

(S8-P118)

## **EFEECTO DEL ATONIK SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD NUTRITIVA Y FUNCIONAL DE PIMIENTOS DURANTE LA CONSERVACIÓN**

**MARÍA SERRANO<sup>(1)</sup>, PEDRO JAVIER ZAPATA<sup>(2)</sup>, SALVADOR CASTILLO<sup>(2)</sup>,  
JUAN MIGUEL VALVERDE<sup>(2)</sup>, DOMINGO ROMERO<sup>(2)</sup> y DANIEL VALERO<sup>(2)</sup>**

<sup>(2)</sup>Dept. Tecnología Agroalimentaria

<sup>(1)</sup>Dept. Biología Aplicada, Escuela Politécnica Superior de Orihuela (Universidad Miguel Hernández), Ctra. Beniel, Km 3.2, 03312 Orihuela (Alicante), Spain. E-mail: [m.serrano@umh.es](mailto:m.serrano@umh.es). Ffn: 966749616; Fax: 966749678

**Palabras clave:** azúcares-ácidos-fenoles-antioxidantes

### **RESUMEN**

Plantas de pimiento, tipo Lamuyo (*Capsicum annum* L. cv Herminio) se trataron con Atonik cada 15 días, durante 4 meses, comenzando el tratamiento cuando se formó el primer ramillete floral. Se recolectaron pimientos en dos momentos del ciclo de cultivo, el 18 de julio y el 24 de agosto y se conservaron a 8 °C y 90 % de H.R. durante dos semanas, tomando muestras semanalmente para analizar diferentes parámetros indicadores de la calidad. El tratamiento de las plantas con Atonik conllevó a un incremento en el peso inicial de los frutos debido fundamentalmente a un aumento del espesor del pericarpo más que a un incremento en el tamaño del fruto. Además, los pimientos de las plantas tratadas con Atonik tenían un contenido ligeramente superior de sólidos solubles totales, en acidez y especialmente en ácido ascórbico, fenoles y actividad antioxidante. Estas diferencias se mantenían durante la conservación post-recolección de los pimientos, por lo que se concluye que el tratamiento con Atonik, además de mejorar la calidad inicial de los pimientos también tiene un efecto beneficioso después de la recolección, manteniendo las propiedades funcionales beneficiosas para la salud a niveles más elevados que en los pimientos control.

## **EFFECT OF ATONIK APPLICATION OF NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL QUALITY OF PEPPER FRUIT DURING STORAGE**

**Keywords:** pepper fruit, sugars, organic acid, phenolic compounds, antioxidants

### **ABSTRACT**

Pepper plants Lamuyo type (*Capsicum annum* L. cv Herminio) were treated with Atonik, via foliar or in the irrigation system, during four months. Treatment started after the first floral bunch was totally developed (1<sup>st</sup> March) and finished at the end of July. Pepper fruits were harvested at commercial ripening stage at two harvesting dates: July 18<sup>th</sup> and August 24<sup>th</sup> and were stored at 8 °C and 90% RH for two weeks. Atonik treatments led to an increase in fruit weight due to an increase in pericarp thickness. In addition, peppers from treated plants showed higher content on soluble solids, total acidity, ascorbic acid, phenolic compounds and antioxidant activity than those from control plants. These differences were also evident along the storage time. Thus, Atonik treatment led to an increase in pepper nutritional and functional quality, which was evident at harvest and after postharvest storage.

## INTRODUCCIÓN

Atonik® es un bioestimulante que contiene como componentes activos 0.3 % sodio-*p*-nitrofenolato, 0.2 % de sodio-*o*-nitrofenolato y 0.1 % de sodio 5-nitroguayacol. Los efectos de este bioestimulante son incrementar la capacidad de las plantas en la adquisición de nutrientes, la reducción del nitrato y la fotosíntesis, por lo que se puede obtener *a priori* un incremento en el rendimiento de los cultivos. Además, incrementa el cuaje del fruto, debido a un efecto incrementando los niveles internos de auxinas (Djanaguiraman et al., 2005a). En trabajos previos se ha analizado el efecto del Atonik® en plantas de pimiento, sobre su producción total. Este tratamiento se aplicó vía foliar o en el sistema de riego cada 15 días, a razón de 1 litro/Ha desde la floración de la segunda cruz hasta el final del cultivo. Los tratamientos con Atonik® no afectaron al número total de frutos, pero sí incrementaron significativamente el peso de los pimientos, por lo que la producción total se vio mejorada (Zapata et al., 2007).

