dimensiones en forma de pequeñas pellas, y el bróquil verde, cuyas inflorescencias en el momento de la recolección, o no se han desarrollado o son minúsculas, por lo que se consume mayoritariamente hoja. El cultivo y aprovechamiento suele hacerse para autoconsumo y para el suministro de mercados de proximidad. En la actualidad sólo hay cuatro variedades en cultivo, dos pellas y dos verdes. Éstas se conservan gracias a la labor realizada por los viveristas locales, que se ven obligados a multiplicar su propia semilla dado que no existen variedades comerciales.

La especie *B. oleracea* L. es rica en compuestos con actividad antioxidante (vitamina C, fenoles, flavonoides, antocianinas, ...) además de en glucosinolatos, compuestos del metabolismo secundario a los que se les atribuye protección frente a infecciones y determinados procesos cancerígenos. En el caso concreto del bróquil no se conoce el contenido de dichos compuestos.

## Objetivo

Evaluar el contenido de vitamina C, fenoles totales, flavonoides totales, antocianinas totales, actividad antioxidante y glucosinolatos totales en cuatro variedades de bróquil de Huesca.

## Material y métodos

### MATERIAL VEGETAL

"Pellado Barbereta" "Verde Barbereta" "Pellado Oliván" "Verde Oliván". Testigo: brócoli comercial

### PROCESADO

MUESTREO  
LIMPIEZA Y TROCEADO  
CONGELADO (-18C)  
LIOFILIZACIÓN  
TRITURADO  
COSERVACIÓN

### EXTRACCIÓN

### ANÁLISIS

Metodología: ESPECTROFOTOMETRÍA UV-VIS

### Procedimientos

Vitamina C: Naguib et al., 2012

Glucosinolatos: Mawlong et al. 2012

Fenoles totales: Porter, 2012

Flavonoides: Kamtekar et al., 2014

Antocianinas: Kuskoski et al., 2005

Actividad antioxidante: Armesto et al., 2012

## Resultados

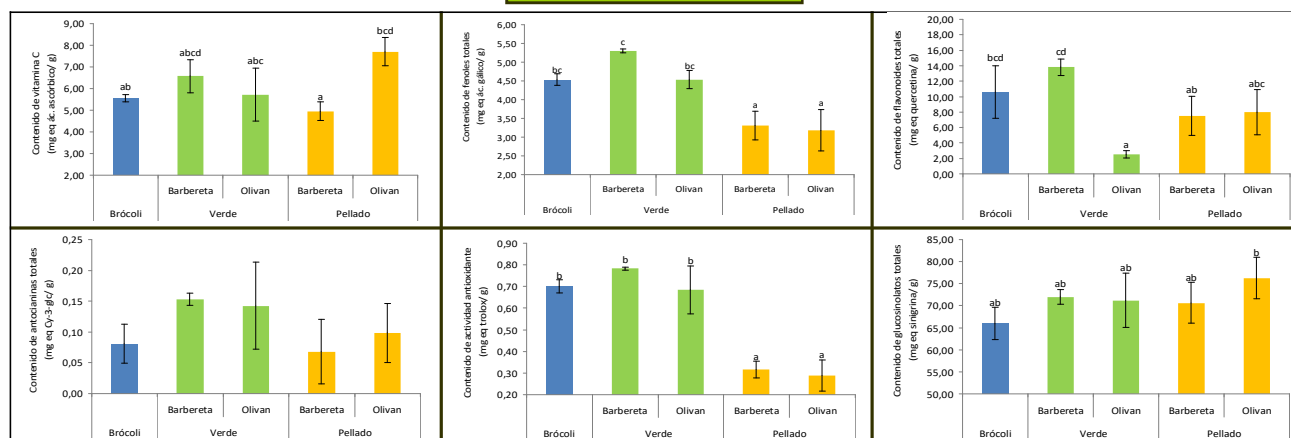


Fig. 1. Contenido de vitamina C, fenoles totales, flavonoides totales, antocianinas totales, actividad antioxidante y glucosinolatos totales (x±sd) en bróquil y brócoli testigo. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas entre grupos (Tukey b, p<0.05).

