

## Calidad interna de distintos tipos varietales de berenjena en cultivo convencional y ecológico

M. D. Raigón<sup>1</sup>, A. Rodríguez-Burruezo<sup>2</sup>, J. Prohens<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitat Politècnica de València. Departamento de Química, Camino de Vera 14, 46022 Valencia

<sup>2</sup> Universitat Politècnica de València. COMAV, Camino de Vera 14, 46022 Valencia

**Palabras clave:** *Solanum melongena*, polifenoles, minerales, proteínas, polifenol oxidasa, pardeamiento

### Resumen

La berenjena (*Solanum melongena*) es una especie rústica que se adapta bien al cultivo ecológico y que presenta propiedades interesantes en lo que respecta a su composición, como es un alto contenido en polifenoles antioxidantes. En este trabajo comparamos durante dos años el contenido en materia seca, proteínas, minerales, polifenoles totales, actividad polifenol oxidasa (PPO), y pardeamiento de la carne en dos variedades locales y un híbrido comercial en cada uno de los años en cultivo ecológico y convencional. Aunque se encontraron algunas diferencias entre variedades para los caracteres estudiados, las diferencias más importantes fueron entre tipos de cultivo. En el primer año, en que se compararon parcelas con largo historial de cultivo ecológico y convencional, las berenjenas de cultivo ecológico presentaron, como media, mayores contenidos de K (14.6%), Ca (27.6%), Mg (30.4%) y polifenoles totales (30.4%) que las de cultivo convencional. En el segundo año, en que las parcelas de cultivo convencional consistían en parcelas con historial ecológico a las que se aplicó fertilización convencional, también se encontraron incrementos en el contenido en K (9.2%), Mg (15.8%) y Cu (21.5%) en las berenjenas de cultivo ecológico. En este segundo año, una de las variedades locales presentó mayor contenido en polifenoles (36.9%) en las condiciones de cultivo ecológico. Finalmente, se encontró que la actividad PPO en cultivo convencional fue un 47.0% mayor en las berenjenas de cultivo convencional. Los resultados obtenidos sugieren que el cultivo ecológico tiene un efecto positivo en la calidad interna de distintos tipos de berenjena.

### INTRODUCCIÓN

Las hortalizas ecológicas se asocian con una alimentación más sana (Raigón, 2007). A este respecto, la berenjena (*Solanum melongena* L.) se adapta bien al cultivo ecológico, ya que es resistente o tolerante a muchas enfermedades que afectan a otros cultivos de la misma familia y además tolera altos niveles poblacionales de algunas plagas importantes sin que la producción se vea afectada significativamente.

A nivel nutricional, la berenjena destaca por su alto contenido en P, K, Cu y polifenoles (Hanson et al., 2006; Raigón et al., 2008). A este respecto, el alto contenido en polifenoles contribuye a la alta actividad antioxidante de la berenjena (Singh et al., 2009).

En este estudio estudiamos los efectos del cultivo ecológico en la composición de frutos de berenjena. Aunque Singh et al. (2009) estudiaron el efecto del cultivo ecológico en el contenido en polifenoles de la berenjena y encontraron un efecto positivo del cultivo ecológico en la concentración de estos antioxidantes, no existen trabajos en que se evalúe el efecto de este tipo de cultivo en la composición del fruto. Es por ello que en este trabajo abordamos estos aspectos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En cada uno de los dos años en que se realizaron ensayos (2007 y 2008) se utilizaron tres variedades de *S. melongena*, de las cuales dos eran variedades locales (CS16 e IVIA371 en 2007, y CS16 y H15 en 2008) y una de ellas un híbrido comercial ('Cristal F1' en ambos años).

En el primer año (2007) se compararon las condiciones de cultivo ecológico y convencional en cuatro parcelas (dos para cada tipo de cultivo) situadas en Sagunto (Valencia) en las cuales se había estado realizando cultivo ecológico y convencional, respectivamente, durante más de siete años. En el segundo año (2008) se utilizaron cuatro parcelas de la misma zona que habían tenido un historial de cultivo ecológico, pero en las que en dos se utilizó fertilización convencional en el año del experimento, mientras que en las otras dos se utilizó fertilización ecológica. En 2007 la fertilización de las parcelas ecológicas consistió en 15 t/ha de estiércol de oveja y cabra como abonado de fondo, mientras que en las de cultivo convencional se aplicaron 60 kg/ha de urea como abonado de fondo y 75 kg/ha de nitrato amónico y 100 kg/ha de nitrato potásico como abonado de cobertera. En el segundo año, en ambos tratamientos se aplicaron 15 t/ha de estiércol de oveja y cabra como abonado de fondo, mientras que en el convencional además se aplicaron 200 kg/ha de Nitrofoska Perfect (15% N, 5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20% K<sub>2</sub>O, 2% MgO, 0.02% B, 0.01% Zn). Para cada combinación de año, variedad y tratamiento se utilizaron 60 plantas, que se distribuyeron, dentro de cada una de las dos parcelas de cada combinación de tratamientos en tres réplicas, con 10 plantas por réplica en un diseño completamente al azar.

