

## Estudio de compuestos antioxidantes en distintas especies del género *Capsicum*

L. Mestre<sup>1</sup>, O. Fayos<sup>1</sup>, M.A. Moreno<sup>2</sup>, P. Mignard<sup>2</sup>, C. Mallor<sup>1</sup> y A. Garcés-Claver<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Departamento de Hortofruticultura. Instituto Agroalimentario de Aragón - IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza), 50059 Zaragoza, España, lmestre@aragon.es, ofayos@cita-aragon.es, cmallor@aragon.es, agarces@cita-aragon.es

<sup>2</sup>Estación Experimental de Aula Dei (CSIC). Dpto. de Pomología, Apdo. 13034, 50080 Zaragoza, España, mmoreno@eead.csic.es, pmignard@eead.csic.es

### Resumen

El pimiento pertenece a la familia de las Solanáceas y género *Capsicum*. Existe un gran interés en cuanto al consumo de sus frutos, ya que estos se consideran una rica fuente de compuestos antioxidantes. Estos compuestos tienen cada vez mayor interés ya que juegan un papel importante en la prevención de enfermedades como el cáncer, la anemia, la diabetes o de tipo cardiovascular, entre otras. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar el contenido de vitamina C, flavonoides, fenoles totales y de compuestos antioxidantes (RAC) en 69 entradas de pimiento pertenecientes a distintas especies del género *Capsicum*. El análisis estadístico (ANOVA) permitió detectar diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) para los contenidos de dichos compuestos entre variedades. Estos estudios son de gran importancia en los trabajos de mejora y selección para aumentar los contenidos de estos compuestos en las nuevas variedades.

**Palabras-clave:** fenoles totales, flavonoides, capacidad antioxidante (RAC), vitamina C.

### Abstract

Peppers belong to Solanaceae family and the genus of *Capsicum*. Pepper is an important vegetable crop due to the consumption of its fruits. They have a nutritional value, because they are rich on wide contents of antioxidants. These compounds have an important role for prevention cardiovascular diseases, cancer, anemia and diabetes. The objective of this study was to analyze the content of vitamin C, total phenolic compounds, flavonoids and antioxidant capacity of 69 accessions belong to several species of *Capsicum*. The data were subjected to analyze of variance (ANOVA) and it allowed detecting significant differences ( $p \leq 0.05$ ) between varieties. The results can be of great interest for breeders to obtain new cultivars with fruits enriched in health-related compounds.

**Keywords:** total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity (RAC), vitamin C.

### Introducción

El pimiento (*Capsicum spp.*), originario del continente americano (Bosland y Votava, 2012), era conocido y ampliamente consumido antes del establecimiento de la agricultura, alrededor del año 7000 a.C. (Pickersgill, 1969). Actualmente, es un fruto ampliamente utilizado en la gastronomía mundial y es consumido como un alimento en fresco, procesado o como especia. La especie *C. annuum* es la más cultivada y la de mayor importancia económica. Esta especie junto con *C. frutescens*, *C. baccatum*, *C. chinense* y *C. pubescens* integran el conjunto de especies domesticadas y utilizadas por el hombre para su consumo.

Los pimientos destacan por su amplia variabilidad en cuanto a tamaño, forma y color de sus frutos (Nuez et al., 1996). Esta variabilidad también se refleja en el contenido de compuestos antioxidantes como la vitamina C, los fenoles, los flavonoides y los compuestos responsables de la capacidad antioxidante (RAC). Los fenoles, especialmente los ácidos fenólicos y los flavonoides, son compuestos metabólicos secundarios que tienen un papel fundamental en la capacidad antioxidante. Estos pueden neutralizar radicales libres y modular la actividad de las enzimas que están involucradas en los procesos de desintoxicación, oxidación y reducción. Además, pueden fortalecer el sistema inmunológico mediante la regulación de la expresión génica, la señalización celular y el metabolismo hormonal e influir en la proliferación celular y la apoptosis (Finco et al., 2012). El ácido ascórbico, o vitamina C, es considerado un compuesto que tiene un papel importante en el sistema inmunológico además de estar involucrado en la prevención de enfermedades comunes degenerativas como por ejemplo el cáncer, enfermedades cardiovasculares y cataratas (Howard et al., 2000).