## Conclusiones

- Los resultados obtenidos confirman el potencial del bróquil como fuente natural de antioxidantes y glucosinolatos.
- En general, los genotipos de bróquil pellado se caracterizan por presentar menor actividad antioxidante y contenido de fenoles, así como contenidos similares de glucosinolatos en comparación con el bróquil verde.
- La diversidad encontrada entre los genotipos estudiados indica el interés de continuar evaluando los compuestos bioactivos de esta hortaliza.

## **Evaluación de principios bioactivos del bróquil de Huesca.**

Sonia Laguna<sup>1</sup>, Raquel Zufiaurre<sup>1,4</sup>, Celia Montaner<sup>1,3</sup> y Cristina Mallor<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza.

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA).

<sup>3</sup> Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza).

<sup>4</sup> Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón- IUCA-Universidad de Zaragoza.

**Palabra clave:** *Brassica oleracea var italica*, diversidad, cultivo tradicional, hortaliza, verdura

### **RESUMEN**

El bróquil es una verdura tradicional de la huerta de Huesca que se engloba en lo que genéricamente se conoce como coles (*Brassica oleracea* L.). Se cultiva en ciclo de invierno en pequeñas superficies para autoconsumo o para mercados de proximidad. Es muy apreciado por su peculiar sabor. Existen dos variantes, el bróquil pellado y el bróquil verde. Las diferentes formas hortícolas de *B. oleracea* L. se caracterizan por tener altos contenidos de principios bioactivos, entre los que destacan diversos compuestos antioxidantes (vitamina C y compuestos fenólicos) y los glucosinolatos (compuestos azufrados específicos de las brásicas). Sin embargo, no existen estudios sobre dichos compuestos en el bróquil. Por ello el objetivo principal de este trabajo consistió en evaluar el contenido en vitamina C, fenoles totales, flavonoides, antocianinas, actividad antioxidante y glucosinolatos presentes en las cuatro variedades actualmente cultivadas de bróquil en Huesca. Se utilizó como testigo brócoli comercial. Los resultados muestran que hay diferencias significativas en el contenido de principios bioactivos entre las muestras analizadas. Para todos los principios estudiados las muestras de bróquil mostraron contenidos similares o significativamente superiores al brócoli. En líneas generales las variedades de bróquil pellado se caracterizaron por presentar menor contenido de fenoles, flavonoides y actividad antioxidante y similares contenidos de glucosinolatos en comparación con el bróquil verde.

### **INTRODUCCIÓN**

El bróquil pertenece a la familia *Brassicaceae* y a la especie *Brassica oleracea* L. var. *italica*. Es una verdura típica de invierno en algunas comarcas de la provincia de Huesca. La parte aprovechable para el consumo está formada por hijuelos de hojas tiernas que rodean a una inflorescencia central de tamaño variable, lo que diferencia dos variantes, el bróquil pellado, con inflorescencias de mayores dimensiones en forma de pequeñas pellas, y el bróquil verde, cuyas inflorescencias en el momento de la recolección, o no se han desarrollado o son minúsculas, por lo que se consume mayoritariamente hoja. El cultivo y aprovechamiento suele hacerse para autoconsumo, para el suministro de mercados de proximidad. En la actualidad sólo hay cuatro variedades en cultivo, dos pellas y dos verdes. Éstas se conservan gracias a la labor realizada por los viveristas locales, que están obligados a multiplicar su propia semilla dado que no existen variedades comerciales.