Para cada una de las réplicas se recogieron unos 10-15 frutos en estado comercial, que se llevaron al laboratorio y se agruparon para formar una muestra. Esta muestra se analizó para distintos caracteres de composición del fruto, como materia seca, contenido en proteína y varios minerales (Na, K, P, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn), así como para el contenido en polifenoles. En 2008, también se evaluó la actividad polifenol oxidasa (PPO) y el pardeamiento del fruto. Los protocolos utilizados se pueden consultar en Prohens et al. (2007) y Raigón et al. (2008).

## RESULTADOS

En ninguno de los años se observaron diferencias en el rendimiento entre las condiciones ecológicas y convencionales, aunque la producción fue mayor en 2007 que en 2008, con valores promedio de 8.4 kg/m<sup>2</sup> en 2007 y 4.4 kg/m<sup>2</sup> en 2008 y pocas diferencias entre variedades. Dentro de cada uno de los años se observaron diferencias significativas entre cultivares para algunos caracteres (contenido en proteína, K, Ca, Zn y polifenoles en 2007; materia seca, proteína, K, P, Ca, Cu y Zn en 2008). Aunque las diferencias absolutas que se observaron entre variedades no fueron de gran relevancia (datos no mostrados), es de destacar que en todos los casos, los mayores valores obtenidos fueron los correspondientes a alguna de las variedades tradicionales.

Por lo que respecta a diferencias entre el cultivo ecológico y convencional, en el primer año (2007) se encontraron diferencias significativas para el contenido en K, Ca, Mg y polifenoles totales, de forma que en todos los casos, los frutos de cultivo

ecológico presentaron valores más altos que los de cultivo convencional siendo un 14.6% mayores para el K, 27.6% para el Ca, 30.4% para el Mg, y 30.4% para los polifenoles totales (Tabla 1). En el segundo año (2008) se encontraron diferencias significativas para el contenido en los minerales K, Mg y Cu, de forma que en este caso los valores también fueron mayores en cultivo ecológico, siendo un 9.2% mayores para el K, 15.8% para el Mg, y 21.5% para el Cu (Tabla 1). Asimismo, en este segundo año, se encontró una menor actividad PPO en las berenjenas de cultivo ecológico, con valores un 47% superior a las de cultivo convencional.

Aunque se detectaron algunas interacciones significativas entre tipo varietal y tipo de cultivo (datos no mostrados), la interpretación de las mismas no afecta a las conclusiones obtenidas para los efectos principales. Únicamente es de destacar que en el segundo año, una de las variedades (H15) presentó un valor de contenido en polifenoles significativamente más alto en condiciones de cultivo ecológico que en cultivo convencional (36.9%), mientras que en las dos otras variedades no se encontraron diferencias significativas.

## DISCUSIÓN

Los materiales utilizados no presentaron diferencias significativas en rendimiento asociadas a los distintos sistemas de cultivo. Este hecho es importante, ya que las diferencias que se encuentren en composición entre los dos sistemas de cultivo no se pueden atribuir a diferencias en el rendimiento.

Hemos encontrado importantes diferencias en la composición de frutos de berenjena de cultivo ecológico y convencional tanto en las variedades locales como en el híbrido comercial. Esas diferencias han sido mayores cuando se han comparado parcelas con largo historial de cultivo ecológico (2007) con parcelas de cultivo convencional. En este caso, en las berenjenas de cultivo ecológico se han encontrado mayores valores para algunos minerales importantes (K, Ca, Mg) y polifenoles. Estos resultados concuerdan con otros estudios en que se señalan mayores valores de minerales y otros nutrientes en hortalizas de cultivo ecológico (Raigón, 2007; Benbrook, 2009). En el segundo año (2008), en que las parcelas de cultivo convencional habían sido sometidas a condiciones de cultivo ecológico durante varios años y la única diferencia con el cultivo ecológico fue el tipo de fertilización utilizada, las diferencias que se obtuvieron fueron menores. Sin embargo, aún en este caso, los valores de K, Mg y Cu fueron mayores en las condiciones de cultivo ecológico. Este resultado puede parecer paradójico ya que los niveles de fertilización de K y Mg en condiciones convencionales fueron superiores a los de cultivo ecológico. Sin embargo, el hecho de que la fertilización de cobertera en cultivo convencional incluyese cantidades importantes de nitrógeno amoniacal, que puede reducir la absorción de K y Mg, podría ofrecer una explicación a estos resultados (Raigón, 2007).

La alta actividad antioxidante de la berenjena se atribuye a su contenido en polifenoles (Hanson et al., 2006). Aquí hemos encontrado que en condiciones de cultivo ecológico, el contenido en polifenoles en el primer año fue alrededor de un 30% más elevado en las condiciones de cultivo ecológico y también mayor en una de las variedades en el segundo año, lo cual concuerda con estudios previos en berenjena (Singh et al., 2009). También hemos encontrado mayores valores de actividad PPO en condiciones de cultivo convencional. Los incrementos en actividad PPO suelen ir asociados a condiciones de estrés (Mayer, 2006). Sin embargo, los niveles de plagas y enfermedades fueron muy bajos y otros factores deben haber sido responsables de este aumento de actividad en condiciones de cultivo convencional.

