

El tratamiento precosecha con SaMe estimula los sistemas antioxidantes en ciruela

A. Martínez-Esplá^{1*}, M. Serrano², D. Valero¹, P.J. Zapata¹, J.M. Valverde¹ & S. Castillo¹

¹ Dept. Tecnología Agroalimentaria. EPSO, Universidad Miguel Hernández. Orihuela, Alicante, España. alexme_13@hotmail.com

² Dept. Biología Aplicada. EPSO, Universidad Miguel Hernández. Orihuela, Alicante, España.

Resumen

El salicilato de metilo (SaMe) es un compuesto volátil que se sintetiza en las plantas a partir del ácido salicílico y que está implicado en los mecanismos de defensa de las plantas frente a distintos tipos de estrés. Además, trabajos recientes han demostrado que el SaMe puede afectar a diferentes parámetros relacionados con la calidad del fruto, aunque la mayoría de ellos se refieren a tratamientos post-cosecha. En este trabajo se realizó un estudio novedoso con el objetivo de evaluar el efecto de tratamientos con SaMe (0,5 mM), aplicados mediante espray foliar a ciruelos en tres fechas claves del desarrollo del fruto, sobre la calidad y los sistemas antioxidantes de las ciruelas, tanto en la recolección como durante su conservación en frío. Los resultados muestran que algunos parámetros relacionados con la calidad organoléptica, como color y firmeza se vieron mejorados en las ciruelas procedentes de árboles tratados con SaMe, al igual que su contenido en compuestos bioactivos con actividad antioxidante, como fenoles y carotenoides, los cuales presentaron una mayor concentración en las ciruelas tratadas, tanto en el momento de la recolección como después de la conservación prolongada en frío. Finalmente, la actividad de los enzimas antioxidantes, como peroxidasa, catalasa y ascorbato peroxidasa también se vio afectada por el tratamiento, pudiendo contribuir al retraso de la maduración post-recolección de las ciruelas y al mantenimiento de su calidad.

Palabras clave: *Prunus salicina*, crecimiento, maduración, calidad, conservación.

Introducción

El ácido salicílico (AS) es una hormona vegetal que presenta diversas funciones reguladoras en el metabolismo de las plantas, tales como mecanismos de resistencia frente a enfermedades y resistencia sistémica adquirida (RSA), al igual que influye en otros parámetros del desarrollo, como la germinación de semillas, el establecimiento de las plántulas, crecimiento celular, cierre estomático, respuestas al estrés abiótico y el rendimiento del fruto (Raskin, 1992; Vlot et al., 2009). El salicilato de metilo (SaMe) es un compuesto volátil de las plantas sintetizado a partir del AS y juega también un papel importante en los mecanismos de defensa de las plantas, desarrollo de las plantas, procesos de maduración del fruto y respuestas de las plantas frente a varios factores de estrés abiótico (Hayat & Ahmad, 2007). Así, tratamientos post-cosecha con SaMe exógeno disminuyeron los daños por frío en tomate (Fung et al., 2006), y mango (Han et al., 2006), debido a la protección de la estructura de la pared celular y de las membranas celulares de la disfunción causada por los daños de la peroxidación lipídica. Del mismo modo, en granadas, los tratamientos post-cosecha con SaMe redujo los daños por frío,

mantenimiento la estructura y permeabilidad selectiva de las membranas al igual que se mantuvo la firmeza, sólidos solubles totales (SST) y acidez total (AT) en frutos tratados con SaMe en comparación con granadas control (Sayyari et al., 2011).

Sin embargo, existe muy poca literatura disponible sobre el posible efecto del tratamiento precosecha con SaMe sobre los atributos de calidad de los frutos. Así, en cereza mejoró la calidad en la recolección aumentando el tamaño, color, firmeza y contenido en SST del fruto, retrasando la maduración en postcosecha (Giménez et al., 2015) además de incrementar el contenido en compuestos antioxidantes tanto en la recolección como en el almacenamiento (Valverde et al., 2015).

