

## Efecto Del Uso De Reguladores De Crecimiento En Los Polifenoles Totales De La Uva “Red Globe”

Ambrosio Franco-Bañuelos <sup>a</sup>, Verónica Ivón Trejo Guardado <sup>b\*</sup>, Cristina Sarai Contreras-Martínez <sup>b</sup>, José Carranza-Téllez <sup>c</sup>, José Carranza-Concha <sup>b</sup>

a Universidad Autónoma de Zacatecas, Facultad de Agronomía. Carretera Zacatecas-Guadalajara Km. 15, Cieneguillas, Zacatecas. C.P. 98160, MÉXICO.

b Universidad Autónoma de Zacatecas, Departamento de Nutrición., Carretera Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido "La Escondida", Zacatecas, Zac. C.P. 98160, MÉXICO. \*Autor para correspondencia: vero\_ivon05@hotmail.com.

c Universidad Autónoma de Zacatecas Facultad de Ciencias Químicas. Programa de Químico en Alimentos. Carretera Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido "La Escondida", Zacatecas, Zac. C.P. 98160, MÉXICO.

### RESUMEN:

La uva es una de las frutas más consumidas en el mundo y considerada una de las mayores de fuentes de compuestos fenólicos y antioxidantes. Es esta fruta los reguladores de crecimiento son utilizados con el objetivo de aumentar su tamaño, mejorar su calidad y anticipar su cosecha. El objetivo de éste trabajo fue determinar el efecto de los reguladores de crecimiento en los polifenoles totales de la uva “Red Globe”. Para el éste trabajo, se utilizó un diseño de bloque completamente aleatorio, con tres tratamientos (Ethrel®, Maxi-grow®, Ethrel + Maxi-Grow) y 1 control, con 5 bloques (totalizando 60 experimentos). Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los sólidos solubles, la acidez titulable, el contenido fenólico total. También se encontraron estas diferencias entre los bloques para un mismo tratamiento en los parámetros analizados, excepto en el contenido de agua. El valor más alto en el contenido fenólico total fue registrado con la aplicación del Ethrel® (124,5 mg de GAE 100 g<sup>-1</sup>).

**Palabras clave:** Uvas, reguladores de crecimiento

### ABSTRACT:

Table grape is one of the most consumed fruits in the world. It is considered one of the main sources of phenolic compounds and antioxidants. Plant growth regulators (PGR) are employed in grapes, to increase their size, improve their quality and anticipate the harvest period. The objective of this work was to determine the effect of the use of plant growth regulators on the total phenolic content (TPC) of the “Red Globe” grape. For this experiment a completely random block design was used, with 3 treatments (Ethrel®, Maxi-grow®, Ethrel + Maxi-Grow) as well as a control, with 5 blocks, and a total of 60 runs. Significant differences were observed in soluble solids, titratable acidity, total phenolic content and antioxidant capacity (with both methods) as a function of growth regulators. Significant differences were also founded between the blocks for the same treatment in the parameters analyzed, except for the water content. The highest average value for total phenolic content was found with the use of Ethrel® (124.5 mg of GAE 100 g<sup>-1</sup>).

**Key-words:** Grapes, Growth regulators

**Área:** Alimentos Funcionales

### INTRODUCCIÓN

La uva de mesa es una de las frutas más consumidas en el mundo (Baiano *et al.*, 2012) representando un gran impacto en la economía global. En México, la superficie destinada a la producción de uva es de 27,236.55 hectáreas, con una producción anual de 335,739.48 toneladas, teniendo un rendimiento promedio de 12.33 ton/ha, siendo el estado de Sonora el primer productor con una superficie cosechada de 18,709 has<sup>2</sup>, con una producción anual de 250,806.90 ton, seguido por Zacatecas en cuanto a producción (SIAP, 2015). En el municipio de Ojocaliente perteneciente al estado de Zacatecas los productores de uva de mesa (principalmente variedad Red Globe) año con año de manera recurrente deben enfrentarse a la complicada venta de la producción, debido a que existe bastante producto en el mercado nacional y el precio comienza a decrecer, en respuesta a la ley de la oferta-demanda. Con el fin de mejorar la competitividad en el mercado local y nacional, se ha buscado adelantar el período de cosecha y con ello reducir los costos de producción, sin dejar a un lado la calidad de la uva. Los atributos de calidad en la uva en ocasiones se consiguen mediante el uso de reguladores de crecimiento (RC), de agroquímicos con hormonas