El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de la aplicación de este bioestimulante sobre la evolución de la calidad de los frutos durante la conservación post-recolección. Para ello se recolectaron muestras en dos momentos del ciclo de cultivo y se conservaron a 8 °C y 90 % de H.R. durante dos semanas, analizando diferentes parámetros relacionados con la calidad nutritiva y funcional de los pimientos, tanto en el momento de la recolección como a lo largo de la conservación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

El experimento se realizó en un invernadero comercial situado en Pilar de la Horadada (Murcia). Las plantas de pimiento (*Capsicum annum* L. cv Herminio) se sembraron el 29 de diciembre de 2005 y el ciclo de producción finalizó en septiembre de 2006. Los tratamientos con Atonik se aplicaron cada 2 semanas, a partir del desarrollo del 1<sup>er</sup> ramillete floral y hasta el mes de julio, en el agua de riego o mediante spray foliar y en ambos casos sobre 6 filas de 90 plantas cada una, a razón de 1 L/ha. Como control se usaron otras 6 filas de plantas no tratadas. Los días 18 de julio y el 24 de agosto se seleccionaron 45 frutos homogéneos en tamaño y color de entre los que habían sido recolectados en estado de maduración comercial de cada uno de los tratamientos y se llevaron al laboratorio. De estos 15 frutos de cada tratamiento se usaron para determinar las propiedades en el momento de la recolección y los 30 restantes se conservaron a 8 °C y 90% HR, tomando muestras de 15 frutos a los 8 y 16 días de conservación. En todos los casos los parámetros analizados fueron los siguientes: peso, espesor del pericarpio, color, sólidos solubles, acidez, contenido en ácido ascórbico y en fenoles totales y actividad antioxidante total.

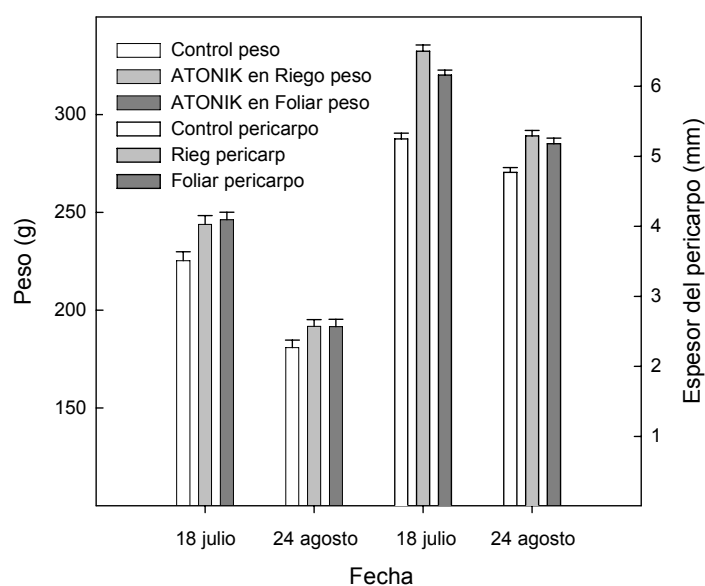
### Determinaciones analíticas.

El color se determinó en tres puntos de la zona ecuatorial de cada pimiento mediante un colorímetro triestímulo Minolta CR-300, y usando el Sistema Hunter Lab ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ). Los sólidos solubles totales (SST) se midieron mediante refractometría sobre el zumo filtrado procedente de una rodaja de la zona ecuatorial de cada pimiento. La acidez titulable se determinó a través de una valoración potenciométrica, con NaOH 0,1 N hasta alcanzar pH=8.1, mediante un pHmetro marca Crison GLP 21 (Crison Instruments, S.A., Alella, Barcelona, España) de sensibilidad  $\pm 0.01$  pH. Esta determinación se realizó a partir de 1 mL de zumo obtenido del mismo homogenado anterior. En todos los casos los datos son la media  $\pm$  ES de las determinaciones realizadas en 15 frutos. Se tomó otra rodaja de 1 cm de la zona

ecuatorial de cada pimiento, que se combinaron de 3 en 3 obteniendo 5 submuestras de cada tratamiento, que se trituraron en Nitrógeno líquido y en las que se determinaron los azúcares, ácidos orgánicos y fenoles totales como se indica en Serrano et al. (2005) y la actividad antioxidante total en la fracción hidrosoluble y liposoluble (AAT FH y AAT FL, respectivamente) según Arnao et al. (2001).