Las distintas formas de la especie *B. oleracea* L. se caracterizan por sus propiedades bioactivas. Son ricas en compuestos con actividad antioxidante como vitamina C, fenoles, flavonoides y antocianinas. Además, las brásicas sintetizan glucosinolatos, compuestos del metabolismo secundario que contribuyen a la defensa de las plantas frente al ataque de

insectos y patógenos. Los glucosinolatos también tienen propiedades beneficiosas para la salud humana, puesto que se les atribuye protección frente a infecciones y determinados procesos cancerígenos. La bibliografía señala a las distintas formas del grupo *italica* como las más destacadas en cuanto a la acumulación de estos compuestos (Rodríguez-Hernández et al., 2017). En el caso concreto del bróquil no se conoce el contenido de dichos compuestos, por lo que el objetivo principal de este trabajo consistió en evaluar contenidos de vitamina C, fenoles totales, flavonoides totales, antocianinas totales, actividad antioxidante y glucosinolatos totales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal utilizado en este trabajo estuvo formado por las entradas que en la actualidad están en cultivo, y que fueron adquiridas en los viveros locales Barbereta y Oliván (Huesca). En concreto, una entrada de bróquil verde y una de pellado de cada uno de los viveros. Como testigo se utilizó brócoli comercial. Las muestras, adquiridas en forma de plantero en los citados viveros, se cultivaron conjuntamente en una parcela experimental siguiendo las prácticas habituales en la zona para este cultivo. Para la implantación del cultivo en campo se siguieron las premisas de un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones por entrada. En el momento de la madurez comercial se cosecharon tres plantas por repetición. Tras la cosecha se eliminaron las partes no aprovechables de cada una de las plantas, preservando la parte comestible para su posterior troceado y congelación. Las muestras congeladas se liofilizaron, se trituraron y se guardaron a 4°C preservadas de luz y humedad hasta el momento del análisis.

Para la cuantificación de los parámetros estudiados se emplearon métodos analíticos basados en la espectrofotometría UV-VIS, previa extracción de los mismos con disolventes polares (metanol/agua). Para la determinación de vitamina C y fenoles totales se siguió el procedimiento colorimétrico de Folin-Ciocalteu, según lo descrito por Naguib et al. (2012) para Vitamina C y para fenoles totales el descrito por Porter (2012). El método utilizado para la determinación de flavonoides totales fue el método colorimétrico de cloruro de aluminio (Kamtekar et al., 2014). Para la determinación de antocianinas totales se utilizó el método del pH diferencial (Porter, 2012 y Kuskoski et al., 2005). Para la medición de la actividad antioxidante, se optó por el método indirecto del radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo), por ser el más utilizado en la bibliografía consultada (Armesto et al., 2012, Moure et al., 2001, Bhandari y Kwak, 2015 y Ahmed et al., 2012). El método seleccionado para determinar glucosinolatos totales fue el espectrofotométrico del tetracloruropaladato de sodio (Mawlong et al., 2017 e Ishida et al., 2012). Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente con el programa SPSS statistics free trial para determinar parámetros descriptivos y realizar el análisis de la varianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros estudiados se muestran en la figura 1. Para vitamina C existen diferencias significativas entre las muestras. El bróquil verde y pellado presentan valores similares o superiores al brócoli. Con respecto a fenoles totales existen diferencias significativas entre las muestras. El bróquil verde de Barbereta presentó el mayor contenido en fenoles totales, mostrando diferencias significativas con el resto de muestras. Por otro lado, los contenidos de fenoles totales de las muestras de bróquil pellado fueron significativamente inferiores al bróquil verde y al brócoli. Para flavonoides totales, existen diferencias significativas entre las muestras. El bróquil verde muestra dife-

rencias entre los genotipos Barbereta y Oliván. El bróquil pellado no presenta diferencias significativas entre sí, ni con el brócoli. Para antocianinas totales no existen diferencias significativas. En este caso cabe señalar la dispersión de los datos analíticos intravarietales probablemente debida a la falta de reproducibilidad del análisis. En posteriores trabajos será necesario hacer algunas modificaciones en el método para solventar este problema. Para la actividad antioxidante existen diferencias significativas entre las muestras. El bróquil verde tiene valores similares al brócoli y superiores al pellado. Para glucosinolatos totales se detectaron diferencias significativas entre las muestras. Los contenidos del bróquil fueron similares o superiores al brócoli.

En general, los genotipos de bróquil pellado se caracterizan por presentar menor actividad antioxidante y contenido de fenoles, así como contenidos similares de glucosinolatos en comparación con el bróquil verde.