vegetales o compuestos similares a hormonas (Ferrara *et al.*, 2015). Los reguladores de crecimiento, ya sean producidos naturalmente por la planta o sintéticamente por un químico, son pequeñas moléculas orgánicas que actúan dentro de las células de las plantas modulando su crecimiento y desarrollo (Giannakoula *et al.*, 2012), desempeñan funciones importantes en la regulación de procesos fisiológicos, como la división celular, la ampliación, la diferenciación, la senescencia, la maduración, la germinación, la reproducción y las respuestas protectoras de las plantas contra el estrés (Davies, 1995; Han *et al.*, 2012, citados por Ugare *et al.*, 2013). Etefón [ácido 2-cloroetilfosfónico], es un generador de hormonas de etileno que favorece la germinación del brote, facilita la defoliación antes de la poda de la fruta y promueve la maduración uniforme de las bayas (Chadha y Shikhamany, 1999, citado por Ugare *et al.* 2013). El ácido giberélico es el principal regulador del crecimiento de las plantas utilizado para aumentar el tamaño de las bayas sin semillas, se puede aplicar durante la inflorescencia o en las etapas tempranas del cuajado para afectar la estructura del racimo y el tamaño de la baya (Davies y Bottcher, 2009 citado por Raban *et al.*, 2013). Las citoquininas son otra clase de reguladores de crecimiento, éstas aumentan la división celular. La citoquinina sintética (N-(2-cloro-4-piridil)-N-fenilurea; CPPU) se introdujo en los viñedos para aumentar el tamaño de la baya, provocando también bayas más redondas u ovaladas (Zoffoli *et al.*, 2009), aumenta el tamaño del raquis y el grosor del pedicelo (Reynolds *et al.*, 1992; Retamales *et al.*, 1995; Ben-Arie *et al.*, 1997, citados por Raban *et al.*, 2013). Las auxinas fueron las primeras hormonas vegetales descubiertas, se caracterizan por su capacidad para inducir el alargamiento celular en tallos y hojas, así como el aumentar las actividades fotosintéticas en las plantas (Giannakoula *et al.*, 2012).

La uva se considera una de las principales fuentes de compuestos fenólicos (flavonoides, ácidos fenólicos y resveratrol) (Carrieri *et al.*, 2013) en comparación con otras frutas y hortalizas (Mulero *et al.*, 2015), siendo estos compuestos uno de sus principales atractivos, debido a las propiedades antioxidantes que se le atribuyen (Šeruga *et al.*, 2011). Su consumo se ha asociado con la prevención de ciertas enfermedades, como el cáncer (Nandakumar *et al.*, 2008), enfermedades cardiovasculares (Frankel *et al.*, 1995) así como el desarrollo de Alzheimer (Anastasiadi *et al.*, 2010). Forzar la producción de la uva de mesa, acelerando la maduración de la baya para obtener la cosecha en un periodo de tiempo anticipado, representa una buena estrategia en términos de comercialización, no obstante, existe poca información disponible acerca del impacto de los reguladores de crecimiento en el contenido fenólico total. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del uso de reguladores de crecimiento en el contenido fenólico total de la uva Red Globe.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El área de trabajo de la presente investigación se encuentra ubicada en los límites de la localidad "La Concepción", del municipio de Ojocaliente, Zacatecas, cuyas coordenadas geográficas resultantes de la georreferenciación son 22° 30' 43.47" Latitud Norte, -102° 15' 47.90" Longitud Oeste y 2041.27 metros sobre la superficie Geoidal. El clima es semiseco templado con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 400 a 500 mm y cuyo rango de temperaturas oscila de 14 a 18 °C.

Para cada uno de los tratamientos se realizaron aplicaciones foliares consecutivas en dosis de 1 litro/ha cada 25 días a partir del mes de abril hasta el enero (mes de agosto) las dos últimas aplicaciones se efectuaron en intervalos de 7 días.

#### **Descripción del Viñedo**

Variedad Red Globe con 5 años desde su establecimiento, sin porta injerto. Cuenta con una distancia de plantación de 1.5 metros entre plantas y 3 metros entre hileras (20 hileras de 100 metros y 20 de 140 metros), en espaldera con un sistema de conducción tipo cordón bilateral, con una orientación astronómica de norte a sur. Tiene cierto flujo de gradiente de humedad concentrándose en la parte SE, irrigándose bajo un sistema por goteo.