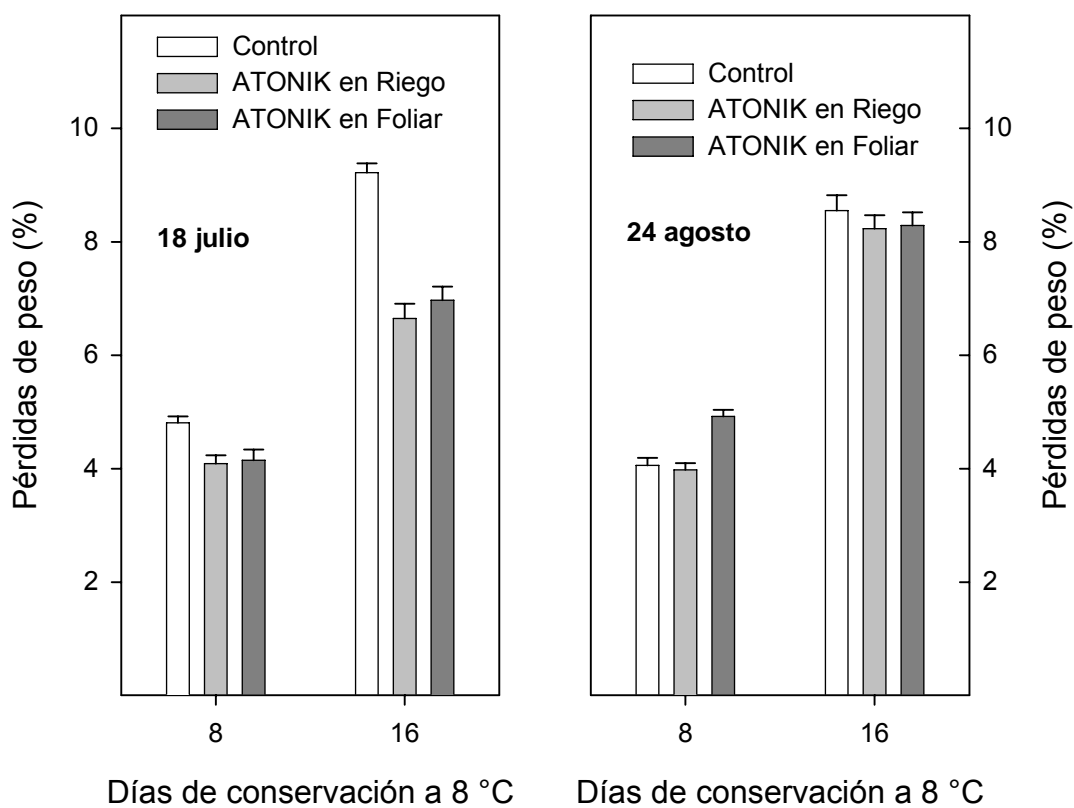
## RESULTADOS

El tratamiento con Atonik, tanto vía foliar como en el sistema de riego, llevó a un incremento en el rendimiento de las plantas de pimiento, que presentaron una producción total por planta de  $4.97 \pm 0.04$  kg en las plantas control y de  $5.17 \pm 0.08$  y  $5.19 \pm 0.06$  kg en las tratadas vía foliar y riego, respectivamente. Este incremento se debió a un aumento en el peso de los frutos, ya que el número de frutos producidos por cada planta en todo el ciclo de cultivo fue muy similar  $20.78 \pm 0.22$  en las plantas control y de  $20.75 \pm 0.22$  y  $20.62 \pm 0.17$  en las tratadas con Atonik vía foliar o en riego, respectivamente, por o que los tratamientos no afectaron al cuaje del fruto. El peso de los frutos disminuyó conforme avanzaba el ciclo de cultivo, aunque siempre fue significativamente mayor en los pimientos de las plantas tratadas con Atonik lo que se debía a un mayor espesor del pericarpio (Figura 1), ya que la longitud y la anchura de los frutos eran similares (datos no mostrados).



