

## **EFFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN VEGETALES (*PHASEOLUS VULGARIS*, *CUCURBITA PEPO*) ENVASADOS AL VACÍO ANTES DE LA COCCIÓN**

**Isabel Achaerandio, Mireia Peñas, Marta Córdoba, Rosana Prats, Víctor Sáez y  
Montserrat Pujolà\***

Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia  
Escola Superior d'Agricultura de Barcelona  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Campus Baix Llobregat UPC Edifici D4-ESAB  
Avda. Canal Olímpic, 15  
08860 Castelldefels (Barcelona) Spain  
e-mail: montserrat.pujola@upc.edu, web: <https://deab.upc.edu/>

**Palabras clave:** cocción en envase, *Phaseolus vulgaris*, *Cucurbita pepo*, V gama, RPFEDs.

**Resumen.** La elaboración de productos a partir de vegetales que mantengan las características organolépticas y nutricionales, respecto a las formas tradicionales de conservación: conserva, cocción tradicional y congelación es una línea abierta dentro de la innovación alimentaria. En este trabajo se ha estudiado la aplicación de diferentes tratamientos térmicos en judía verde *Phaseolus vulgaris* y calabacín *Cucurbita pepo* envasados al vacío antes de su procesado. El efecto de los tratamientos aplicados en las pérdidas de ácido ascórbico ha sido inferior a los procesos tradicionales, tanto en judía verde como en calabacín, aunque durante la conservación en el tiempo esta pérdida continúa. Las temperaturas de 100 y 110°C fueron en judía verde donde esta pérdida fue menor. En el caso del calabacín, la pérdida de ternura y firmeza tiende a ser proporcional a la temperatura de tratamiento, en la judía verde estas pérdidas tienden a seguir el comportamiento observado en el ácido ascórbico. Durante la conservación del producto la textura instrumental, expresada como firmeza y ternura, no mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para ambos vegetales.

### **1. INTRODUCCIÓN**

Los vegetales han formado parte de la alimentación humana desde la antigüedad debido a sus propiedades nutricionales: bajo contenido calórico, elevado contenido en fibra y microelementos. Actualmente se recomienda además, incluirlos en la dieta ya que se ha demostrado que pueden reducir el riesgo a padecer ciertos tipos de cáncer debido al contenido en fibra y antioxidantes [1,2]. Debido a la estacionalidad de los cultivos, la industria alimentaria ha aplicado diferentes técnicas para conservar en el tiempo los diferentes vegetales. Para conseguir la estabilidad microbiana y enzimática necesaria, estas técnicas se han basado en la aplicación de tratamientos térmicos de blanqueo, seguidos de un proceso de

esterilización o bien de congelación. Los inconvenientes de estos procesos han estado definidos e implican una pérdida de nutrientes por dilución durante el escaldado, así como de propiedades organolépticas, ligadas principalmente a las pérdidas aromáticas y de textura del producto [3], también se deben considerar las pérdidas de componentes nutricionales por el procesado térmico. El ácido ascórbico suele disminuir en el proceso de cocido hasta niveles del 50%, en el caso de la judía verde y en un 70% en el caso del calabacín [4]. La aplicación de técnicas combinadas, como las altas presiones (HHP) ligadas a tratamientos térmicos ligeros o la cocción al vacío '*sous vide*' son procesos alternativos que pueden reducir estas pérdidas [5,6], obteniendo, en el caso de la cocción al vacío y temperaturas de cocción de hasta 95°C una gama de productos procesados, llamados REPFEDs (*Refrigerated, processed foods with extended durability*) [7]. La vida útil de estos productos dependerá de la contaminación inicial y de la introducida en el proceso, por lo que para asegurar la seguridad de este tipo de productos es necesario aplicar técnicas de análisis de puntos críticos del proceso y estudiar su durabilidad real [8].