#### **Diseño Experimental**

Para este experimento se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con 3 tratamientos, Ethrel (Et), Maxi-grow (MG), Ethrel + Maxi-grow (Et + MG) y un Testigo, con 5 bloques cada uno, dando un total de 60 corridas.

#### **Análisis**

En las muestras se determinó el contenido de humedad (AOAC, 1997, 2013) y de sólidos solubles de la fase líquida de las muestras ( $^{\circ}$ Brix) a 20  $^{\circ}$ C (refractómetro Atago NAR-3T, Tokio, Japón). El pH se midió con un pH-metro digital (Denver Instruments pH Meter TP 214, Alemania). La acidez total se midió por valoración potenciométrica con NaOH (0.1 N) y se expresó en mg del ácido principal (ácido tartárico, TA) (AOAC, 1997).

### Extracción de compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos se extrajeron (Tomás-Barberán *et al.*, 2001) con homogenización por 10 min de 35 g de la muestra de uva, con 40 mL de metanol, 10 mL de HCl 6 N y 2 mg de NaF para inactivar las polifenol oxidasas y evitar la degradación de fenoles. Después de la extracción, la mezcla se centrifugó (2701 x g, 4  $^{\circ}$ C) por 10 min. El sobrenadante se almacenó (24 h) en viales opacos a 4  $^{\circ}$ C hasta el análisis.

### Determinación del contenido de fenoles totales (FT)

El contenido de fenoles totales (FT) se cuantificó con la prueba Folin-Ciocalteu (Li *et al.*, 2006); 250  $\mu$ L de extracto se mezclaron con 15 mL de agua desionizada y 1.25 mL de reactivo Folin-Ciocalteu para fenoles. Después de 5 min se añadieron 3.75 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (7.5 %) y se aforaron a 25 mL con agua desionizada. La absorbancia se midió a 765 nm en un espectro-fotómetro UV-Vis (Termo Scientific 10S, Termo Fisher Scientific Inc, EE.UU.). Los resultados se expresaron en mg de ácido gálico (mg GAE 100 g<sup>-1</sup> de uva fresca).

### Análisis estadístico

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y los resultados están expresados como valor medio. Para su análisis estadístico, se utilizó el programa Statgraphics Centurion XV (Statpoint Technologies Inc., Warrenton, VA, EE.UU.). Para conocer las diferencias significativas entre los datos se diseñó y empleó un análisis de la varianza para diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con submuestreo (triplicado) ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla I muestra los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros en función de regulador de crecimiento utilizado, así como de la uva testigo. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los reguladores de crecimiento y el testigo en los  $^{\circ}$ Brix, la acidez titulable, la actividad antioxidante (con ambos métodos) y el contenido fenólico total (Tabla I).

**Tabla I.** Valores medios (n=15) y desviación estándar en los diferentes parámetros analizados en función del tratamiento.

	Ethrel	MG	Et + MG	Testigo
% Xw (g/g H <sub>2</sub> O)	80.9 (1.5) a	78.7 (5.4) a	80.4 (3.8) a	80.9 (0.8) a
$^{\circ}$ Brix	16.7 (0.4) a	18.2 (0.9) b	16.96 (1.15) a	17.5 (1.5) ab
pH	3.44 (0.16) a	3.65 (0.30) a	3.61 (0.50) a	3.47 (0.34) a
AT	144.7 (25.1) ab	133 (28) a	139.5 (11.9) a	163 (40) b
TP	124.5 (57.3) b	104.2 (37) ab	107.8 (27.4) ab	89.9 (17.7) a

Letras minúsculas diferentes en una fila indican diferencias estadísticamente significativas entre los reguladores de crecimiento (Tukey;  $p \leq 0.05$ ).

Se obtuvieron valores de humedad (% Xw) del orden de 80.9 % en el Testigo y Ethrel como valor máximo y 78.7 % como valor mínimo cuando se empleó Maxi-Grow. Por otra parte, en los grados Brix, un aspecto muy relevante en el cultivo de uva de mesa y la producción de vino, ya que se requiere un alto nivel de azúcares en la maduración para una mejor calidad de la baya (Casanova *et al.*, 2009), se obtuvo un valor medio de 16,7 con la aplicación de Ethrel.