Dado que el consumo medio semanal de pimiento en España es de aproximadamente 0.08 kg/hab, siendo la tercera hortaliza más consumida después del tomate y la cebolla ([www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es)), el pimiento podría ser fácilmente utilizado como fuente de compuestos antioxidantes a través de la dieta. Sin embargo, el contenido de compuestos antioxidantes varía ampliamente según la variedad de pimiento (Perla et al., 2016). En este trabajo se han cuantificado los contenidos de flavonoides, fenoles, vitamina C y la capacidad antioxidante (RAC) de una amplia colección de entradas de pimiento pertenecientes a distintas especies de *Capsicum*. La evaluación de estos compuestos en la mayor diversidad posible de variedades es esencial para la selección de entradas útiles en futuros programas de mejora en pimiento.

### Material y Métodos

Se han analizado 69 entradas de pimiento pertenecen al Banco de Germoplasma de Hortícolas del CITA (Zaragoza) (Tabla 1). Todas ellas pertenecientes a las cinco especies domesticadas (30 entradas a *C. annuum*, 13 a *C. chinense*, 9 a *C. baccatum*, 5 a *C. frutescens* y 2 a *C. pubescens*) y a algunas especies silvestres (7 entradas a *C. chacoense* y una entrada de cada una de las especies *C. cardenasii*, *C. galapagoense* y *C. eximium*). Las plantas fueron cultivadas en macetas en condiciones controladas de temperatura en un invernadero de las instalaciones del CITA. Se cultivaron tres plantas por entrada y los frutos de una misma planta fueron agrupados en su recolección para integrar la variabilidad que pudiera suceder en cada planta. Los frutos fueron recolectados en estado maduro y posteriormente liofilizados en frío y molidos. Las muestras obtenidas fueron mantenidas a -20°C y en oscuridad hasta la realización de los análisis. Para la extracción de los compuestos se pesaron 10 mg de muestra seca en una balanza analítica (AB104-5 Mettler Toledo). En el caso de la vitamina C la extracción se realizó con ácido metafosfórico al 5%, mientras que para los demás compuestos se realizó con metanol al 80%. En ambos casos, se homogenizó a 4°C a 15000 rpm durante 30 min en una centrifuga. Las determinaciones de la capacidad antioxidante, flavonoides, fenoles totales y vitamina C se realizaron por espectrofotometría según los protocolos descritos por Font i Forcada et al. (2014) y Reig et al. (2016) con algunas modificaciones, a unas longitudes de onda de 515 nm, 510 nm, 725 nm y 525 nm, respectivamente. Para todas las determinaciones se realizaron sus respectivas curvas de calibrado según el compuesto analizado. Se analizó por duplicado el conjunto de frutos procedentes de una planta y tres plantas por entrada. Los datos obtenidos para cada compuesto fueron analizados mediante un Análisis de Varianza (ANOVA). Se evaluó también la correlación lineal entre los

distintos compuestos, mediante el coeficiente de correlación de Pearson ( $p \leq 0,01$ ). El programa estadístico utilizado fue SPSS 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL).

### Resultados y Discusión

Para todos los compuestos analizados se ha observado una gran variabilidad y diferencias estadísticamente significativas entre las entradas estudiadas. Los contenidos de vitamina C estuvieron comprendidos entre los 1471,6 mg/100 g de peso seco de la entrada C-341 (*C. annuum*) hasta los 27,1 mg/100 g de la entrada C-153 (*C. chacoense*) (Figura 1), variando dentro de los esperados para pimiento (Perla et al., 2016). Los contenidos de vitamina C obtenidos en este trabajo confirman que el pimiento representa un rica fuente de esta vitamina, superando al kiwi, al brócoli o a la naranja (Kantar et al., 2016). En relación a los flavonoides, los mayores contenidos se encontraron en las entradas C-306 (*C. cardenasii*) y C-449 (*C. chinense*) con 439,4 y 426,8 mg/100 g de peso seco respectivamente (Figura 2). Esta última entrada, la C-449, también presentó el mayor contenido en fenoles totales con 1771,9 mg/100 g de peso seco (Figura 3) y capacidad antioxidante con 1161,7 mg/100 g de peso seco (Figura 4).

En cuanto a la naturaleza de la relación entre los distintos antioxidantes, los contenidos de fenoles totales y RAC mostraron la correlación positiva más fuerte ( $r=0,742$ ;  $p \leq 0,01$ ) en comparación a las obtenidas para RAC y vitamina C ( $r=0,662$ ), flavonoides y fenoles totales ( $r=0,492$ ), fenoles totales y vitamina C ( $r=0,402$ ) y flavonoides y RAC ( $r=0,207$ ). Valores similares de correlación entre fenoles totales y RAC también fueron obtenidos por Carvalho et al. (2015), que evaluaron distintos compuestos bioactivos en ocho genotipos de *Capsicum* y sugirieron que los compuestos fenólicos podrían ser los principales responsables de la capacidad antioxidante en el pimiento. Por otro lado, cabe destacar que los contenidos de vitamina C y flavonoides ( $r=-0,215$ ) presentaron una correlación negativa.