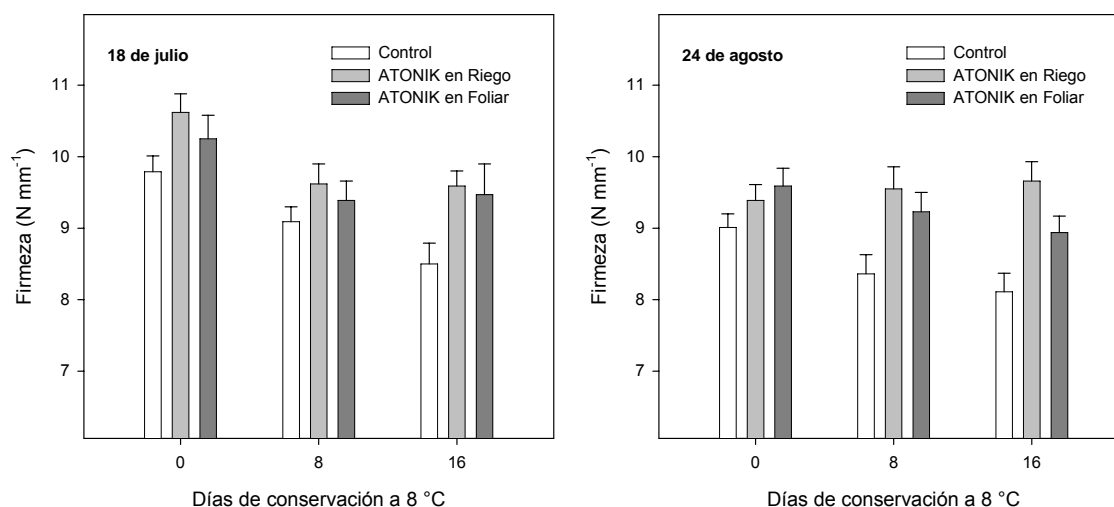
**Figura 1:** Peso de los pimientos y espesor del pericarpio de las plantas control y de las tratadas con Atonik recolectadas el 18 de julio y el 24 de agosto. Los datos son la media  $\pm$  ES de 15 frutos.

Las pérdidas de peso incrementaron a lo largo de la conservación post-recolección, alcanzando unos valores finales que fueron ligeramente más elevados en los frutos recolectados el 24 de agosto que en los recolectados el 18 de julio (Figura 2). Además, estas pérdidas de peso fueron ligeramente superiores en los pimientos procedentes de las plantas control que en los procedentes de las plantas tratadas.



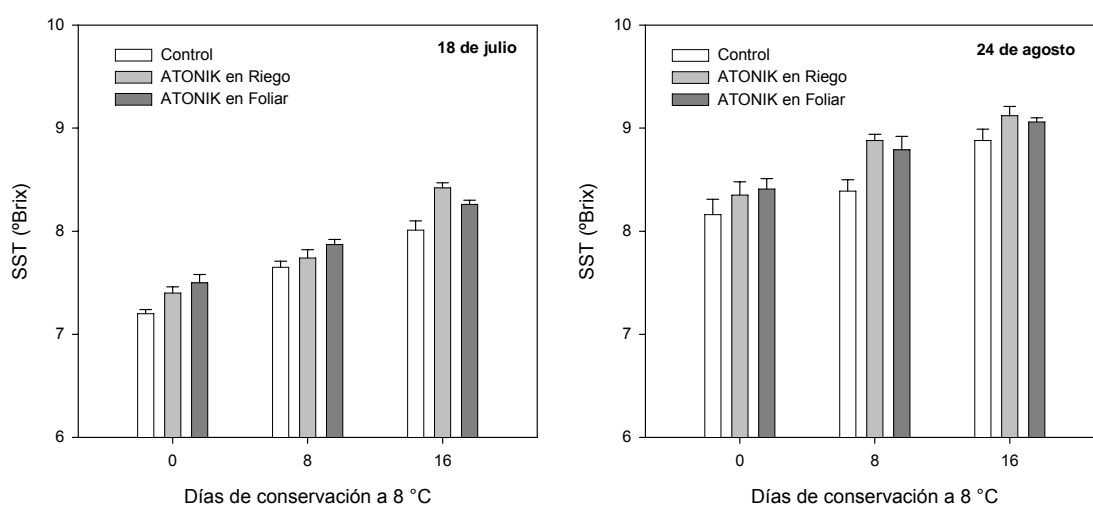
**Figura 2:** Pérdidas de peso durante la conservación de los pimientos, procedentes de las plantas control o tratadas con Atonik y recolectados el 18 de julio y el 24 de agosto. Los datos son la media  $\pm$  ES de 15 frutos.

La firmeza de los pimientos en el momento de la recolección fue superior en los recolectados el 18 de julio que en los recolectados el 24 de agosto,  $9.79 \pm 0.22$  y  $9.01 \pm 0.19$   $\text{N mm}^{-1}$ , respectivamente en los pimientos de las plantas control, lo que podría atribuirse al mayor espesor del pericarpo, según se ha expuesto anteriormente. Además, el tratamiento con Atonik, tanto via foliar como aplicado en el sistema de riego condujo a una mayor firmeza de los pimientos en ambas fechas de recolección. Durante la conservación se produjo un descenso de la firmeza en los pimientos procedentes de las plantas control, que fue mucho menor o incluso no se produjo en los frutos de las plantas tratadas con Atonik (Figura 3).



**Figura 3:** Evolución de la firmeza durante la conservación de los pimientos recolectados el 18 de julio y el 24 de agosto de las plantas control y de las tratadas con Atonik. Los datos son la media  $\pm$  ES de 15 frutos.