Shulman *et al.* (1985) mencionan que independientemente del papel endógeno del etileno en el desarrollo de la uva, el Ethrel en la viticultura promueve los procesos de maduración de la fruta, incluyendo la acumulación de sólidos

solubles, no obstante con la aplicación de este RC en el presente estudio se obtuvo la concentración más baja en grados Brix, mientras que se registraron 18.2° Brix como valor más alto en la uva con Maxi-Grow, quien contiene citoquininas, que a menudo retrasan la acumulación de sólidos solubles (Zabadal y Bukovac, 2006; Peppi y Fidelibus, 2008), sin embargo, en este caso las uvas tratadas con este regulador de crecimiento no mostraron ese comportamiento. Este nivel de sólidos solubles puede estar influenciado por las giberelinas.

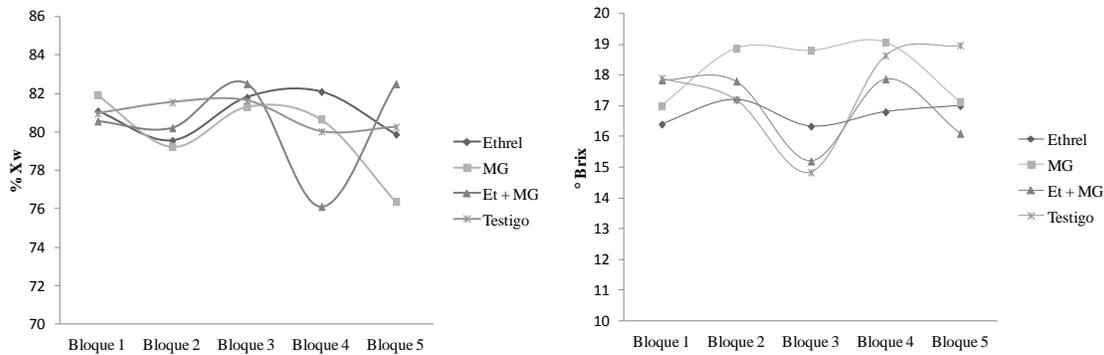
Zhenming *et al.* (2008), Casanova *et al.* (2009) así como Macedo *et al.* (2010) reportaron que aplicaciones exógenas de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) produjeron efectos positivos en cuanto a maduración temprana, provocando °Brix más altos en uva. No obstante, Oliveira *et al.* (2016) encontraron que la aplicación de GA<sub>3</sub> disminuyó la acumulación de sólidos solubles, lo que resultó en un contenido un 6% más bajo que el control.

Con respecto al pH, se registró el valor más ácido con el Ethrel (3.44), mientras que el pH más alto (3.65) en el Maxi-Grow, quien a su vez presentó el valor más bajo en la acidez titulable (133 mg de AT 100 g<sup>-1</sup>). La acidez disminuye durante la etapa de maduración, debido a que existe una dilución de los ácidos provocado por el aumento en el tamaño de las bayas, por la migración de compuestos alcalinos que neutraliza los compuestos ácidos, y consecuentemente, aumenta el pH (Champagnol, 1984). El etileno exógeno, presente y liberado en el Ethrel (Roger *et al.*, 2006) resulta necesario para el aumento en el diámetro de las bayas, la disminución de la acidez y la acumulación de antocianinas que se produce después del envero (Chervin *et al.*, 2004). La absorción del Ethrel por los tejidos de la planta está influenciada por la temperatura, la humedad relativa y el pH de la superficie (Turnbull *et al.*, 1999). Por su parte, Oliveira *et al.* (2016) mencionan que ninguno de la aplicación de GA<sub>3</sub> en su estudio no produjo cambios significativos en la acidez titulable (TA) en manzana de anacardo.

En cuanto al contenido fenólico total se obtuvieron valores del orden de 89.4 a 124.5 mg de AG 100 g<sup>-1</sup> siendo Ethrel quien presentó la concentración fenólica más elevada, seguidos por Maxi-Grow y el método combinado. Los compuestos fenólicos ejercen sus efectos beneficiosos para la salud principalmente a través de su actividad antioxidante. Estos compuestos son capaces de eliminar radicales libres, quelar catalizadores metálicos, activar enzimas antioxidantes e inhibir oxidasas (Heim *et al.*, 2002). Numerosos estudios han demostrado que la composición fenólica de las variedades de uva depende de varios factores, incluido el potencial intrínseco de cada variedad (Costa *et al.*, 2015) determinando la concentración, la distribución y la acumulación de polifenoles en las uvas (Mazza *et al.*, 1999; Rebello *et al.*, 2013).

