

## Broccoli by-product revalorization for a kale-based green pesto sauce

## Revalorización de subproducto del brócoli para elaborar un pesto a base de kale

N. Castillejo<sup>1\*</sup>, G.B. Martínez-Hernández<sup>1</sup>, F. Artés<sup>1</sup>, F. Artés-Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería de Alimentos, Grupo Postrecolección y Refrigeración, Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena, Murcia, Spain.

\*noelia.castillejo@upct.es

### Abstract

Vegetable consumption can be increased by the development of new products such as a pesto sauce including kale, because this vegetable has a high content of bioactive compounds. In addition, revalorization of broccoli by-products helps to manage the daily generated high agricultural wastes. This work presents data related to quality and bioactive contents changes of two kale-based sauces (including or not -CTRL- broccoli leaves) throughout 21 days at 5°C. During storage no differences on total phenolics/antioxidant capacity between sauces without or with broccoli by-product were found, except an 30.66/55.22% increase on day 21 on Sauce+Byproduct regarding CTRL. Sensory analyses of both pesto sauces showed scores higher than the limit of usability throughout the storage. Sauce+Byproduct pesto sauce was preferred by panelists. Therefore, the revalorization of broccoli by-product for a pesto sauce did not induce differences in the bioactive compounds content and even improved its sensory quality.

**Keywords:** *Brassica*; broccoli cv. Parthenon; shelf-life; phenolics; antioxidant.

### Resumen

El consumo de hortalizas puede incrementarse con la incorporación de nuevos productos como un pesto a base de kale, que es rico en compuestos bioactivos. Además, la revalorización de subproductos agrícolas permite aprovechar los generados diariamente. En este trabajo se presentan los resultados de dos salsas tipo 'pesto' de kale (una con hojas de brócoli y otra sin ellas -CTRL-) durante 21 a 5°C. No hubo diferencias en el contenido de polifenoles/capacidad antioxidante en la Salsa+Subproducto con respecto a la salsa CTRL, salvo en el día 21 donde se observó una disminución del 30,66/55,22%. El análisis sensorial de ambas salsas obtuvo valores superiores a 3 (límite de comercialización) durante la conservación, destacando la Salsa+Subproducto. Por tanto, la revalorización del subproducto de brócoli para un pesto a base de kale no indujo diferencias en el contenido de compuestos bioactivos e incluso mejoró la calidad sensorial.

**Palabras clave:** *Brassica*; brócoli cv. Parthenon; vida comercial; fenoles; antioxidante.

## 1. INTRODUCCIÓN

El consumo de frutas y hortalizas está por debajo del consumo diario recomendado (400 g) [1,2], por lo que el desarrollo de nuevos productos puede ser una buena forma de promocionar su consumo. Las propiedades beneficiosas para la salud asociadas con las crucíferas (familia

*Brassicaceae*) están generalmente relacionadas con sus compuestos bioactivos como los fenólicos, de alta capacidad antioxidante, los glucosinolatos, la vitamina C, etc. [3,4]. El objetivo de este trabajo fue aprovechar subproductos del brócoli como fuente de compuestos bioactivos incorporándolos en la elaboración de nuevos productos como una salsa verde a base de kale. Además, se estudió la evolución de estos compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante durante su vida comercial bajo refrigeración.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Material vegetal

Tras ensayos preliminares, la salsa sin subproducto de brócoli (CTRL) estuvo compuesta por 73,4% kale, 22,13% aceite de oliva, 3,67% zumo de limón, 0,4% sal y 0,4% azúcar. Para elaborar la Salsa+Subproducto se utilizó la fórmula anterior pero el 73,4% se repartió al 50% entre kale y hojas de brócoli cv. Parthenon. Las hojas de kale y de brócoli se lavaron con agua clorada (100 ppm de NaClO), se secaron y se envasaron bajo vacío parcial en bolsas gofradas. Las hojas envasadas se sometieron a un tratamiento térmico (85°C, 8 min) en baño de agua. Seguidamente se pesaron las cantidades necesarias de cada ingrediente (según las fórmulas anteriores) bajo una campana de flujo laminar para reducir contaminaciones y se homogeneizaron en un Robot Cook (Robot Coupe, Vincennes Cedex, France) durante 90 s a 1450×g + 30 s a 1864×g. Finalmente, las salsas tratadas se envasaron a vacío y se conservaron a 5°C. Se realizaron 3 réplicas por cada salsa y día de análisis.