Los resultados obtenidos permiten concluir que se dispone de entradas de pimiento con altos contenidos en compuestos antioxidantes, las cuales pueden ser utilizadas en programas de mejora para el desarrollo de variedades con un valor añadido en salud.

### Agradecimientos

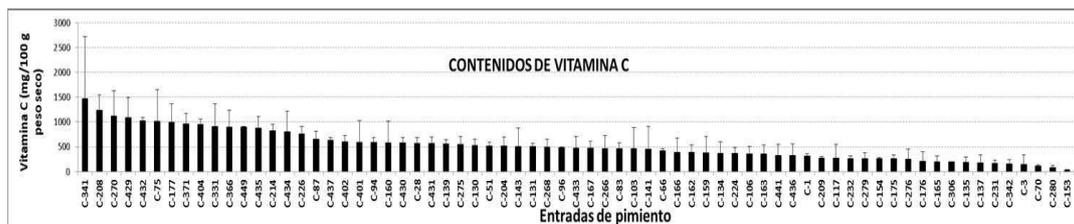
Esta investigación ha sido financiada por el proyecto INIA-FEDER (RTA2015-00118-C02-01), Gobierno de Aragón (Grupos de Investigación A16 y A44). L. Mestre agradece su financiación a la acción PEJ-2014-A-42551 (Ministerio de Economía y Competitividad). Se agradece al Dr. J. Abadía por la utilización del equipo de espectrofotometría y a la Dra. M.P. Vallés por el equipo de centrifugación.

### Referencias

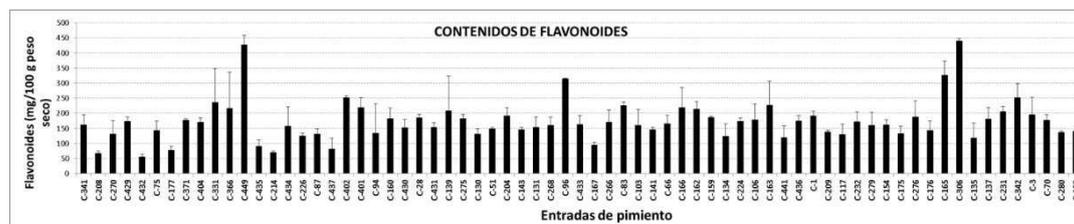
- Bosland, P.W. & Votava, E.J. 2012. Peppers: vegetable and spice capsicums (Volume 22 of Crop production science in horticulture). CABI publishing, London, UK, 230 pp.
- Carvalho, A.V., de Andrade Mattietto, R. & de Oliveira Rios, A. 2015. Journal of Food Science and Technology 52: 7457.
- Abadio-Finco, F.D., Kammerer, D.R., Carle, R., Tseng W.H., Böser, S. & Graeve, L. 2012. Antioxidant activity and characterization of phenolic compounds from bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) fruit by HPLC-DAD-MS. Journal of Food Chemistry. 60:7665–7673.
- Font i Forcada, C., Gogorcena, Y. & Moreno, M.A. 2014. Agronomical parameters, sugar profile and antioxidant compounds of ‘Catherine’ peach cultivar influenced by different plum rootstocks. International Journal of Molecular Sciences 15 (2): 2237-2254.

- Howard, L.R., Talcott, S.T., Brenes, C.H. & Villalon B. 2000. Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* spp.) as influenced by maturity. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 48:1713–1720.
- Kantar, M.B., Anderson, J.E., Lucht, SA., Mercer, K., Bernau, V. & Case, KA. 2016. Vitamin variation in *Capsicum* Spp. provides opportunities to improve nutritional value of human diets. *PLoS ONE* 11(8): e0161464.
- Nuez, F., Gil, R. & Costa, J. 1996. *El cultivo de pimientos, chiles y ajies*. Ed. Mundi Prensa, Madrid, 586 pp.
- Pickersgill, B. 1969. The domestication of chili peppers. En: *The domestication and exploitation of plants and animals*. Eds. P.J. Ucko and G.W. Dimbleby. Duckworth, London University Press, pp. 443-450.
- Reig, G., Mestre, L., Betrán, J.A., Pinochet, J. & Moreno, M.A. 2016. Agronomic and physicochemical fruit properties of ‘Big Top’ nectarine budded on peach and plum based rootstocks in Mediterranean conditions. *Scientia Horticulturae* 210:85-92.
- Perla, V., Nimmakayala, P., Nadimi, M., Alaparthi, S., Hankins, G.R., Ebert, A.W. & Reddy, U.K. 2016. Vitamin C and reducing sugars in the world collection of *Capsicum baccatum* L. genotypes. *Food Chemistry* 202:189-198.