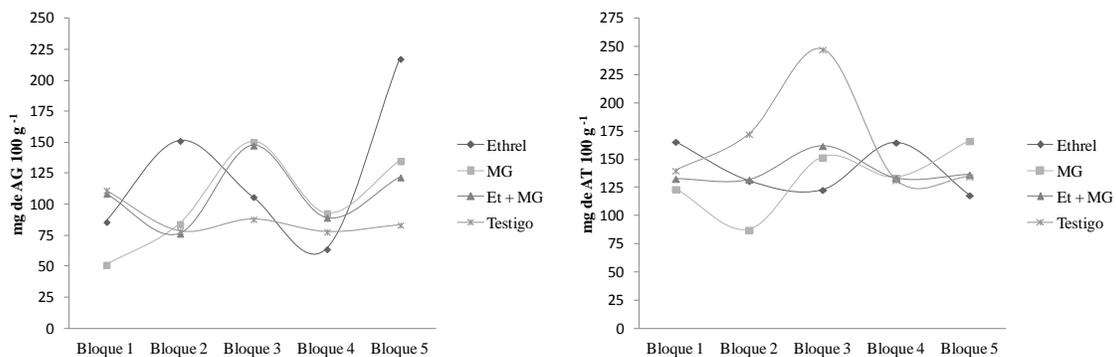
La cantidad y calidad de polifenoles en las frutas y vegetales puede variar significativamente también de acuerdo con diferentes factores intrínsecos y extrínsecos, tales como composición del suelo y condiciones de crecimiento, estado de madurez y condiciones post-cosecha, entre otros (Jeffery *et al.*, 2003). Downey *et al.* (2006) mencionan que entre los factores que podrían afectar la biosíntesis de polifenoles, específicamente de los flavonoides, se encuentran el uso de reguladores de crecimiento. Giannakoula *et al.* (2012), reportaron aumento significativo en los compuestos fenólicos (ácido gálico y rutina) por efecto de la aplicación foliar de GA<sub>3</sub> y de ácido indolacético (IAA) en lentejas. Weir *et al.* (2004) encontraron que la aplicación de IAA en lentejas redujo en gran medida la cantidad de catequinas, hecho que disminuye fuertemente sus beneficios dietéticos (Ness y Powles, 1997) debido al hecho de que la catequina es el polifenol predominante en las semillas de lentejas (Dueñas *et al.*, 2002) algo similar a lo que sucedería en la uva quien se caracteriza por poseer altas concentraciones de catequina. Oliveira *et al.* (2016) no encontraron diferencias significativas en el contenido fenólico total de manzana de anacardo con la aplicación de GA<sub>3</sub>.

La Figura 1 muestra los valores obtenidos del porcentaje de humedad (%Xw) y los ° Brix con la aplicación de un mismo regulador de crecimiento en función del bloque. Se encontraron diferencias significativas en los sólidos solubles entre los bloques para cada uno de los tratamientos así como en el testigo. En la humedad, sólo se encontraron diferencias cuando no se aplicó ningún regulador de crecimiento, en el testigo.



**Figura 1.** Valores medios en el contenido de humedad y sólidos solubles (° Brix) para cada RC en función del bloque.

La figura 2, muestra los valores obtenidos en el contenido fenólico total (mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>) y la acidez titulable (mg de ácido tartárico 100 g<sup>-1</sup>) con la aplicación de un mismo regulador de crecimiento en función del bloque, encontrándose diferencias significativas en ambos parámetros. Las uvas se encuentran entre las frutas que contienen el mayor contenido de sustancias fenólicas y la síntesis de estos compuestos en la planta es genética. Hay una diferencia significativa entre los tipos de uva en términos de cantidad de compuestos fenólicos y antioxidantes en función de la parte de la planta. También, el contenido de compuestos fenólicos es diferente en las etapas del desarrollo de la flor y la fruta, de manera que alcanza la cantidad más alta 50 días después de la floración y disminuye con la maduración del grano (Arnaldos *et al.*, 2001 citado por Sedighi *et al.*, 2014).



**Figura 2.** Valores medios de contenido fenólico total y la acidez titulable para cada RC en función del bloque.

Los reguladores del crecimiento de las plantas desempeñan un papel crucial en el crecimiento y la producción de metabolitos secundarios en el cultivo de células y tejidos vegetales. Por ejemplo, el tipo y la concentración de la auxina o la citoquinina, así como la relación auxina-citoquinina tienen efectos significativos tanto en el crecimiento como en la acumulación de metabolitos secundarios en las plantas.