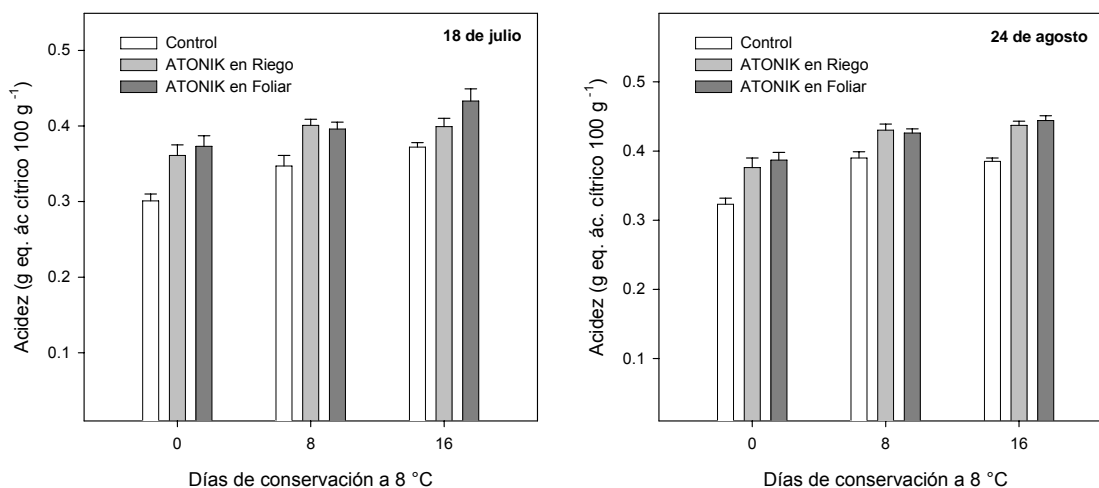
La concentración de sólidos solubles fue significativamente más elevada en los pimientos de la segunda fecha de recolección, tanto en los de las plantas control como en los de las plantas tratadas con Atonik, aunque en los pimientos de ambas fechas de recolección se produjo un incremento en el contenidos de SST a lo largo de la conservación, siendo los valores ligeramente superiores en los pimientos procedentes de las plantas tratadas con Atonik (Figura 4).



**Figura 4:** Evolución de la concentración de SST durante la conservación de los pimientos recolectados el 18 de julio y el 24 de agosto de las plantas control y de las tratadas con Atonik. Los datos son la media  $\pm$  ES de 15 frutos.

La acidez total incrementó durante la conservación de los pimientos, alcanzando unos valores finales de  $0.37 \pm 0.01$  y  $0.39 \pm 0.01$  g 100 g<sup>-1</sup>, en los pimientos de las plantas control recolectados el 18 de julio y 24 de agosto, respectivamente. En los pimientos de las plantas

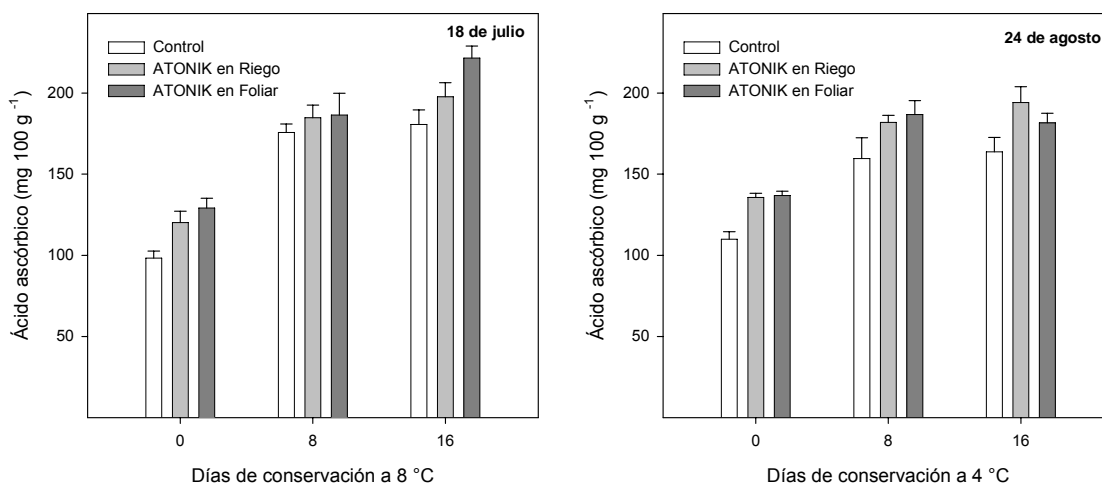
tratadas con Atonik la evolución de la acidez fue similar, aunque los valores fueron ligeramente superiores a los encontrados en las plantas control (Figura 5).