En definitiva, hemos encontrado que las condiciones de cultivo ecológico aumentan la concentración en la carne del fruto de berenjena de varios minerales (K, Ca, Mg, y Cu) y de polifenoles, tanto en variedades comerciales como en un híbrido comercial. Esto sugiere que, independientemente del tipo de material utilizado, las berenjenas de producción ecológica tienen un mayor valor nutricional, lo cual les proporciona un valor añadido y reduce en un menor impacto ambiental.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Unió de Llauradors i Ramaders la colaboración en el seguimiento del cultivo. Los trabajos aquí presentados han sido financiados por el proyecto AGL2009-07257 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

### Referencias

- Benbrook, C. 2009. The impacts of yield on nutritional quality: lessons from organic farming. *HortScience* 44:12-14.
- Hanson, P.M., Yang, R.Y., Tsou, S.C.S., Ledesma, D., Engle, L. y Lee, T.C. 2006. Diversity in eggplant (*Solanum melongena*) for superoxide scavenging activity, total phenolics and ascorbic acid. *J. Food Comp. Anal.* 19:549-600.
- Mayer, A.M. 2006. Polyphenol oxidases in plants and fungi: going places?: a review. *Phytochemistry* 67:2318-2331.
- Prohens, J., Rodríguez-Burruezo, A., Raigón, M.D. y Nuez, F. 2007. Total phenolics concentration and browning susceptibility in a collection of different varietal types and hybrids of eggplant: implications for breeding for higher nutritional quality and reduced browning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 132:638-646.
- Raigón, M.D. 2007. Los alimentos ecológicos: calidad y salud. Sociedad Española de Agricultura Ecológica y Junta de Andalucía, Sevilla.
- Raigón, M.D., Prohens, J., Muñoz-Falcón, J.E. y Nuez, F. 2008. Comparison of eggplant landraces and commercial varieties for fruit content of phenolics, minerals, dry matter and protein. *J. Food Comp. Anal.* 21:370-376.
- Singh, A.P., Luthria, D., Wilson, T., Vorsa, N., Singh, V., Banuelos, G.S., y Pasakdee, S. 2009. Polyphenols content and antioxidant capacity of eggplant pulp. *Food Chem.* 114:955-961.

Tabla 1. Valores medios de materia seca, proteína, minerales, polifenoles, actividad polifenol oxidasa (PPO) y pardeamiento de tres variedades de berenjena cultivadas en condiciones de cultivo ecológico y convencional, y significación de las diferencias.

| Cultivo                    | Materia seca (%) | Proteína (%) | Minerales (mg/100 g) |     |      |      |     |      |       | Zn     | Polifenoles (mg/100 g) | Actividad PPO (mg/100 g) | Pardeamiento |
|----------------------------|------------------|--------------|----------------------|-----|------|------|-----|------|-------|--------|------------------------|--------------------------|--------------|
|                            |                  |              | Na                   | K   | P    | Ca   | Mg  | Fe   | Cu    |        |                        |                          |              |
| <i>2007</i>                |                  |              |                      |     |      |      |     |      |       |        |                        |                          |              |
| Ecológico                  | 8.60             | 0.89         | 25.9                 | 196 | 19.4 | 11.1 | 6.0 | 0.13 | 40.04 | 40.125 | 49.8                   | ---                      | ---          |
| Convencional               | 8.90             | 0.93         | 25.8                 | 171 | 19.0 | 8.4  | 4.6 | 0.10 | 30.04 | 40.147 | 38.2                   | ---                      | ---          |
| Significación <sup>a</sup> | n.s.             | n.s.         | n.s.                 | *   | n.s. | *    | **  | n.s. | n.s.  | n.s.   | ***                    | ---                      | ---          |
| <i>2008</i>                |                  |              |                      |     |      |      |     |      |       |        |                        |                          |              |
| Ecológico                  | 8.26             | 1.04         | 38.1                 | 273 | 29.7 | 9.2  | 8.8 | 0.20 | 50.07 | 90.213 | 41.7                   | 2.17                     | 6.31         |
| Convencional               | 8.45             | 1.12         | 36.4                 | 249 | 29.4 | 9.4  | 7.6 | 0.19 | 10.06 | 50.202 | 40.6                   | 3.19                     | 6.17         |
| Significación <sup>a</sup> | n.s.             | n.s.         | n.s.                 | *   | n.s. | n.s. | *   | n.s. | *     | n.s.   | n.s.                   | ***                      | n.s.         |

<sup>a</sup>n.s., \*, \*\*, \*\*\* indican no significativo, o significativo a valores de probabilidad (P) inferiores a 0.05, 0.01, y 0.001, respectivamente.