Han y Lee (2004) así como Teszlak *et al.*, (2005) mencionan que la concentración óptima en el uso de los reguladores de crecimiento, deberá contemplar un equilibrio entre los efectos positivos (tamaño de la baya y longitud del racimo) y los efectos negativos (madurez retrasada, rigidez de los racimos, fragmentación de los frutos y fertilidad de los brotes), parámetros que a menudo dependen también del tipo de variedad de uva.

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran un mayor valor en polifenoles totales con la aplicación de Ethrel. Las diferencias observadas entre los bloques del grupo control, pone de manifiesto la variabilidad de la uva. Estas diferencias se atribuyen a las condiciones climáticas, sobre todo al efecto de la luz del sol y la temperatura, dado que las características del suelo por lo general permanecen constantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anastasiadi, M., Pratsinis H., Kletsas D., Skaltsounis A., Haroutounian S. 2010. Bioactive non-coloured polyphenols content of grapes, wines and vinification by-products: Evaluation of the antioxidant activities of their extracts. *Food Research. Interational.* 43, 805–813.
- AOAC (1997). *Official Methods of Analysis*, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Baiano A., C. Terracone , G. Peri, and R. Romaniello. 2012. Application of hyperspectral imaging for prediction of physico-chemical and sensory characteristics of table grapes. *Computers and Electronics in Agriculture.* 87, 142–151.
- Carrieri C., Milella R., Incampo F., Crupi P., Antonacci D., Semeraro N., Colucci M. 2013. Antithrombotic activity of 12 table grape varieties. Relationship with polyphenolic profile. *Food Chemistry.* 140, 647–653
- Casanova L., Casanova R., Moret A., Agustí M. 2009. The application of gibberellic acid increases berry size of ‘Emperatriz’ seedless grape. *Spanish Journal of Agricultural Research.* 7, 919-927.
- Champagnol, F. 1984. *Elements de Physiologie de la Vigne et de Viticulture Generale.* Saint-Gely-du-Fesc: Champagnol. 1984. 351 p.
- Chervin C., El-Kereamy A., Roustan J., Latche A., Lamon J. Bouzayen M. 2004. Ethylene seems required for the berry development and ripening in grape, a non-climacteric fruit. *Plant Science.* 167, 1301–1305.
- Costa, E., Da Silva J., Cosme F., Jordão A. 2015. Adaptability of some French red grape varieties cultivated at two different Portuguese terroirs: Comparative analysis with two Portuguese red grape varieties using physicochemical and phenolic parameters. *Food Research International.* 78, 302–312.
- Downey M., Dokoozlian N., Krstic M., 2006. Cultural Practice and Environmental Impacts on the Flavonoid Composition of Grapes and Wine: A Review of Recent Research. *American Journal of Enology and Viticulture.* 57, 257-268
- Dueñas M., Hernández, T., Estrella, I., 2002. Phenolic composition of the cotyledon and the seed coat of lentils (*Lens culinaris L.*). *European Food Research and Technology.* 215, 478–483.
- Ferrara G., Mazzeo A., Matarrese A., Pacucci C., Punzi R., Faccia M., et al. (2015). Use of abscisic acid (S-ABA) and sucrose for improving color, anthocyanin content and antioxidant activity of ‘Crimson Seedless’ grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research.* 21, 18–29.
- Frankel, E., Waterhouse A., Teissedre P. 1995. Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low- low-density lipoproteins. *J. Agric. Food Chemistry.* 43, 890–894.
- Giannakoula A., Ilias I., Dragisic-Maksimovic J., Maksimovic V., Zivanovic B. 2012. The effects of plant growth regulators on growth, yield, and phenolic profile of lentil plants. *Journal of Food Composition and Analysis.* 28, 46–53
- Heim K.E., Tagliaferro A., Bobilya D. 2002. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure–activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry.* 13, 572–584.
- Jeffery, E., Brown A., Kurilich A., Keek A., Matusheski N., Klein, B. 2003. Variation in content of bioactive components in broccoli. *Journal of Food Composition and Analysis.* 16, 323–330.
- Li, B.B., Smith B., Hossain M. 2006. Extraction of phenolics from citrus peels I. Solvent extraction method. *Parathionon and Purification Technology.* 48, 182-188.
- Macedo, W., Terra M., Tecchio M., Paioli P., Fernandes G., Villar L., Moura M. 2010. Growth regulators applied on seedless grape ‘Centennial Seedless’. *Ciencia Rural.* 40, 1714–1719.
- Mazza, G., Fukumoto L., Delaquis P., Girard B., Ewert B. 1999. Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. *Journal of Agricultural of Food Chemistry.* 47, 4009–4017.