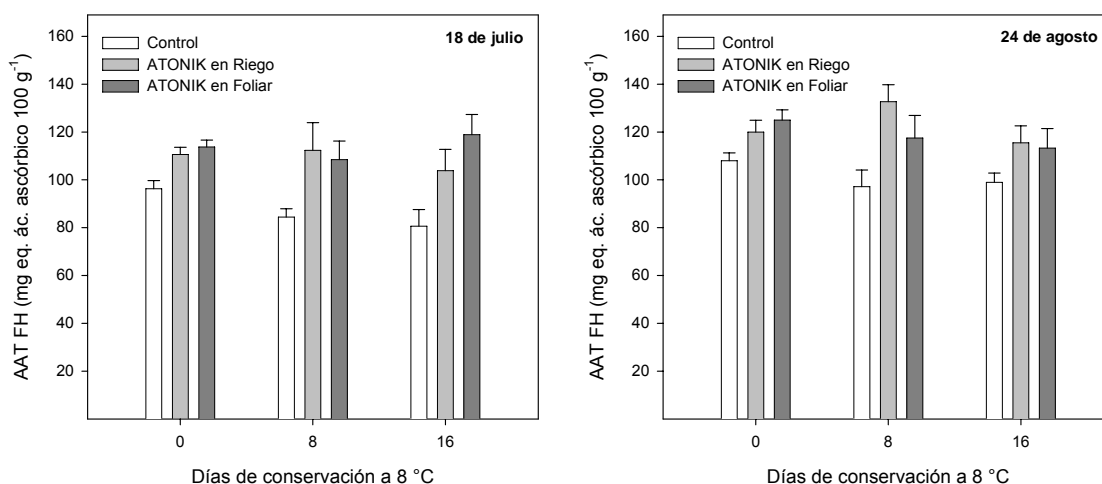
**Figura 5:** Evolución de la acidez total durante la conservación de los pimientos recolectados el 18 de julio y el 24 de agosto de las plantas control y de las tratadas con Atonik. Los datos son la media  $\pm$  ES de 15 frutos.

Una evolución similar se encontró en el contenido de ácido ascórbico, que fue de  $98.31 \pm 4.36$  mg  $100$  g<sup>-1</sup> en los pimientos control del 18 de julio y ligeramente superior,  $109.92 \pm 4.61$  mg  $100$  g<sup>-1</sup> en los del 24 de agosto y aumentó ligeramente durante la conservación. En los pimientos de las plantas tratadas con Atonik los niveles de ácido ascórbico en el momento de la recolección fueron significativamente más elevados, aunque sin diferencias debidas a la forma de aplicación del tratamiento, y también incrementaron durante la conservación, manteniéndose las diferencias con respecto a los pimientos de las plantas control (Figura 6).

La actividad antioxidante total en la fracción hidrosoluble fue de  $96.27 \pm 3.44$  mg  $100$  g<sup>-1</sup> en los pimientos de las plantas control recolectados el 18 de julio y significativamente más elevada,  $110.61 \pm 2.97$  y  $113.75 \pm 2.91$  mg  $100$  g<sup>-1</sup> en los de las plantas tratadas con Atonik en riego y vía foliar, respectivamente. Esta actividad antioxidante se mantuvo sin cambios significativos en los pimientos de las plantas tratadas con Atonik, mientras que en los de las plantas control se observó una ligera disminución (Figura 7). Resultados similares se obtuvieron en los pimientos recolectados el 24 de agosto, aunque en éstos los niveles fueron ligeramente superiores, tanto en el momento de la recolección como durante la conservación. En la fracción liposoluble la actividad antioxidante fue mucho más baja y no se encontraron diferencias significativas debidas a los tratamientos (datos no mostrados).