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la temperatura aplicada en el tratamiento térmico en la calidad nutricional y organoléptica en judía verde *Phaseolus vulgaris* y calabacín *Cucurbita pepo* envasados al vacío antes de su procesado, a partir de los parámetros de concentración de ácido ascórbico y la textura del vegetal (firmeza, ternura).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

*Material vegetal.* Las judías verdes *Phaseolus vulgaris* L. cv. Perona, y el calabacín *Cucurbita pepo* L. Condesa fueron adquiridos en comercios tradicionales de verduras y se procesaban antes de que trascurrieran 12 horas de su compra.

*Procedimiento Experimental.* El pre-tratamiento de las muestras era el siguiente: las judías verdes se lavaban y secaban; los calabacines se lavaban, se secaban, y se partían, bien en mitades a lo largo, bien en trozos de 2.5 x 2.5 cm. Después se acondicionaban en bolsas OPA/PP 15/65 de 80µm de 150 g de capacidad y se envasaban al 98 % de vacío (VM-18 Orved). Parte de las muestras se guardaban refrigeradas a 3±2°C y el resto se procesaba a la temperatura fijada en cada experimento (judía verde: 90, 92, 95, 98, 100, 110, 115 y 121°C; calabacín: 85, 90, 92, 95 y 98°C) aplicando una presión máxima de 2800 mbar en la autoclave horizontal Ilpra JQ mini STER-50. El tratamiento térmico se realizaba con vapor de agua. Una vez acabado el ciclo de tratamiento térmico, las muestras se enfriaban y se almacenaban en cámara fría (3±2°C) conjuntamente con las muestras no tratadas térmicamente.

*Parámetros de Calidad.* Se analizó el contenido de ácido ascórbico de las muestras de vegetales el mismo día de su preparación y después de 7 días de conservación en frío por el método AOAC 967.21 [9]. Se calculó la pérdida del contenido de ácido ascórbico, expresado en porcentaje, como la diferencia entre contenido inicial y final, respecto al contenido inicial, tanto para evaluar el efecto del tratamiento térmico como el de la conservación en el tiempo.

Los atributos de textura instrumental, firmeza y ternura, se midieron con el texturómetro Texture Analyser TA.XT.plus (Stable Micro Systems, Surrey, U.K.) [10,11]. La firmeza se midió con la sonda *Cylindric Stainless* de 2 mm (P2/N), mediante un ensayo de punción a una

velocidad de 5 mm/s y a una distancia de penetración de 5 mm. En las judías verdes, se analizaron un total de 10 unidades por muestra, realizando una punción en cuatro zonas de la judía. En el calabacín se analizaron 12 porciones por muestra, realizándose la punción en la parte exterior. Se calculó el valor de fuerza máxima de la curva de penetración. Los análisis se realizaron por triplicado. La ternura se midió con la sonda *Warner-Bratzler*, mediante un ensayo de corte a una velocidad de 1 mm/s. Las judías verdes, los calabacines cortados por la mitad y los trozos de calabacín se colocaron perpendicularmente a la cuchilla para su análisis. Se analizaron un total de 3 judías por muestra, con dos ensayos en diferentes zonas de la judía. En el calabacín en mitades se analizaron dos porciones por muestra, con dos ensayos por mitad. En el calabacín a trozos se analizaron cuatro porciones por muestra. Se calculó el valor de fuerza máxima de la curva de cizalladura.

*Análisis Estadístico.* Los resultados de la textura y el ácido ascórbico se analizaron con análisis de varianza (ANOVA) de un factor ( $p < 0,05$ ) con el paquete estadístico Minitab 15.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Ácido ascórbico. Efecto de la temperatura de tratamiento y conservación.* Las judías verdes frescas en crudo contenían un valor de ácido ascórbico de  $7,97 \pm 2,45$  mg/100 g (materia fresca), en el caso del calabacín partido en mitades el valor era superior,  $18,93 \pm 2,81$  mg/100 g (materia fresca), así como en el calabacín troceado, que era de  $20,56 \pm 2,50$  mg/100 g (materia fresca). Los valores bibliográficos fijan un contenido de ácido ascórbico entre 16 y 24 mg/100g de ácido ascórbico para la judía verde y entre 17 y 20 mg/100g en el calabacín, expresados en materia fresca [12,13]. La diferencia de contenido para la judía verde la podríamos atribuir al periodo de tiempo entre la recolección y la compra, además, se podrían considerar otros factores que podrían variar el contenido inicial, como la variedad de judía y los derivados del cultivo, de los que no tenemos referencias en los valores publicados.