### 2.2 Análisis de polifenoles totales

Se preparó un extracto común para fenoles totales (FT) y capacidad antioxidante total (CAT). Para ello, se pesó 1 g de muestra congelada y se añadieron 4 mL de metanol. Dicha mezcla se agitó durante 1 h a 200×g en un agitador orbital (Stuart, Staffordshire, Reino Unido) en lecho de hielo y en oscuridad. Seguidamente, los extractos anteriores se centrifugaron (15.000×g, 10 min, 4°C) usándose el sobrenadante como extracto de FT y CAT.

El contenido de FT se determinó por el método de Singleton y Rossi [5] con las modificaciones propuestas por Martínez-Hernández et al., 2011 [6]. Se dispusieron 40 µL del extracto en una placa de poliestireno (PS) de 96 pocillos (Greiner Bio-one, Frickenhausen, Alemania) a los que se añadieron 15 µL de solución Folin-Ciocalteu 2 N. Esta mezcla se dejó 3 min incubando a temperatura ambiente y en oscuridad. Terminada la incubación se añadieron 190 µL de buffer alcalino (0,4% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> y 2% NaOH) y se dejaron reaccionar durante 1 h en oscuridad a temperatura ambiente. Tras 1 h se midió la absorbancia a 750 nm con un lector de placas Multiscan (Tecan Infininte M200, Männedorf, Suiza). El contenido de FT se expresó como mg de equivalentes de ácido gálico (eAG) por 100 g<sup>-1</sup> de producto fresco (pf). Todos los extractos se analizaron por triplicado.

### 2.3 Análisis de capacidad antioxidante total

La CAT se determinó por el método de Brand-Williams [7] con las modificaciones propuestas por Martínez-Hernández et al., 2011 [6]. Para ello se tomaron 40 µL del extracto y se dispuso en una placa de PS de 96 pocillos seguidos de 210 µL de una disolución 0,7 M de 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (ajustada previamente a abs<sub>517nm</sub> de 1,1±0,02) y se dejó reaccionar durante 1 h en oscuridad a temperatura ambiente. Tras 1 h se midió la absorbancia a 517 nm con el lector de placas. Los resultados se expresaron en mg de equivalentes de Trolox por 100 g<sup>-1</sup> pf. Todos los extractos se analizaron por triplicado.

#### 2.4. Análisis estadístico

El análisis de la varianza se realizó comparando el tipo de salsa y el tiempo de conservación usando el paquete estadístico Statgraphics Plus software (vs. 5.1, Statpoint Technologies Inc., Warrenton, USA). Las diferencias estadísticas se valoraron a un nivel de significación de  $p \leq 0,05$ , y se usó el test de Tukey de rango múltiple para la separación de medias.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los contenidos de FT iniciales de las salsas CTRL y Salsa+Subproducto fueron 58,75 y 36,78 mg eAG 100 g<sup>-1</sup> pf, respectivamente, sin diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre ellas. Según Ferreira et al. (2018) [8], el contenido de fenoles de subproductos de brócoli (hojas) era 13,7–26,1 mg eAG 100 g<sup>-1</sup> pf, siendo similares proporcionalmente al contenido de las hojas de brócoli que contenía la Salsa+Subproducto. No se obtuvieron diferencias entre ambas salsas durante la conservación excepto en el día 21 en el que se observó una disminución del 30,66% de la Salsa+Subproducto con respecto al CTRL (Fig. 1).

La CAT inicial fue 52,03 y 46,87 mg Trolox 100 g<sup>-1</sup> pf para el CTRL y Salsa+Subproducto, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellas. No se obtuvieron diferencias entre ambas salsas durante la conservación, excepto en el día 21 (Fig. 2), en el que se observó una reducción de CAT del 55,22% de la Salsa+Subproducto con respecto al CTRL. Este mismo comportamiento observado para los FT pone de manifiesto la alta correlación de la CAT de estas salsas con el contenido de FT.

La aceptabilidad global de ambas salsas fue muy similar en el día inicial y final, siendo superior la de la Salsa+Subproducto. La calidad sensorial de las muestras no estuvo en ningún momento por debajo del límite de comercialización para los parámetros sensoriales estudiados. Tras 21 días de conservación la salsa CTRL destacó por su coloración más intensa, pero la Salsa+Subproducto presentó mejor apariencia visual (datos no mostrados).

### **4. CONCLUSIONES**

La adición de subproducto de brócoli a la salsa de kale no supuso un aumento de la CAT ni de los FT. Durante la conservación refrigerada dichos compuestos se mantuvieron constantes sin diferencias entre la adición o no de hojas de brócoli. En el análisis sensorial se observó una mejor aceptación de la salsa que contenía subproducto del brócoli. Por tanto, se puede reducir el contenido de kale y añadir hojas de brócoli, que no tienen otro aprovechamiento comercial, sin alterar los compuestos fenólicos y antioxidantes de la salsa y, además, se mejora su sabor.