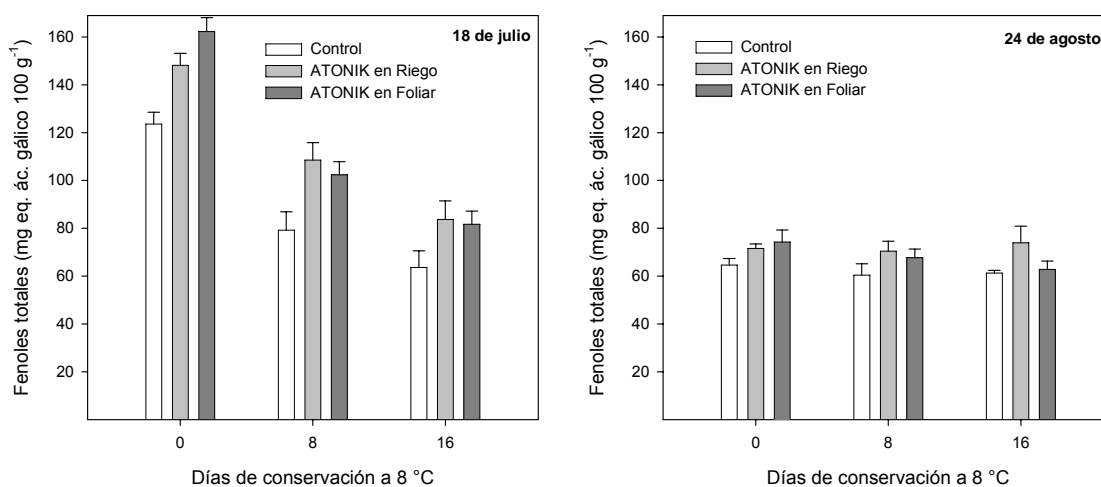


**Figura 6:** Evolución de la concentración de ácido ascórbico durante la conservación de los pimientos recolectados el 18 de julio y el 24 de agosto de las plantas control y de las tratadas con Atonik. Los datos son la media  $\pm$  ES de 15 frutos.



**Figura 7:** Evolución de actividad antioxidante total en la fracción hidrosoluble durante la conservación de los pimientos recolectados el 18 de julio y el 24 de agosto de las plantas control y de las tratadas con Atonik. Los datos son la media  $\pm$  ES de 15 frutos.

El contenido en fenoles totales fue mucho mayor en los pimientos recolectados el 18 de julio que en los recolectados el 24 de agosto, tanto en los procedentes de las plantas control como en los procedentes de las plantas tratadas con Atonik. Sin embargo, en ambos casos el tratamiento con Atonik condujo a incrementar el contenido en fenoles totales (Figura 8). Durante la conservación de los pimientos recolectados el 18 de julio se produjo un descenso significativo del contenido en fenoles totales, aunque seguían manteniéndose niveles más elevados en los pimientos de las plantas tratadas, mientras que en los pimientos recolectados el 24 de agosto no se observaron cambios significativos a lo largo de la conservación.



**Figura 8:** Evolución de la concentración de fenoles totales durante la conservación de los pimientos recolectados el 18 de julio y el 24 de agosto de las plantas control y de las tratadas con Atonik. Los datos son la media  $\pm$  ES de 15 frutos.

## DISCUSIÓN

Los pimientos recolectados el 18 de Julio y el 24 de agosto, tanto de las plantas control como de las tratadas con Atonik, se conservaron a 8°C, puesto que estos frutos son susceptibles de sufrir daños por frío cuando se almacenan a temperaturas por debajo de 7-10 °C, dependiendo de la variedad y de la duración del almacenaje (Serrano et al., 1997; Vicente et al., 2005). Los resultados muestran un efecto claro de los tratamientos con Atonik sobre diferentes parámetros relacionados con la calidad, ya que el peso de los frutos, el espesor del pericarpio y el contenido en sólidos solubles y en acidez eran superiores en los pimientos de las plantas tratadas con Atonik, tanto en el sistema de riego como vía foliar, que en los procedentes de las plantas control.

Durante el almacenamiento post-recolección el efecto positivo de los tratamientos con Atonik también fue evidente, puesto que las pérdidas de peso y los procesos de ablandamiento fueron menores en los pimientos de las plantas tratadas. Las pérdidas de peso, debidas a la deshidratación resultante del proceso de transpiración es uno de los principales factores que afectan negativamente al mantenimiento de la calidad de los pimientos durante las operaciones de transporte, almacenaje y comercialización, y dependen de l cultivar, del espesor y composición de la cutícula y de las condiciones ambientales reinantes antes y después de la recolección (Riederer and Scheiber, 2201; Maalekuu et al., 2004; Vogg et al., 2004; Smith et al., 2006). Además, los pimientos tratados con Atonik mantuvieron unos niveles de sólidos solubles, acidez total y ácido ascórbico más elevados que los controles durante la conservación post-recolección.

En relación con las propiedades funcionales, la aplicación de Atonik tuvo un efecto claro incrementando la concentración de ácido ascórbico, la actividad antioxidante y la concentración de fenoles totales. El incremento en la concentración de ácido ascórbico observado durante el almacenaje puede ser atribuido a la evolución del proceso de maduración y está de acuerdo con los resultados de otros investigadores (Jiménez et al., 2003). Sin embargo, otros investigadores han encontrado descensos importantes en la concentración de ácido ascórbico durante la conservación en frío (Ozden and Bayindirli, 2002), diferencias que podrían atribuirse al cultivar o a la aparición de daños por frío. Por otra parte, la mayor actividad antioxidante encontrada en los pimientos procedentes de las plantas

tratadas con Atonik podría deberse a un incremento en la actividad de varios enzimas antioxidantes, como superóxido dismutasa, catalasa y peroxidasa (Djanaguiraman et al., 2004).