Material y métodos

Material Vegetal y Diseño Experimental. Se utilizaron ciruelos (*P. salicina* Lindl.) de las variedades 'Black Splendor' (BS) y 'Royal Rosa' (RR) de una plantación comercial en Cieza (Murcia). Se seleccionaron tres árboles para cada variedad y tratamiento siendo estos: control (agua destilada) y salicilato de metilo (MeSa) a una concentración 0,5 mM a los 63, 77 y 98 días después de la floración. Las ciruelas fueron finalmente recolectadas en el estado de maduración comercial. Se seleccionaron 3 lotes de 10 frutos por variedad, tratamiento y muestreo. Las ciruelas de los árboles control y de los tratados con SaMe 0,5 mM se conservaron a 2 °C durante 50 días más 1 día a 20°C y se determinó la firmeza del fruto, el color, los sólidos solubles totales (SST), y la acidez total (AT) según se indica en Martínez-Esplá et al. (2014) y Zapata et al. (2014). Además, en el momento de la recolección se determinó el contenido en compuestos bioactivos (fenoles totales y antocianinas totales), actividad antioxidante total (hidrofílica y lipofílica, AAT-H y AAT-L, respectivamente) y actividad de los enzimas antioxidantes, como peroxidasa (POD), catalasa (CAT), ascorbato peroxidasa (APX) y superóxido dismutasa (SOD) para ambas variedades. Se realizó el análisis ANOVA, siendo las fuentes de variación la variedad, tratamiento y tiempo de conservación. La comparación de medias se llevó a cabo usando el test de Tukey's HSD con diferencias significativas para $P < 0.05$, usando el software SPSS v.12.0 para Windows.

Resultados y discusión

Los resultados muestran como el tratamiento SaMe 0,5 mM aumentó los parámetros de color y de firmeza para la variedad 'RR' en la recolección y estas diferencias se mantuvieron durante el almacenamiento, mientras que en 'BS' el aumento de firmeza y color solo fue significativo después de 50 días a 2°C + 1 día a 20°C (Tabla 1). Por otro lado, el contenido en SST y la AT fue superior en los frutos tratados para la variedad 'BS' en la recolección pero estas diferencias no se observaron al final del almacenamiento, mientras que para la variedad 'RR' no mostró diferencias en ambos parámetros en el momento de la recolección pero sí se encontraron valores más altos en los frutos tratados después del almacenamiento en frío. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Giménez et al. (2014) en los que se obtuvo una mejora de la calidad de las cerezas en el momento de la recolección mediante el tratamiento precosecha con SaMe de cerezos que se mantuvieron en el periodo postcosecha.

El contenido en fenoles totales y AAT-H fue diferente dependiendo de la variedad obteniéndose valores significativamente más altos en 'BS' en el momento de la recolección. Además, el tratamiento con SaMe aumentó el contenido de fenoles mejorando la AAT-H en ambas variedades, siendo este incremento más pronunciado para BS (Figura 1). Por otro lado, la cantidad final de carotenoides y la AAT-L también se vio aumentada por el tratamiento con SaMe en la recolección para las dos variedades, siendo

el contenido total superior en la variedad 'RR' (Figura 2). Estos resultados coinciden con estudios previos donde el tratamiento precosecha con SaMe en cerezos aumentó el contenido de compuestos antioxidantes, tales como fenoles y antocianinas totales, en el momento de la recolección, mejorando en la calidad nutricional y las propiedades beneficiosas para la salud (Valverde et al., 2015). Además, el tratamiento postcosecha con SaMe aumentó de manera significativa el contenido en compuestos fenólicos en granadas durante su almacenamiento (Sayyari et al., 2011). La actividad de las enzimas antioxidantes CAT, POD, APX y SOD fue superior en las frutas tratadas que en las controles en la recolección menos para la SOD en 'BS' donde las diferencias no fueron importantes (Figura 3). El contenido en enzimas antioxidantes también aumentó en cerezas tratadas con SaMe (Valverde et al., 2015)

En resumen, el aumento del contenido de compuestos bioactivos y enzimas antioxidantes en ambas variedades de ciruela en la recolección como consecuencia del tratamiento precosecha con SaMe, podría contribuir a eliminar los ROS generados durante el proceso de maduración y a su vez, a retrasar los procesos de maduración y senescencia postcosecha. Estos efectos podrían explicar el mantenimiento de los atributos de calidad del fruto durante el almacenamiento prolongado de ciruelas tratadas con SaMe.