### **5. AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al Ministerio de Economía y Competitividad la concesión de un contrato predoctoral (FPU) a Noelia Castillejo y a SAKATA SEED IBÉRICA S.L.U. la financiación y aporte de material vegetal.

### **6. REFERENCIAS**

[1] WHO/FAO. 2003. Population nutrient intake goals for preventing diet-related chronic diseases. In: Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Geneva: WHO Technical Report Series, 916, p.95.

[2] Castillejo N., Martínez-Hernández G.B., Mónaco K., Gómez P.A., Aguayo E., Artés F., Artés-Hernández F. 2016. Preservation of bioactive compounds of a green vegetable smoothie using short time-high temperature mild thermal treatment. Food Sci. Technol. Int. 23(1): 46-60.

[3] Latte K.P., Appel K., Lampen A. 2011. Health benefits and possible risks of broccoli—an overview. *Food Chem. Toxicol.* 49: 3287–3309.

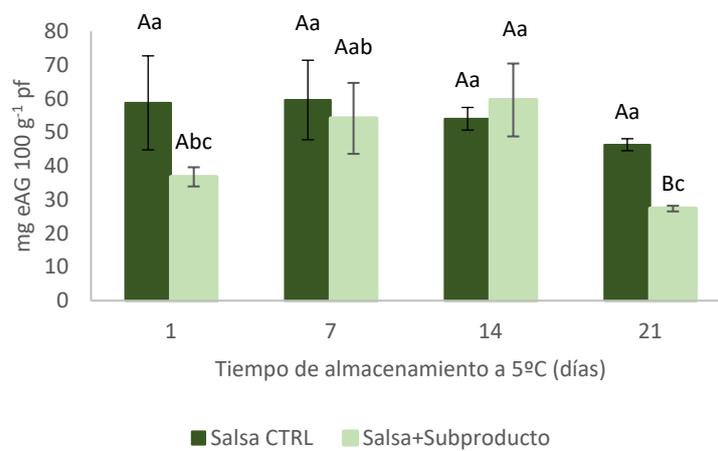
[4] Radošević K., Srček V.G., Bubalo M.C., Brnčić S.R., Takács K., Redovniković I.R. 2017. Assessment of glucosinolates, antioxidative and antiproliferative activity of broccoli and collard extracts. *J. Food Composit. Anal.* 61: 59-66.

[5] Singleton V.L., Rossi J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticul.* 16: 144–158.

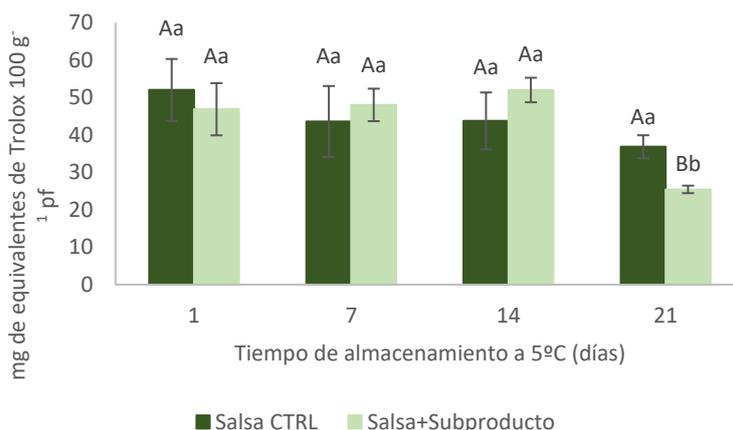
[6] Martínez-Hernández G.B., Gómez P.A., Pradas I., Artés F., Artés-Hernández F. 2011. Moderate UV-C pretreatment as a quality enhancement tool in fresh-cut Bimi® broccoli. *Postharvest Biol. Technol.* 62(3): 327-337.

[7] Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28: 25-30.

[8] Ferreira S.S., Passos C.P., Cardoso S.M., Wessel D.F., Coimbra M.A. 2018. Microwave assisted dehydration of broccoli by-products and simultaneous extraction of bioactive compounds. *Food Chem.* 246: 386-393.



**Figura 1.** Contenido de fenoles totales en una salsa CTRL y una Salsa+Subproducto de brócoli almacenadas a 5°C. Letras mayúsculas diferentes denotan diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre salsas para el día de muestreo. Letras minúsculas diferentes denotan diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los días de muestreo para la misma salsa.



**Figura 2.** Capacidad antioxidante por el método DPPH de una salsa CTRL y una Salsa+Subproducto de brócoli almacenadas a 5°C. Letras mayúsculas diferentes denotan diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre salsas para el día de muestreo. Letras minúsculas diferentes denotan diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los días de muestreo para la misma salsa.