Los resultados obtenidos confirman el potencial del bróquil como fuente natural de antioxidantes y glucosinolatos. Además, la diversidad encontrada entre los genotipos estudiados indica el interés de continuar evaluando los compuestos bioactivos de esta hortaliza. En este sentido, los genotipos analizados en este trabajo forman parte de la colección del Banco de Germoplasma Hortícola de Zaragoza del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (BGHZ-CITA), que también conserva otras muestras de bróquil, con las que ya se ha trabajado en su caracterización morfológica (Montaner et al., 2018).

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el grupo de Producción Vegetal Sostenible (PROVESOS, Ref. A11\_17R) del Gobierno de Aragón, cofinanciado con el Programa Operativo FEDER Aragón 2014-2020, y el proyecto financiado por el INIA RFP2015-00012-00-00. La beca de investigación de los XXI Premios Félix de Azara (Diputación Provincial de Huesca) permitirá continuar la línea de investigación.

#### REFERENCIAS

- Ahmed, N. U., Park, J. I., Seo, M. S., Kumar, T. S., Lee, I. H., Park, B. S., y Nou, I. S. 2012. Identification and expression analysis of chitinase genes related to biotic stress resistance in Brassica. *Molecular biology reports*, 39(4), 3649-3657.
- Armesto, J., Carballo, J., y Martínez, S. 2012. Capacidad antioxidante y contenido en fenoles totales de la berza. <https://previa.uclm.es/area/cta/cesia2012/cd/PDFs/4-BIO/BIO-P08T.pdf>.
- Bhandari, S. R., y Kwak, J. H. 2015. Chemical composition and antioxidant activity in different tissues of Brassica vegetables. *Molecules*, 20, 1228-1243.
- Ishida, M., Nagata, M., Ohara, T., Kakizaki, T., Hatakeyama, K., y Nishio, T. 2012. Small variation of glucosinolate composition in Japanese cultivars of radish (*Raphanus sativus* L.) requires simple quantitative analysis for breeding of glucosinolate component. *Breeding science*, 62(1), 63-70.
- Kamtekar, S., Keer, V., y Patil, V. 2014. Estimation of phenolic content, flavonoid content, antioxidant and alpha amylase inhibitory activity of marketed polyherbal formulation. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4(9), 61-65.
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., y Fett, R. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*, 25(4), 726-732.

- 
- Mawlong, I., Sujith Kumar, M. S., Gurung, B., Singh, K. H., y Singh, D. 2017. A simple spectrophotometric method for estimating total glucosinolates in mustard de oiled cake. *International Journal of Food Properties*, 20(12), 3274-3281.
- Montaner, C., Zufiaurre, R., Mallor, C. 2018. Caracterización morfológica y evaluación productiva de 11 entradas de bróquil (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) conservadas en el Banco de Germoplasma Hortícola de Zaragoza (BGHZ-CITA). *Actas de Horticultura*, 80, 30-33.
- Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Manuel Domínguez, J., Sineiro, J., Domínguez, H., Parajó, J. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72(2), 145-1.
- Naguib, A., El-Baz, F. K., Salama, Z. A., Hanaa, H., Ali, H. F., y Gaafar, A. A. 2012. Enhancement of phenolics, flavonoids and glucosinolates of broccoli (*Brassica oleracea*, var. *italica*) as antioxidants in response to organic and bio-organic fertilizers. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 11(2), 35-142.
- Porter, Y. 2012. Antioxidant properties of green broccoli and purple-sprouting broccoli under different cooking conditions. *Bioscience Horizons*, 5, hzs004. *Horizons: The International Journal of Student Research*, 5.
- Rodríguez, M.C., Salazar, J. G. y García, A. C. 2017. Efecto del tratamiento térmico en compuestos bioactivos y propiedades fisicoquímicas en brócoli. *Jóvenes en la ciencia*, 3(2), 95-100.