Referencias

- Fung R.W.M., Wang C.Y., Smith D.L., Gross K.C., Tao Y., Tian M. 2006. Characterization of alternative oxidase (AOX) gene expression in response to methyl salicylate and methyl jasmonate pre-treatment and low temperature in tomatoes. *Journal of Plant Physiology* 163: 1049-1060.
- Giménez M.J., Valverde J.M., Valero D., Díaz-Mula H.M., Zapata P.J., Serrano M., Moral J., Castillo S. 2015. Methyl salicylate treatments of sweet cherry trees improve fruit quality at harvest and during storage. *Scientia Horticulturae* 197: 665–673.
- Giménez, M.J., Valverde, J.M., Valero, D., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Serrano, M., Castillo, S. 2014. Quality and antioxidant properties on sweet cherries as affected by preharvest salicylic and acetylsalicylic acids treatments. *Food Chemistry* 160: 226-232.
- Han J., Tian S.P., Meng X.H., Ding Z.H. 2006. Response of physiologic metabolism and cell structures in mango fruits to exogenous methyl salicylate under low temperature stress. *Physiologia Plantarum* 128: 125-133.
- Hayat S., Ahmad A. 2007. *Salicylic Acid: A Plant Hormone*. Dordrecht, Springer.
- Martínez-Esplá, A., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Valero, D., Serrano, M. 2014. Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. 1. Improvement of fruit growth and quality attributes at harvest. *Postharvest Biology and Technology* 98: 98-105.
- Raskin I. 1992. Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiology* 99: 799-803.
- Sayyari M., Babalar M., Kalantari S., Martínez-Romero D., Guillén F., Serrano M., Valero D. 2011. Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. *Food Chemistry* 124: 964-970.
- Valverde J.M., Giménez M.J., Guillén F., Valero D., Martínez-Romero D., Serrano M. 2015. Methyl salicylate treatments of sweet cherry trees increase antioxidant systems in fruit at harvest and during storage. *Postharvest Biology and Technology* 109: 106-113.
- Vlot A.C., Dempsey M.A., Klessig D.F. 2009. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual Review of Phytopathology* 47: 177-206.

Zapata, P.J., Martínez-Esplá, A., Guillén, F., Díaz-Mula, H.M., Martínez-Romero, D., Serrano, M., Valero, D. 2014. Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. 2. Improvement of fruit quality and antioxidant systems during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* 98: 115-122.

Tablas y Figuras

Tabla 1: Parámetros de calidad de ciruelas de las variedades 'Black Splendor' y 'Royal Rosa' controles y tratadas con salicilato de metilo (SaMe) 0,5 mM almacenadas durante 50 días a 2°C + 1 día a 20°C.

		Black Splendor		Royal Rosa	
		Control	SaMe 0,5 mM	Control	SaMe 0,5 mM
Color Hue	Día 0	13,30±0.66 ^A	14,18±0.83 ^A	24,50±1,57 ^A	27,56±1,19 ^B
	Día 50	10,49±0.64 ^A	12,89±0.57 ^B	22,26±0,75 ^A	25,90±1,04 ^B
Firmeza	Día 0	9,55±0.39 ^A	9,87±0.30 ^A	5,73±0,23 ^A	6,51±0,22 ^B
	Día 50	3,34±0.15 ^A	4,28±0.17 ^B	3,09±0,18 ^A	3,66±0,15 ^B
SST	Día 0	12,30±0.07 ^A	11,72±0.10 ^B	10,43±0.15 ^A	10,57±0,20 ^A
	Día 50	12,57±0.17 ^A	12,70±0.46 ^A	12,85±0,20 ^A	11,97±0,30 ^B
Acidez Total	Día 0	1,66±0.04 ^A	1,76±0.03 ^B	0,75±0.08 ^A	0,76±0,03 ^A
	Día 50	0,96±0.03 ^B	1,23±0.03 ^B	0,51±0,01 ^A	0,63±0,11 ^B

Las diferentes letras dentro de una fila indican diferencias significativas entre tratamientos en los diferentes parámetros.

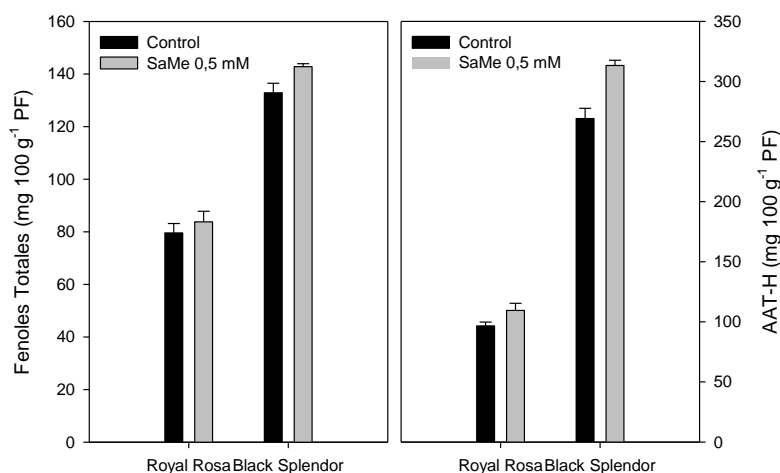


Figura 1. Fenoles totales y actividad antioxidante hidrofílica total (AAT-H) de las variedades de ciruela 'Black Splendor' y 'Royal Rosa' control y tratadas con SaMe 0,5 mM en el momento de la recolección.