El porcentaje de reducción de contenido en ácido ascórbico por efecto del tratamiento térmico aplicado se presenta en la figura 1. Para la judía verde, donde se han estudiado temperaturas de pasteurización y esterilización, se aprecia que a temperaturas entre 100 y 110 °C se produce la menor pérdida. En el caso del calabacín, no se detectan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre temperaturas ensayadas ni entre tipo de manipulado, aunque se observa una tendencia a mayor pérdida cuanto mayor manipulación y superficie de contacto, así mismo los valores de pérdida encontrados son inferiores a los obtenidos por procesos de cocción tradicional, que, como se ha apuntado anteriormente, se establecen en un 70 %. El producto tratado térmicamente tiene una pérdida de ácido ascórbico después de siete días de conservación en frío, aunque no se observa que la temperatura de tratamiento sea un factor determinante de esta disminución. En las judías verdes, la reducción del contenido en ácido ascórbico es del  $44,5 \pm 12,3$  %, en el calabacín procesado en mitades es de  $34,6 \pm 11,8$  %, y en el calabacín troceado del  $46,2 \pm 9,1$  %, respecto a la cantidad remanente después de la cocción.

*Firmeza y Ternura. Efecto de la temperatura de tratamiento y conservación.* Las judías verdes frescas analizadas en este trabajo presentaron niveles de firmeza significativamente

diferentes ( $p < 0,05$ ). Las utilizadas en la serie de experimentos de cocción de 90 a 98°C tenían valores de firmeza en fresco de  $295,7 \pm 57,6$  g, mientras que en las utilizadas en la serie de 100 a 120°C la firmeza era menor,  $127,8 \pm 28,2$  g. Esta diferencia se podría atribuir al cambio estacional de este producto, ya que la primera serie se realizó en verano y la segunda serie en otoño.

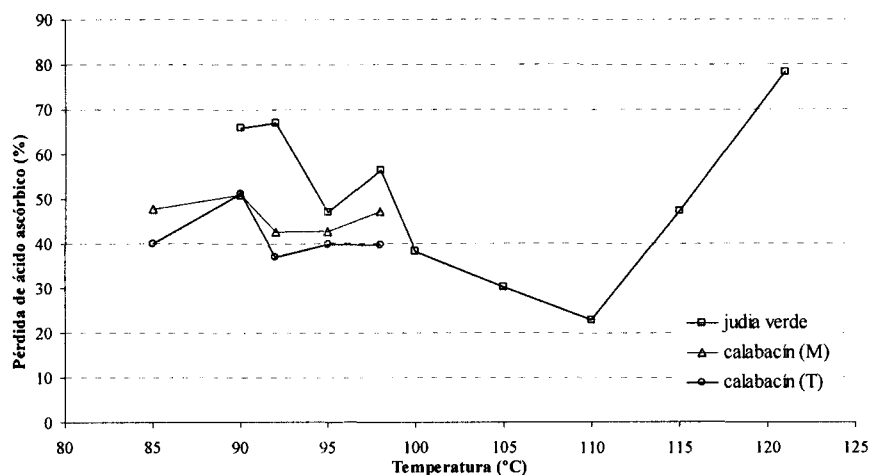


Figura 1. Pérdida del contenido en ácido ascórbico (expresado en %) por efecto de la temperatura de cocción. Calabacín (M): calabacín en mitades; Calabacín (T); calabacín troceado.