- Mulero J., Martínez G., Oliva J., Cermeño S., Cayuela J., Zafrilla P., Martínez-Cachá A., Barba A. 2015. Phenolic compounds and antioxidant activity of red wine made from grapes treated with different fungicides. *Food Chemistry*. 180, 25–31.
- Nandakumar V., Singh T., Katiyar S., (2008). Multi-targeted prevention and therapy of cancer by proanthocyanidins. *Cancer Letters*. 269, 378–387.
- Ness, A., Powles, J. 1997. Fruit and vegetables, and cardiovascular disease: a review. *Int. J. Epidemiol.* 26, 1–13.
- Oliveira-Souza. K., Melo-Viana R, Siqueira-Oliveira L., Herbster C., Alcântara-Miranda M. 2016. Preharvest treatment of growth regulators influences postharvest quality and storage life of cashew apples. *Scientia Horticulturae*. 209, 53–60
- Peppi, M., Fidelibus M. (2008). Effects of forchlorfenuron and abscisic acid the quality of ‘Flame Seedless’ grapes. *HortScience*. 43, 173–176.
- Raban E., Kaplunov T., Zutahy Y., Daus A., Alchanatis V., Ostrovsky V., Lurie S., Lichter A. 2013. Rachis browning in four table grape cultivars as affected by growth regulators or packaging. *Postharvest Biology and Technology*. 84, 88–95.
- Rebello, L., Lago-Vanzela, E., Barcia M., Ramos A., Stringheta P., Da Silva R., Castillo-Muñoz N., Gómez-Alonso S., Hermosín-Gutiérrez I. 2013. Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS Rubra × IAC 1398-21) using HPLC–DAD–ESI–MS/MS. *Food Research International*. 54, 354–366.
- Šeruga, M., Novak I., Jakobek L. 2011. Determination of polyphenols content and antioxidant activity of some red wines by differential pulse voltammetry, HPLC and spectrophotometric methods. *Food Chemistry*. 124, 1208–1216.
- SIAP (Sistema de información agropecuaria). 2015. Vid. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. SAGARPA.
- Shulman Y., Cohen S., Loinger C. 1985. Improved maturation and wine quality of Carignane grapes by ethephon treatment. *American Journal of Enology and Viticulture*. 36, 264–267.
- Teszlak, P., Gaal K., Pour-Nikfardjam M. 2005. Influence of grapevine flower treatment with gibberellic acid (GA3) on polyphenol content of *Vitis vinifera* L. wine. *Analytica Chimica Acta*. 543, 275–281.
- Tomás-Barberán, F., Gil M., Cremin P., Waterhouse A., Hess-Pierce B., Kader A. 2001. HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49, 4748-4760.
- Turnbull C., Sinclair E., Anderson K., Nissen R., Shorter A., Lanham T. 1999. Routes of ethephon uptake in pineapple (*Ananas comosus*) and reasons for failure of flower induction. *Journal of Plant Growth Regulation*. 18, 145–152.
- Ugare B., Banerjee K, Ramteke S., Pradhan S., Oulkar D., Utture S., Adsule P. 2013. Dissipation kinetics of forchlorfenuron, 6-benzyl aminopurine, gibberellic acid and ethephon residues in table grapes (*Vitis vinifera*). *Food Chemistry*. 141, 4208-4234.
- Weir, T., Park S., Vivanco J. 2004. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Current Opinion in Plant Biology*. 7, 472– 479.
- Zabadal, T., Bukovac M. 2006. Effect of CPPU on fruit development of selected seedless and seeded grape cultivars. *HortScience*. 41, 154–157.
- Zhenming, N., Xuefeng X., Yi W., Tianzhong L., Jin K., Zhenhai H. 2008. Effects of leaf-applied potassium, gibberellin and source–sink ratio on potassium absorption and distribution in grape fruits. *Scientia Horticulturae*. 115, 164-167.
- Zoffoli, J., Latorre B., Naranjo P. 2009. Preharvest applications of growth regulators and their effect on postharvest quality of table grapes during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*. 5, 183–192.