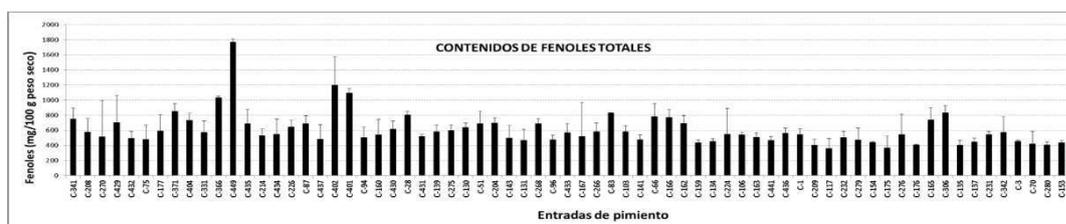
**Tablas y Figuras**



**Figura 1-** Contenido de vitamina C de las entradas de pimiento analizadas.



**Figura 2-** Contenido de flavonoides de las entradas de pimiento analizadas.



**Figura 3-** Contenido de fenoles totales de las entradas de pimiento analizadas.



Figura 4. Capacidad antioxidante de las entradas de pimienta analizadas.

Tabla 1- Entradas de pimienta procedentes del BGHZ (CITA, Zaragoza).

Entrada	Especie	Entrada	Especie	Entrada	Especie
C-1	<i>C. annuum</i>	C-431	<i>C. annuum</i>	C-275	<i>C. chinense</i>
C-3	<i>C. annuum</i>	C-432	<i>C. annuum</i>	C-276	<i>C. chinense</i>
C-51	<i>C. annuum</i>	C-433	<i>C. annuum</i>	C-366	<i>C. chinense</i>
C-66	<i>C. annuum</i>	C-434	<i>C. annuum</i>	C-371	<i>C. chinense</i>
C-75	<i>C. annuum</i>	C-435	<i>C. annuum</i>	C-401	<i>C. chinense</i>
C-87	<i>C. annuum</i>	C-436	<i>C. annuum</i>	C-402	<i>C. chinense</i>
C-94	<i>C. annuum</i>	C-437	<i>C. annuum</i>	C-404	<i>C. chinense</i>
C-96	<i>C. annuum</i>	C-70	<i>C. baccatum</i>	C-449	<i>C. chinense</i>
C-106	<i>C. annuum</i>	C-117	<i>C. baccatum</i>	C-103	<i>C. frutescens</i>
C-141	<i>C. annuum</i>	C-130	<i>C. baccatum</i>	C-162	<i>C. frutescens</i>
C-160	<i>C. annuum</i>	C-131	<i>C. baccatum</i>	C-163	<i>C. frutescens</i>
C-204	<i>C. annuum</i>	C-134	<i>C. baccatum</i>	C-165	<i>C. frutescens</i>
C-208	<i>C. annuum</i>	C-135	<i>C. baccatum</i>	C-166	<i>C. frutescens</i>
C-214	<i>C. annuum</i>	C-137	<i>C. baccatum</i>	C-153	<i>C. chacoense</i>
C-224	<i>C. annuum</i>	C-209	<i>C. baccatum</i>	C-154	<i>C. chacoense</i>
C-226	<i>C. annuum</i>	C-232	<i>C. baccatum</i>	C-175	<i>C. chacoense</i>
C-266	<i>C. annuum</i>	C-139	<i>C. pubescens</i>	C-176	<i>C. chacoense</i>
C-268	<i>C. annuum</i>	C-342	<i>C. pubescens</i>	C-279	<i>C. chacoense</i>
C-270	<i>C. annuum</i>	C-28	<i>C. chinense</i>	C-280	<i>C. chacoense</i>
C-331	<i>C. annuum</i>	C-83	<i>C. chinense</i>	C-441	<i>C. chacoense</i>
C-341	<i>C. annuum</i>	C-143	<i>C. chinense</i>	C-306	<i>C. cardenasii</i>
C-429	<i>C. annuum</i>	C-159	<i>C. chinense</i>	C-167	<i>C. galapagoense</i>
C-430	<i>C. annuum</i>	C-231	<i>C. chinense</i>	C-177	<i>C. eximium</i>