El proceso de cocción implica una pérdida de firmeza y ternura respecto al producto fresco. Respecto a la firmeza, esta reducción osciló entre el 73,4% a 105°C y el 87,6% a 121°C en las temperaturas estudiadas (figura 2). Considerando los valores de ternura, la judía fresca tenía un valor medio de  $3.167,0 \pm 440,7$  g, que se veía reducido en un mínimo de 65,4% a 105°C y en un máximo de 87,7% a 121°C. La variación de la textura respecto al ciclo térmico aplicado tiene similitudes con la pérdida de ácido ascórbico, por lo que se podría estudiar la posible correlación cinética de ambos parámetros. La evolución de la firmeza en la judía verde cocida después de 7 días de conservación a  $3 \pm 2^\circ\text{C}$  no presenta diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

La firmeza del calabacín fresco partido en mitades era de  $228,2 \pm 17,9$  g mientras que la del calabacín troceado era de  $233,9 \pm 4,4$  g. Una vez tratado, la pérdida de firmeza oscilaba entre el 77,8% a 85°C y el 91,5% a 98°C, para el calabacín en mitades y entre el 78,5% y el 84,2% para el troceado. Los valores de firmeza del calabacín fresco oscilaban entre  $9.794,6 \pm 905,6$  g en las mitades y  $4.376 \pm 413,6$  g en el troceado.

La pérdida de ternura debida al tratamiento térmico tiene un valor máximo de 95,6% para las mitades y del 79,6% para el troceado a 98°C. Esta pérdida tiende a ser proporcional con la temperatura en el caso de las mitades, tanto para la firmeza como para la ternura ( $r^2 = 0,888$  y  $r^2 = 0,935$ , respectivamente).

Después de 7 días de conservación a  $3 \pm 2^\circ\text{C}$  los parámetros de textura evaluados no presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en las dos preparaciones de calabacín.

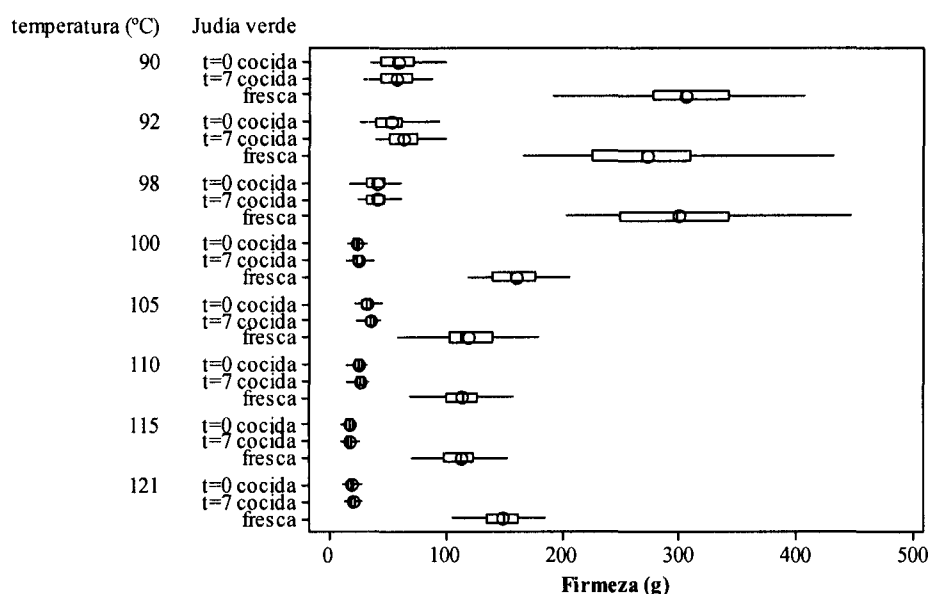


Figura 2. Firmeza (g) de las judías verdes frescas, tratadas térmicamente y después de 7 días de conservación a  $3\pm 2^\circ\text{C}$ . El símbolo  $\circ$  corresponde a la media aritmética. t=0 cocida, judía verde después del tratamiento térmico; t=7 cocida, judía verde después del tratamiento térmico conservada refrigerada durante 7 días.