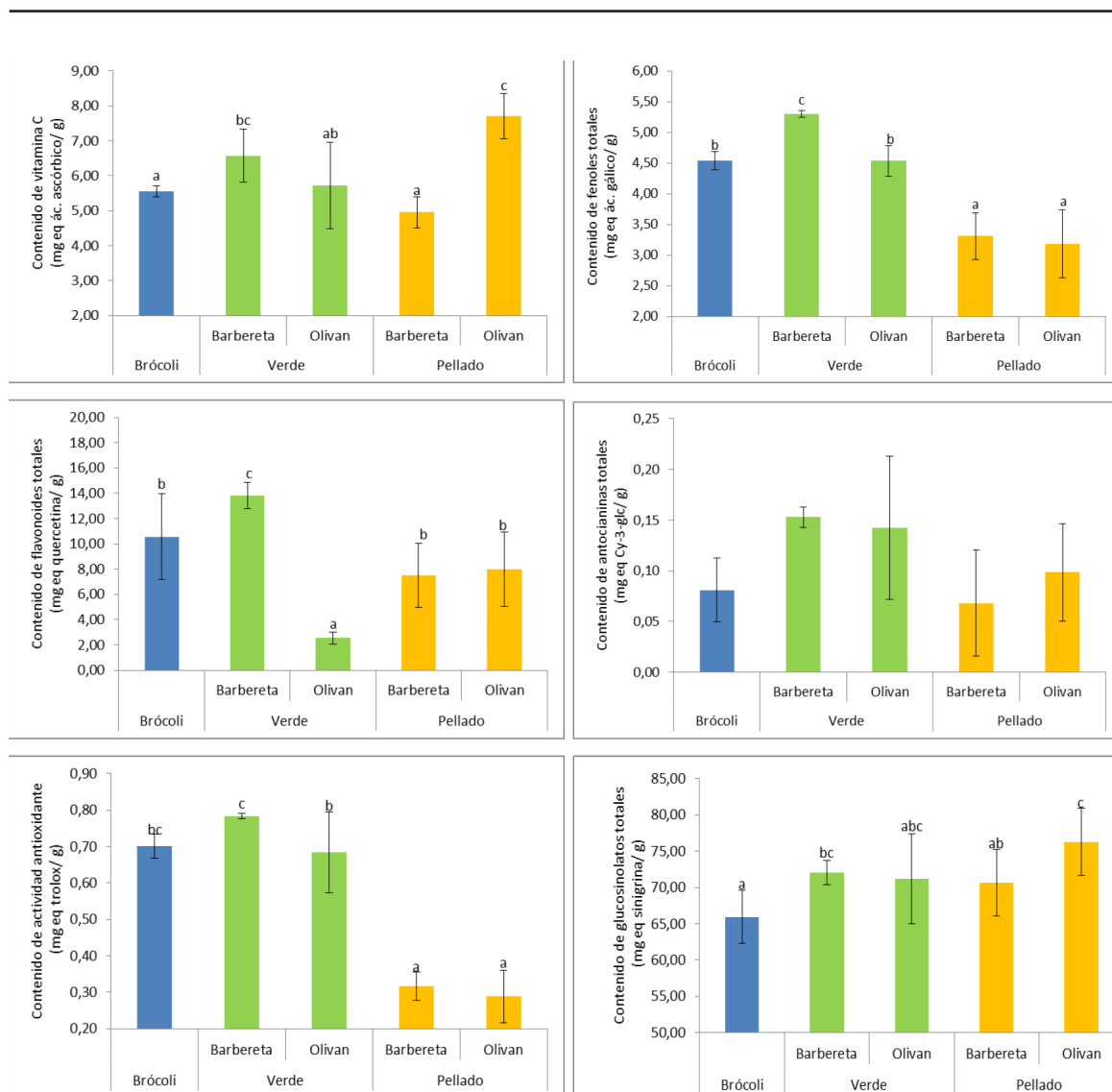


Figura 1. Contenido en vitamina C, fenoles totales, flavonoides totales, antocianinas totales, actividad antioxidante y glucosinolatos totales de cuatro entradas de bróquil, dos verdes y dos pelladas, utilizando como testigo brócoli. Letras distintas entre cultivares indican diferencias significativas en el valor del parámetro correspondiente ( $P < 0,05$ ) según el test de Tukey.