### CONCLUSIONES

El tratamiento de las plantas de pimiento con el bioestimulante Atonik puede incrementar el rendimiento de este cultivo, aumentando el peso de los frutos, aunque no afecta al proceso del cuaje. Este efecto se debe a un aumento en el espesor del pericarpo más que a un aumento en el tamaño del fruto. Además, el tratamiento también provoca un aumento significativo en algunos parámetros relacionados con la calidad nutritiva de este fruto, como contenido en sólidos solubles y en acidez total, así como en parámetros relacionados con la calidad funcional, como contenido en ácido ascórbico y en fenoles totales y en actividad antioxidante. Finalmente, este efecto beneficioso se mantiene durante la conservación post-recolección, por lo que la calidad de los pimientos procedentes de las plantas tratadas con Atonik sería superior a la de los pimientos de las plantas control, aunque sin diferencias significativas debidas a la forma de aplicación, mediante espray foliar o en el sistema de riego.

### AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por Arista Life Science S.A.S. Nogueres, Francia.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arnao, M.B.; Cano, A.; Acosta, M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*, 73: 239-244, 2001.
- Djanaguiraman, M.; Devi, D.D.; Sheeba, J.A.; Bangarusamy, U.; Babu, R.C. Effect of oxidative stress on abscission of tomato fruits and its regulation by nitrophenols. *Tropical Agricultural Research*, 16: 25-36, 2004.
- Djanaguiraman, M.; Sheeba, J.A.; Devi, D.D.; Bangarusamy, U. Response of cotton to Atonik and TIBA for growth, enzymes and yield. *Journal of Biological Sciences*, 5: 158-162, 2005.
- Jiménez, A.; Romojaro, F.; Gómez, J.M.; Llanos, M.R.; Sevilla, F. Antioxidant system and their relationship with the response of pepper fruits to storage at 20 °C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 6293-6299, 2003.
- Maalekuu, K.; Elkind, Y.; Tuvia-Alkalai, S.; Shalom, Y.; Fallik, E. The influence of harvest season and cultivar type on several quality traits and quality stability of three commercial sweet bell peppers during the harvest period. *Advances in Horticultural Sciences*, 18: 21-25, 2004.
- Özden, Ç.; Bayindirli, L. Effects of combinational use of controlled atmosphere, cold storage and edible coating applications on shelf life and quality attributes of green peppers. *European Food Research Technology* 214: 320-326, 2002
- Riederer, M.; Schreiber, L. Protecting against water loss: analysis of the barrier properties of plant cuticles. *Journal of Experimental Botany*, 52: 2023-2032, 2001
- Serrano, M.; Guillén, F.; Martínez-Romero, D.; Castillo, S.; Valero, D. Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, 53, 2741-2745, 2005.

- Serrano, M.; Martínez-Madrid, M.C.; Pretel, M.T.; Riquelme, F.; Romojaro, F. Modified Atmosphere Packaging Minimizes Increases In Putrescine And Abscisic Acid Levels Caused By Chilling Injury In Pepper Fruit. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry* 45: 1668-1672, 1997.
- Smith, D.L.; Stommel, J.R.; Fung, R.W.M.; Wang, C.Y.; Whitaker, B.D. Influence Of Cultivar And Harvest Method On Postharvest Storage Quality Of Pepper (*Capsicum Annuum* L.) Fruit. *Postharvest Biology And Technology*, 42: 243-247, 2006.
- Vicente, A.R.; Pineda, C.; Lemoine, L.; Civello, P.M.; Martínez, G.A.; Chaves, A.R. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. *Postharvest Biology and Technology*, 35: 69-78, 2005.
- Vogg, G.; Fischer, S.; Leide, J.; Emmanuel, E.; Jetter, R.; Levy, A.A.; Riederer, M. Tomato fruit cuticular waxes and their effects on transpiration barrier properties: functional characterization of a mutant deficient in a very-long-chain fatty acid  $\beta$ -Ketoacyl-CoA synthase. *Journal of Experimental Botany*, 55: 1401-1410, 2004.
- Zapata P.; Valero, D.; Castillo, S.; Martínez-Romero, D.; Guillén, F.; Valverde, J.M.; Serrano, M. La aplicación de Atonik® incrementa el rendimiento del cultivo y la calidad del pimiento. XI Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Albacete, 2007. *Acta Horticulturae*, (In press).