#### 4. CONCLUSIONES

Los productos procesados térmicamente al vacío pueden suponer una ventaja para el consumidor debido a la comodidad de uso, pero deberían además aportar mejoras respecto a las formas de tratamiento térmico convencional, tanto a nivel nutricional como sensorial. Respecto al contenido en ácido ascórbico, se han obtenido pérdidas inferiores a los procesos tradicionales, tanto en judía verde como en calabacín, aunque durante la conservación en el tiempo esta pérdida continúa. Las temperaturas de 100 y 110°C fueron en judía verde donde la pérdida fue menor.

En judía verde se observan posibles sinergias de comportamiento entre el porcentaje de reducción de la textura y la pérdida de ácido ascórbico, por lo que su comportamiento cinético respecto a la temperatura, pueden ser objetivos derivados de estudio.

En el caso del calabacín, la pérdida de ternura y firmeza tiende a ser proporcional a la temperatura de tratamiento. Durante los siete días de conservación a  $3\pm 2^\circ\text{C}$ , no se detectan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la firmeza y la ternura de ambos vegetales.

## 5. REFERENCIAS

- [1] J. Peterson and J. Dwyer, "Flavonoids: dietary occurrence and biochemical activity", *Nutrition Research*, Vol. **18**, pp. 1995-2018, (1998).
- [2] D. S. Stan, S. Kar, G. D. Stoner and S. V. Singh, "Bioactive Food Components and Cancer Risk Reduction", *Journal of Cellular Biochemistry*, Vol. **104**, pp.339-356 (2008).
- [3] J. C. Rickman, D. M. Barrett and C. M. Bruhn, "Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds", *J. Sci. Food Agric.* Vol. **87**, pp.930-944, (2007).
- [4] J. C. Favier, J. I Ripert, C. Toque and M. Feinberg, *Répertoire general des aliments. Table de composition*. INRA, 2a Edición. Paris, France, (1995).
- [5] G. B. Awuah, H. S. Ramaswamy and A. Economides, "Thermal processing and quality: Principles and overview", *Chemical Engineering and Processing*. Vol. **46**, pp. 584-602, (2007).
- [6] J. Raso, G. V. Barbosa-Canovas, "Nonthermal preservation of foods using combined processing techniques", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. **43**, pp.265-285, (2003).
- [7] G. L. Robertson, *Food Packaging. Principles and Practice*, II edition, CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, United States, (2006).
- [8] D. A. A. Mossel and C. B. Struijk, "Public health implication of refrigerated pasteurized ('sous-vide') foods", *International Journal of Food Microbiology*, Vol. **13**, pp. 187-206, (1991).
- [9] AOAC, Official methods of analysis of AOAC International, 16th edn., Vol II, AOAC, Arlington, VA, USA, Chapt. **45**, pp. 16–17, (1995).
- [10] P. Guillén-Ríos, F. Burló, F. Martínez-Sánchez and A. A. Carbonell-Barrachina, "Effects of Processing on the Quality of Preserved Quartered Artichokes Hearts", *Journal of Food Science*, Vol. **71**, Nr. 2, pp. 176-180, (2006).
- [11] A. Ferreira, W. Canet, M. D. Alvarez and M. E. Tortosa, "Freezing, thawing and cooking effects on quality profile assessment of green beans (cv. Win)", *Eur. Food Res. Technol.*, Vol. **223**, pp. 433–445, (2006).
- [12] USDA-Ars, *USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 18*. USDA-ARS, Beltsville, MD (2005). Nutrient Data Laboratory Home Page [Online]. Available: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>.
- [13] O. Moreiras, A. Carvajal, L. Cabrera and M. Cuadrado, *Tablas de composición de alimentos*. Ediciones Pirámide, Madrid (2001).