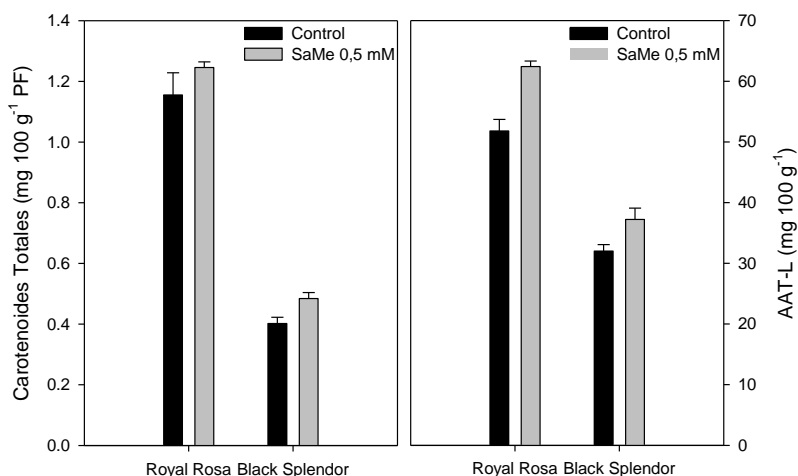


Figura 2. Carotenoides y actividad antioxidante lipofílica total (AAT-L) de las variedades de ciruela 'Black Splendor' y 'Royal Rosa' control y tratadas con SaMe 0,5 mM en el momento de la recolección.

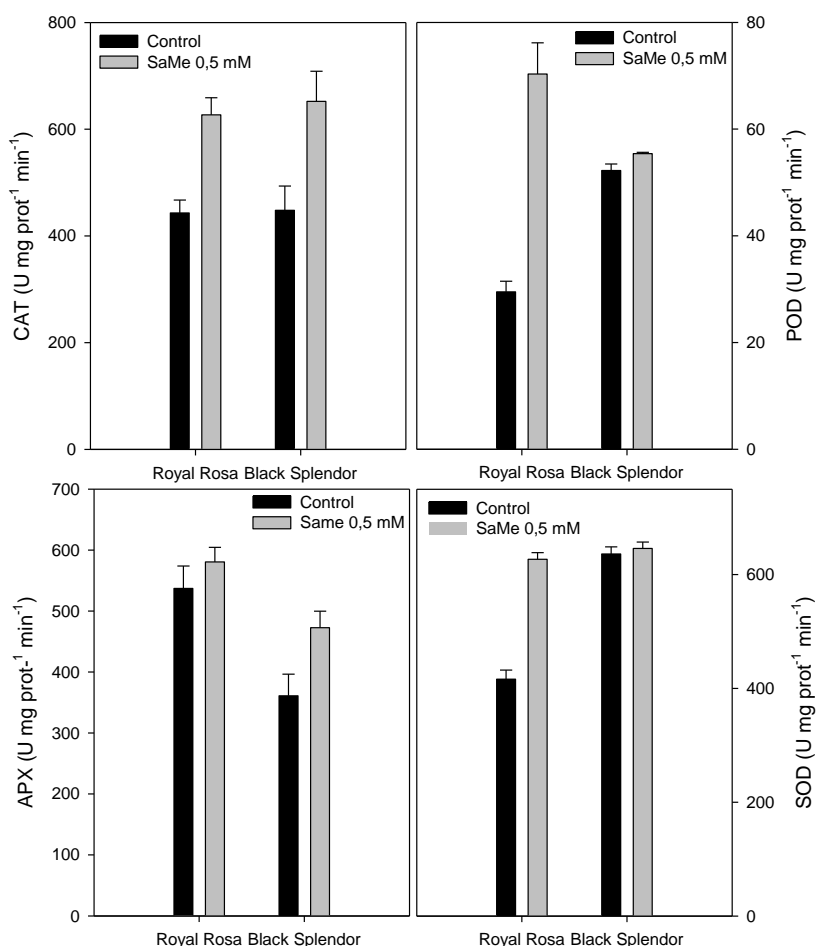


Figura 3. Catalasa (CAT), peroxidasa (POD), ascorbato peroxidasa (APX) y superóxido dismutasa (SOD) de las variedades de ciruela 'Black Splendor' y 'Royal Rosa' control y tratadas con SaMe 0,5 mM en el momento de la recolección.